



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

Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland

Rapportage 2019

RIVM Rapport 2019-0091

R. Hoogerbrugge et al.



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

**Grootschalige concentratie- en
depositiekaarten Nederland**
Rapportage 2019

RIVM Rapport 2019-0091

Colofon

© RIVM 2019

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-2019-0091

R. Hoogerbrugge (auteur), RIVM
G.P. Geilenkirchen (auteur), PBL Planbureau voor de Leefomgeving
H.A. den Hollander (auteur), RIVM
E. van der Swaluw (auteur), RIVM
S. Visser (auteur), RIVM
W.J. de Vries (auteur), RIVM
R.J. Wichink Kruit (auteur), RIVM

Contact:

R. Hoogerbrugge
Milieu en Veiligheid - Centrum voor Milieukwaliteit
Ronald.hoogerbrugge@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in Opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in het kader van de cluster 'Leefomgeving'.

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 2019

Het RIVM geeft elk jaar de concentraties in de lucht in Nederland op kaarten weer, onder andere van stikstofdioxide en fijnstof. Ook wordt op kaarten aangegeven in welke mate stikstof op de bodem neerslaat. In dit rapport gaat het om de situatie in 2018. Daarnaast zijn berekeningen voor de verwachte concentraties en deposities van deze stoffen gemaakt voor 2020, 2025 en 2030.

Deze GCN-kaarten worden onder andere gebruikt voor een programma om de luchtkwaliteit in Nederland te verbeteren (Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit; NSL). De kaarten worden ook gebruikt bij de berekening van de effecten van ruimtelijke plannen op de concentraties vervuilende stoffen in de lucht.

Stikstofdioxide- en fijnstofconcentraties in de lucht

De gemeten concentraties stikstofdioxide (NO₂) in de lucht zijn in 2018 gemiddeld iets lager dan in 2017. Voor 2020 worden de concentraties enkele microgrammen hoger ingeschat dan vorig jaar. Dat komt vooral door tegenvallers in de verkeersemisies.

De gemeten concentraties fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}) waren in 2018 iets hoger dan in 2017. De inschattingen voor 2020 en 2030 zijn iets lager dan de inschattingen van vorig jaar.

Hogere ammoniak

De gemeten concentraties ammoniak (NH₃) in de lucht zijn in 2018 veel hoger dan in 2017. Vooral het extreem warme, zonnige en zeer droge weer is hiervan de oorzaak. Ammoniak is een component van stikstof. Als te veel ammoniak op de bodem neerslaat, is dat schadelijk voor de natuur (biodiversiteit). Door de hogere concentraties in de lucht was er meer ammoniak beschikbaar om op de bodem neer te slaan. Naast ammoniak zijn de stikstofoxiden een ander onderdeel van de stikstofdepositie. De depositie van stikstofoxiden daalde.

De uitstoot van ammoniak is licht gestegen ten opzichte van de voorgaande jaren (2012-2016).

Het RIVM maakt de GCN-kaarten in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW).

Kernwoorden: fijnstof, stikstofdioxide, elementair koolstof, NSL, vermesting, stikstofdepositie, ammoniak

Synopsis

Large-scale concentration and deposition maps of the Netherlands

2019 report

RIVM prepares annual maps of concentrations in the air in the Netherlands, including concentrations of nitrogen dioxide and particulate matter. Maps are also made showing how much nitrogen is deposited on the soil. The 2019 report deals with the situation in 2018. In addition, calculations were also made of the concentrations of these substances to be expected in 2020, 2025, and 2030.

These GCN (average concentration) maps are used, inter alia, for a programme aimed at improving the air quality in the Netherlands (National Air Quality Cooperation Program: NSL). This makes it possible, for example, to evaluate the effects of spatial plans on the concentrations of polluting substances in the air.

Concentrations of nitrogen dioxide and particulate matter in the air

The concentrations of nitrogen dioxide (NO₂) measured in the air in 2018 were slightly lower than in 2017. The prognoses for the concentrations in 2020 are a few micrograms higher than in 2017. This is due primarily to setbacks in the traffic emissions.

The concentrations of particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) measured in 2018 were slightly higher than in 2017. The prognoses for 2020 and 2030 are slightly lower than the prognoses from 2017.

Higher ammonia

The concentrations of ammonia (NH₃) measured in the air in 2018 were much higher than in 2017. This was due primarily to the extremely hot, sunny, and very dry weather. Ammonia is a component of reactive nitrogen. If too much ammonia is deposited on the soil, it has a negative impact on nature (biodiversity). The deposition of ammonia in 2018 was approximately 10% higher than in 2017. Due to the higher concentrations in the air, there was more ammonia available for deposition on the soil. Additional to ammonia also nitrogen oxides contribute to the nitrogen deposition. The deposition of nitrogen oxides decreased.

The emission of ammonia increased slightly in comparison to the previous years (2012-2016).

The GCN maps prepared by RIVM are commissioned by the Ministry of Infrastructure and Water Management.

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

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11

2 Methode van concentratie- en depositieberekeningen — 13

3 Emissies — 17

- 3.1 Aanpassingen van emissies — 18
- 3.2 Alternatieve raming voor NO_x-emissies voor 2020 — 19
 - 3.2.1 Methode en beschikbare data — 19
 - 3.2.2 Trends uit emissies — 19
 - 3.2.3 Trends uit NO_x- en NO₂-concentratiemetingen — 20
 - 3.2.4 Samenvatting beoordeling trends — 22
 - 3.2.5 Effect op emissies — 23

4 Grootschalige concentraties en bronbijdragen — 27

- 4.1 GCN-kaarten — 27
 - 4.1.1 NO₂-concentraties — 27
 - 4.1.2 PM₁₀-concentraties — 30
 - 4.1.3 PM_{2,5}-concentraties — 31
 - 4.1.4 EC-concentraties (indicatief) — 33
- 4.2 Opbouw concentraties NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, EC en SO₂ — 33
- 4.3 Bijdragen concentraties fijnstof voor effecten maatregelen — 39
- 4.4 Onzekerheden in de GCN-kaarten — 40

5 Grootschalige depositie en bronbijdragen — 43

- 5.1 GDN-kaarten — 43
 - 5.1.1 Stikstofdepositie — 43
 - 5.1.2 Potentieel-zuurdepositie — 45
- 5.2 Opbouw stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie — 46

Literatuur — 49

Bijlage 1. Nederlandse emissies in de scenario's — 51

Bijlage 2. SRM-emissiefactoren — 57

Samenvatting

Concentratie- en depositiekaarten

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. Deze rapportage is een beknopte update van die uit 2018 met voornamelijk een actualisatie van de tabellen en figuren. Methodisch zijn er ook ten opzichte van de 2018-rapportage een klein aantal verbeteringen doorgevoerd. De meeste ruimtelijke verdelingen van de emissies zijn ongewijzigd ten opzichte van die uit de 2018-rapportage.

Grootschalige NO₂-concentraties iets lager dan in 2017

De GCN-kaart van NO₂ voor het jaar 2018 is gemiddeld over Nederland iets lager (0,4 µg m⁻³) dan die voor 2017 door lagere gemeten concentraties als gevolg van meteorologische omstandigheden. De inschattingen van de concentraties voor 2020 zijn hoger dan de inschattingen die vorig jaar zijn gemaakt. De inschatting is op een andere manier, via extrapolatie van de gerapporteerde emissies, tot stand gekomen. De concentraties in de steden worden nu enkele procenten (5-15%) hoger ingeschat dan de schatting voor 2020 vorig jaar was. Ze zijn wel enkele microgrammen lager dan de concentraties die in 2018 zijn vastgesteld voor het jaar 2018. De inschatting voor 2030 is niet aangepast.

Grootschalige PM₁₀- en PM_{2,5}-concentraties

De concentraties van 2018 zijn gemiddeld iets hoger (1,0 µg m⁻³) dan die van 2017. De ramingen van de PM₁₀- en PM_{2,5}-concentraties voor de periode 2020-2030 zijn gemiddeld over Nederland 0,8 µg m⁻³ lager dan vorig jaar ingeschat. De lagere ramingen zijn vooral 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.

Grootschalige stikstofdepositie

De gemeten concentraties ammoniak in de lucht zijn in 2018 veel hoger dan in 2017. Dit komt vooral door het extreem warme, zonnige en zeer droge weer. Ook de uitstoot van ammoniak is licht gestegen, ten opzichte van de voorgaande jaren (2012-2016).

Voor de effecten op natuur is vooral de hoeveelheid ammoniak die neerslaat belangrijk: de depositie. In 2018 regende er minder ammoniak uit de lucht: de natte depositie. Tegelijkertijd zorgden de hogere concentraties in de lucht er wel voor dat er meer ammoniak direct

neersloeg: de droge depositie. De totale hoeveelheid ammoniak die in 2018 in Nederland neersloeg – door droge én natte depositie bij elkaar – is ongeveer 10% hoger dan in 2017. Naast ammoniak zijn de stikstofoxiden een ander onderdeel van de stikstofdepositie. De depositie van stikstofoxiden daalde. Per saldo was de gemiddelde totale stikstofdepositie in 2018 5% hoger dan in 2017.

De gemiddelde hoeveelheid stikstof die op de bodem neerslaat, zal naar verwachting de komende jaren dalen. Dit komt vooral door de (inter)nationale afspraken over de reducties van de uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak in Nederland en de landen om ons heen. Berekeningen van de concentraties en deposities hebben een aanzienlijke onzekerheid die in het rapport wordt toegelicht.

Concentratie- en depositiekaarten gebaseerd op vaststaand en voorgenomen beleid

De emissieramingen van het Planbureau voor de leefomgeving (PBL) vormen de basis voor de GCN- en GDN-kaarten voor toekomstige jaren. De raming van emissies is nagenoeg gelijk aan die van vorig jaar met beperkte actualisaties voor landbouw. De nieuwe GCN-kaarten van fijnstof (PM_{10} , $PM_{2,5}$) en zwaveldioxide (SO_2) zijn gebaseerd op een scenario met een gemiddelde economische groei in Nederland van 2,5% 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. Er was geen actualisatie van de raming voor stikstofoxide-emissies voor 2020 beschikbaar. Actualisatie was wel nodig, daarom is de raming voor 2020 vervangen door een extrapolatie van de trend in de historische emissiereeks (2000-2017). Deze trend komt goed overeen met de trend in de gemeten concentraties.

Kaarten en emissiefactoren beschikbaar via internet

De grootschalige concentratiekaarten en onderliggende data van stikstofdioxide (NO_2), stikstofoxiden (NO_x), fijnstof (PM_{10} en $PM_{2,5}$), zwaveldioxide (SO_2), ozon (O_3), ammoniak (NH_3), koolmonoxide (CO) en benzeen (C_6H_6) 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 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 lokale planvorming en bij de rapportage ten behoeve van de EU-luchtkwaliteitsrichtlijn.

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 (NH₃) uit binnenlandse en buitenlandse bronnen en wordt gedeponeed door zowel droge als natte depositie. Te hoge depositie heeft negatieve gevolgen voor de biodiversiteit. In opdracht van het rijk en de provincies ondersteunt het RIVM het stikstofbeleid 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. Met het AERIUS worden stikstofdeposities en -emissies op een groter detailniveau voor de stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden berekend.

In deze 2019-rapportage worden beknopt de resultaten van de nieuwe kaarten gepresenteerd, voornamelijk in de vorm van figuren en tabellen. Voor een uitgebreidere beschrijving wordt daarom verwezen naar eerdere rapportages (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 en de rijksoverheid (www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen). Die kaarten zijn identiek aan de kaarten op de RIVM-website. De kaarten op de rijksoverheid-website hebben een juridisch-formele status.

2 Methode van concentratie- en depositieberekeningen

De GCN/GDN-kaarten geven waarden voor de concentraties en deposities per km-vak. Voor elk km-vak wordt de concentratie/depositie op het middelpunt bepaald en toegekend aan dat km-vak. De methodiek om te komen tot een waarde op dat rekenpunt doorloopt twee stappen:

1. berekening van de grootschalige concentratie en depositie;
2. kalibratie op metingen.

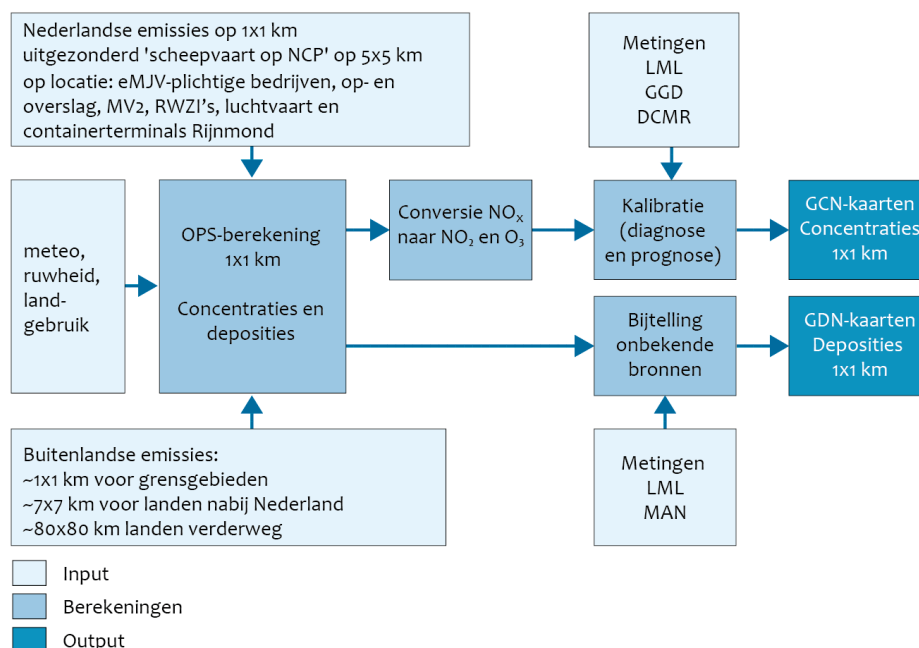
Zie Figuur 2.1 en Velders et al. (2016) voor meer informatie.

Ten opzichte van de methode zoals die begin 2018 (Velders et al., 2018) is gebruikt voor het maken van grootschalige kaarten, is slechts een beperkt aantal verbeteringen in methoden, modelparameters en metingen doorgevoerd.

- Versie 4.5.2.2 van het OPS-model is gebruikt voor de berekeningen die als basis dienen voor deze rapportage (Sauter et al., 2018). In deze versie heeft alleen de gebruikelijke aanvulling van de trendfactor plaatsgevonden. Ditmaal betrof dat het jaar 2016.
- De concentratie als gevolg van de emissies van mobiele werktuigen kan in bepaalde situaties tot onrealistisch hoge waarden leiden. Dit is het gevolg van de ruimtelijke verdeling van deze emissies en de onzekerheid hiervan. Om deze reden is besloten de berekende 1x1km gridcelwaarden te vervangen door het gemiddelde van de waarden van de gridcel zelf en zijn 8 omringende gridcellen. Dit wordt de grid moving average-methodiek genoemd.

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).

- Omdat nu ook de metingen uit het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN) van het voorgaande jaar (2018) beschikbaar zijn is besloten de kalibratiemethode aan te passen zodat deze informatie direct in de kaarten gebruikt kan worden.
- De correcties voor de berekende stikstofdepositie zijn eveneens geactualiseerd (Tabel 2.2).



Figuur 2.1 Berekening grootschalige concentratie- en depositiekaarten

Tabel 2.1 Overzicht kalibratiefactoren voor de aerosolen en bijtellingen voor de PM_{10} - en $PM_{2,5}$ -concentratie

| | Kaarten voor 2018 | Kaarten voor 2020-2030 |
|-------------------|--|--|
| NH ₄ | Factor 1,4 ^{a,f} | Factor 1,4 ^{c,f} |
| NO ₃ | Factor 1,5 ^a | Factor 1,6 ^c |
| SO ₄ | Factor 3,1 ^a | Factor 3,2 ^c |
| PM ₁₀ | Constante van 3,7 $\mu\text{g m}^{-3\text{b}}$ | Constante van 3,8 $\mu\text{g m}^{-3\text{d}}$ |
| PM _{2,5} | Constante van 0,0 $\mu\text{g m}^{-3\text{b,e}}$ | Constante van 0,3 $\mu\text{g m}^{-3\text{d,e}}$ |

- Voor de diagnosekaarten zijn de gemeten secundaire aerosolconcentraties in 2013-2017 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2013-2017 en de meteorologie van de jaren 2013-2017. Metingen van de secundaire aerosolen van 2018 waren niet op tijd beschikbaar voor de kalibratie.
- Voor de diagnosekaart van $PM_{2,5}$ en PM_{10} zijn de gemeten waarden voor 2018 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2017 en de meteorologie van het jaar 2018.
- Voor de prognosekaarten zijn de gemeten secundaire aerosolconcentraties voor de jaren 2013-2017 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2013-2017 met langjarig gemiddelde meteorologie.
- Voor prognosekaarten van $PM_{2,5}$ en PM_{10} zijn de gemeten waarden voor de jaren 2013-2017 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2013-2017 en langjarig gemiddelde meteorologie.
- De bijdragen van de aerosolen in de $PM_{2,5}$ -concentratie worden net als voorheen verkregen door de gekalibreerde PM_{10} -aerosolconcentraties te vermenigvuldigen met 1,0 voor ammonium, 0,8 voor nitraat en 0,9 voor sulfaat (Matthijsen en Ten Brink, 2007).
- 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 fijnstof (NH₄, NO₃ en SO₄) en van totaal fijnstof (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 fijnstof 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. Ook de onzekerheden in emissies, in de metingen en in de modellering van fijnstof met het OPS-model kunnen een rol spelen. Nader onderzoek is nodig om de waargenomen (te kleine) verschillen tussen gemeten en berekende fijnstofwaarden 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 | 2018-kaart: berekende 2018-depositie ¹ vermenigvuldigen met (1.073-1). Dit komt overeen met gemiddeld 61 mol per hectare per jaar. Prognosekaarten: berekende depositie ² voor de prognosejaren vermenigvuldigen met (1.014-1). Dit komt overeen met gemiddeld 12 mol per hectare per jaar. | 2018-kaart: 41 mol ha ⁻¹ jaar ⁻¹ (zie ¹) Prognosekaarten : 31 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 2018-kaart zijn voor de droge depositie de gemeten NH₃-concentraties uit het LML en het MAN voor 2018 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2017 en de meteorologie van het jaar 2018. Voor de natte depositie zijn de metingen van 2018 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2017 en de meteorologie van het jaar 2018.
2. Voor prognoses zijn gemeten waarden voor de jaren 2014-2018 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2014-2017 en de langjarig gemiddelde meteorologie. Als er voor ten minste drie van de vijf jaar meetgegevens beschikbaar zijn, worden die meegenomen in de vergelijking.
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, 2018). 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 gepasseerde jaren. Voor het berekenen van de GCN-kaarten voor het jaar 2018 is dezelfde emissieverdeling per sector gebruikt als voor het jaar 2017. De emissietotalen zijn per sector wel geschaald met het meest recente emissietotaal zoals dat door de ER (ER-reeks 1990-2017) is gerapporteerd.

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 GCN2019-rapportage zijn ook enkele nieuwe inzichten in de emissies van landbouw meegenomen.

Tabel 3.1 Overzicht scenario's

| Scenario | | Economische groei (BBP-groei) 2017-2030 ¹ | |
|---|--|--|--|
| Vaststaand en voorgenomen beleid | | | |
| BOR | Beleid onderraming | gemiddeld 0,8% per jaar | |
| BRR | Beleid referentieraming | gemiddeld 1,75% per jaar | extrapolatie 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 3.5 | |
| 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 3.5. 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 2018 zijn de maatregelen ongewijzigd.

3.1 Aanpassingen van emissies

Ten opzichte van de emissies zoals die begin 2018 (Velders et al., 2018) zijn gebruikt voor het maken van grootschalige kaarten, is slechts een beperkt aantal aanpassingen doorgevoerd.

- De ruimtelijke verdeling van de collectief geregistreerde emissies wordt ontleend aan de Emissieregistratie (ER). Deze zijn niet geactualiseerd ten opzichte van de GCN2018-ronde; de verdelingen zijn gebaseerd op de informatie uit de ER-rapportage 2016 met uitzondering van de ruimtelijke verdeling voor emissies uit stallen, houtstook en containeroverslag die in de GCN2018-ronde zijn geactualiseerd
- Voor de kaarten van 2018 zijn de meest recent emissietotalen uit het buitenland gebruikt (2016). De NH₃-emissies laten ten opzichte van 2015 voor België een lichte stijging zien, in de overige omringende landen dalingen van 5-10%. Voor PM₁₀ is er een stijging van 18% in de Engelse emissies, in de overige omringende landen zijn lichte dalingen te zien. De ramingen van de buitenlandse emissies zijn identiek aan die van vorige jaren (Velders et al., 2017 en 2018).
- De totale landelijke fijnstofemissies van de sector consumenten is fors omhoog bijgesteld. Dit heeft vooral te maken met nieuwe inschatting voor de emissies van vuurwerk en woningbranden, deze zijn resp. een factor 3 en 2,5 bijgesteld. Ook zijn dit jaar voor het eerst emissies als gevolg van vreugdevuren meegenomen.
- Voor de NH₃-emissies zijn de ramingen van de landbouw ongeveer 2 miljoen kg hoger voor de periode 2020 door een hogere excretie van melkkoeien en een aangepaste inschatting van de effectiviteit van combi-wassers.
- De uitstoot van de binnenvaart in historische jaren lag hoger dan eerder was gerapporteerd.

Door een aantal nieuwe inzichten op basis van praktijkmetingen dalen de emissies van verkeer minder snel dan eerder verondersteld. Dit betreft onder andere:

- een hogere NO_x-emissie van vrachtwagens in stad en file onder de 20km/h, niet eerder opgemerkte problemen met de driewegkatalysator bij oudere benzineauto's en een groter ingeschat aantal, en oudere, bestelauto's;
- een hogere NH₃-emissie van vrachtwagens door slip van ammonia uit de SCR-katalysator (3 mg/km → 86 mg/km);
- een hogere fijnstofemissie doordat uit onderzoek bleek dat bij een hoger percentage dieselpersonenauto's en bestelauto's (1,6%) roetfilters verwijderd zijn dan eerder werd aangenomen.

3.2 Alternatieve raming voor NO_x-emissies voor 2020

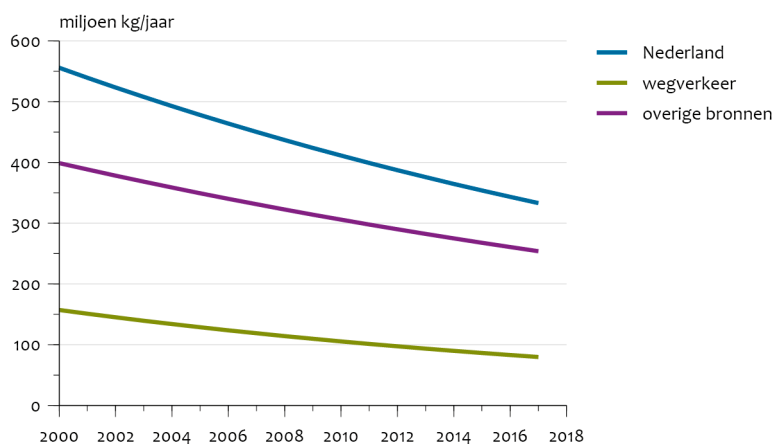
Voor de raming van de emissies van stikstofoxiden (NO_x) voor 2020 was dit jaar een andere aanpak noodzakelijk omdat het PBL, vanwege de Analyse van het Ontwerp Klimaatakkoord, geen capaciteit beschikbaar had voor een update van de emissieramingen. Vanwege nieuwe inzichten in de verkeersemisies waren de bestaande ramingen van het PBL van vorig jaar niet meer bruikbaar. Zo is recent uit meetprogramma's van TNO gebleken dat de NO_x-emissie van onder meer oude benzineauto's, moderne vrachtauto's en moderne mobiele werktuigen aanzienlijk hoger is dan voorheen werd aangenomen. Deze nieuwe inzichten hebben geleid tot een verhoging van de historische emissiereeks voor NO_x. Door deze nieuwe inzichten zijn de oude ramingen van de NO_x-uitstoot door wegverkeer achterhaald. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft het RIVM daarop verzocht of een actualisatie van de 2020 NO₂-concentratiekaart gemaakt kon worden uitgaande van een extrapolatie van historische emissie- en/of concentratiemetingen.

3.2.1 *Methode en beschikbare data*

Om tot een realistische schatting van de NO₂-concentraties in 2020 te komen is, in afstemming met PBL en IenW, voor een trendextrapolatie gekozen. Dat leek verantwoord omdat het slechts om een korte extrapolatie gaat (drie jaar). Voor deze extrapolatie is van de meest recente inzichten in emissie- en concentratiegegevens uitgegaan. Voor de emissie betekende dit dat informatie tot en met 2017 is meegenomen, zoals die eind 2018 in de Emissieregistratie is vastgesteld. Bij het bepalen van de trend in de NO₂-concentratie zijn de meetresultaten tot en met 2018 gebruikt. Er is onderscheid gemaakt tussen verkeersgerelateerde emissies en overige emissies omdat er een verschil in emissietrends tussen beide categorieën te zien is. Dit onderscheid is belangrijk omdat verkeersemisies relatief meer impact hebben op de luchtkwaliteit op plekken waar veel mensen wonen. Bovendien is langs wegen een grotere kans op overschrijding van de Europese grenswaarden voor NO₂ zoals op de toetspunten in het NSL. Deze uitsplitsing laat zich, in tegenstelling tot meer gedetailleerdere uitsplitsingen, ook goed vergelijken met concentratiemetingen in stedelijke en regionale gebieden.

3.2.2 *Trends uit emissies*

Voor het bepalen van de trends uit de emissies is gebruik gemaakt van de meest recente inzichten zoals deze jaarlijks door de Emissieregistratie worden vastgesteld. De emissiereeks waarvoor gekozen is bestond uit de jaren 2000 tot en met 2017. De nieuwe inzichten in de NO_x-emissies van verkeer zijn hierin verwerkt. In Figuur 3.1 is het totaal van alle Nederlandse NO_x-emissies weergegeven en een uitsplitsing tussen de NO_x-emissies van wegverkeer en alle overige emissiesectoren. Voor iedere reeks is een curve gefit (kleinste kwadratenmethode) waarbij de afname per jaar als een vast percentage is verondersteld. Met een statistische methode (bootstrapping) zijn de 95%-betrouwbaarheidsintervallen van de curves berekend. De resultaten van de fit zijn weergegeven in Tabel 3.2 in percentage per jaar. Voordeel van deze aanpak is dat het resultaat (procentuele afname per jaar) rechtstreeks kan worden gekoppeld aan de berekening van de geëxtrapolerde emissies voor 2020.

NO_x-emissies

Figuur 3.1 Verloop van de totale Nederlandse NO_x-emissies en de bijdragen van wegverkeer en overige emissiebronnen

Tabel 3.2 Trends in NO_x-emissies naar type bron

| Broncategorie | Emissietrend (in % per jaar) |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Wegverkeer | -3,9% |
| Overige Nederlandse bronnen | -2,6% |
| Nationaal totaal | -3,0% |

De resultaten in Tabel 3.2 laten inderdaad een verschil zien tussen de trend in NO_x-emissie door wegverkeer (-3,9% per jaar) en de overige emissiebronnen (-2,6% per jaar).

3.2.3 Trends uit NO_x- en NO₂-concentratiemetingen

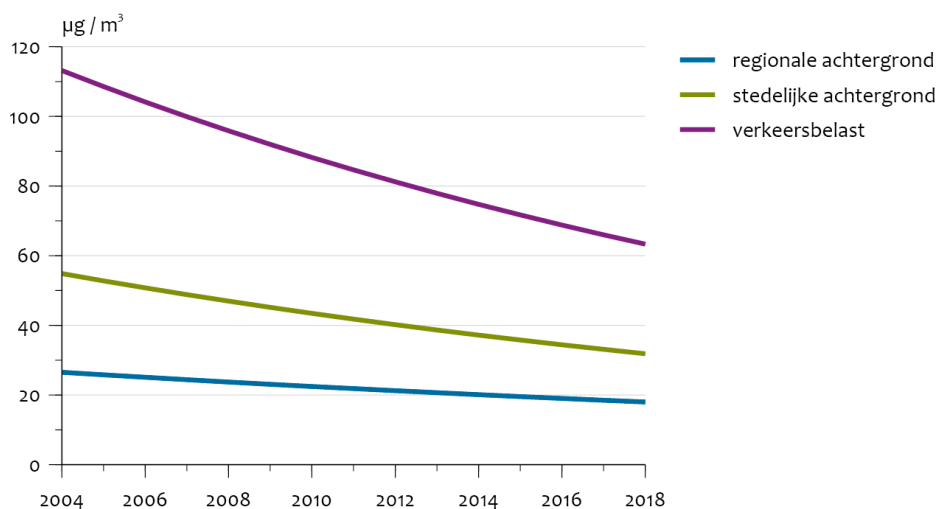
Een andere manier om inzicht te krijgen in de ontwikkeling richting 2020 zijn de trends in de NO_x- en NO₂-concentratiemetingen. Wanneer deze trends vergelijkbare resultaten laten zien als de trends in de NO_x-emissies geeft dat vertrouwen in de trend ten behoeve van de extrapolatie.

Voor het bepalen van de trend in de metingen zijn de NO_x/NO₂-concentratiemetingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM en de meetnetten van de GGD Amsterdam en de DCMR gebruikt. In deze analyse is gebruik gemaakt van de stations op regionale achtergrondlocaties, stadsachtergrondlocaties en langs drukke straten (verkeersbelast). De jaargemiddelde NO_x-concentratie van deze meetstations is alleen gebruikt als het aantal gemeten uren in een jaar boven de 75% ligt. Meetstations zijn in de trendanalyse meegenomen als het aantal beschikbare jaargemiddelde waarden gedurende de periode 2004-2018 minimaal 75% is.

Figuur 3.2 laat de meetreeksen voor de jaargemiddelde NO_x-concentraties zien. De concentratie NO_x is de som van de concentraties NO en NO₂ (uitgedrukt in µg/m³ NO₂). Ook hier zijn curves gefit met een procentuele

afname per jaar. Ter controle is ook gekeken naar de gemeten NO₂-jaargemiddelden voor dezelfde meetstations.

NO_x-concentraties



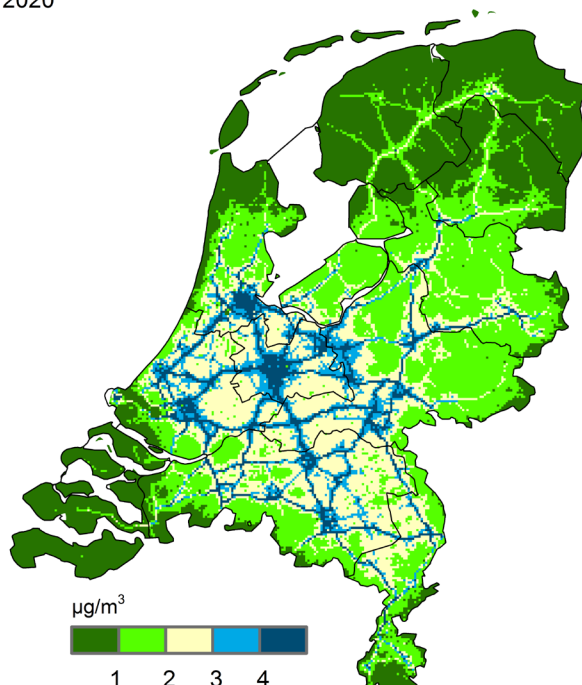
Figuur 3.2 Verloop van de gemeten jaargemiddelde NO_x-concentraties op regionale achtergrond, stedelijke achtergrond en verkeersbelaste locaties

Het voordeel van de NO_x-metingen ten opzichte van de NO₂-meetreeksen is de meer directe relatie met de NO_x-emissies waarmee in OPS gerekend wordt. De trend in de NO₂-concentraties is relevant voor het te verwachten effect op de NO₂-concentratiekaart. De koppeling tussen de NO₂-concentratie en de NO_x-emissies is minder direct dan tussen de NO_x-concentraties en de NO_x-emissies. Door de omzetting van NO naar NO₂ onder invloed van ozon is de procentuele daling van de NO₂-concentratie kleiner dan de procentuele daling in de NO_x-concentratie. Dit komt omdat maar een deel van de NO_x wordt omgezet naar NO₂. Gemiddeld is de procentuele daling van de NO₂-concentratie ongeveer een factor 1,3 kleiner dan de daling in de NO_x-concentratie. Bij benadering kan de trend in de NO₂-concentratie metingen daarom vertaald worden naar een trend in NO_x door deze met 1,3 te vermenigvuldigen. Deze vuistregel kan alleen op het schaalniveau van de GCN (1x1km) worden toegepast en niet voor meetpunten langs drukke straten. In Tabel 3.3 zijn deze resultaten samengevat.

Tabel 3.3 Verandering in gemeten concentraties in percentage per jaar over de periode 2004-2018

| Type station | NO _x -concentratie | NO ₂ -concentratie | NO _x geschat uit NO ₂ |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Straatlocaties | -3,9% | -2,6% | - |
| Stadsachtergrond | -4,0% | -3,1% | -4,0% |
| Regionaal | -2,7% | -2,2% | -2,8% |

2020



Figuur 3.3 Verskil NO_x -concentratie in 2020 door gebruik van alternatieve raming tussen rapportage 2018 en 2019. Een positief getal betekent dat de concentratie nu hoger is dan in de 2018-rapportage

3.2.4

Samenvatting beoordeling trends

In de bovenstaande trendanalyses is op verschillende manieren naar de trend in de Nederlandse NO_x -emissies en NO_x -concentraties/ NO_2 -concentraties gekeken. Zie ook de samenvatting in Tabel 3.4. Alle drie de benaderingswijzen laten een vergelijkbaar beeld zien namelijk:

- een sterkere daling per jaar voor verkeer of verkeersgerelateerde locaties (stedelijke achtergrondstations) ten opzichte van het beeld van landelijke/regionale stations;
- een circa 4% per jaar reductie omgerekend naar verkeersgerelateerde NO_x -emissie;
- een circa 2,5% per jaar reductie omgerekend naar overige bronnen gerelateerde NO_x -emissie.

Tabel 3.4 Samenvatting resultaten trends in percentage per jaar

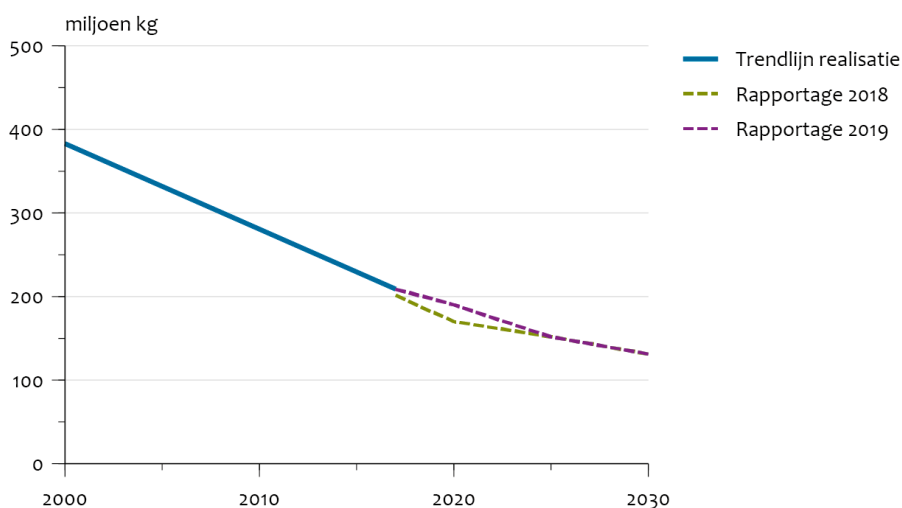
| Emissies uit de emissie-registratie | | Emissietrend uit NO_x -concentratiemetingen | |
|-------------------------------------|-------|--|-------|
| Wegverkeer | -3,9% | Straatlocaties | -3,9% |
| Nationaal totaal | -3,0% | Stadsachtergrond | -4,0% |
| Overige Nederlandse bronnen | -2,6% | Regionaal | -2,7% |

3.2.5 *Effect op emissies*

Op basis van bovenstaande analyse zijn de emissies voor 2020 berekend met een geëxtrapoleerde daling uitgaande van de emissies zoals gerapporteerd voor het jaar 2017. De NO_x-emissie door het Nederlandse wegverkeer daalt met deze extrapolatie in de periode 2017 naar 2020 van 77 naar 68 kton/jaar. De NO_x-emissie van overige Nederlandse bronnen daalt van 261 naar 241 kton/jaar en het Nederlandse totaal van 338 naar 310 kton/jaar.

Het verloop van de verwachte NO_x-emissies is weergegeven in Figuur 3.4.

NO_x-emissies



Figuur 3.4 Verloop van de NO_x-emissies
De verkenningen van vorig jaar zijn gebaseerd op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid.

Hierbij is 2020 gebaseerd op de bovenstaande extrapolatie en 2030 op het BBR-scenario. De nieuwe inzichten in de NO_x-emissies zijn niet vertaald naar de ramingen voor 2030.

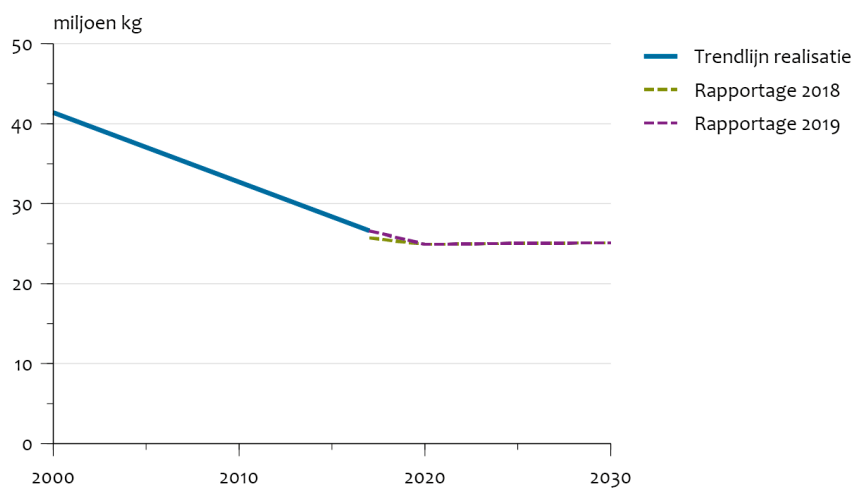
Tabel 3.5 Maatregelenoverzicht op basis van het vaststaand en voorgenomen mondiaal, Europees en nationaal beleid¹

| | 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 | | |
| Nederlands beleid | | | | | |
| Toepassing vaste stroomaansluiting en voorziening preconditioned air Schiphol vanaf 2010 | 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 | | |

| | NO _x | PM ₁₀ | PM _{2,5} | SO ₂ | NH ₃ |
|--|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| Subsidieregeling emissiearme bestelauto's en taxi's vanaf 2013 | 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 fijnstof 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 energie-akkoordbeleid 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. Maatregelen die al een aantal jaren van kracht zijn worden in deze lijst niet meer weergegeven. Ze zijn in te zien in de rapportages uit voorgaande jaren.

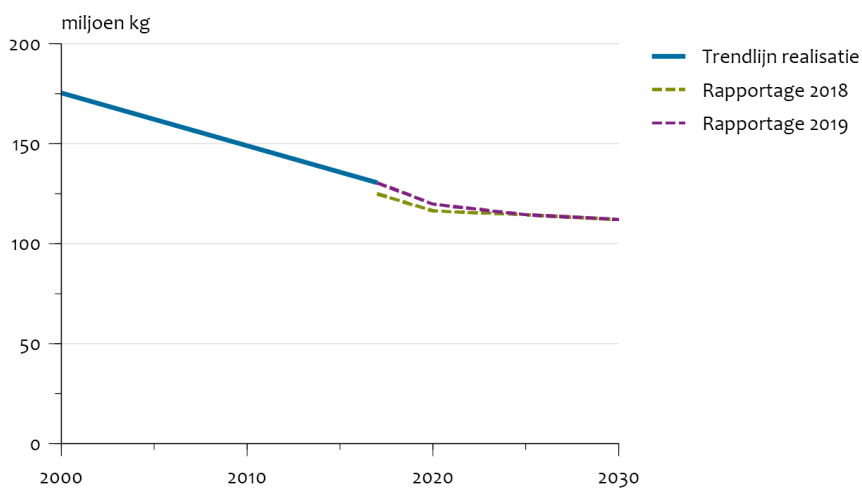
Primair PM₁₀-emissies



Figuur 3.5 Primair PM₁₀-emissies

De verkenningen zijn gebaseerd op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid.

NH₃-emissies



Figuur 3.6 NH₃-emissies

De verkenningen zijn gebaseerd op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid.

4 Grootschalige concentraties en bronbijdragen

De grootschalige concentratiekaarten van NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} en EC, zoals die zijn berekend voor deze 2019-rapportage, en de verschillen met de 2018-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 rijk (de ministeries van IenW en LNV) heeft, net als voorgaande jaren, de keuze gemaakt dat het scenario met relatief hoge economische groei (2,5% per jaar), plus vaststaand en voorgenomen Nederlands en Europees beleid, de basis van de concentratiekaarten (GCN-kaarten) voor de rapportage van 2019 vormt (zie Tabel 3.1 en Tabel 3.5).

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 2018-rapportage besproken.

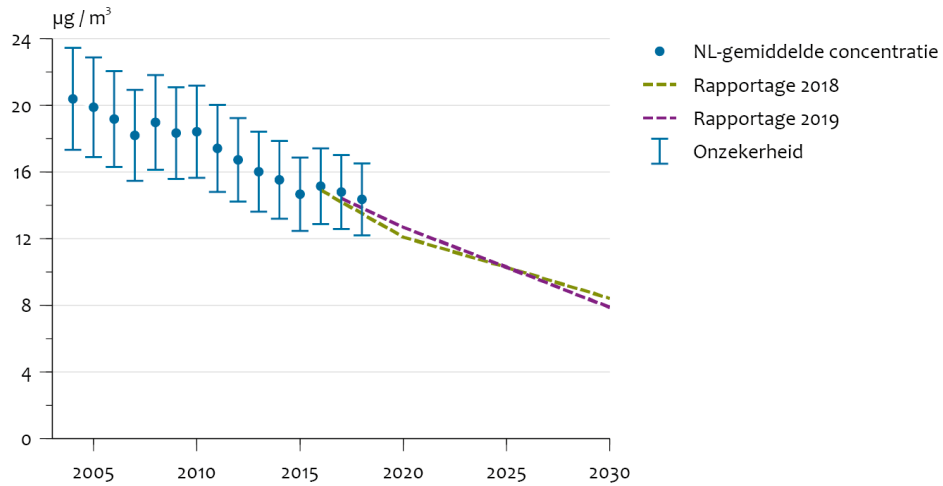
4.1 GCN-kaarten

4.1.1 NO₂-concentraties

De huidige GCN-kaart voor NO₂ voor 2018 vertoont voor het grootste deel van Nederland iets lagere concentraties, gemiddeld ongeveer 0,4 µg m⁻³, dan de kaart van 2017 (Figuur 4.1). De verlagingen zijn het gevolg van iets lagere gemeten NO₂-concentraties in het jaar 2018 ten opzichte van 2017. Deze metingen worden gebruikt om de modelresultaten te kalibreren. Verschillen tussen de emissies van 2017 (gebruikt in deze rapportage voor de kaart van 2018) en de raming van vorig jaar kunnen lokaal verhogingen en verlagingen geven in concentraties.

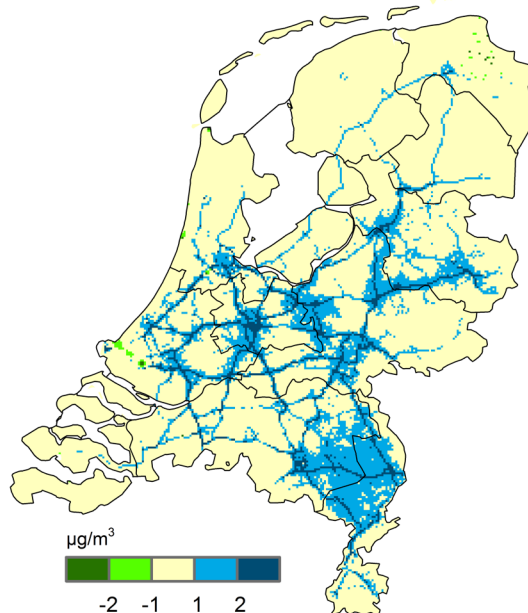
De GCN-kaart voor 2020 vertoont vooral hogere waarden ter plaatse van de locaties waar veel emissie van wegverkeer plaatsvindt (Figuur 4.2). De reden hiervan is eerder omschreven in paragraaf 3.1 'Alternatieve raming voor NO_x-emissies 2020'. Door toepassen van deze methodiek kunnen lokaal ook lagere waarden van de NO_x/NO₂-concentratie ontstaan.

Grootschalige NO₂-concentratie



Figuur 4.1 Ontwikkeling grootschalige NO₂-concentratie
 De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid. De realisatie (stippen met onzekerheidsmarge van ongeveer 15% (1 sigma)) is bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen.

2020



Figuur 4.2 Verschil grootschalige NO₂-concentratie voor 2020 tussen rapportages 2019 en 2018
 Een positief getal betekent dat de concentratie nu hoger is dan in de 2018-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 2018¹

| | Neder- land | Amster- dam/ Haarlem | Den Haag/ Leiden | Utrecht | Rotterdam/ Dordrecht | Eind- hoven | Heerlen Kerkrade | Noord- Nederland | Midden- Nederland | Zuid- Nederland |
|------------------------------------|----------------|----------------------------|------------------------|---------|-------------------------|----------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| NO₂-concentratie | 12,7 | 17,6 | 19,2 | 19,1 | 21,7 | 17,9 | 13,5 | 9,7 | 13,5 | 14,7 |
| Verandering concentratie | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 1,9 | 0,8 | 1,7 | 0,8 | 0,4 | 0,7 | 0,6 |
| Nederland | | | | | | | | | | |
| Industrie | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,2 | -0,1 | -0,2 | -0,1 | -0,1 | -0,1 |
| Raffinaderijen | | | -0,1 | | -0,1 | | | | | |
| Energiesector | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | | | -0,1 | -0,1 | |
| Afvalverwerking | | | | | | | | | | |
| Personen- en bestelauto's | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 1,3 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 0,4 |
| Vrachtauto's en bussen | 0,7 | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 1,2 | 1,3 | 0,6 | 0,4 | 0,8 | 0,7 |
| Overig verkeer | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 |
| Landbouw | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| Huishoudens | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | | -0,1 | -0,1 |
| HDO/Bouw | | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| Internationaal | | | | | | | | | | |
| Internationale scheepvaart | -0,3 | -0,5 | -0,7 | -0,3 | -0,8 | -0,2 | -0,1 | -0,2 | -0,3 | -0,3 |
| Buitenland | | | | | | | | | | |
| Totaal door gewijzigde emissies | 1,1 | 1,8 | 1,7 | 3,0 | 1,8 | 2,2 | 1,1 | 0,7 | 1,4 | 1,1 |
| Kalibratiekaart | , -0,5 | -1,2 | -1,1 | -1,1 | -1,0 | -0,5 | -0,2 | -0,3 | -0,7 | -0,5 |

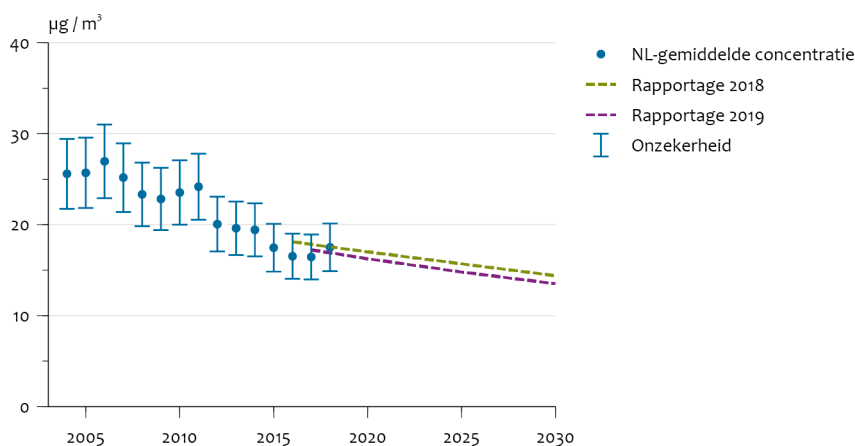
1, Weergegeven is de gemiddelde verandering in Nederland in zes agglomeraties en in drie zones, en de bijdrage van de Nederlandse bronnen, internationale scheepvaart en het buitenland aan de verandering. Om de tabel beter leesbaar te maken, zijn veranderingen kleiner dan 0,05 µg m⁻³ niet weergegeven. 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 2018 is gemiddeld over Nederland ongeveer 1,0 µg/m³ hoger dan die van 2017 (Figuur 4.3). De verhogingen zijn het gevolg van hogere gemeten PM₁₀-concentraties in het jaar 2018 ten opzichte van 2017. Deze metingen worden gebruikt om de modelresultaten te kalibreren. Dit komt vooral door de droge weersomstandigheden in 2018.

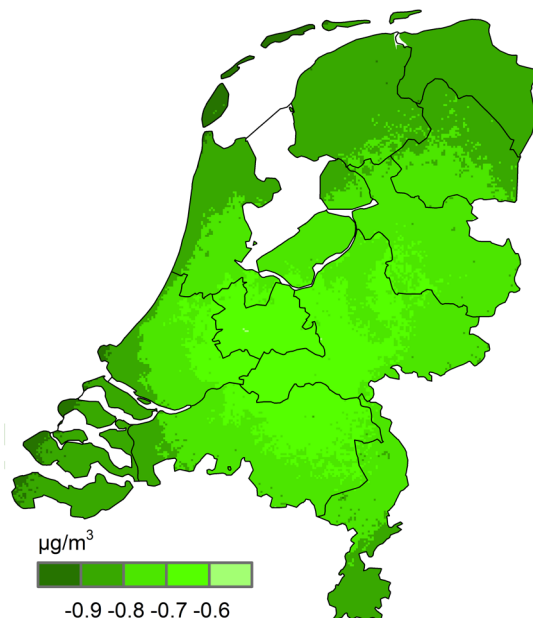
Gemiddeld over Nederland is de PM₁₀-concentratie in de huidige GCN-kaart voor 2020-2030 iets lager dan de raming van vorig jaar (Figuur 4.4): ongeveer 0,8 µg m⁻³. De lagere concentraties komen door de lagere bijtelling voor niet-gemodelleerde bronnen, welke het gevolg is van de lagere gemeten concentraties in 2013-2017 ten opzichte van de jaren ervoor.

Grootschalige PM₁₀-concentratie



Figuur 4.3 Ontwikkeling grootschalige PM₁₀-concentratie
 De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid. De realisatie (stippen met onzekerheidsmarge van ongeveer 15% (1 sigma)) is bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen.

2020



Figuur 4.4 Verschil grootschalige PM₁₀-concentratie voor 2020 tussen rapportages 2019 en 2018
Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2018-rapportage. De kaarten zijn gebaseerd op een raming van de emissies, langjariggemiddelde meteorologie en een langjariggemiddelde kalibratiekaart.

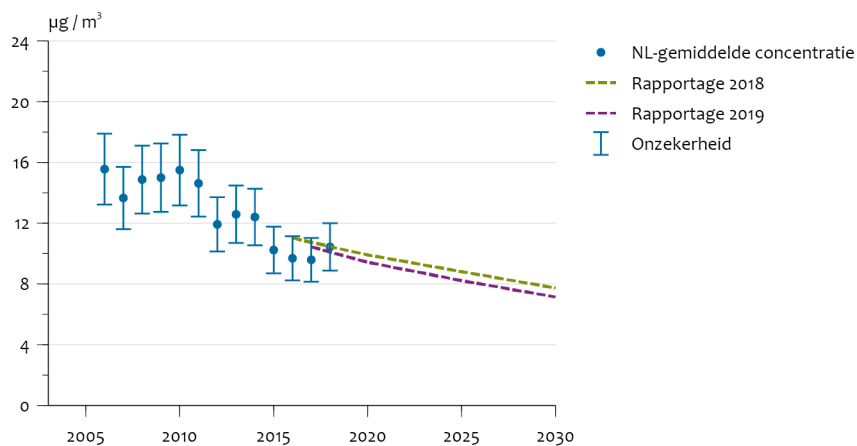
4.1.3

PM_{2,5}-concentraties

De GCN-kaart van PM_{2,5} van 2018 is gemiddeld over Nederland ongeveer 0,8 µg/m³ hoger dan die van 2017 (Figuur 4.5). De verhogingen zijn het gevolg van hogere gemeten PM_{2,5}-concentraties in het jaar 2018 ten opzichte van 2017. Deze metingen worden gebruikt om de modelresultaten te kalibreren. Dit komt vooral door de droge weersomstandigheden in 2018.

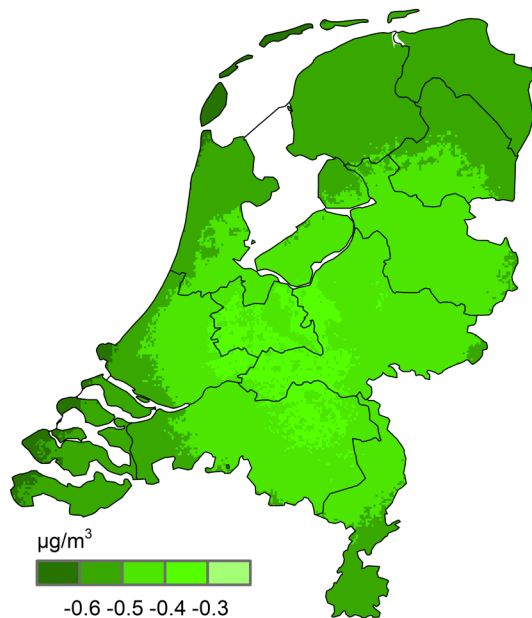
Gemiddeld over Nederland is de PM_{2,5}-concentratie in de huidige GCN-kaart voor 2020-2030 iets lager dan de raming van vorig jaar (Figuur 4.6): ongeveer 0,5 µg m⁻³. De lagere concentraties komen door de lagere bijtelling voor niet-gemodelleerde bronnen, welke het gevolg is van de lagere gemeten concentraties in 2013-2017 ten opzichte van de jaren ervoor.

Grootschalige PM_{2,5}-concentratie



Figuur 4.5 Ontwikkeling grootschalige PM_{2,5}-concentratie
De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid. De realisatie (stippen met onzekerheid van ongeveer 2,5 µg m⁻³) is bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen.

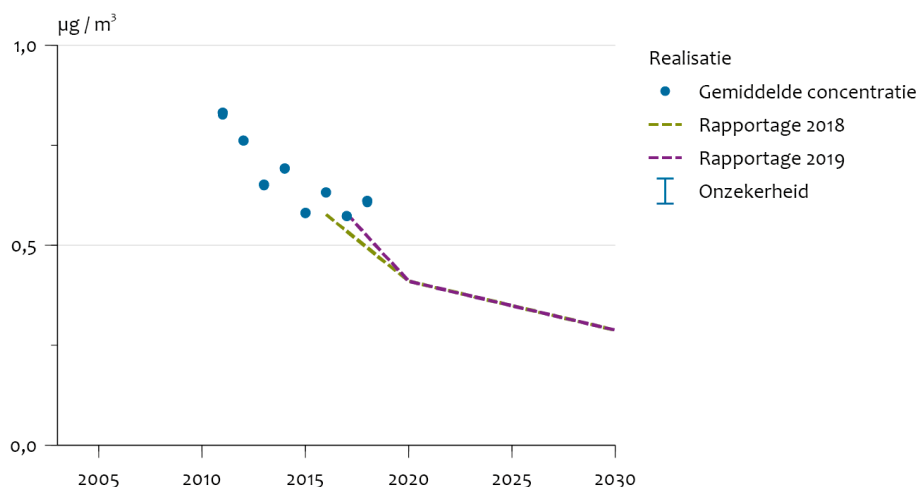
2020



Figuur 4.6 Verschil grootschalige PM_{2,5}-concentratie voor 2020 tussen rapportages 2019 en 2018
Een negatief getal betekent dat de concentratie nu lager is dan in de 2018-rapportage. De kaarten zijn gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart.

4.1.4 EC-concentraties (indicatief)

Kaarten en emissiefactoren voor elementair koolstof (EC) zijn, net als voorgaande jaren, in GCN-kader geproduceerd. 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 toegekend. De EC-kaarten zijn gebaseerd op de berekeningen van PM_{2,5} en een verhouding per doelgroep tussen de emissie van EC en PM_{2,5}. 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 2018 ongeveer 0,03 µg m⁻³ hoger dan in 2017. Dit komt vooral door de droge weersomstandigheden in 2018 (Figuur 4.7). Voor 2020 en 2030 zijn de geraamde EC-concentraties gelijk aan de concentratie uit de 2018-rapportage.



Figuur 4.7 Ontwikkeling indicatieve grootschalige EC-concentratie
De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid. De realisatie (stippen met onzekerheid van ongeveer 2,5 µg m⁻³) zijn bepaald met de actuele meteorologie.

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 de drie zones.

Tabel 4.2 Opbouw van de NO₂-concentratie (µg m⁻³) in 2018¹

| | Nederland | Amsterdam/ Haarlem | Den Haag/ Leiden | Utrecht | Rotterdam/ Dordrecht | Eindhoven | Heerlen /Kerkrade | Noord- Nederland | Midden- Nederland | Zuid- Nederland |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|-------------|-------------------------|-------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Industrie | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| Raffinaderijen | < 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,1 | < 0,1 |
| Energiesector | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 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 | 3,8 | 7,3 | 6,9 | 9,4 | 7,3 | 7,0 | 3,5 | 2,4 | 4,6 | 3,7 |
| Overig verkeer | 2,1 | 4,3 | 3,3 | 4,1 | 5,3 | 2,3 | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 1,9 |
| Landbouw | 0,6 | 0,4 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,2 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| Huishoudens | 0,3 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 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 | 1,2 | 2,0 | 2,8 | 1,1 | 2,9 | 0,7 | 0,3 | 1,1 | 1,2 | 1,2 |
| Buitenland | 5,5 | 3,6 | 4,4 | 4,0 | 4,9 | 7,6 | 9,6 | 4,6 | 4,9 | 7,8 |
| Totaal | 14,4 | 20,1 | 21,1 | 21,1 | 23,8 | 20,1 | 15,9 | 11,1 | 15,2 | 16,6 |

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 (µg m⁻³) in 2018¹

| | Nederland | Amsterdam/ Haarlem | Den Haag/ Leiden | Utrecht | Rotterdam/ Dordrecht | Eindhoven | Heerlen /Kerkrade | Noord- Nederland | Midden- Nederland | Zuid- Nederland |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|-------------|-------------------------|-------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Industrie | 0,4 | 0,9 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,5 |
| 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 | 0,8 | 1,4 | 1,2 | 1,9 | 1,2 | 1,3 | 0,6 | 0,6 | 1,1 | 0,8 |
| Overig verkeer | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,5 |
| Landbouw | 1,1 | 0,8 | 0,7 | 1,2 | 0,8 | 1,5 | 0,5 | 0,9 | 1,2 | 1,3 |
| Huishoudens | 0,6 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 0,5 |
| HDO/Bouw | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| Internationale scheepvaart | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Buitenland | 7,2 | 6,0 | 6,4 | 7,0 | 6,8 | 8,8 | 10,4 | 6,5 | 7,1 | 8,6 |
| 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 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| Totaal | 17,5 | 19,5 | 19,4 | 19,9 | 19,7 | 19,6 | 18,2 | 15,9 | 18,2 | 18,6 |

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 ($\mu g m^{-3}$) in 2018¹

| | Nederland | Amsterdam/ Haarlem | Den Haag/ Leiden | Utrecht | Rotterdam/ Dordrecht | Eindhoven | Heerlen/ Kerkrade | Noord- Nederland | Midden- Nederland | Zuid- Nederland |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|-------------|-------------------------|-------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Industrie | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 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 | 1,0 | 0,9 | 1,4 | 0,9 | 0,9 | 0,5 | 0,5 | 0,8 | 0,6 |
| Overig verkeer | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,4 |
| Landbouw | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 1,0 | 0,7 | 1,0 | 0,4 | 0,7 | 0,9 | 0,8 |
| Huishoudens | 0,5 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 0,5 |
| HDO/Bouw | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Internationale scheepvaart | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Buitenland | 6,2 | 5,2 | 5,6 | 6,0 | 5,9 | 7,6 | 9,0 | 5,5 | 6,1 | 7,4 |
| 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 | 10,4 | 11,5 | 11,7 | 12,5 | 11,9 | 12,4 | 11,8 | 9,1 | 11,0 | 11,4 |

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 ($\mu\text{g m}^{-3}$) in 2018¹

| | 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 | - | <0,01 | - | <0,01 | <0,01 |
| Raffinaderijen | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Energiesector | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Afvalverwerking | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Wegverkeer | 0,11 | 0,23 | 0,20 | 0,31 | 0,20 | 0,18 | 0,11 | 0,07 | 0,14 | 0,10 |
| Overig verkeer | 0,08 | 0,16 | 0,14 | 0,18 | 0,20 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,10 | 0,08 |
| Landbouw | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Huishoudens | 0,07 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,05 | 0,08 | 0,06 |
| HDO ¹ /Bouw | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Internationale scheepvaart | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,04 | 0,02 | <0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Buitenland | 0,34 | 0,26 | 0,30 | 0,31 | 0,33 | 0,53 | 0,61 | 0,27 | 0,32 | 0,47 |
| Totaal | 0,61 | 0,77 | 0,78 | 0,92 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,45 | 0,66 | 0,72 |

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

Tabel 4.6 Opbouw van de SO₂-concentratie (µg m⁻³) in 2018¹

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

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. Een '-' geeft een concentratie kleiner dan 0,01 µg m⁻³ aan.

4.3 Bijdragen concentraties fijnstof voor effecten maatregelen

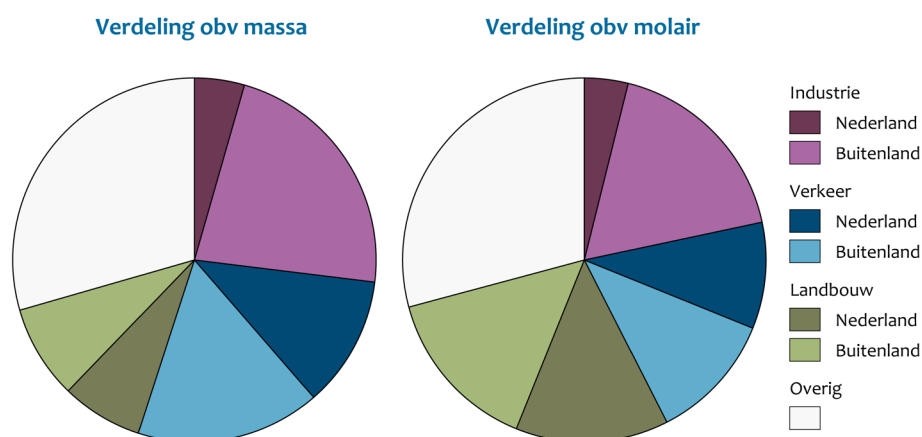
De toedeling van de concentratie aan sectoren kan op verschillende manieren worden bepaald en hangt onder andere af van het doel van de toedeling. Dit geldt vooral voor de toedeling aan de sectoren aan het secundair anorganisch aerosol van de fijnstofconcentratie. Tot nu toe is deze toedeling altijd 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 NH_4NO_3 of twee ammonium- en één sulfaation voor $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. 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 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 die beter geschikt is voor het bepalen van het effect van emissiereducerende 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 $\text{PM}_{2,5}$ -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 4.8 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. 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 emissie beperkende maatregelen op de fijnstofconcentraties; bij de landbouw kunnen deze dus een groter effect hebben dan voorheen voorzien.

4.4

Onzekerheden in de GCN-kaarten

De GCN-kaarten hebben diverse bronnen van onzekerheden. Zoals de locatie en de hoeveelheid van de emissies van de diverse stoffen, de onzekerheid in de verspreiding via het OPS-model en via de onzekerheid in de metingen (via de kalibratie aan de metingen). Voor gepasseerde jaren is de karakteristieke onzekerheid het beste vast te stellen door een vergelijking van de modelresultaten met de gemeten concentraties. Lokaal kan de onzekerheid groter zijn door specifieke bronnen. Ook kunnen de concentraties binnen een gridcel variëren, bijvoorbeeld door een sterke lokale bron. Dit kan worden ondervangen door de lokale bron met een specifiek model door te rekenen en deze bij de GCN-achtergrond op te tellen. Afhankelijk van de stof is de onzekerheid

15-30%. Zie de GCN-website en de bij de kaarten geleverde factsheets voor de details.

De onzekerheid in scenario's is groter omdat er geen metingen beschikbaar zijn en door de onbekendheden in de toekomstige ontwikkelingen. Zo is nog onduidelijk in welke mate het te voeren klimaatbeleid zal leiden tot meer fijnstofemissies door het stoken van biomassa. Ook is onzeker hoe de toekomstige spreiding van bevolking en arbeidsplaatsen eruit gaat zien. Waar worden bijvoorbeeld de één miljoen bij te bouwen woningen neergezet?

Er zijn regelmatig nieuwe wetenschappelijk inzichten. Dit is enerzijds één van de verklaringen van de geconstateerde verschillen tussen de modelberekeningen en de metingen. Het kost wat tijd en onderzoek om die nieuwe inzichten in de kaarten te verwerken. Enkele nieuwe inzichten die wel bekend zijn maar nog niet in deze kaarten zijn verwerkt zijn:

- Naast de primaire emissies van vaste deeltjes veroorzaken houtkachels ook emissies van zogenoemde condensables. Dit zijn gassen die snel na emissies tot deeltjes clusteren. Hetzelfde geldt voor de vorming van secundaire organische aerosolen uit de emissies van vluchtige organische koolwaterstoffen, onder meer uit naaldbossen.
- Landbouwbodems blijken, naast de bekende emissie van ammoniak, ook tot emissies van stikstofdioxide te leiden. Deze stikstofdioxide-emissie wordt in de berekening van de bijvoorbeeld de NO₂-kaarten nog niet meegenomen.

Indien deze ontbrekende bronnen wel zouden worden meegenomen leidt dit naar alle waarschijnlijkheid tot nauwkeurigere kaarten. De kaarten worden door extra bronnen niet systematisch hoger aangezien de kaarten gekalibreerd zijn aan de metingen.

Specifiek voor de ramingen zijn er nog extra typen onzekerheden. Essentieel voor de ramingen zijn de internationale afspraken voor emissieplafonds (NEC). Nederland heeft nog een stap te maken om in 2020 het afgesproken ammoniakplafond te halen. In een brief aan de Tweede Kamer geeft de staatssecretaris aan dat het 'niet waarschijnlijk is dat onder nieuwe reductieverplichtingen vanaf 2020 een overschrijding zal plaatsvinden' (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/04/09/emissies-onder-het-nec-programma-in-2017>). Enkele van onze buurlanden hebben ook nog een stap te maken om aan het ammoniakplafond te voldoen. Ook is niet zeker of alle omringende landen het emissieplafond voor NO_x gaan halen.

5 Grootschalige depositie en bronbijdragen

De grootschalige depositiekaarten van stikstof zoals die zijn berekend voor deze 2019-rapportage en de verschillen met de 2018-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% (1 sigma). Lokaal kunnen de onzekerheidsmarges 70% zijn (marge van -50 tot +100%; 1 sigma). Bij het gebruik van de kaarten moet met deze bandbreedte-onzekerheden rekening worden gehouden (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% per jaar), plus vaststaand en voorgenomen Nederlands en Europees beleid, de basis van de concentratiekaarten (GCN-kaarten) voor de rapportage van 2019 vormt (zie Tabel 3.1 en Tabel 3.5).

De kaarten en achterliggende data zijn te vinden op de GCN-website (www.rivm.nl/gcn). Hier worden alleen de verschillen in deposities ten opzicht van de 2018-rapportage besproken.

5.1 GDN-kaarten

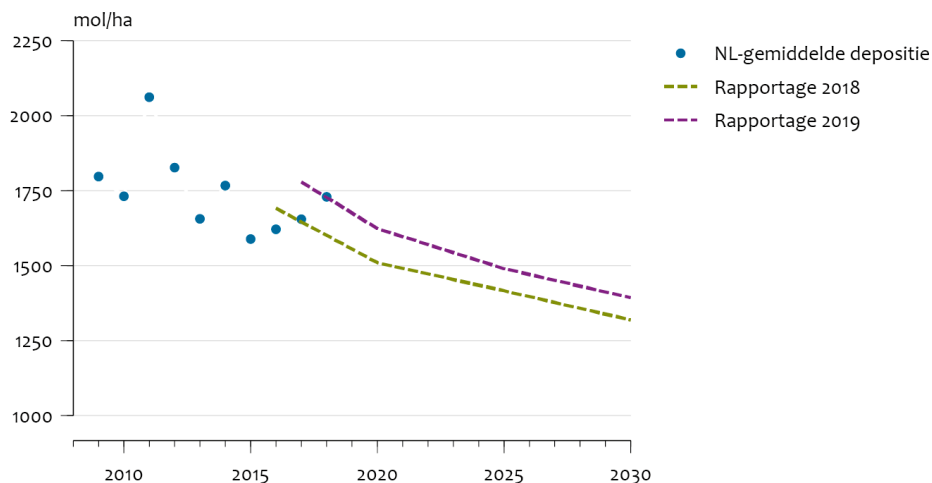
5.1.1 Stikstofdepositie

De belangrijkste bijdrage aan de stikstofdepositie is de depositie van ammoniak. De gemiddelde ammoniakconcentratie was in 2018 35% hoger dan in 2017 door het warme droge weer. Door hetzelfde droge weer was de natte depositie van ammonium lager zodat de gesommeerde depositie van NH_x -componenten ongeveer 10% hoger was dan in 2017. De tweede grote bijdrage aan de stikstofdepositie is die van de stikstofoxides (NO_y). Deze bijdrage was in 2018 ongeveer 10% lager dan in 2017. De totale stikstofdepositie was daarmee in 2018 ongeveer 5% hoger dan in 2017.

De gemiddelde stikstofdepositie over Nederland (Figuur 5.1) daalt naar verwachting met ongeveer 50 mol ha^{-1} per jaar van 2017 tot 2020 en met ongeveer 23 mol ha^{-1} per jaar van 2020 tot 2030. De totale gemiddelde daling komt daarmee op ongeveer 385 mol ha^{-1} van 2017 tot 2030, hetgeen min of meer gelijk is aan de daling die vorig jaar werd ingeschat. De daling komt doordat de uitstoot van verkeer, scheepvaart en de landbouw daalt. In absolute zin is de depositie in de periode tot 2030 $80\text{-}100 \text{ mol ha}^{-1}$ hoger ingeschat dan vorig jaar (Figuur 5.2). Dit is het gevolg van een hogere correctie van de droge depositie door het vergelijk met gemeten waarden (Tabel 2.2) hetgeen beperkt wordt gecompenseerd door verlagingen van de natte depositie.

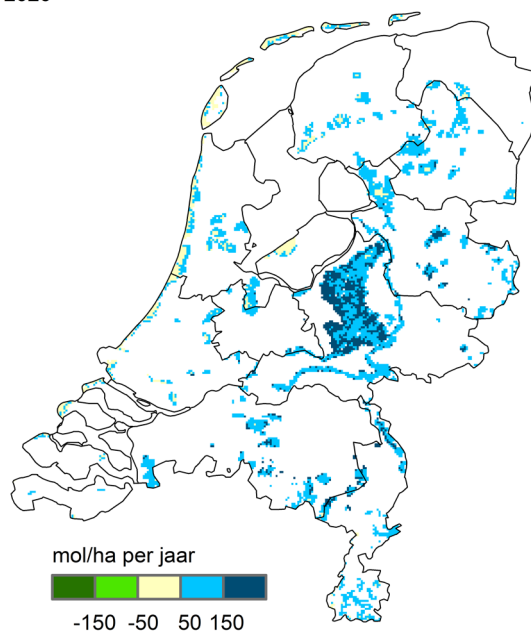
In Tabel 5.1 is weergegeven welke sectoren het meest bijdragen aan de stikstofdepositie in 2018 in Nederland gemiddeld en in de verschillende provincies.

Grootschalige stikstofdepositie



Figuur 5.1 Ontwikkeling grootschalige stikstofdepositie
 De depositie, gemiddeld over Nederland, op basis van het vaststaande en voorgenomen beleid. De realisatie (stippen) is bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen.

2020



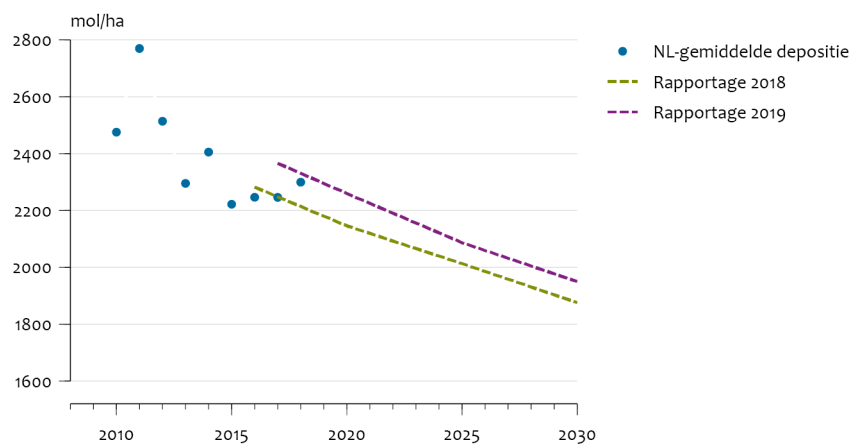
Figuur 5.2 Verschil grootschalige stikstofdepositie voor 2020 tussen rapportage 2019 en 2018

Verschillen zijn alleen weergegeven voor Natura 2000-gebieden op land. Een negatief getal betekent dat de depositie nu lager is dan in de 2018-rapportage. De kaarten zijn gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart.

5.1.2

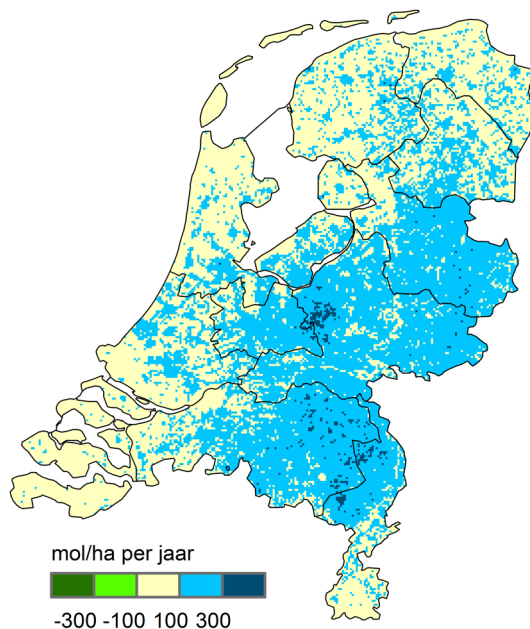
Potentieel-zuurdepositie

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

Grootschalige depositie van potentieel zuur

Figuur 5.3 Ontwikkeling grootschalige depositie van potentieel zuur. De depositie, gemiddeld over Nederland, op basis van het vaststaande en voorgenoemde beleid. De realisatie (stippen) is bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen.

2020



Figuur 5.4 Verschil grootschalige depositie van potentieel zuur voor 2020 tussen rapportages 2019 en 2018

Een negatief getal betekent dat de depositie nu lager is dan in de 2018-rapportage. De kaarten zijn gebaseerd op een raming van de emissies, langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart.

In Tabel 5.2 is weergegeven welke sectoren het meest bijdragen aan de potentieel-zuurdepositie in 2018 in Nederland gemiddeld en in de verschillende provincies.

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

Tabel 5.1 Opbouw van de stikstofdepositie (mol ha⁻¹jaar⁻¹) in 2018¹

| | Nederland | Groningen | Friesland | Drenthe | Overijssel | Gelderland | Utrecht |
|-------------------------------|-----------|-------------------|------------------|---------|-------------------|------------|-----------|
| Industrie | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 |
| Raffinaderijen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Energiesector | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Afval- verwerking | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Wegverkeer | 95 | 45 | 45 | 60 | 80 | 120 | 185 |
| Overig verkeer | 35 | 20 | 25 | 25 | 30 | 45 | 60 |
| Landbouw | 720 | 665 | 715 | 705 | 870 | 880 | 830 |
| Huishoudens | 95 | 60 | 55 | 75 | 80 | 100 | 155 |
| HDO ² /Bouw | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 15 |
| Internationale scheepvaart | 45 | 40 | 45 | 40 | 35 | 40 | 50 |
| Buitenland | 505 | 480 | 320 | 530 | 585 | 565 | 415 |
| Ammoniak uit zee | 35 | 40 | 65 | 20 | 15 | 15 | 25 |
| Correctiekaart | 150 | 145 | 145 | 150 | 160 | 160 | 160 |
| Totaal | 1730 | 1530 | 1435 | 1630 | 1880 | 1960 | 1920 |
| | | Noord- Holland | Zuid- Holland | Zeeland | Noord- Brabant | Limburg | Flevoland |
| Industrie | | 20 | 20 | 30 | 20 | 30 | 15 |
| Raffinaderijen | | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Energiesector | | 5 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Afval- verwerking | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Wegverkeer | | 120 | 145 | 45 | 120 | 90 | 95 |
| Overig verkeer | | 45 | 55 | 30 | 40 | 25 | 40 |
| Landbouw | | 490 | 505 | 410 | 860 | 685 | 715 |
| Huishoudens | | 140 | 165 | 50 | 100 | 90 | 80 |
| HDO ² /Bouw | | 15 | 15 | 5 | 10 | 5 | 10 |
| Internationale scheepvaart | | 60 | 70 | 75 | 40 | 25 | 45 |
| Buitenland | | 345 | 410 | 580 | 600 | 750 | 390 |
| Ammoniak uit zee | | 85 | 65 | 90 | 20 | 5 | 30 |
| Correctiekaart | | 140 | 145 | 140 | 165 | 155 | 145 |
| Totaal | | 1470 | 1610 | 1460 | 1990 | 1880 | 1575 |

1. De getallen zijn afgerond op het dichtstbijzijnde vijftal.
2. HDO = handel, diensten en overheid.

Tabel 5.2 Opbouw van de potentieel-zuurdepositie (mol ha⁻¹jaar⁻¹) in 2018¹

| | Nederland | Groningen | Friesland | Drenthe | Overijssel | Gelderland | Utrecht |
|-------------------------------|-------------|-------------------|------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|
| Industrie | 35 | 20 | 20 | 20 | 25 | 30 | 45 |
| Raffinaderijen | 20 | 5 | 10 | 5 | 10 | 15 | 35 |
| Energiesector | 10 | 10 | 5 | 10 | 10 | 15 | 15 |
| Afval- verwerking | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 5 |
| Wegverkeer | 95 | 45 | 45 | 60 | 80 | 120 | 185 |
| Overig verkeer | 35 | 20 | 25 | 25 | 30 | 45 | 60 |
| Landbouw | 720 | 665 | 715 | 705 | 870 | 880 | 830 |
| Huishoudens | 95 | 65 | 55 | 75 | 80 | 105 | 155 |
| HDO ² /Bouw | 10 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 20 |
| Internationale scheepvaart | 50 | 45 | 50 | 45 | 40 | 40 | 55 |
| Buitenland | 645 | 570 | 395 | 640 | 730 | 725 | 540 |
| Ammoniak uit zee | 35 | 40 | 65 | 20 | 15 | 15 | 25 |
| Correctiekaart | 530 | 525 | 525 | 530 | 540 | 540 | 540 |
| Totaal | 2300 | 2020 | 1920 | 2145 | 2440 | 2550 | 2510 |
| | | Noord- Holland | Zuid- Holland | Zeeland | Noord- Brabant | Limburg | Flevoland |
| Industrie | | 55 | 60 | 40 | 40 | 50 | 30 |
| Raffinaderijen | | 25 | 70 | 30 | 20 | 5 | 20 |
| Energiesector | | 10 | 15 | 10 | 15 | 5 | 10 |
| Afval- verwerking | | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 10 |
| Wegverkeer | | 120 | 145 | 45 | 120 | 90 | 95 |
| Overig verkeer | | 45 | 55 | 30 | 40 | 30 | 40 |
| Landbouw | | 490 | 505 | 410 | 865 | 685 | 715 |
| Huishoudens | | 140 | 165 | 55 | 100 | 95 | 80 |
| HDO ² /Bouw | | 15 | 15 | 5 | 10 | 10 | 10 |
| Internationale scheepvaart | | 70 | 80 | 85 | 45 | 30 | 50 |
| Buitenland | | 430 | 530 | 720 | 795 | 985 | 490 |
| Ammoniak uit zee | | 85 | 65 | 90 | 20 | 5 | 30 |
| Correctiekaart | | 520 | 525 | 520 | 545 | 535 | 525 |
| Totaal | | 2020 | 2245 | 2040 | 2615 | 2530 | 2100 |

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.
- Buijsman, E. (2008), 'De bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen aan de verzurende en vermestende depositie', PBL-rapport 550039001, Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- CEIP (2018), 'UNECE/CEIP, WebDab emission database', www.ceip.at geraadpleegd in december 2018.
- 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.
- Hoogerbrugge, R. Teeuwisse S., Mooibroek, D. 'Alternatieve methode voor het maken van de GCN 2020 voor stikstofdioxide', Tijdschrift Lucht, 2019-1, 21-24.
- 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.
- 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. 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', (2019), Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- MAN, 'Meetnet ammoniak in natuurgebieden', (2019), 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.
- 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 (2018), 'The OPS-model. Description of OPS 4.5.2', Bilthoven:Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, <https://www.rivm.nl/media/ops/v4.5.2/OPS-model-v4.5.2.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.
- 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>.
- 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.
- 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 (2018), 'Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2018', RIVM Rapport 2018-0104, 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 2017 zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen voor de kaarten van 2018

| | NO_x | PM₁₀ | PM_{2,5} | SO₂ | NH₃ |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 2017 | | | | | |
| Industrie | 24,9 | 7,0 | 2,8 | 9,2 | 1,5 |
| Raffinaderijen | 4,8 | 0,2 | 0,2 | 11,1 | 0,0 |
| Energiesector | 17,2 | 0,2 | 0,2 | 4,2 | 0,0 |
| Afvalverwerking | 3,9 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,5 |
| Verkeer | 132,2 | 6,7 | 4,3 | 0,5 | 4,4 |
| Landbouw | 11,4 | 6,3 | 0,7 | 0,1 | 113,0 |
| Huishoudens | 7,4 | 4,1 | 4,0 | 0,4 | 10,4 |
| HDO en bouw | 7,1 | 2,1 | 0,6 | 0,1 | 0,6 |
| Zeescheepvaart | 95,8 | 2,7 | 2,6 | 5,1 | 0,0 |
| Totaal ¹ | 208,9 | 26,6 | 12,8 | 26,6 | 130,5 |

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 2018 | Huidige ramingen | | |
|---------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|
| | Beleid bovenraming | Beleid onderraming | Beleid referentieraming | Beleid bovenraming = GCN=GDN |
| 2020 | | | | |
| Industrie | 27,3 | 25,3 | 26,4 | 23,0 |
| Raffinaderijen | 5,9 | 5,5 | 5,7 | 4,4 |
| Energiesector | 20,5 | 19,1 | 19,9 | 15,9 |
| Afvalverwerking | 3,4 | 3,2 | 3,3 | 3,6 |
| Verkeer | 92,7 | 87,4 | 90,0 | 119,3 |
| Landbouw | 7,0 | 6,8 | 7,0 | 10,6 |
| Huishoudens | 7,9 | 7,4 | 7,7 | 6,9 |
| HDO en bouw | 5,3 | 4,9 | 5,1 | 6,6 |
| Zeescheepvaart | 112,6 | 105,6 | 109,1 | 88,4 |
| Totaal¹ | | | 165,0 | 190,2 |
| 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 | 74,3 | 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 | 55,9 | 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 per se de som van de sectorale emissies.

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

| Oude raming van 2018 | | Huidige ramingen | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|
| | Beleidsbovenraming | Beleidsonderraming | Beleidsreferentieraming | Beleidsbovenraming = 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 | 5,5 | 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 |
| Totaal¹ | | 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 |
| Totaal¹ | | 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 |
| Totaal¹ | | 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 per se 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 2018 | Huidige ramingen | | |
|----------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------|
| | Beleid boven-raming | Beleid onder-raming | Beleid referentie-raming | Beleid boven-raming = GCN=GDN |
| 2020 | | | | |
| Industrie | 3,1 | 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 | 3,1 | 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 | 3,4 | 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 | 2,6 | 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 | 3,6 | 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 | 2,1 | 1,7 | 1,9 | 2,1 |
| Landbouw | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Huishoudens | 3,0 | 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 2018 | Huidige ramingen | | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|
| | Beleid bovenraming | Beleid onderraming | Beleid referentie-raming | Beleid bovenraming = 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 | 0,5 | 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 | 3,6 | 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 | 0,6 | 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 per se de som van de sectorale emissies.

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

| Oude raming van 2018 | | Huidige ramingen | | |
|---------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------|
| | Beleid boven-raming | 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 | 98,5 | 95,4 | 97,9 | 101,9 |
| 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 | 95,4 | 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 | 91,8 | 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 per se 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 (voor 2020 en 2030).

De emissiefactoren van TNO en PBL dienen als invoer voor verspreidingsmodellen, waarmee de bijdrage kan worden berekend van het wegverkeer aan de concentraties van luchtverontreinigende stoffen nabij verkeerswegen. Conform de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 worden de emissiefactoren jaarlijks vóór 15 maart openbaar gemaakt door het ministerie van Infrastructuur en 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 2019, zoals die op 15 maart 2019 zijn gepubliceerd door het RIVM en IenW. De factoren zijn berekend door TNO en PBL. Net als vorig jaar zijn er dit jaar emissiefactoren vastgesteld voor stikstofdioxide (NO_x), stikstofdioxide (NO_2), fijnstof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$) en elementair koolstof (EC). Tevens zijn emissiefactoren vastgesteld voor ammoniak (NH_3) voor gebruik bij berekeningen voor stikstofdepositie.

De SRM1-emissiefactoren van wegverkeer binnen de bebouwde kom en buitenwegen 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 door- stromend ³ | Buitenweg ⁴ | Stad stagnerend ¹ | Stad normaal ² | Stad door- stromend ³ | Buitenweg ⁴ | Stad stagnerend ¹ | Stad normaal ² | Stad door- stromend ³ | Buitenweg ⁴ | Stad stagnerend ¹ | Stad normaal ² | Stad door- stromend ³ | Buitenweg ⁴ |
| NO_x in NO₂-equivalenten (g/km) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | 0,64 | 0,46 | 0,46 | 0,40 | 12,64 | 7,90 | 4,95 | 4,40 | 15,99 | 10,27 | 6,78 | 5,42 | 7,83 | 4,88 | 3,52 | 2,88 |
| 2018 | 0,52 | 0,39 | 0,38 | 0,33 | 8,69 | 5,28 | 3,34 | 3,09 | 10,13 | 7,21 | 5,04 | 3,89 | 4,46 | 2,71 | 2,04 | 1,69 |
| 2020 | 0,46 | 0,36 | 0,33 | 0,30 | 6,71 | 3,97 | 2,53 | 2,43 | 7,21 | 5,68 | 4,17 | 3,12 | 2,78 | 1,62 | 1,30 | 1,09 |
| 2030 | 0,18 | 0,14 | 0,13 | 0,11 | 4,74 | 2,47 | 1,60 | 1,14 | 4,69 | 4,41 | 3,49 | 2,54 | 0,58 | 0,31 | 0,29 | 0,34 |
| Fractie direct uitgestoten hoeveelheid NO₂ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | 21% | 19% | 18% | 24% | 6% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 12% | 12% | 11% | 11% |
| 2018 | 23% | 21% | 20% | 25% | 5% | 5% | 5% | 6% | 6% | 5% | 5% | 5% | 13% | 13% | 13% | 13% |
| 2020 | 25% | 23% | 21% | 27% | 4% | 4% | 5% | 6% | 6% | 5% | 5% | 6% | 15% | 16% | 14% | 14% |
| 2030 | 22% | 21% | 18% | 27% | 3% | 4% | 6% | 9% | 9% | 6% | 5% | 6% | 28% | 33% | 25% | 24% |
| PM₁₀ verbranding + slijtage naar lucht (g/km)⁵ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | 0,042 | 0,038 | 0,039 | 0,022 | 0,246 | 0,192 | 0,166 | 0,111 | 0,272 | 0,205 | 0,172 | 0,114 | 0,235 | 0,163 | 0,131 | 0,118 |
| 2018 | 0,036 | 0,034 | 0,034 | 0,019 | 0,203 | 0,168 | 0,151 | 0,098 | 0,210 | 0,171 | 0,152 | 0,094 | 0,170 | 0,134 | 0,118 | 0,089 |
| 2020 | 0,033 | 0,032 | 0,032 | 0,017 | 0,182 | 0,156 | 0,144 | 0,091 | 0,179 | 0,154 | 0,143 | 0,083 | 0,138 | 0,120 | 0,112 | 0,074 |
| 2030 | 0,029 | 0,029 | 0,029 | 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 door- stromend ³ | Buitenweg ⁴ | Stad stagnerend ¹ | Stad normaal ² | Stad door- stromend ³ | Buitenweg ⁴ | Stad stagnerend ¹ | Stad normaal ² | Stad door- stromend ³ | Buitenweg ⁴ | Stad stagnerend ¹ | Stad normaal ² | Stad door- stromend ³ | Buitenweg ⁴ |
| PM_{2,5} verbranding + slijtage naar lucht (g/km) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | 0,020 | 0,017 | 0,017 | 0,011 | 0,144 | 0,090 | 0,064 | 0,056 | 0,178 | 0,110 | 0,077 | 0,063 | 0,157 | 0,086 | 0,054 | 0,076 |
| 2018 | 0,015 | 0,012 | 0,013 | 0,008 | 0,101 | 0,066 | 0,050 | 0,042 | 0,112 | 0,074 | 0,055 | 0,043 | 0,093 | 0,057 | 0,041 | 0,046 |
| 2020 | 0,012 | 0,010 | 0,011 | 0,006 | 0,080 | 0,055 | 0,042 | 0,035 | 0,080 | 0,055 | 0,044 | 0,032 | 0,060 | 0,042 | 0,034 | 0,032 |
| 2030 | 0,008 | 0,008 | 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 | 0,007 | 0,006 | 0,047 | 0,042 | 0,040 | 0,025 | 0,058 | 0,049 | 0,045 | 0,027 | 0,048 | 0,044 | 0,042 | 0,045 |
| 2018 | 0,007 | 0,005 | 0,005 | 0,003 | 0,028 | 0,024 | 0,022 | 0,016 | 0,030 | 0,024 | 0,021 | 0,013 | 0,026 | 0,024 | 0,024 | 0,023 |
| 2020 | 0,005 | 0,003 | 0,003 | 0,002 | 0,018 | 0,015 | 0,014 | 0,011 | 0,016 | 0,011 | 0,009 | 0,007 | 0,015 | 0,015 | 0,014 | 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 stikstofdepositie | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,027 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,015 | 0,023 | 0,023 | 0,023 | 0,023 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,013 |
| 2018 | 0,024 | 0,023 | 0,023 | 0,023 | 0,046 | 0,046 | 0,046 | 0,040 | 0,053 | 0,053 | 0,053 | 0,053 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 |
| 2020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,021 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,052 | 0,068 | 0,068 | 0,068 | 0,068 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 |
| 2030 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,018 | 0,078 | 0,078 | 0,078 | 0,081 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,085 | 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% 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 | |
|--|--|-----------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---|---------------------------|---|---------------------------|
| | 80 File ⁴ | 80 km/uur + SH ² | 80 km/uur | 100 km/uur | 120 km/uur | 130 km/uur | 80 File ⁴ | 80 km/uur ³ | 80 File ⁴ | 80 km/uur ³ |
| NO_x in NO₂-equivalenten (g/km) | | | | | | | | | | |
| 2014 | 0,56 | 0,34 | 0,36 | 0,41 | 0,50 | 0,55 | 7,00 | 3,41 | 9,34 | 3,66 |
| 2018 | 0,44 | 0,27 | 0,30 | 0,32 | 0,39 | 0,42 | 5,98 | 2,32 | 7,34 | 2,33 |
| 2020 | 0,38 | 0,23 | 0,27 | 0,28 | 0,33 | 0,36 | 5,47 | 1,78 | 6,34 | 1,66 |
| 2030 | 0,14 | 0,09 | 0,11 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 4,47 | 0,80 | 5,45 | 1,12 |
| Fractie direct uitgestoten hoeveelheid NO₂ | | | | | | | | | | |
| 2014 | 27% | 21% | 23% | 25% | 26% | 27% | 6% | 8% | 4% | 7% |
| 2018 | 28% | 23% | 22% | 26% | 27% | 27% | 5% | 9% | 4% | 8% |
| 2020 | 28% | 25% | 21% | 27% | 27% | 28% | 4% | 9% | 4% | 9% |
| 2030 | 28% | 24% | 18% | 27% | 26% | 26% | 2% | 13% | 4% | 10% |
| PM₁₀ (g/km) | | | | | | | | | | |
| 2014 | 0,037 | 0,024 | 0,025 | 0,027 | 0,028 | 0,028 | 0,199 | 0,103 | 0,204 | 0,098 |
| 2018 | 0,033 | 0,021 | 0,021 | 0,022 | 0,023 | 0,023 | 0,173 | 0,096 | 0,177 | 0,088 |
| 2020 | 0,031 | 0,019 | 0,019 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,160 | 0,092 | 0,163 | 0,082 |
| 2030 | 0,029 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,125 | 0,081 | 0,157 | 0,079 |
| PM_{2,5} (g/km) | | | | | | | | | | |
| 2014 | 0,015 | 0,012 | 0,014 | 0,015 | 0,016 | 0,016 | 0,103 | 0,042 | 0,111 | 0,041 |
| 2018 | 0,011 | 0,009 | 0,010 | 0,010 | 0,011 | 0,011 | 0,079 | 0,036 | 0,084 | 0,031 |
| 2020 | 0,010 | 0,007 | 0,008 | 0,008 | 0,009 | 0,009 | 0,068 | 0,032 | 0,070 | 0,026 |

| | 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 |
| 2030 | 0,007 | 0,005 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,037 | 0,023 | 0,064 | 0,022 |
| EC (g/km) | | | | | | | | | | |
| 2014 | 0,013 | 0,007 | 0,008 | 0,008 | 0,010 | 0,010 | 0,026 | 0,018 | 0,027 | 0,014 |
| 2018 | 0,007 | 0,004 | 0,004 | 0,005 | 0,005 | 0,006 | 0,018 | 0,012 | 0,014 | 0,008 |
| 2020 | 0,005 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,004 | 0,013 | 0,009 | 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 | 0,018 | 0,018 | 0,027 | 0,027 |
| 2018 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,056 | 0,056 |
| 2020 | 0,039 | 0,039 | 0,039 | 0,039 | 0,039 | 0,039 | 0,049 | 0,049 | 0,070 | 0,070 |
| 2030 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,064 | 0,064 | 0,085 | 0,085 |

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