



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

**Grootschalige concentratie- en  
depositiekaarten Nederland**  
Rapportage 2021

RIVM-rapport 2021-0068  
R. Hoogerbrugge et al.





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

## **Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland**

Rapportage 2021

RIVM-rapport 2021-0068

## Colofon

© RIVM 2021

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-2021-0068

R. Hoogerbrugge (auteur), RIVM  
G.P. Geilenkirchen (auteur), PBL<sup>1</sup>  
H.A. den Hollander (auteur), RIVM  
K. Siteur (auteur), RIVM  
W. Smeets (auteur), PBL<sup>1</sup>  
E. van der Swaluw (auteur), RIVM  
W.J. de Vries (auteur), RIVM  
R.J. Wichink Kruit (auteur), RIVM

<sup>1</sup>) PBL: Planbureau voor de Leefomgeving. Is verantwoordelijk voor emissieramingen die in dit rapport voor de prognosekaarten gebruikt zijn.

### 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'.

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van haar producten. Op dit moment is het echter nog niet mogelijk om dit document volledig toegankelijk aan te bieden. Als een onderdeel niet toegankelijk is, wordt dit vermeld. Zie ook [www.rivm.nl/toegankelijkheid](http://www.rivm.nl/toegankelijkheid).

Dit is een uitgave van:  
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**  
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
Nederland  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

### **Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland** Rapportage 2021

Het RIVM maakt elk jaar kaarten van de luchtverontreiniging in Nederland. Dit gebeurt voor de voor luchtverontreiniging belangrijke stoffen, waaronder stikstofdioxide, ammoniak en fijnstof. Ook wordt de neerslag van stikstof (depositie) in kaart gebracht. Het RIVM gebruikt zowel berekeningen als metingen om de kaarten te maken. Zo komen de resultaten het beste overeen met de werkelijke situatie. Naast de kaarten over het voorgaande jaar, stelt het RIVM verwachtingen op voor de concentraties en depositie in 2025 en 2030.

De kaarten tonen de ontwikkeling van de luchtkwaliteit en de stikstofdepositie in Nederland. Overheden gebruiken de kaarten om beleid te maken voor een betere luchtkwaliteit en minder stikstofdepositie. Luchtverontreiniging is schadelijk voor de volksgezondheid. Te veel stikstofdepositie op natuurgebieden is schadelijk voor het aantal en de variatie van planten- en diersoorten.

De concentraties van de meeste luchtvervuilende stoffen dalen al gedurende tientallen jaren. Deze daling is in 2020 versterkt door de gevolgen van maatregelen die genomen zijn vanwege de uitbraak van SARS-COV-2 (corona). Het is niet duidelijk in hoeverre deze effecten in de toekomst blijven bestaan.

#### **Stikstofdioxide- en fijnstofconcentraties**

De concentraties stikstofdioxide in de lucht zijn in 2020 veel lager dan in 2019, gemiddeld ongeveer 20 procent lager. Dat komt vooral doordat er in 2020 minder wegverkeer was door de coronamaatregelen, zoals het thuiswerken. Naar verwachting zullen de concentraties stikstofdioxiden in 2030 ongeveer 40 procent lager zijn dan in 2018.

De concentraties fijnstof waren in 2020 ook lager dan in 2019; PM<sub>10</sub> ongeveer 10 procent en PM<sub>2,5</sub> ongeveer 15 procent. De verwachting is dat deze concentraties in 2030 ongeveer 25 respectievelijk 40 procent lager zullen zijn dan in 2018.

#### **Stikstofdepositie**

Ammoniak levert een belangrijke bijdrage aan de stikstofdepositie. De concentraties ammoniak in de lucht zijn een graadmeter voor de hoeveelheid ammoniak die neerslaat. De ammoniakconcentraties zijn in 2020 ongeveer hetzelfde gebleven als in 2019 (3 procent lager).

De ontwikkeling van stikstofdepositie in natuurgebieden is in deze rapportage niet uitgewerkt. De gemiddelde stikstofdepositie op het hele Nederlandse landoppervlak was in 2020 lager dan in 2019. Deze verlaging (9 procent) valt echter binnen de bandbreedte van de jaarlijkse fluctuatie, onder andere door weersomstandigheden. Voor de prognoses op lange termijn konden de Nederlandse Klimaatwet en Stikstofwet (april 2021) nog niet worden meegenomen. Andere

Nederlandse maatregelen, evenals concrete maatregelen in het buitenland om de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen te verlagen, zijn wel meegenomen. De verwachting voor 2030 is dat de stikstofdepositie dan 19 procent lager kan zijn dan in 2018.

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

## Synopsis

### **Large-scale concentration and deposition maps of the Netherlands**

2021 report

Every year, RIVM prepares maps that show the air pollution in the Netherlands. It does so for several substances, including nitrogen dioxide, ammonia, and particulate matter. The deposition of nitrogen is also mapped out. In addition to the annual calculations and measurements, RIVM calculates prognoses for the concentrations and deposition in 2025 and 2030. This ensures that they are as accurate as possible.

These maps are used to monitor the development of the air quality and nitrogen deposition in the Netherlands. Government authorities base new policy for improving air quality and reducing nitrogen deposition on these maps. Air pollution is a health hazard. Excessive nitrogen deposition in nature reserves causes the number of animal and plant species living in these ecosystems to decline.

Generally speaking, the concentrations of air pollutants have already been declining for decades. This decline was accelerated in 2020 as a consequence of the measures that were implemented following the outbreak of COVID-19. It is uncertain to what extent these effects will continue to play a role in the future.

#### **Nitrogen dioxide and particulate matter concentrations**

The concentrations of nitrogen dioxide measured in the air in 2020 were much lower than in 2019, on average approximately 20 percent lower. This was due primarily to the reduction in road traffic in 2020 as a result of the COVID-19 measures such as working from home. The concentrations of nitrogen dioxides in 2030 are expected to decline by approximately 40 percent in comparison to 2018.

The concentrations of particulate matter in 2020 were also much lower than in 2019; PM<sub>10</sub> declined by approximately 10 percent and PM<sub>2.5</sub> by approximately 15 percent. The prognoses for these concentrations in 2030 are approximately 25 percent and 40 percent less, respectively, than in 2018.

#### **Nitrogen deposition**

The average nitrogen deposition on the total land area of the Netherlands in 2020 was approximately 9 percent lower than in 2019. This difference is small with respect to annual fluctuations. The deposition of nitrogen in 2030 is expected to decline by approximately 19 percent in comparison to 2018. This reduction is driven by the measures implemented in the Netherlands and outside the Netherlands aimed at reducing the emissions of air pollutants. This takes place due to European legislation. The effects of the Dutch Climate Act and Nitrogen Act (March 2021) could not yet be included in the calculations.

Keywords: particulate matter, nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), National Air Quality Cooperation Programme ('Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit': NSL), eutrophication, nitrogen deposition, ammonia



## Inhoudsopgave

### **Samenvatting — 9**

#### **1 Inleiding — 13**

#### **2 Methode van concentratie- en depositieberekeningen — 15**

- 2.1 Model aanpassingen — 16
- 2.2 Veranderingen in de kalibratiemethode — 16
- 2.3 Actualisaties van benodigde informatie — 17

#### **3 Emissies — 21**

- 3.1 Ramingen — 21
- 3.2 Aanpassingen van emissies — 24

#### **4 Grootschalige concentraties en bronbijdragen — 35**

- 4.1 GCN-kaarten — 35
  - 4.1.1 NO<sub>2</sub>-concentraties — 35
  - 4.1.2 PM<sub>10</sub>-concentraties — 39
  - 4.1.3 PM<sub>2,5</sub>-concentraties — 40
  - 4.1.4 EC-concentraties (indicatief) — 42
- 4.2 Opbouw concentraties NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, EC en SO<sub>2</sub> — 44
- 4.3 Bijdragen concentraties fijnstof voor effecten maatregelen — 51
- 4.4 Onzekerheden in de GCN-kaarten — 52

#### **5 Grootschalige depositie en bronbijdragen — 55**

- 5.1 GDN-kaarten — 55
  - 5.1.1 Stikstofdepositie — 55
  - 5.1.2 Potentieel zuurdepositie — 57
- 5.2 Opbouw stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie — 59
- 5.3 Onzekerheden in depositiekaarten — 66
  - 5.3.1 Onzekerheid in de stikstofdepositie in een 1x1 km gridcel — 66

#### **6 Modelverbeteringen en innovaties — 67**

- 6.1 Model verbetering: Organische componenten van fijnstof — 67
- 6.2 Verandering model input: Stikstofoxiden uit landbouwgronden — 68
- 6.3 Veranderingen in de kalibratiemethode — 69

### **Literatuur — 75**

### **Bijlage 1. Nederlandse emissies in de scenario's — 79**

### **Bijlage 2. SRM-emissiefactoren — 86**



## Samenvatting

### **Grootschalige 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. De resultaten van de GCN-berekeningen spelen ook een belangrijke rol bij het volgen van de resultaten van het Schone Lucht Akkoord (SLA). Het RIVM levert ook kaarten met de grootschalige depositie voor Nederland (GDN-kaarten genoemd) van stikstof en potentieel zuur. Deze rapportage is een volledige update van die uit 2020. Hierbij zijn zowel de Nederlandse totale emissies, de ruimtelijke verdelingen van de emissies en de ramingen geüpdatet. De update van de emissietotalen en de ruimtelijke verdeling is gebaseerd op de Emissieregistratie. Hierbij heeft voor 2020 een schaling van de emissies plaatsgevonden, vanwege de effecten van de maatregelen om de coronapandemie te bestrijden. De update van de emissieramingen is gebaseerd op de Klimaat- en Energieverkenning 2020 (PBL 2020). In deze ramingen, die in de zomer van 2020 zijn gemaakt, zijn geen langetermijneffecten van de COVID-maatregelen meegenomen. Voor deze ramingen is verondersteld dat de ontwikkeling van de economie op de langere termijn (vanaf 2025) weer op het pad komt van voor de coronapandemie.

Ook is een aantal modelverbeteringen doorgevoerd. Ten eerste betreft dit de bijdrage van organisch koolstof aan fijnstof, het zogeheten condenseerbaar fijnstof. Dit is de bijdrage van condenseerbare gassen uit de verbranding van hout in houtkachels en open haarden. Deze bijdrage is voor het eerst gemodelleerd. Ook de bijdrage van organisch materiaal uit (overige) vluchtige organische componenten als Secundaire Organische Componenten (SOA's) is toegevoegd aan de modellering. Ook zijn de emissies van stikstofoxiden uit landbouwgronden toegevoegd aan de modellering. De ruimtelijke kalibratie van de berekende stikstofdioxideconcentraties is verbeterd door gebruik van meer beschikbare metingen en een verbeterd algoritme. Hierdoor is de vergelijkbaarheid met de metingen verbeterd. Voor de kalibratie van de prognosejaren is bij vergelijking tussen historische metingen en de bijbehorende modelberekeningen het gebruik van de meteo verbeterd. In de voorgaande ronde werd, voor de meeste componenten, de gemiddelde (langetermijn)meteo gebruikt en nu, voor alle componenten, jaarspecifieke meteo.

### **Grootschalige NO<sub>2</sub>-concentraties fors lager dan in 2019**

De GCN-kaart van NO<sub>2</sub> voor het jaar 2020 is gemiddeld over Nederland fors lager (2,6 µg/m<sup>3</sup>, circa 20%) dan die voor 2019. Hierbij speelt het effect van de coronamaatregelen, met name op de mobiliteit, een rol. De verwachting is dat de gemiddelde berekende Nederlandse concentratie in 2030 bij vastgesteld beleid ongeveer 5 µg/m<sup>3</sup> (circa 40%) lager zal zijn

dan de concentratie in die met lange-termijn-gemiddelde meteo wordt uitgerekend voor 2018. Het jaar 2018 is in deze vergelijking gebruikt als referentiejaar, omdat dit het meest recente jaar is waarvoor gegevens bekend zijn die consistent zijn met de prognoses.

De verwachting voor 2030 is dit jaar lager ( $\sim 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  is ongeveer 10%) dan vorig jaar ingeschat. Dat komt vooral door verbetering van de meteo in de toegepaste kalibratiemethodiek. Zonder deze aangepaste methodiek zou het verschil slechts  $\sim 0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  geweest zijn. De emissies van  $\text{NO}_x$  uit landbouwbodems worden dit jaar voor het eerst meegenomen. Hierdoor neemt de gemiddelde gemodelleerde  $\text{NO}_x$ -concentratie toe met ruim  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dit is, zoals te verwachten, vooral zichtbaar in de weidegebieden (het Groene Hart en Friesland). Door de kalibratie aan de metingen is er geen impact op de gemiddelde berekende  $\text{NO}_2$ -concentratiekaart, maar wel lokaal.

### **Grootschalige $\text{PM}_{10}$ - en $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties iets lager in 2019**

De fijnstofconcentraties,  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$ , waren in 2020 gemiddeld lager (respectievelijk  $1,7$  en  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ongeveer 10 respectievelijk 15%) dan die in 2019. De verwachte concentraties in 2030 bij vastgesteld beleid zijn voor  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$  respectievelijk ruim en bijna  $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (respectievelijk 25% en 40%) lager dan de concentraties in 2018. Deze prognose is gemiddeld over Nederland lager dan vorige jaren ingeschat. Deze verandering komt mede door verbetering van de chemische module in het OPS-model in combinatie met aanpassingen in de toegepaste kalibratiemethodiek. Bij een indicatieve vergelijking tussen de oude methode (GCN-ronde 2019) en de nieuwe methode (GCN-ronde 2021) blijkt dat de  $\text{PM}_{10}$ -concentraties, berekend voor 2030, door methodewijzigingen gemiddeld met ongeveer  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zijn afgenomen.

### **Grootschalige ammoniakconcentraties en stikstofdepositie**

De ammoniakconcentraties zijn in 2020 ongeveer hetzelfde als in 2019 (3% lager). Dit is in lijn met de geringe jaarlijkse veranderingen in  $\text{NH}_3$ -emissies en de beperkte impact van de coronamaatregelen op de emissies.

Voor de effecten op natuur zijn de hoeveelheden ammoniak en stikstofoxiden die op het oppervlak neerslaan belangrijk: de stikstofdepositie. Te veel stikstof kan in natuurgebieden leiden tot een afname van de soortenrijkdom (biodiversiteit). De gemiddelde stikstofdepositie op het hele Nederlandse landoppervlak was in 2020 lager dan in 2019. Deze verlaging (9 procent) valt echter binnen de bandbreedte van de jaarlijkse fluctuaties, onder andere door weersomstandigheden.

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. De verwachting is dat de gemiddelde stikstofdepositie over het Nederlandse landoppervlak tot 2030 bij vastgesteld beleid met ruim 19% (circa  $310 \text{ mol}/\text{ha}$ ) zal dalen.

Berekeningen van de concentraties en deposities hebben een aanzienlijke onzekerheid, die in het rapport wordt toegelicht.

## Concentratie- en depositiekaarten gebaseerd op Klimaat- en Energieverkenning

De emissieramingen van het Planbureau voor de leefomgeving (PBL) vormen de basis voor de GCN- en GDN-kaarten voor toekomstige jaren. De ramingen in dit rapport zijn afkomstig uit de Klimaat- en Energieverkenning 2020 (KEV 2020). De nieuwe GCN-kaarten van stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>), stikstofdioxide (NO<sub>x</sub>), fijnstof (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>), ammoniak (NH<sub>3</sub>) en zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) zijn gebaseerd op een referentiescenario met een gemiddelde economische groei in Nederland voor de periode 2020-2030. In elk jaar is het scenario voor de depositiekaarten identiek aan het scenario voor de concentratiekaarten. In de Klimaat- en Energieverkenning 2020 (KEV2020) worden emissieramingen gepresenteerd voor twee beleidsvarianten: één met alleen het vastgestelde beleid per 1 mei 2020 en één met zowel het vastgestelde als het voorgenomen beleid, voor zover dat voorgenomen beleid al voldoende concreet was uitgewerkt om door te kunnen rekenen. Net als vorig jaar hebben de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) besloten om alleen het vastgestelde beleid te laten verwerken in de GCN- en GDN-kaarten, en geen voorgenomen maatregelen. Hierdoor zijn bijvoorbeeld de aangekondigde subsidieregeling voor retrofit van binnenvaartschepen en de verscherpte handhaving op correct gebruik van SCR-katalysatoren niet meegenomen in de kaarten. Deze maatregelen zijn wel verwerkt in de beleidsvariant met voorgenomen beleid uit de KEV2020. Overigens waren nog lang niet alle afspraken en maatregelen uit het stikstofpakket, het Klimaatakkoord en het Schone Lucht Akkoord al voldoende concreet uitgewerkt op 1 mei 2020 om als voorgenomen beleid mee te kunnen nemen. Delen van deze akkoorden en afspraken zijn dus helemaal niet meegenomen in de KEV2020, zoals bijvoorbeeld de beoogde invoering van Zero Emissie-zones voor stadslogistiek.

Voor de termijn na 2025 is in de KEV 2020 verondersteld dat de ontwikkeling van de economie weer op het pad komt van voor de coronapandemie. Dit is een onzekere aanname, omdat het onbekend is hoe eventuele langetermijneffecten kunnen doorwerken in de economie. Voor de toekomstige buitenlandse emissies zijn de ramingen gebruikt uit het *National Air Pollution Control Programmes* (NAPCP)-scenario van 'the second clean air outlook' die IIASA in 2020 in opdracht van de Europese Commissie maakte op basis van de officieel aan de EU gerapporteerde nationale emissies en het in de EU vastgestelde beleid. Dit NAPCP-scenario houdt rekening met het vastgestelde beleid en de effecten van het additionele beleid dat landen hebben gerapporteerd in hun *National Air Pollution Control Programmes* (NAPCPs). In die NAPCPs staat welke extra maatregelen landen willen gaan invoeren. Bij dit additionele beleid (voor buitenlandse emissies) behoren maatregelen die volgens Nederlandse definities, zoals gehanteerd in de KEV, als voorgenomen beleid zouden worden aangemerkt. Het is echter niet mogelijk om het NAPCP-scenario te corrigeren voor dit voorgenomen beleid in andere Europese landen. Het NAPCP-scenario voor andere Europese landen komt het dichtst in de buurt van de vastgestelde beleidsvariant uit de nationale Klimaat- en Energieverkenning die gebruikt wordt voor binnenlandse emissies.

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

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

## 1 Inleiding

Luchtkwaliteit en stikstofdepositie vormen in Nederland belangrijke aandachtspunten voor het nationale en Europese milieubeleid.

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 reactief stikstof. Deze vorm van stikstof is afkomstig van emissies naar de lucht van stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) en ammoniak (NH<sub>3</sub>) uit binnenlandse en buitenlandse bronnen en wordt gedeponeerd zowel als droge en 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 basis van meetresultaten. De kaarten zijn bedoeld voor het grootschalige beeld en hebben een resolutie van 1x1 km.

De grootschalige kaarten worden gebruikt in het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) (vanaf 2022 de Omgevingswet) om lokaal (bijvoorbeeld op rekenpunten naast wegen) de luchtkwaliteit te berekenen en te beoordelen hoe dit zich verhoudt tot de EU-grenswaarden voor luchtkwaliteit. De resultaten van deze lokale berekeningen worden in een NSL-monitoringrapportage eind van het jaar aangeboden aan de Tweede Kamer. De totale concentraties in bijvoorbeeld verkeersrijke omgevingen, zoals langs drukke straten en snelwegen, worden vastgesteld door de grootschalige concentraties te verhogen<sup>1</sup> met een specifiek voor deze lokale rekenpunten berekende extra bijdrage door het wegverkeer. Hetzelfde geldt in gebieden met intensieve veehouderij op woonlocaties in de buurt van landbouwstallen. De lokale bijdragen door het wegverkeer en landbouw worden berekend gebruikmakend van dezelfde kengetallen voor emissies en verspreiding die ten grondslag liggen aan de GCN/GDN-kaarten. Met AERIUS

<sup>1</sup> Dubbeltelling van grote bronnen wordt voorkomen door de optelling met hoge resolutie te combineren met eliminatie op GCN-resolutie.

(<https://www.aerius.nl/nl>) wordt de depositie op een groter detailniveau voor de stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden berekend en kan de depositiebijdrage van lokale bronnen worden berekend.

In deze 2021-rapportage worden de resultaten van de nieuwe kaarten gepresenteerd, voornamelijk in de vorm van figuren en tabellen. Sommige details zijn uitgebreider beschreven in eerdere rapportages (Velders et al., 2016; 2017). Kaarten met grootschalige achtergrondconcentraties zijn te vinden op de website van de rijksoverheid ([www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen](http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen)). De concentratie- en depositiekaarten en de emissiefactoren voor lokale verkeersberekeningen staan ook op de RIVM-website ([www.rivm.nl/gcn](http://www.rivm.nl/gcn)). Die kaarten zijn identiek aan de kaarten op de rijksoverheid-website. De kaarten op de rijksoverheid-website hebben een juridisch-formele status.

De GCN/GDN-kaarten in deze publicatie voor het voorafgaande jaar 2020 zijn beïnvloed door de coronamaatregelen die in 2020 hebben plaatsgevonden. Door de maatregelen waren de emissies minder nauwkeurig bekend dan gebruikelijk. Hierdoor hebben ook de berekende concentraties en deposities voor het jaar 2020 een grotere onzekerheid dan in de voorgaande jaren.

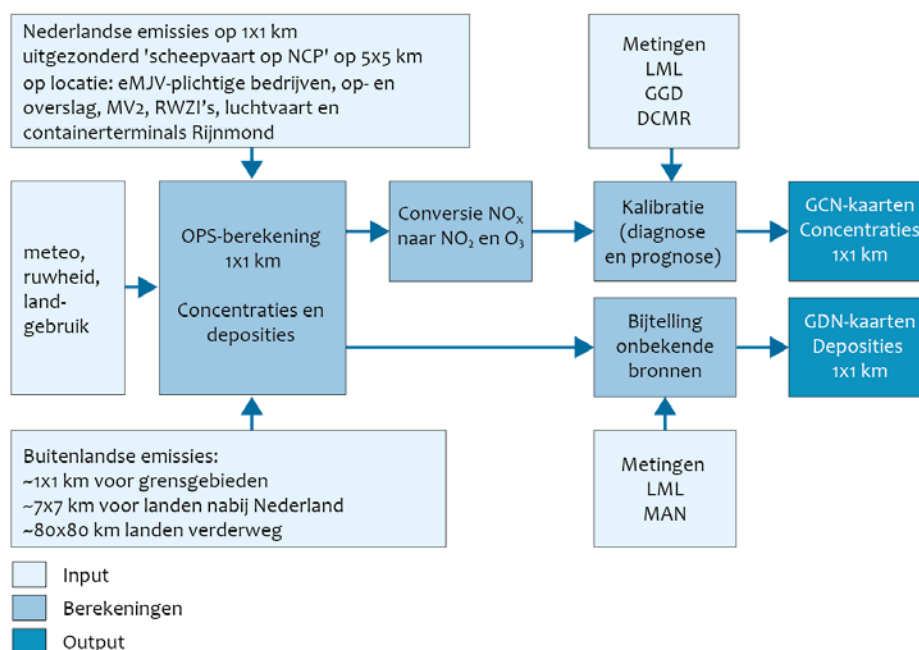


## 2 Methode van concentratie- en depositieberekeningen

De GCN/GDN-kaarten geven waarden voor de concentraties en deposities per gridcel van 1x1 km. Voor elke gridcel wordt de concentratie/depositie op een aantal punten in de gridcel bepaald en toegekend aan die gridcel. De methodiek om te komen tot een waarde voor die 1x1 km-gridcel doorloopt twee stappen:

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

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



Figuur 2.1 Berekening grootschalige concentratie- en depositiekaarten

Bij de kalibratie aan de metingen worden de metingen van 2020 gebruikt voor de concentratiekaart voor 2020 (de diagnosekaart). Het kalibratieresultaat kan van jaar tot jaar variëren. Om een robuust resultaat te krijgen, wordt voor de prognoses (2025 en 2030) een gemiddelde kalibratie over vijf jaar gebruikt. Het weer in de prognosejaren is nog niet bekend, daarom wordt de gemiddelde meteostatistiek voor een periode van tien jaar (de jaren 2005-2014) gebruikt. De kalibratie in dit diagnosejaar (2020) kan dus afwijken van de kalibratie in het vorig diagnosejaar (2019). Hetzelfde geldt voor de kalibraties van de prognosejaren in de beide GCN-rondes. Voor meer details zie hoofdstuk 6.

Ten opzichte van de methode zoals die in 2020 (Hoogerbrugge et al., 2020) is gebruikt voor het maken van grootschalige kaarten, zijn diverse verbeteringen in het model, kalibratiemethoden en metingen doorgevoerd.

## 2.1 Model aanpassingen

### **Model verandering: Organische componenten van fijnstof**

Organische componenten vormen een substantieel deel van fijnstof. Een deel van deze organische componenten wordt uitgestoten als condenseerbare gassen bij houtstook. Deze gassen condenseren zo snel, dat ze op dezelfde manier als primaire emissie in de modellering worden meegenomen. In deze GCN/GDN-rapportage zijn voor het eerst de emissies van condenseerbare gassen door het stoken van hout in houtkachels en open haarden in woningen bij de sector consumenten meegenomen.

Verder is de bijdrage van (overige) vluchtige organische stoffen aan de concentraties fijnstof in deze GCN/GDN-rapportage voor het eerst meegenomen in de modellering. Het OPS-model is niet geschikt om deze modellering uit te voeren; daarom zijn de bijdragen met het EMEP-model berekend en vervolgens als jaargemiddeldekaart bij de fijnstofconcentraties opgeteld. Voor meer details zie paragraaf 6.1.

### **Verandering model input: Stikstofoxiden uit landbouwgronden**

Als gevolg van het bemesten van landbouwgronden komen, naast ammoniak, ook stikstofoxiden vrij. De emissie van deze stikstofoxiden is relatief onzeker. Landen zijn niet verplicht deze emissies in hun nationale totalen te rapporteren, maar internationaal is hierover inmiddels wel steeds meer informatie beschikbaar die gebruikt kan worden om de Nederlandse emissies aan te refereren. Vandaar dat het enige tijd geduurd heeft tot deze emissies in de Emissieregistratie zijn opgenomen en gerapporteerd worden. Inmiddels is dat het geval en zijn ze dit jaar voor het eerst bij het berekenen van de GCN/GDN-kaarten meegenomen. Voor meer details zie paragraaf 6.2.

## 2.2 Veranderingen in de kalibratiemethode

Ten opzichte van de vorige GCN-ronde zijn de onderstaande veranderingen in de kalibratiemethoden aangebracht.

### **Kalibratiemethode: stikstofdioxideconcentraties**

De kalibratie van de stikstofdioxideconcentraties wordt nu op een vergelijkbare manier uitgevoerd als al gebruikelijk was voor de ammoniakconcentraties. Met de kriging-methode kunnen ruimtelijke verschillen beter worden behandeld. Ook zijn extra metingen met Palmesbuisjes meegenomen. Voor meer details zie paragraaf 6.3.

### **Kalibratiemethode: prognoses**

Voor de kalibratie van prognoses worden voor een reeks van vijf jaar de gemodelleerde concentraties vergeleken met de gemeten concentraties. Voor de prognose wordt vervolgens de gemiddelde meteo (2005-2014) gebruikt. Deze werd in voorgaande jaren, voor diverse componenten, ook gebruikt voor de vergelijking met de metingen. Om het effect van de meteo verder te reduceren, wordt vanaf dit jaar de meteo van het desbetreffende meetjaar gebruikt voor vergelijking met de metingen voor alle componenten. Daarnaast is ook de bijpassende reactiesnelheid van het meetjaar gebruikt. De verbeterde chemie impliceert dat in principe bij elk jaar de bijbehorende chemie met het EMEP-model moet worden afgeleid en in OPS moet worden toegepast. Deze tijdrovende

implicatie heeft tot een stapsgewijze implementatie met praktische keuzes geleid. Zie paragraaf 6.3 voor meer details.

## 2.3 Actualisaties van benodigde informatie

Naast methodeveranderingen zijn er ook updates waarbij dezelfde methode als vorig jaar wordt toegepast, maar alleen de informatie zelf wordt geactualiseerd. De meeste actualisaties vinden jaarlijks plaats ('standaard update'), maar sommige actualisaties hebben een lagere frequentie, zoals het toe te passen landgebruik.

Standaard updates:

- De meteostatistiek voor 2020 is toegevoegd.
- De trendfactoren voor het jaar 2019 zijn aan het model toegevoegd. Deze worden gebruikt om de meegeleverde achtergrondbestanden te schalen naar het juiste concentratieniveau voor een specifiek berekeningsjaar. Het OPS-model gebruikt deze achtergrondbestanden voor verschillende chemische processen.
- De reactiesnelheden voor 2020 uit het EMEP-model.
- De informatie betreffende de verdeling over de klassen binnen PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub> en de fractie EC in PM<sub>2.5</sub>.
- Dit resulteert dan in OPS-versie 5.0.1.0 in plaats van versie 5.0.0.0.

Overige updates:

- Update gerapporteerde emissies en ramingen (zie hoofdstuk 3).
- De meetcorrecties (de bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen aan de PM<sub>10</sub>- en PM<sub>2,5</sub>-concentraties, zoals bodemstof en stofdeeltjes als gevolg van natuurbranden) zijn geactualiseerd, evenals de kalibratiefactoren voor de met het OPS-model berekende concentraties secundaire anorganische aerosolen (Tabel 2.1).
- De correcties voor het berekenen van de stikstofdepositie zijn eveneens geactualiseerd (Tabel 2.2).

Tabel 2.1 Overzicht kalibratiefactoren voor de aerosolen en de meetcorrecties voor de PM<sub>10</sub>- en PM<sub>2,5</sub>-concentraties

	<b>Kaarten voor 2020 (diagnose)</b>	<b>Kaarten voor 2021-2030 (prognose)</b>
NH <sub>4</sub>	Factor 0,33 <sup>a,d</sup>	Factor 0,81 <sup>a,d</sup>
NO <sub>3</sub>	Factor 0,92 <sup>a,d</sup>	Factor 1,06 <sup>a,d</sup>
SO <sub>4</sub>	Factor 1,06 <sup>a,d</sup>	Factor 1,58 <sup>a,d</sup>
PM <sub>10</sub>	Constante van 3,9 µg m <sup>-3</sup> <sup>b</sup>	Constante van 3,4 µg m <sup>-3</sup> <sup>c</sup>
PM <sub>2,5</sub>	Constante van 0,1 µg m <sup>-3</sup> <sup>b,d</sup>	Constante van -0.5 µg m <sup>-3</sup> <sup>c,d</sup>

- a. Voor de diagnosekaarten zijn de gemeten secundaire aerosolconcentraties van het jaar 2020 gebruikt en vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2020 (dat wil zeggen de geschaalde 2019-emissies), meteorologie en chemie van 2020. Voor de prognosekaarten zijn de gemeten concentraties in 2014-2018 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2014-2018 en de meteorologie en chemie van de jaren 2014-2018.
- b. Voor de diagnosekaarten van PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub> zijn de gemeten waarden voor 2020 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2020 (dat wil zeggen de geschaalde 2019-emissies) en de meteorologie van het jaar 2020 waarbij kriging wordt gebruikt om de constante te bepalen.
- c. Voor de prognosekaarten van PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub> zijn de gemeten waarden voor de jaren 2014-2018 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2014-2018 en de meteo van het desbetreffende jaar. Omdat het verschil tussen meting en model van jaar tot jaar varieert, is een vijfjaargemiddelde robuuster en kan het dus ook verschillen van de waarde in het diagnosejaar.
- d. De bijdragen van de aerosolen in de PM<sub>2,5</sub>-concentraties worden verkregen door de gekalibreerde PM<sub>10</sub>-aerosolconcentraties te vermenigvuldigen met 1,0 voor ammonium en 0,9 voor sulfaat (Matthijsen en Ten Brink, 2007). Voor nitraat wordt gebruikgemaakt van de fractie 'fine\_in\_totaal\_nitraat' die EMEP levert. Deze fractie kan per gridcel verschillend zijn.

Tabel 2.2 Overzicht bijdragen aan de meetcorrectie voor de depositie

	Droge depositie	Natte depositie
<b>Stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie</b>		
NH <sub>x</sub>	<p>2020-kaart: berekende 2020-droge depositie<sup>1</sup> vermenigvuldigen met een ruimtelijk gedifferentieerde correctiekaart. Dit komt overeen met gemiddeld 52 mol/ha/jr.</p> <p>Prognosekaarten: berekende droge depositie<sup>2</sup> voor de prognosejaren vermenigvuldigen met een ruimtelijk gedifferentieerde correctiekaart. Dit komt overeen met gemiddeld -38 mol/ha/jr .</p>	<p>2020-kaart: berekende 2020-natte depositie<sup>1</sup> vermenigvuldigen met een factor 0,61 (zie <sup>1</sup>). Dit komt overeen met gemiddeld -168 mol/ha/jr.</p> <p>Prognosekaarten: berekende natte depositie<sup>2</sup> voor de prognosejaren vermenigvuldigen met factor 0,96 (zie <sup>2</sup>). Dit komt overeen met gemiddeld -15 mol/ha/jr.</p>
NO <sub>y</sub>	0 mol/ha/jr	<p>2020-kaart: berekende 2020-natte depositie<sup>1</sup> vermenigvuldigen met een factor 0,62 (zie <sup>3</sup>). Dit komt overeen met gemiddeld -65 mol/ha/jr.</p> <p>Prognosekaarten: berekende natte depositie<sup>2</sup> voor de prognosejaren vermenigvuldigen met factor 0,82 (zie <sup>2</sup>). Dit komt overeen met gemiddeld -25 mol/ha/jr.</p>
<b>Potentieel-zuurdepositie (als H<sup>+</sup>)</b>		
SO <sub>x</sub>	50 mol/ha/jr (zie <sup>4</sup> )	50 mol/ha/jr (zie <sup>4</sup> )
Halogenen en organische zuren	85 mol/ha/jr (zie <sup>4</sup> )	195 mol/ha/jr (zie <sup>4</sup> )

1. Voor de kalibratie van de 2020-kaart zijn voor de droge depositie de gemeten NH<sub>3</sub>-concentraties uit het LML en het MAN voor 2020 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2020 en de meteorologie van het jaar 2020. Voor de natte depositie zijn de metingen van 2020 vergeleken met OPS-berekeningen met emissies van 2020 en de meteorologie van het jaar 2020.
2. Voor de prognoses zijn gemeten waarden voor de jaren 2014-2018 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2014-2018 en de jaarspecifieke meteorologie 2014-2018.
3. Voor de kalibratie van de 2020-kaart zijn voor de natte depositie de gemeten NO<sub>y</sub>-deposities uit het LML voor 2020 vergeleken met OPS-berekeningen met Nederlandse emissies van 2020 en de meteorologie van het jaar 2020.
4. Gebaseerd op Buijsman (2008).



## 3 Emissies

De historische Nederlandse emissies die worden gebruikt als invoer voor het OPS-model zijn afkomstig van de Emissieregistratie (ER), voor het buitenland van het *Centre on Emission Inventories and Projections* (CEIP, emissie 2018, rapportage 2020). 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. In deze GCN-ronde zijn niet alleen de landelijke totalen van de emissies, maar ook alle emissieverdelingen van Nederlandse bronnen geactualiseerd. Voor de buitenlandse emissies zijn alleen de nationale totalen geactualiseerd, de ruimtelijke verdeling is identiek aan voorgaande jaren.

De coronapandemie maakt 2020 een bijzonder jaar qua emissies in binnen- en buitenland en daarmee ook qua concentraties en deposities. De wereldwijde (economische) gevolgen van deze pandemie en de maatregelen die de Nederlandse overheid inzet om het coronavirus beheersbaar te houden, hebben een ongekende weerslag op de hele Nederlandse samenleving, en daarmee op de productie, de energievoorziening en de emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen (PBL, 2020).

### 3.1 Ramingen

Voor prognosejaren (2025-2030) worden binnenlandse en buitenlandse emissies afkomstig van nationale en buitenlandse scenariostudies gebruikt. Voor nationale emissies is dit het referentiescenario van de Klimaat- en Energieverkenning 2020 (KEV 2020; Hammingh, 2020). Dit referentiescenario vormt het voorwaardelijk uitgangspunt voor de twee beleidsvarianten die in de KEV 2020 worden onderscheiden; één variant met vastgesteld beleid en één met vastgesteld en voorgenomen beleid. De in dit rapport gebruikte emissieramingen voor Nederlandse emissies zijn in detail beschreven in een KEV 2020-publicatie (Smeets et al., 2020). Deze publicatie is een aanvulling op het hoofdrapport van de Klimaat- en Energieverkenning 2020.

Net als in de GCN/GDN-publicatie van vorig jaar hebben de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) besloten om alleen het vastgestelde beleid te laten verwerken in de GCN- en GDN-kaarten, en geen voorgenomen maatregelen.

In de hier gebruikte beleidsvariant met vastgesteld beleid is het beleid meegenomen dat op de peildatum 1 mei 2020 was vastgesteld. Voorgenomen beleid is dus niet meegenomen in de kaarten. Het gaat dan bijvoorbeeld om de aangekondigde subsidieregeling voor retrofit van binnenvaartschepen, de aangescherpte handhaving op correct gebruik van SCR-katalysatoren in vrachtauto's en de door het kabinet in april 2020 aangekondigde verhoging van het subsidiebudget voor de tweede uitbreiding Warme Sanering Veehouderij. Ook is bij vastgesteld

beleid verondersteld dat Schiphol niet verder mag groeien dan tot 500.000 vluchten.

Verder konden een aantal belangrijke voorgenomen beleidsmaatregelen niet worden meegenomen; ook niet in de beleidsvariant met voorgenomen beleid. Het gaat dan om maatregelen uit het Klimaatakkoord, het Schone Luchtakkoord en het stikstofpakket die op 1 mei 2020 nog onvoldoende concreet waren uitgewerkt<sup>2</sup>. In de ramingen van de KEV2020 voor de jaren 2025 en 2030 zijn geen structurele effecten van de coronapandemie verondersteld. Bij het maken van die ramingen medio 2020 was nog niet duidelijk of en in welke mate die effecten zich op lange termijn zouden voordoen. Deze mogelijke effecten zijn daarom, indien hier iets over bekend was, verwerkt in de bandbreedtes van de emissie. Voor verkeer gaat het dan bijvoorbeeld om structureel meer thuis werken of een lagere vraag naar vluchten.

Voor de toekomstige buitenlandse emissies zijn de ramingen gebruikt uit het NAPCP-scenario van *'the second clean air outlook'* die IIASA in 2020 in opdracht van de Europese Commissie heeft opgesteld. Dit NAPCP-scenario houdt rekening met het vastgestelde beleid en de effecten van het additionele beleid dat landen hebben gerapporteerd in hun nationale actieplannen, de zogenoemde *National Air Pollution Control Programmes* (NAPCPs), waarin ze hebben aangegeven hoe ze willen gaan voldoen aan de Nationale Emissie Plafonds (NEC) voor 2030. Deze plannen zijn door de Europese Commissie geanalyseerd en voldoende bevonden. Met de NAPCPs voldoen de landen wel aan de NEC-afspraken. Dit leidt voor ammoniak in 2030 tot lagere emissies dan gebruikt in de berekeningen van vorig jaar, waarbij was uitgegaan van de op dat moment beschikbare officiële ramingen van de landen, die niet allemaal aan de NEC voldeden. Met de kennis van nu was de emissieraming in de GCN2020 van bijvoorbeeld Duitsland te hoog. Er is toen verondersteld dat landen in 2030 niet aan hun NEC-verplichting zouden voldoen, mede omdat er signalen waren dat landen overwogen derogatie aan te vragen. Daardoor was het uitgaan van de NEC-verplichtingen vorig jaar een te wankel basis en is nu, met de nieuwe plannen, een veel geloofwaardiger projectie beschikbaar.

Per saldo resulteert dat dit jaar in lagere buitenlandse emissies dan in de GCN van vorig jaar. Zie tabel 3.1 met ramingen van landtotalen voor het jaar 2030 voor de ons omringende landen uit de laatste drie GCN-ronden. De verdelingen over de sectoren zijn afkomstig van de in 2020 officieel door de landen gerapporteerde data en zoals beschikbaar gesteld door WEBDAB.

<sup>2</sup> Overigens waren veel maatregelen die in het Klimaatakkoord, in het Schone Lucht Akkoord en in de stikstofaanpak zijn aangekondigd op 1 mei 2020 ook nog onvoldoende concreet uitgewerkt om als voorgenomen beleid mee te kunnen nemen in de KEV2020.



Tabel 3.1 Overzicht emissieramingen voor 2030 zoals toegepast in de laatste drie GCN-ronden in miljoen kilogram

NO <sub>x</sub>	GCN2019	GCN2020	GCN2021
BEL	119	108	81
FRA	435	408	326
DEU	548	540	469
GBR	430	354	405
NH <sub>3</sub>	GCN2019	GCN2020	GCN2021
BEL	63	68	60
FRA	597	715	494
DEU	406	671	446
GBR	254	291	214
PM <sub>10</sub>	GCN2019	GCN2020	GCN2021
BEL	34	42	28
FRA	221	225	147
DEU	132	149	132
GBR	85	100	100

In Tabel 3.2 worden de belangrijkste wijzigingen in de binnen- en buitenlandse ramingen samengevat.

Tabel 3.2 Overzicht gebruikte emissieramingen voor de Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland

GCN-ronde	Binnenland			Buitenland
	Macro-economische groeiverwachting	Beleidsvariant	Bandbreedte rond de GCN/GDN-projectiewaarde	
2019 en eerder	Hoge economische groei <sup>1</sup>	Vastgesteld en voorgenomen beleid	Verschil hoge en lage economische groei	NEC-plafonds
2020 en 2021	Plausibele economische groei	Vastgesteld beleid <sup>2</sup>	Onzekerheid in factoren die de toekomstige emissieontwikkeling bepalen <sup>3</sup> Monte Carlo-analyse	2020: Gerapporteerde emissieramingen  2021: NAPCP-scenario

1. Een hogere groeiverwachting dan de meest plausibele groeiverwachting.
2. PBL geeft altijd emissieramingen voor twee beleidsvarianten. Eén met vastgesteld beleid (V) en één met vastgesteld en voorgenomen beleid (VV). In de GCN-ronde 2020 is de beleidsvariant met vastgesteld beleid (V) als basis genomen voor de GCN-ronde. De emissieramingen volgens de beleidsvariant met alleen vastgesteld beleid wijken voor geen van de stoffen duidelijk af van de beleidsvariant met zowel vastgesteld als voorgenomen beleid.
3. Factoren die de toekomstige ontwikkeling van emissies bepalen zijn onzeker. In de Klimaat- en Energieverkenning worden relevante onzekerheidsfactoren per sector geïnventariseerd. Het gaat dan onder andere om macro-economische onzekerheden rond Bruto Binnenlands Product-groei, bevolkingsgroei, brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen en beleidsonzekerheden, zoals onzekerheden rond de effectiviteit van specifiek op de energiehuishouding of uitstoot van luchtverontreinigende stoffen gerichte beleidsmaatregelen. Voor elke in beeld gebrachte factor is de afwijking van de gerapporteerde emissieraming in beeld gebracht. Deze onzekerheden zijn via een Monte Carlo-analyse vertaald in een onzekerheidsbandbreedte rond de gerapporteerde emissieramingen.

### 3.2 Aanpassingen van emissies

Ten opzichte van de emissies zoals die begin 2020 (Hoogerbrugge et al., 2020) zijn gebruikt voor het maken van de vorige ronde van GCN/GDN-kaarten, is het basisjaar van de Emissieregistratie geactualiseerd van 2018 naar 2019. Ook de ruimtelijke verdeling van die emissies over Nederland is geactualiseerd en daarmee ook de locaties van de geraamde emissies in toekomstige jaren. Voor het bepalen van de diagnosekaarten zijn emissies voor het jaar 2020 toegepast, waarbij rekening is gehouden met het effect van de coronamaatregelen.

### **Aanpassing voor emissie 2020 vanwege coronamaatregelen**

Om de gevolgen van de coronapandemie op de emissies in 2020 te ramen, heeft het PBL in de KEV2020 twee scenario's opgesteld (Smeets 2020). Deze scenario's zijn vergeleken met een analyse van Velders et al. (Velders 2021) waarin veronderstelde emissiereducties, uit de eerste maanden van de lockdown, zijn vergeleken met metingen van de luchtkwaliteit. Voor wegverkeer is deze reductie ongeveer 40%. Deze lockdown-reducties zijn met 30% vermenigvuldigd om ze te vertalen naar een jaargemiddeldereeductie. Hiervoor is een schatting van de effecten in de overige maanden gebruikt. Voor wegverkeer leverde dit een gemiddelde reductie van 12% op. Dit getal komt goed overeen met de schatting van het PBL-scenario 'hoog'<sup>3</sup>. Daarom is voor verkeer en de meeste andere sectoren voor het PBL-scenario 'hoog' gekozen.

Voor de luchtvaart is een andere benadering gekozen. Uit de rapportage van Schiphol blijkt dat het totaal aantal vluchten in 2020 minder dan de helft van het aantal vluchten van 2019 was. Daarom is voor de sector luchtvaart een reductie van 50% toegepast. De reducties zijn toegepast op de emissietotalen zoals door de ER voor het jaar 2019 zijn bepaald. Het herstel van de economie en het verloop van de emissies tussen 2020 en 2025 is onzeker en niet berekend door het PBL in de KEV2020 (PBL, 2020). Ten behoeve van berekeningen voor vergunningverlening is er toch behoefte aan een GCN-kaart voor deze jaren en daarom zijn er, op verzoek van het ministerie van IenW, kaarten berekend die uitsluitend bedoeld zijn voor dat doel. Hiervoor zijn de emissies van 2018 en de wel door het PBL geraamde emissies voor 2025 geïnterpoleerd. De kaarten geven daarmee een eenvoudig beeld van de mogelijke ontwikkeling van de emissies, mocht er geen coronapandemie zijn geweest. Het geeft een schatting die aan de bovenkant van de mogelijke uitkomsten zit (*worst case*). Deze schatting is bruikbaar voor specifieke kaarttoepassingen waarbij gebruik van een worstcasescenario een verdedigbaar uitgangspunt is. Het gebruik van de 2021-2024-kaarten voor andere toepassingen wordt sterk ontraden.

### **Verandering in ruimtelijke verdelingen van de emissies**

De ruimtelijke verdeling van de collectief geregistreerde emissies wordt ontleend aan de Emissieregistratie (ER). Deze is geactualiseerd ten opzichte van de GCN2020-ronde. Zie voor meer achterliggende documentatie:

<http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/misc/documenten.aspx>.

In grote lijnen zijn in de ruimtelijke verdeling de volgende wijzigingen geweest:

#### *Arbeidsplaatsen*

Het aantal voltijds arbeidsplaatsen wordt gebruikt als verdeelsleutel voor de emissies van bedrijven die niet vallen onder de verplichting van een Milieujaarsverslag (niet-ER-I-bedrijven). Gegevens daarover zijn geactualiseerd naar 2018 op basis van de BAG (Basisregistratie Adressen en Gebouwen) en het Handelsregister van de Kamer van Koophandel. Daarbij is de BAG gebruikt voor de bedrijfslocaties en het Handelsregister voor de aantallen arbeidsplaatsen per bedrijf.

<sup>3</sup> In het PBL-rapport zijn twee coronascenario's beschreven. Een scenario met grote emissiereductie (scenario 'laag') en één met kleinere emissiereducties (scenario 'hoog').

### *Landbouw*

De verdeling van emissies uit stallen en via opslag van dierlijke mest is geactualiseerd op basis van de meest recente GIAB+-versie (Geografische Informatie Agrarische Bedrijven) uit 2018. Dit bestand wordt samengesteld door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) in samenwerking met *Wageningen Environmental Research* (WEnR). Het bestand bevat de locatie van alle agrarische bedrijven in Nederland (met onderscheid naar hoofd- en nevenvestiging). De locatiegegevens zijn in overeenstemming met de Basisregistratie Adressen en Gebouwen. Bij de actualisatie gaat het om veranderingen in zowel locatie, staltype als het aantal dieren. De coördinaten zijn niet meer gekoppeld aan de stallocaties, maar aan het adrescoördinaat binnen het BAG, meestal het woongedeelte. Dit kan soms 2 tot 300 meter schelen.

De verdeling van emissies door beweiding en het toepassen van dierlijke en kunstmest is gebaseerd op het Initiator-model waarbij 2018 is toegevoegd. In Initiator zijn de meest recente gegevens over de productie en de toepassing van de diverse mestsoorten verwerkt. Uitgangspunt hierbij is de verdeling van de mest op bedrijfsniveau, waarbij rekening wordt gehouden met de mestproductie, de mestafzet (ook buiten de Nederlandse landbouw) en de mestgebruiksruimte, gegeven de geldende gebruiksnormen voor fosfor en stikstof.

De verdelingen voor emissies via mestbewerking en -vergisting zijn geactualiseerd. De verdeling voor mestbe- en verwerking is gebaseerd op de hoeveelheid geproduceerde mest per bedrijf. Dit geldt voor alle bedrijven die in de landbouwtelling de vraag over mestbe- en verwerkingstechnieken hebben ingevuld. De locaties van de vergisters zijn afkomstig uit opgaven van RVO en de NVWA (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit). Vooral nog heeft ieder van deze locaties een gelijk aandeel in de emissie; dit vanwege het ontbreken van voldoende informatie over de geproduceerde hoeveelheid energie of de omgezette hoeveelheid mest.

Voor uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw- en natuurbodems is er de verdeling gebaseerd op het Landelijk Water Kwaliteitsmodel (LWKM). Voor gegevens over bemesting maakt dit model gebruik van Initiator. Voor het grondgebruik is het nu aangesloten bij het landelijk grondgebruiksbestand Nederland (LGN), versie 7, waar eerder werd uitgegaan van de gegevens binnen het deelmodel ANIMO. Alle jaren vanaf 2000 tot en met 2015 zijn opnieuw doorgerekend, en nieuwe verdelingen zijn toegevoegd voor 2016, 2017 en 2018.

### *Verkeer en vervoer*

De verdeling van emissies door de binnenvaart is geactualiseerd met gegevens voor 2018 uit het BIVAS-model (versie 4.3, Rijkswaterstaat). Uitgaande van gegevens over startplaats, eindbestemming, scheepstype en vaarwegkenmerk berekent BIVAS de intensiteit van de binnenvaart op de Nederlandse vaarwegen. Hieruit wordt per vaarwegvak, per jaar het energieverbruik en het aantal (ton)kilometers berekend, waarmee de emissies naar lucht respectievelijk water worden verdeeld.

Voor de verdeling van emissies door railverkeer (goederen- en personenvervoer) zijn nieuwe gegevens van ProRail gebruikt. Het gaat

hier om de intensiteit van het spoorwegverkeer in 2016. De eerder gebruikte gegevens waren afkomstig uit 2011.

De verdeling van de emissies door zeescheepvaart en visserij is geactualiseerd voor 2018 op basis van gegevens van het MARIN, TNO, *Wageningen Economic Research* en Havenbedrijf Rotterdam. Het gaat hier om AIS-data (snelheid en positie van schepen), emissiefactoren en scheepstypen (wijzigingen in de vlootsamenstelling van zowel zee- als vissersschepen). De gegevens hebben betrekking op het Nederlands Continentaal Plat en de Nederlandse havens. Voor visserij is ook het Waddengebied toegevoegd.

#### *Individuele bedrijven*

De informatie van bedrijven waarvan de emissies individueel worden geregistreerd, is geactualiseerd met informatie uit 2018.

#### **Ramingen van de Nederlandse emissies**

De emissieramingen van luchtverontreinigende stoffen uit de KEV2020 zijn zoals vermeld in detail beschreven in Smeets et al. (2020). In deze studie worden emissiecijfers gegeven volgens twee definities. Voor de GCN gaat het om de emissiecijfers op Nederlands grondgebied. Voor het maken van de vorige ronde van de GCN/GDN-kaarten is gebruikgemaakt van de emissiecijfers op Nederlands grondgebied uit de KEV2019.

Kijken we naar de sector mobiliteit, dan ligt de geraamde uitstoot van stikstofoxiden *bij vastgesteld beleid* voor 2030 in de KEV 2020 ongeveer 5,5 kiloton hoger dan in de KEV 2019 (verandering van 7%). In de volgende paragraaf wordt meer in detail ingegaan op deze wijzigingen bij mobiliteit. Verder zijn de emissies door de industrie bij vastgesteld beleid naar beneden bijgesteld met 1,8 kiloton. De uitstoot door de energiesector en huishoudens is naar boven bijgesteld met 2,1 en 1,62 kiloton. Bij de energiesector wordt dit verklaard door de energieprijzen en een hogere geraamde binnenlandse elektriciteitsproductie ten koste van lagere import. Hierbij kan worden aangetekend dat de Nederlandse elektriciteitssector erg gevoelig is voor ontwikkelingen in het buitenland en voor brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzontwikkelingen. Voor de landbouw zijn er ten opzichte van KEV 2019 geen wijzigingen in de ramingen van stikstofoxiden doorgevoerd. In de KEV 2019 waren al langer ramingen beschikbaar voor stikstofoxiden door dierlijke mest, kunstmestgebruik en gewasresten, maar deze uitstootcijfers konden bij de productie van de vorige GCN/GDN-kaarten nog niet worden meegenomen. Dit jaar houdt de GCN voor het eerst expliciet in de berekeningen rekening met deze emissies uit de landbouw. Voorheen werd er in de GCN alleen gerekend met de emissies van stikstofoxiden door verbrandingsinstallaties in de landbouw.

De belangrijkste veranderingen in de ramingen met vastgesteld beleid voor mobiliteit zijn:

- de verlaging van de maximumsnelheid op snelwegen naar 100 km/uur. Aangenomen is dat de maatregel blijft gelden tot en met 2030. Deze maatregel leidt in 2030 tot een emissiereductie van bijna 1 kiloton stikstofoxiden.
- de versnelde elektrificatie van het wagenpark. De geraamde groei van het aantal elektrische auto's valt in de KEV 2020

aanzienlijk hoger uit dan in de KEV 2019. De snellere groei is mede het gevolg van het nieuwe stimuleringsbeleid dat voor de periode tot 2025 is vastgesteld. In de KEV 2020 is geen stimulering na 2025 meegenomen. Het aantal elektrische personenauto's is in 2030 op bijna 1 miljoen geraamd op een totaal wagenpark van bijna 10 miljoen auto's. Het hogere aantal elektrische auto's resulteert in een daling van de geraamde emissies van stikstofoxiden in 2030 van circa 0,8 kiloton.

- deels niet goed functionerende SCR-katalysatoren bij mobiele werktuigen en in de binnenvaart. In 2019 is op basis van onderzoek in verschillende Europese landen duidelijk geworden dat 5 tot 10 van de vrachtauto's met een defecte of bewust afgeschakelde SCR-katalysator rijdt. Dit is voor vrachtauto's in de vorige KEV 2019 verwerkt in de ramingen. In de KEV2020 is deze bevinding voor vrachtauto's doorgetrokken in de raming voor mobiele werktuigen en de binnenvaart. Het merendeel van de nieuwe mobiele werktuigen is sinds 2015 immers voorzien van een SCR-katalysator. Vanaf 2020 is dat ook het geval bij nieuwe motoren voor binnenvaartschepen. Voor zover bekend wordt momenteel niet of nauwelijks gehandhaafd op het correcte gebruik van SCR-katalysatoren in deze toepassingen. Daarom is op basis van de ervaringen bij het vrachtverkeer verondersteld dat in 2030 circa 10 procent van de SCR-katalysatoren in deze toepassingen niet (goed) functioneert. De raming voor 2030 in de KEV 2020 valt door deze aanpassing in de berekening voor mobiele werktuigen en binnenvaart bijna 3 kiloton hoger uit.
- veroudering driewegkatalysator Euro 6-benzineauto's. In de KEV 2019 is bij Euro 6-auto's nog geen effect van veroudering meegenomen, omdat daaraan nog niet was gemeten en omdat onduidelijk was of de inzichten over het effect van veroudering bij eerdere generaties representatief waren voor Euro 6-auto's gezien de strengere regelgeving. Afgelopen jaar zijn ook inzichten verkregen over het effect van veroudering bij Euro 6-auto's. Daaruit blijkt dat het effect minder groot is dan bij eerdere generaties, maar dat de werking van de katalysator wel degelijk verslechtert. Dit effect is verwerkt in de ramingen van de KEV 2020. De raming voor 2030 valt hierdoor bijna 3 kiloton hoger uit dan in het vorige GCN-rapport. In 2025 is er nog geen effect, omdat Euro 6-auto's dan nog relatief jong zijn (de Euro 6-normen gelden sinds 2014).
- lagere olieprijs en hogere bevolkingsgroei. De verwachte olieprijs in 2030 liggen circa 10% lager dan in de KEV 2019 werd verwacht. Beide ontwikkelingen resulteren in een iets hogere groeiverwachting van vooral de personenmobiliteit. In totaal ligt het geraamde verkeersvolume in 2030 ruim 1% hoger dan in de KEV 2019. Hierdoor liggen ook de geraamde emissies iets hoger.
- verbeterde modellering van het bestelautopark. Deze wijziging resulteert in 2030 in een iets ouder en daarmee iets vervuilender bestelautopark dan in de KEV 2019 werd geraamd. Mede als gevolg hiervan ligt de geraamde emissie van stikstofoxiden door het bestelautoverkeer in 2030 bijna 1 kiloton hoger dan in de KEV 2019.

Kijken we naar fijnstof ( $PM_{2,5}$ ), dan vloeit de grootste verandering voor deze GCN voort uit het gegeven dat de emissies van condenseerbaar fijnstof door houtkachels en open haarden zijn meegenomen in de GCN-berekeningen. Deze ramingen waren al beschikbaar in de KEV2019 en zijn verder in de KEV2020 niet veranderd, maar zijn nu wel voor het eerst meegenomen in de GCN. Hierdoor neemt de uitstoot van fijnstof ( $PM_{2,5}$ ) door de sector huishoudens in 2030 toe met 1,9 kiloton ten opzichte van de vorige GCN-analyse (een toename met circa 60%). Daarnaast zien we bij huishoudens een kleine verandering ten opzichte van de KEV2019, doordat de post 'overige emissies huishoudens' in de Emissieregistratie voor historische jaren (0,19 kiloton in 2017) naar boven is bijgesteld; dat vertaalt zich door in de raming. De uitstoot van fijnstof ( $PM_{2,5}$ ) door mobiliteit exclusief zeescheepvaart neemt licht toe met 5% (0,1 kiloton). Dit wordt deels verklaard doordat in de nieuwe raming een beperkte mate van roetfilterverwijdering is verondersteld bij binnenvaartschepen en mobiele werktuigen, vergelijkbaar met de aangetoonde praktijk bij dieselauto's. Aangenomen is dat dit 5% betreft van het totale aantal in 2030. In de KEV 2019 was nog geen roetfilterverwijdering verondersteld bij andere toepassingen dan het wegverkeer. De emissieraming van  $PM_{2,5}$  voor de sector industrie voor 2030 ligt 0,3 kiloton lager (6%) dan in de KEV 2019. Het verschil tussen beide reeksen is het gevolg van een ander startjaar (2018 in plaats van 2017) en door een aanpassing van de verwachtingen voor de fysieke productieontwikkelingen tot 2030 voor de verschillende relevante industriesectoren.

Voor het verschil in de  $NH_3$ -emissieraming tussen deze en de vorige GCN wordt volledig verwezen naar het rapport van Smeets et al. (2020). Daar is in paragraaf 4.4 een uitvoerige toelichting gegeven die ook van toepassing is op de in deze GCN gebruikte raming met vastgesteld beleid. Overigens zijn de verschillen tussen de oude en de nieuwe raming (KEV2019 en KEV2020) heel gering voor ammoniak.

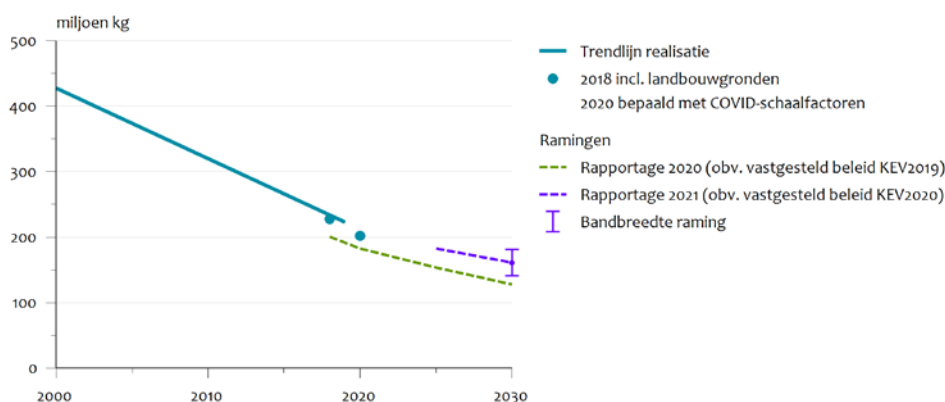
De ramingen in de KEV 2020 kennen de emissiecijfers (en daarbij behorende inzichten) uit de ER-ronde van februari 2020 (de reeks 1990-2018) als vertrekpunt. Toekomstige trends 2018-2030 zijn berekend op basis van deze ER-ronde en de KEV2020 (op basis van deze ER-ronde) geraamde cijfers voor toekomstige jaren. De hierna gegeven emissietrends zijn dus exact zoals toegelicht in de KEV 2020 (Smeets et al., 2020). In deze GCN-publicatie is daarbij gebruikgemaakt van emissiecijfers volgens de definitie 'op Nederlands grondgebied' uit de KEV 2020-publicatie, maar dan met uitsluiting van de emissies door de zeescheepvaart en inclusief de uitstoot van condenseerbaar fijnstof door houtkachels en open haarden. In de tabellen van de KEV 2020 waren de geraamde emissies van condenseerbaar fijnstof nog als memo-item vermeld, omdat deze emissies in de Emissieregistratie bij het verschijnen van de KEV 2020-publicatie nog niet officieel meetelden in het Nederlandse emissietotaal.

De uitstoot van stikstofoxiden op Nederlands grondgebied (exclusief zeescheepvaart) neemt naar verwachting af naar 164 kiloton in 2030 (zie Figuur 3.4). Dit is een afname van 29% ten opzichte van 2018. Bijna 70% van deze daling komt voor rekening van de sector mobiliteit. De uitstoot door het wegverkeer halveert naar verwachting. De emissies door

mobiele werktuigen en binnenvaart dalen met respectievelijk 39 en 9%. Deze forse reductie bij mobiliteit komt door Europese emissiewetgeving voor nieuwe wegvoertuigen, mobiele werktuigen en motoren voor binnenvaartschepen. Ook de instroom van elektrische personenauto's draagt bij aan de daling bij het wegverkeer. Verder dalen de emissies van stikstofoxiden ook in de overige sectoren. In de energiesector wordt een forse daling verwacht met meer dan 50% (8 kiloton). De uitstoot van stikstofoxiden in de industrie daalt licht met 9% (bijna 3 kiloton). Dalende emissies zien we verder bij verbrandingsinstallaties in de glastuinbouw (sector landbouw), de utiliteitsbouw (sector diensten en bouw) en bij woningen (sector huishoudens). Opgeteld daalt de uitstoot door deze bronnen met bijna 11 kiloton.

Figuur 3.4 toont de Nederlandse NO<sub>x</sub>-emissies zoals ze zijn gebruikt voor het berekenen van de GCN/GDN-kaarten. Omdat de NO<sub>x</sub> uit landbouwgronden in de vorige ronde niet en in deze ronde wel worden meegenomen, is er een systematisch verschil tussen beide rondes. De grootte van dit methodeverschil is zichtbaar als het verschil tussen het emissiepunt voor 2018 van dit jaar en het begin van de lijn uit de rapportage van vorig jaar (rapportage 2020). Dit verklaart ook het grootste deel van het verschil tussen de twee ramingen.

#### NO<sub>x</sub>-emissies



De verkenningen in de rapportage 2020 zijn gebaseerd op basis van het vastgesteld beleid. De verkenningen in de rapportage GCN2021 zijn gebaseerd op de referentieraming uit de KEV2020 met cijfers volgens de definitie 'op Nederlands grondgebied'. Deze definitie is inclusief de emissies van stikstofoxiden uit landbouwgronden (die niet meetellen voor de in Europa afgesproken emissiedoelen) en op basis van brandstofverbruik voor het wegverkeer. *Figuur 3.4 Verloop van de NO<sub>x</sub>-emissies op Nederlands grondgebied exclusief de zeescheepvaart*

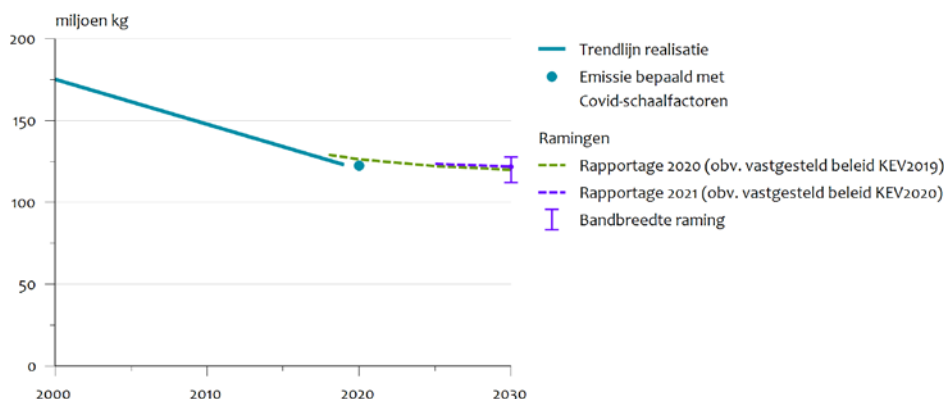
Vanwege de onzekerheid in de effecten van de coronapandemie is er geen raming voor de periode 2020-2024. Daarom begint de lijn in Figuur 3.4 in 2025.

De uitstoot van NH<sub>3</sub> neemt naar verwachting af naar 122 kiloton in 2030 (zie figuur 3.5). Dit is een afname van 6% ten opzichte van 2018 (7 kiloton). Deze daling wordt vooral verklaard door afnemende emissies in de landbouw. De geraamde emissiedaling in de landbouw ten opzichte van 2018 is 8% (9 kiloton). Deze daling wordt verklaard door de afname van het aantal stuks vee en door een geleidelijke overgang naar



emissiearme stallen. De daling vindt grotendeels plaats bij stallen en mestopslag. Bij de bemesting van landbouwgrond met dierlijke mest is de daling gering, wat wordt verklaard doordat de geraamde krimp van de veestapel nagenoeg geen effect heeft op de bemestingsemissies. Kijken we naar de verschillende diercategorieën, dan is de verwachte emissiedaling bij rundvee het grootst, met 4,6 kiloton tussen 2018 en 2030 (7%). Binnen dit cijfer voor rundvee dalen de emissies bij melkkoeien maar heel licht met 0,6 kiloton (1%). De daling bij varkens is 1,7 kiloton (10%) en bij pluimvee 2,3 kiloton (23%). De emissie van ammoniak door de sector mobiliteit is gering, maar neemt toe (met 1,2 kiloton, 27%). Deze toename hangt samen met de katalysatortechniek die wordt toegepast op moderne vrachtauto's en dieselpersonen- en -bestelauto's, om te kunnen voldoen aan de nieuwe strenge praktijkemissionormen voor stikstofoxiden. De hogere ammoniakemissie is een neveneffect van deze techniek, de zogeheten ammoniakslip.

### NH<sub>3</sub>-emissies

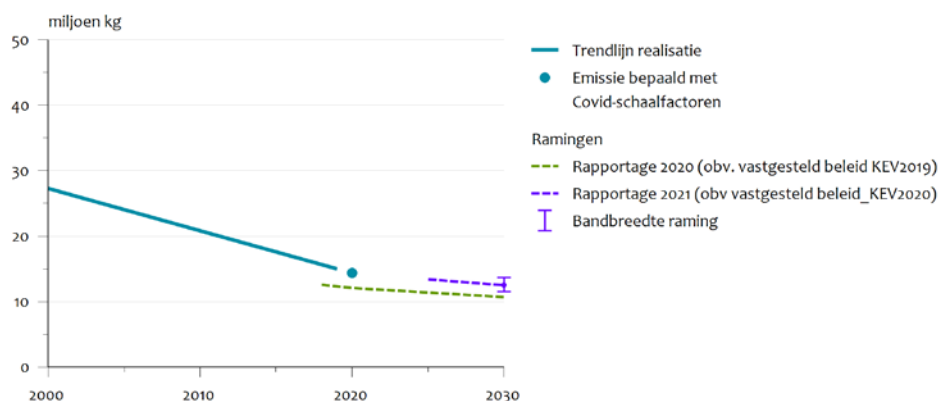


De verkenningen in de rapportage 2020 zijn gebaseerd op het vastgesteld beleid. De verkenningen in de rapportage GCN2021 zijn gebaseerd op de referentieraming uit de KEV2020 met cijfers volgens de definitie 'op Nederlands grondgebied'. Deze definitie is op basis van brandstofverbruik voor het wegverkeer.

*Figuur 3.5 Verloop van de NH<sub>3</sub>-emissies op Nederlands grondgebied*

De uitstoot van fijnstof (PM<sub>2,5</sub>) (op Nederlands grondgebied exclusief zeescheepvaart en inclusief de uitstoot van condenseerbaar fijnstof door houtkachels en open haarden) neemt naar verwachting af naar 12,5 kiloton in 2030 (zie Figuur 3.6). Dit is een afname van 19% ten opzichte van 2018. De grootste daling wordt verwacht bij de sector mobiliteit met 40% (1,4 kiloton). Net als bij stikstofoxiden kan deze forse daling hoofdzakelijk worden toegeschreven aan de Europese emissiewetgeving. Die wetgeving heeft het gebruik van roetfilters op vrijwel alle nieuwe dieselmotoren noodzakelijk gemaakt, ook bij binnenvaartschepen en mobiele werktuigen. Een roetfilter kan vrijwel alle fijnstof uit het uitlaatgas verwijderen. Daarnaast dalen de emissies bij huishoudens, doordat verouderde houtkachels langzaam worden vervangen. De fijnstofuitstoot door huishoudens (inclusief condenseerbaar fijnstof) daalt tussen 2018 en 2030 naar verwachting met circa 1,5 kiloton (23%). De uitstoot van fijnstof (PM<sub>2,5</sub>) door de industrie stijgt licht met 0,2 kiloton (5%).

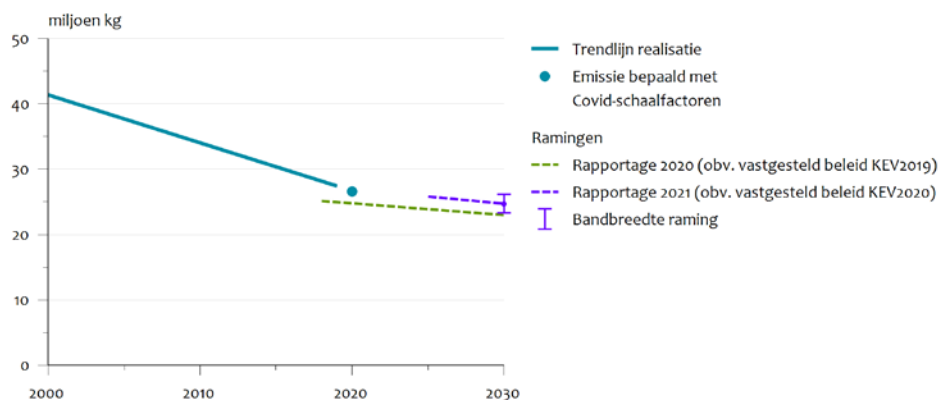
### Primair PM<sub>2.5</sub>-emissies



Figuur 3.6 Verloop van de primaire PM<sub>2.5</sub>-emissies op Nederlands grondgebied exclusief de zeescheepvaart en inclusief condenseerbaar fijnstof door houtkachels en open haarden

Voor PM<sub>10</sub> zien we een vergelijkbaar beeld als bij PM<sub>2.5</sub>. De uitstoot neemt naar verwachting af naar ongeveer 25 kiloton in 2030 (zie Figuur 3.7). De grootste daling wordt net als bij PM<sub>2.5</sub> verwacht bij de sector mobiliteit.

### Primair PM<sub>10</sub>-emissies



Figuur 3.7 Verloop van de primaire PM<sub>10</sub>-emissies op Nederlands grondgebied exclusief de zeescheepvaart en inclusief condenseerbaar fijnstof door houtkachels en open haarden

De verkenningen in de rapportage 2020 zijn gebaseerd op het vastgesteld beleid met gemiddelde economische groei. De verkenningen in de rapportage GCN2021 zijn gebaseerd op de referentieraming uit de KEV2020 met cijfers volgens de definitie 'op Nederlands grondgebied'. Deze definitie is op basis van brandstofverbruik voor het wegverkeer.

### Buitenlandse bronnen

De ruimtelijke verdelingen van de buitenlandse emissies zijn niet geactualiseerd. Voor de kaarten van 2018 zijn de meest recente

emissietotalen gebruikt zoals gerapporteerd door de landen en beschikbaar bij CEIP. Dit betreft de emissies over het jaar 2018. Tussen de gerapporteerde emissies voor 2017 en 2018 zijn, voor de ons omringende landen, de jaarlijkse ontwikkelingen te zien waarbij zowel stijgingen als dalingen voorkomen. Zie tabel 3.3 voor de totalen per land.

*Tabel 3.3 Overzicht van gerapporteerde emissies voor de jaren 2017 en 2018 in miljoen kilogram*

	NO <sub>x</sub>		NH <sub>3</sub>		PM <sub>10</sub>	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
BEL	176	169	67	70	33	32
FRA	807	749	586	594	254	216
DEU	1188	1202	673	636	206	211
GBR	866	842	270	263	171	176

Om een inschatting te maken van de effecten van de coronamaatregelen voor 2020 is gebruikgemaakt van de resultaten en aannames van Velders et al. (Velders 2021). Voor een vertaling van de effecten in de strengste lockdown-periode (half maart tot half mei 2020) naar een jaargemiddelde is ook hier een fractie van 30% aangenomen. Dit betekent dat voor de landen met een vergelijkbare lockdown als in Nederland (België en Duitsland) een jaargemiddeldereeductie van het wegverkeer van 12% verondersteld wordt. Voor landen met een strengere lockdown (zoals Frankrijk en Italië) is een reductie van 15% verondersteld.



## 4 Grootschalige concentraties en bronbijdragen

De grootschalige concentratiekaarten van NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> en EC, zoals die zijn berekend voor deze 2021-rapportage, en de verschillen met de 2020-rapportage, worden hier kort weergegeven in de vorm van tabellen en figuren. De berekende concentraties in de prognoses geven de meest waarschijnlijke schatting van de te verwachten concentraties. Bij het gebruik van de kaarten moet rekening worden gehouden met bandbreedtes en onzekerheden (zie Velders et al., 2016).

De kaarten en achterliggende data zijn te vinden op de GCN-website (<http://www.rivm.nl/gcn>). In dit hoofdstuk worden alleen de belangrijkste bevindingen en verschillen in concentraties ten opzichte van de 2020-rapportage besproken.

### 4.1 GCN-kaarten

#### 4.1.1 NO<sub>2</sub>-concentraties

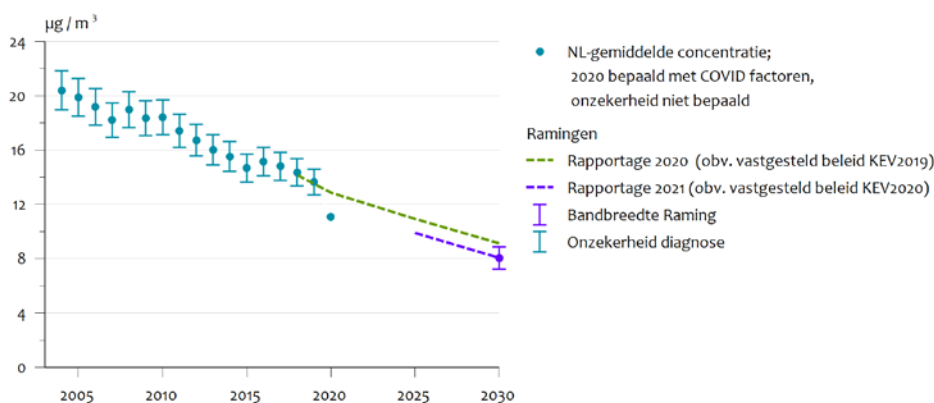
De huidige GCN-kaart voor NO<sub>2</sub> voor 2020 vertoont voor het grootste deel van Nederland fors lagere concentraties, gemiddeld ongeveer 2,6 µg m<sup>-3</sup>, dan de kaart die vorig jaar voor 2019 is gemaakt. De verlagingen zijn het gevolg van de lagere gemeten NO<sub>2</sub>-concentraties in het jaar 2020 ten opzichte van 2019. Deze metingen worden gebruikt om de modelresultaten te kalibreren. Een dergelijke daling past bij de ontwikkeling van de emissies zoals geraamd in 2020, waarbij er rekening is gehouden met het effect op emissies van de COVID-pandemie.

Gemiddeld over Nederland is de NO<sub>2</sub>-concentratie in de huidige GCN-kaart voor 2030 iets lager dan de raming van vorig jaar gemiddeld ongeveer 1 µg m<sup>-3</sup>. De lagere concentraties komen vooral door het toepassen van nieuwe inzichten in de toegepaste kalibratiemethodiek (zie paragraaf 6.3). Figuur 4.1 toont de ontwikkelingen in de diagnosekaarten van dit jaar en vorig jaar en in de prognosekaarten. De onzekerheidsband in de prognoses is berekend door de berekende onzekerheden per sector, uit het PBL-rapport (Smeets 2020) op te tellen. Hiermee wordt de onzekerheidsbijdrage van de ramingen van de Nederlandse emissies op de prognosekaarten overschat<sup>4</sup>. Dit wordt (deels) gecompenseerd, doordat er geen onzekerheid in de buitenlandse emissies wordt meegenomen. Ook kan het effect van de COVID-pandemie een extra onzekerheid opleveren die niet in deze schattingen is meegenomen. De onzekerheden in het PBL-rapport zijn uitgedrukt als 90% betrouwbaarheidsinterval (Smeets et al., 2020). De onzekerheidsband in het Nederlands gemiddelde in de diagnosekaarten van de gepasseerde jaren (7%) is gebaseerd op de systematische onzekerheid in de metingen (3%, 1 sigma) en de onzekerheid in elk van de kalibratiepunten (15%, 1 sigma). Het aantal kalibratiepunten bedraagt circa twintig stuks. Voor de vergelijkbaarheid is de onzekerheid in het gemiddelde van de diagnosekaarten ook uitgedrukt als 90% betrouwbaarheidsband (1,7 sigma). De onzekerheid in het gemiddelde van de diagnosekaarten zal ook voortplanten in de onzekerheid van de prognoses. Deze zijn in de

<sup>4</sup> Omdat in de praktijk mogelijke tegenvallers in de ene sector kunnen worden gecompenseerd door meevallers in een andere sector

berekende bandbreedtes niet meegenomen omdat deze, bij vergelijking van de resultaten van jaren met elkaar, grotendeels wegvallen. Bij de figuren voor de andere componenten is dezelfde systematiek toegepast, waarbij de systematische onzekerheid in de meetinstrumenten wat groter is dan bij NO<sub>2</sub>.

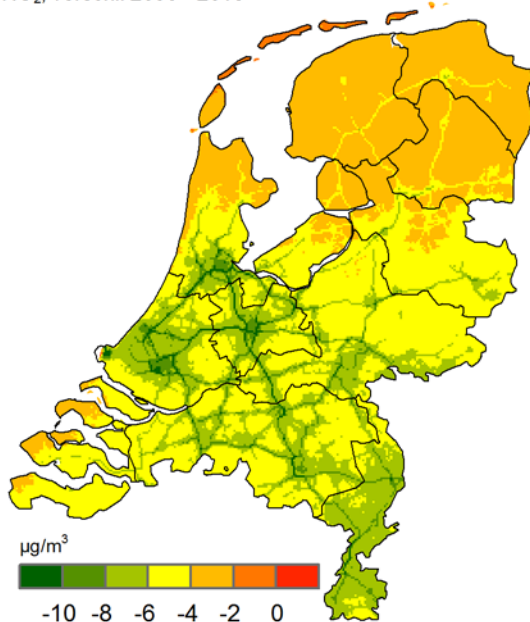
#### Grootschalige NO<sub>2</sub>-concentratie



De concentratie gemiddeld over Nederland. De realisatie is weergegeven als stippen met onzekerheidsmarge van het Nederlands gemiddelde, ongeveer 7% (1.7 sigma). De realisaties zijn bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen. De prognoses zijn op basis van het vastgestelde beleid en langjarig gemiddelde meteo. In de bandbreedtes van de prognoses is alleen de onzekerheid in de toekomstige ontwikkeling van Nederlandse emissies meegenomen (zie tekst).

*Figuur 4.1 Ontwikkeling grootschalige NO<sub>2</sub>-concentratie*

#### NO<sub>2</sub>, verschil 2030 - 2018



Een negatief getal betekent dat de concentratie daalt. De 2018- en 2030-kaarten zijn gebaseerd op langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart. Voor 2030 zijn de ramingen uit de KEV2020 toegepast, voor 2018 de vastgestelde emissies consistent met deze ramingen.

*Figuur 4.2 Ontwikkeling grootschalige NO<sub>2</sub>-concentratie tussen 2018 en 2030*

In Figuur 4.2 is de verwachte daling van de NO<sub>2</sub>-concentraties in 2030 ten opzichte van 2018 weergegeven. Om de invloed van jaarlijkse meteovariaties te reduceren, worden beide met de langjarige meteo uitgerekend. Er is voor het jaar 2018 gekozen, omdat de ramingen consistent zijn met de vorig jaar vastgestelde emissiereeks. Deze reeks loopt niet verder dan 2018. Met deze consistente dataset in emissies voor historische en toekomstige jaren is het mogelijk om toekomstige concentratietrends te bepalen. In de periode 2018-2030 dalen de concentraties gemiddeld met ongeveer 5 µg/m<sup>3</sup>.

In de figuur is zichtbaar dat de grootste daling plaatsvindt in de Randstad en rond de snelwegen. Dit laat zien dat de verschoning van het wagenpark nog steeds een belangrijke factor is bij de verbetering van de luchtkwaliteit in 2030. Een ander gebied met forse daling is Limburg. Dit komt vooral door de daling van de buitenlandse emissies.

In Tabel 4.1 is de daling voor de diverse luchtkwaliteitzones en -agglomeraties weergegeven en de bijdrage van de emissiesectoren.

Tabel 4.1 Verschil gemodelleerde NO<sub>2</sub>-concentratie ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) 2018-2030 met langjarige meteorologie en gebaseerd op KEV 2020 en de bijbehorende ER-reeks 1990-2018

	Neder- land	Amster- dam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen Kerkrade	Noord- Nederland	Midden- Nederland	Zuid- Nederland
<b>NO<sub>2</sub>-concentratie 2018</b>	13,1	18,5	20,1	19,6	22,8	18,0	14,1	9,6	14,1	15,3
<b>NO<sub>2</sub>-concentratie 2030</b>	8,1	11,7	12,8	11,4	15,1	10,8	7,0	6,0	8,6	9,5
Verandering concentratie	-5,0	-6,8	-7,2	-8,2	-7,7	-7,3	-7,1	-3,6	-5,5	-5,8
Industrie	-	-	-	-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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wegverkeer	-1,6	-3,3	-3,0	-4,5	-3,1	-2,9	-1,6	-1,0	-2,1	-1,6
Overig verkeer	-0,4	-0,7	-0,6	-0,9	-1,1	-0,4	-0,3	-0,3	-0,5	-0,3
Landbouw	-0,1	-0,2	-0,6	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1
Huishoudens	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
HDO/Bouw	-0,1	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Internationale scheepvaart	-0,3	-0,6	-0,6	-0,3	-0,7	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3
Buitenland	-2,2	-1,4	-1,6	-1,7	-1,9	-3,2	-4,7	-1,7	-2,0	-3,3

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  $0,05 \mu\text{g m}^{-3}$  niet weergegeven. De getallen zijn verder afgerond op  $0,1 \mu\text{g m}^{-3}$ .

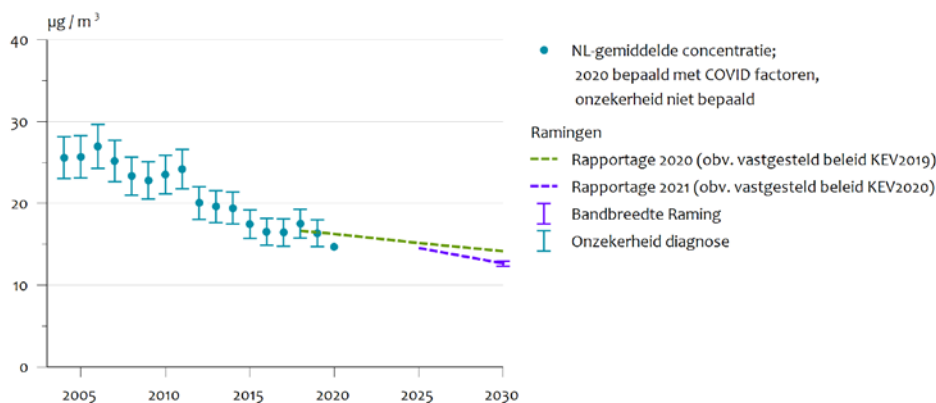


#### 4.1.2 *PM<sub>10</sub>-concentraties*

De GCN-kaart van PM<sub>10</sub> van het diagnosejaar 2020 is gemiddeld over Nederland ongeveer 1,1 µg/m<sup>3</sup> lager dan die van 2019 (Figuur 4.4). De afname is het gevolg van lagere gemeten PM<sub>10</sub>-concentraties in het jaar 2020 ten opzichte van 2019. Deze metingen worden gebruikt om de modelresultaten te kalibreren. De afname is ook consistent met de veronderstelde effecten van de coronamaatregelen.

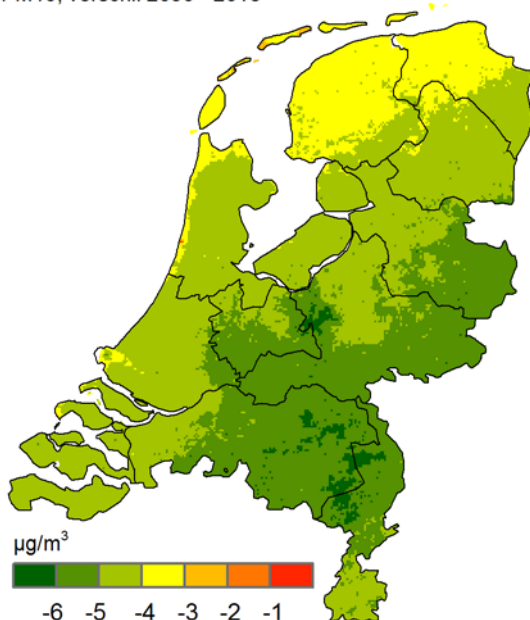
Gemiddeld over Nederland is de PM<sub>10</sub>-concentratie in de huidige GCN-kaart voor 2030 aanzienlijk lager dan de raming van vorig jaar, gemiddeld ongeveer 1,5 µg/m<sup>3</sup>. Dit komt door een betere afstemming tussen de nieuwe modellering van secundair aerosol in combinatie met de aangepaste kalibratie aan de metingen (zie paragraaf 6.3).

Grootschalige PM<sub>10</sub>-concentratie



De concentratie gemiddeld over Nederland. De realisatie is weergegeven als stippen met onzekerheidsmarge van het Nederlands gemiddelde, ongeveer 10% (1,7 sigma). De realisaties zijn bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen. De prognoses zijn op basis van het vastgestelde beleid en langjarig gemiddelde meteo. In de bandbreedtes van de prognoses is alleen de onzekerheid in de toekomstige ontwikkeling van Nederlandse emissies meegenomen.

Figuur 4.4 Ontwikkeling grootschalige PM<sub>10</sub>-concentratie

PM<sub>10</sub>, verschil 2030 - 2018

Een negatief getal betekent dat de concentratie daalt. De 2018- en 2030-kaarten zijn gebaseerd op langjarig gemiddelde meteorologie, jaarspecifieke chemie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart. Voor 2030 zijn de ramingen uit de KEV2020 toegepast, voor 2018 de vastgestelde emissies consistent met deze ramingen.

*Figuur 4.5 Ontwikkeling grootschalige PM<sub>10</sub>-concentratie tussen 2018 en 2030*

In Figuur 4.5 is de verwachte daling van de PM<sub>10</sub>-concentraties in 2030 ten opzichte van 2018 weergegeven. Er is voor het jaar 2018 gekozen, omdat de ramingen consistent zijn met de vorig jaar vastgestelde emissies van 2018. Met deze consistente dataset in emissies voor historische en toekomstige jaren is het mogelijk toekomstige trends te bepalen. De concentraties dalen naar 2030 gemiddeld met ongeveer 4,5 µg/m<sup>3</sup>. In de figuur is zichtbaar dat de daling een duidelijke gradiënt vertoont. De daling is het sterkst in het zuidoosten en minder in het noordwesten. De daling is grotendeels het gevolg van lagere NO<sub>x</sub>-emissies in 2030 in binnen- en buitenland. NO<sub>x</sub> (NO en NO<sub>2</sub>) wordt in de atmosfeer omgezet in andere componenten, hetgeen uiteindelijk leidt tot de vorming van nitraatzouten. Door de verminderde NO<sub>x</sub>-emissie vermindert de bijdrage van nitraat aan PM<sub>10</sub> met bijna 2 µg/m<sup>3</sup>. Ook de primaire emissies dalen. De lagere primaire PM<sub>10</sub>-emissies in binnen- en buitenland zorgen voor een verdere verlaging van de PM<sub>10</sub>-concentraties van ongeveer 0,4 µg/m<sup>3</sup>.

De daling is groter dan in vorige jaren is berekend. Dit komt mede door een verbetering van de chemie in het OPS-model en de bijpassende kalibratie. Voor details zie paragraaf 6.3.

#### 4.1.3

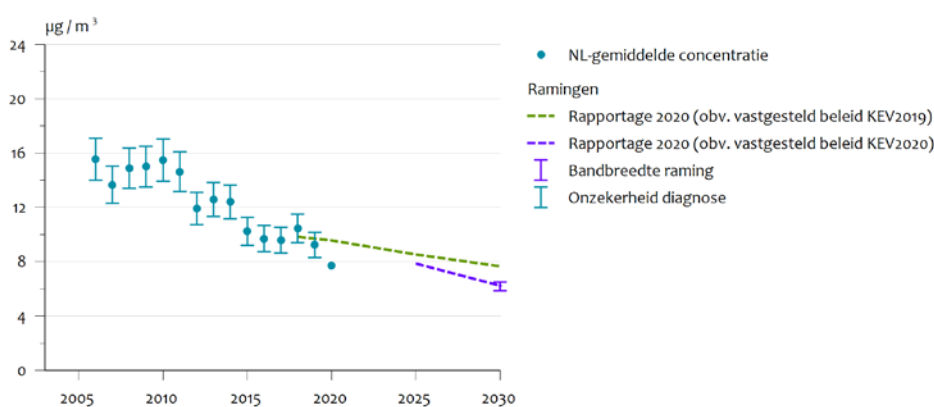
##### *PM<sub>2,5</sub>-concentraties*

De GCN-kaart van PM<sub>2,5</sub> van 2020 is gemiddeld over Nederland ongeveer 1,2 µg/m<sup>3</sup> lager dan die van 2019 (Figuur 4.6). De verlagingen zijn het gevolg van lagere gemeten PM<sub>2,5</sub>-concentraties in het jaar 2020 ten opzichte van 2019. Deze metingen worden gebruikt om de

modelresultaten te kalibreren. De afname is consistent met de veronderstelde effecten van de coronamaatregelen.

Gemiddeld over Nederland is de  $PM_{2,5}$ -concentratie in de huidige GCN-kaart voor 2030 aanzienlijk lager dan de raming van vorig jaar, gemiddeld ongeveer  $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dit komt, net als bij  $PM_{10}$ , door een betere afstemming tussen de nieuwe modellering van secundair aerosol in combinatie met de aangepaste kalibratie aan de metingen (zie paragraaf 6.3).

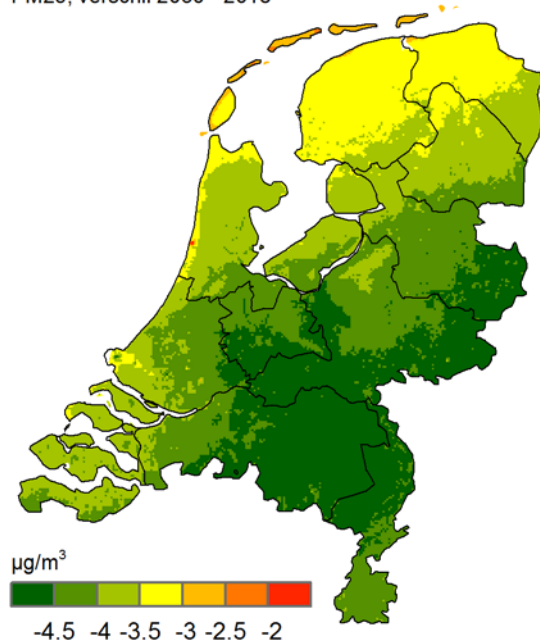
#### Grootschalige $PM_{2,5}$ -concentratie



De concentratie gemiddeld over Nederland. De realisatie is weergegeven als stippen met onzekerheidsmarge van het Nederlands gemiddelde, ongeveer 10% (1,7 sigma). De realisaties zijn bepaald met de actuele meteorologie en gekalibreerd aan de hand van metingen. De prognoses zijn op basis van het vastgestelde beleid en langjarig gemiddelde meteo. In de bandbreedtes van de prognoses is alleen de onzekerheid in de toekomstige ontwikkeling van Nederlandse emissies meegenomen.

*Figuur 4.6 Ontwikkeling grootschalige  $PM_{2,5}$ -concentratie*

PM25, verschil 2030 - 2018



Een negatief getal betekent dat de concentratie daalt. De 2018- en 2030-kaarten zijn gebaseerd op langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart. Voor 2018 zijn de vorig jaar vastgestelde officiële emissiecijfers gebruikt, voor 2030 de ramingen met vastgesteld beleid.

*Figuur 4.7 Ontwikkeling grootschalige PM<sub>2,5</sub>-concentratie tussen 2018 en 2030*

In Figuur 4.7 is de verwachte daling van de PM<sub>2,5</sub>-concentraties in 2030 ten opzichte van 2018 weergegeven. Er is voor het jaar 2018 gekozen, omdat de ramingen consistent zijn met de vorig jaar vastgestelde emissies van 2018. Met deze consistente dataset in emissies voor historische en toekomstige jaren is het mogelijk om toekomstige trends te bepalen. In de figuur is zichtbaar dat de concentraties naar 2030 gemiddeld met ongeveer 4 µg/m<sup>3</sup> dalen. Net als bij PM<sub>10</sub> is ook hier een duidelijke gradiënt aanwezig. De daling is het sterkst in het zuidoosten en minder in het noordwesten. Als we Figuur 4.7 en 4.5 vergelijken, zien we dat de daling in de PM<sub>10</sub>-concentraties voor een groot deel veroorzaakt wordt door de daling in PM<sub>2,5</sub>. Bij de daling spelen ook hier de lagere NO<sub>x</sub>-emissies in 2030 een belangrijke rol. Net als bij PM<sub>10</sub> leidt dit tot een lagere nitraatbijdrage. Hierdoor is de bijdrage van de nitraatconcentratie aan PM<sub>2,5</sub> in 2030 bijna 1,6 µg/m<sup>3</sup> minder dan in 2018. Ook de lagere primaire PM<sub>2,5</sub>-emissies in 2030 zorgen voor een verlaging van de PM<sub>2,5</sub>-concentraties van ongeveer 0,4 µg/m<sup>3</sup> ten opzichte van 2018.

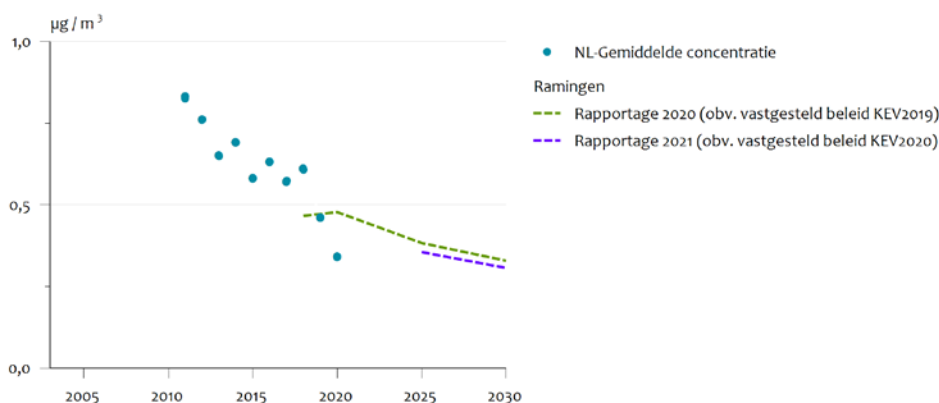
De daling is groter dan in vorige jaren is berekend. Dit komt vooral door een verbetering van de chemie in het OPS-model en de bijpassende kalibratie. Voor details zie paragraaf 6.3.

#### 4.1.4 EC-concentraties (indicatief)

Kaarten en emissiefactoren voor elementair koolstof (EC) zijn, net als voorgaande jaren, in GCN-kader vervaardigd. 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

gekwalficeerd 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 voorsnóg minder waarde worden toegekend. De EC-kaarten zijn gebaseerd op de berekeningen van de primair geëmitteerde  $PM_{2,5}$  en een verhouding per sector tussen de emissies van EC en  $PM_{2,5}$ . Door TNO en PBL zijn emissiefactoren voor EC bepaald voor het gebruik in lokale verkeersmodellen (zie Bijlage 2). De berekende EC-concentratie gemiddeld voor Nederland is voor 2020 ongeveer  $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lager dan in 2019 (Figuur 4.8). Dit is in lijn met de daling van de  $PM_{2,5}$ -concentraties.

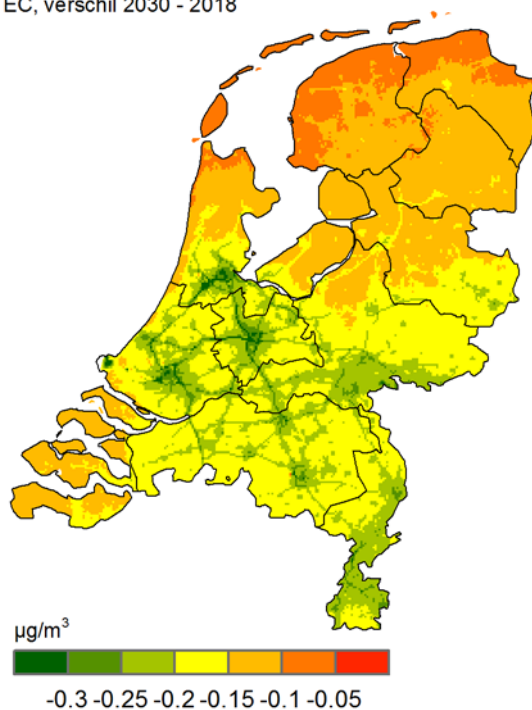
#### Grootschalige EC-concentratie (indicatief)



De concentratie, gemiddeld over Nederland, op basis van het vastgestelde beleid. De realisaties zijn bepaald met de actuele meteorologie. De prognoses zijn berekend met langjarige meteorologie.

*Figuur 4.8 Ontwikkeling indicatieve grootschalige EC-concentratie*

EC, verschil 2030 - 2018



Een negatief getal betekent dat de concentratie daalt. De 2018- en 2030-kaarten zijn gebaseerd op langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart. Voor 2018 zijn de meest recente officiële emissiecijfers gebruikt, voor 2030 de ramingen met vastgesteld beleid.

*Figuur 4.9 Ontwikkeling grootschalige EC-concentratie tussen 2018 en 2030*

In Figuur 4.9 is de verwachte daling van de EC-concentraties in 2030 ten opzichte van 2018 weergegeven. Er is voor het jaar 2018 gekozen, omdat de ramingen consistent zijn met de vorig jaar vastgestelde emissies van 2018. In de figuur is zichtbaar dat de concentraties naar 2030 gemiddeld met ongeveer 0,15 µg/m<sup>3</sup> dalen. In en rond drukke snelwegen is dit beduidend meer dan in het landelijk gebied.

#### 4.2 Opbouw concentraties NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, EC en SO<sub>2</sub>

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 in 2020 van NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, EC en SO<sub>2</sub> 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 luchtkwaliteitszones, Noord-, Midden- en Zuid-Nederland.

Tabel 4.2 Opbouw van de NO<sub>2</sub>-concentratie (µg m<sup>-3</sup>) in 2020<sup>1</sup>

	Neder- land	Amster- dam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotter- dam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen /Kerk- rade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	0,3	0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4
Raffinaderijen	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	-	-	-	0,1	-
Energiesector	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	-	0,1	0,1	0,1
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-
Wegverkeer	2,7	5,5	5,3	6,9	5,4	4,8	2,2	1,7	3,4	2,5
Overig verkeer	1,6	3,1	3,0	3,2	4,5	1,6	0,8	1,2	2,0	1,4
Landbouw	1,3	0,8	1,1	1,2	0,8	0,8	0,4	1,4	1,4	1,1
Huishoudens	0,4	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3
HDO <sup>2</sup> /Bouw	0,2	0,5	0,6	0,5	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
Internationale scheepvaart	1,1	2,1	3,0	1,1	2,9	0,6	0,2	0,9	1,1	1,1
Buitenland	3,4	2,2	2,7	2,5	3,1	4,8	5,9	2,6	3,1	4,9
<b>Totaal</b>	<b>11,1</b>	<b>15,7</b>	<b>17,4</b>	<b>16,6</b>	<b>19,0</b>	<b>13,9</b>	<b>10,5</b>	<b>8,6</b>	<b>12,3</b>	<b>12,0</b>

1. De bijdragen zijn bepaald op basis van de NO<sub>x</sub>-bijdragen en de gekalibreerde NO<sub>2</sub>-kaart. In verband met de niet-lineaire relatie tussen NO<sub>x</sub> en NO<sub>2</sub> is de onderverdeling afhankelijk van de totale concentratie en kunnen individuele bijdragen niet zomaar afzonderlijk worden beschouwd. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan het aantal decimalen aangeeft. Bijdragen zijn gebaseerd op 2020-corona PBL hoog scenario aangevuld met 50% reductie voor luchtvaart (zie tekst).
2. HDO = handel, diensten en overheid.

Tabel 4.3 Opbouw van de PM<sub>10</sub>-concentratie (µg m<sup>-3</sup>) in 2020<sup>1</sup>

	Neder- land	Amster- dam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotter- dam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen /Kerk- rade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	0,5	1,0	0,6	0,7	0,8	0,6	0,4	0,4	0,6	0,4
Raffinaderijen	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Energiesector	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Afvalverwerking	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wegverkeer	0,6	0,9	0,8	1,3	0,8	0,8	0,4	0,4	0,8	0,6
Overig verkeer	0,4	0,5	0,5	0,7	0,6	0,4	0,2	0,3	0,5	0,3
Landbouw	0,7	0,4	0,3	0,7	0,4	0,9	0,3	0,7	0,8	0,8
Huishoudens	0,6	1,1	1,2	1,2	1,0	1,0	0,8	0,5	0,8	0,6
HDO/Bouw	0,2	0,5	0,5	0,3	0,8	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Internationale scheepvaart	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,4	0,2	0,5	0,5	0,4
Buitenland	4,3	3,4	3,7	4,0	4,0	5,7	6,5	3,8	4,2	5,5
Zeezout	2,2	3,1	3,3	2,2	2,7	1,4	1,1	2,3	2,3	1,8
SOA	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Bodemstof en overig	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
<b>Totaal</b>	<b>14,7</b>	<b>16,4</b>	<b>16,3</b>	<b>16,5</b>	<b>16,6</b>	<b>16,1</b>	<b>14,5</b>	<b>13,6</b>	<b>15,2</b>	<b>15,2</b>

1. De bijdragen zijn bepaald op basis van de gekalibreerde PM<sub>10</sub>-kaart. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan dat het aantal decimalen aangeeft. De toedeling naar bronnen is op basis van massa. Een '-' geeft een concentratie kleiner dan 0,05 µg m<sup>-3</sup> aan. Bijdragen zijn gebaseerd op 2020-corona PBL hoog scenario aangevuld met 50% reductie voor luchtvaart (zie tekst).



Tabel 4.4 Verschil gemodelleerde  $PM_{10}$ -concentratie ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) 2018-2030 met langjarige meteorologie en gebaseerd op KEV 2020 en de bijbehorende ER reeks 1990-2018

	Neder- land	Amster- dam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotterdam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen Kerkrade	Noord- Nederland	Midden- Nederland	Zuid- Nederland
<b>PM<sub>10</sub>-concentratie 2018</b>	17,3	18,9	18,7	19,6	19,4	19,4	17,2	15,9	18,1	18,3
<b>PM<sub>10</sub>-concentratie 2030</b>	12,7	14,6	14,3	14,5	15,0	13,9	12,4	11,6	13,2	13,2
Verandering concentratie	-4,7	-4,3	-4,3	-5,1	-4,4	-5,5	-4,8	-4,3	-4,8	-5,1
Industrie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Raffinaderijen	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energiesector	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0
Afvalverwerking	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wegverkeer	-0,4	-0,5	-0,4	-0,7	-0,4	-0,4	-0,2	-0,3	-0,5	-0,3
Overig verkeer	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1
Landbouw	-0,5	-0,3	-0,3	-0,5	-0,3	-0,6	-0,2	-0,4	-0,5	-0,5
Huishoudens	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
HDO/Bouw	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0
Internationale scheepvaart	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2
Buitenland	-3,2	-2,6	-2,7	-2,9	-2,8	-3,8	-4,1	-2,9	-3,1	-3,7

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  $0,05 \mu\text{g m}^{-3}$  niet weergegeven. De getallen zijn verder afgerond op  $0,1 \mu\text{g m}^{-3}$ .

Tabel 4.5 Opbouw van de PM<sub>2,5</sub>-concentratie (µg m<sup>-3</sup>) in 2020<sup>1</sup>

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

1. De bijdragen zijn bepaald op basis van de gekalibreerde PM<sub>2,5</sub>-kaart. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan dat het aantal decimalen aangeeft. De toedeling naar bronnen is op basis van massa. Een '-' geeft een concentratie kleiner dan 0,05 µg m<sup>-3</sup> aan. Bijdragen zijn gebaseerd op 2020-corona PBL hoog scenario aangevuld met 50% reductie voor luchtvaart (zie tekst).

Tabel 4.6 Opbouw van de EC-concentratie ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) in 2020<sup>1</sup>

	Neder- land	Amster- dam/ Haarlem	Den Haag/ Leiden	Utrecht	Rotter- dam/ Dordrecht	Eind- hoven	Heerlen/ Kerk- rade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raffinaderijen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energiesector	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Afvalverwerking	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wegverkeer	0,05	0,10	0,08	0,13	0,08	0,08	0,04	0,03	0,06	0,04
Overig verkeer	0,03	0,05	0,05	0,07	0,08	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03
Landbouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huishoudens	0,05	0,08	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,04	0,06	0,05
HDO <sup>1</sup> /Bouw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Internationale scheepvaart	0,01	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	-	0,01	0,01	0,01
Buitenland	0,20	0,15	0,17	0,18	0,20	0,29	0,39	0,16	0,19	0,29
<b>Totaal</b>	<b>0,34</b>	<b>0,40</b>	<b>0,42</b>	<b>0,48</b>	<b>0,47</b>	<b>0,48</b>	<b>0,51</b>	<b>0,24</b>	<b>0,36</b>	<b>0,41</b>

1. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan het aantal decimalen aangeeft. Een '-' geeft een concentratie kleiner dan  $0,005 \mu\text{g m}^{-3}$  aan. Bijdragen zijn gebaseerd op 2020-corona PBL hoog scenario aangevuld met 50% reductie voor luchtvaart (zie tekst).

Tabel 4.7 Opbouw van de SO<sub>2</sub>-concentratie (µg m<sup>-3</sup>) in 2020<sup>1</sup>

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

1. De bijdragen zijn bepaald op basis van de gekalibreerde SO<sub>2</sub>-kaart. Let op: de onzekerheid in de concentraties is groter dan dat het aantal decimalen aangeeft. Een '-' geeft een concentratie kleiner dan 0,05 µg m<sup>-3</sup> aan. Bijdragen zijn gebaseerd op 2020-corona PBL hoog scenario aangevuld met 50% reductie voor luchtvaart (zie tekst).

### 4.3 Bijdragen concentraties fijnstof voor effecten maatregelen

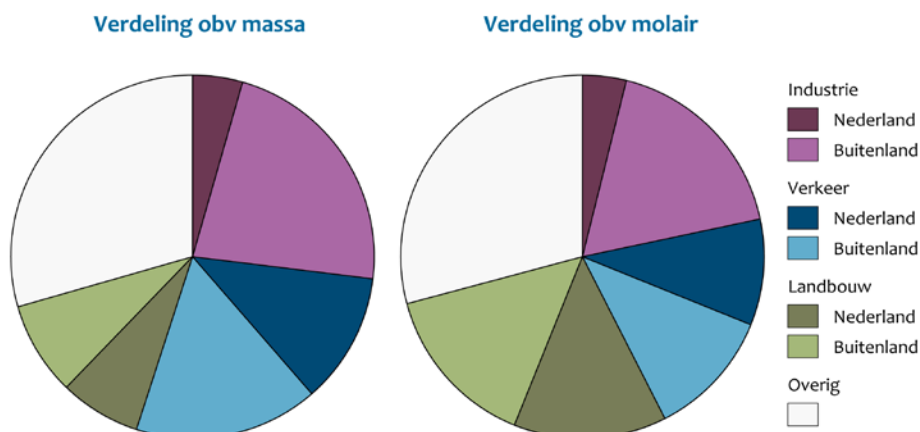
De toedeling van de concentratie aan sectoren kan op verschillende manieren worden bepaald en hangt onder andere af van het doel van de toedeling. Dit geldt vooral voor de toedeling aan de sectoren aan het secundair anorganisch aerosol (SIA) van de fijnstofconcentratie. Meestal wordt deze toedeling gedaan op basis van de massa van de verschillende aerosolen (zoals in Tabel 4.3 en 4.4, 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  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  of twee ammonium- en één sulfaation voor  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Deze ionen verschillen echter sterk in massa, waarbij 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 kan geven in de concentratie van het ammoniumnitraataerosol dan een in massa gelijke reductie van stikstofoxiden. Er is dus een verschillend effect van een reductie in de verschillende precursoremissies en de aerosolconcentratie. Bovenstaande is maar één onderdeel van de complexe relaties 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 atmosferisch chemisch transportmodel nodig. Deze processen worden in een vereenvoudigde vorm 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  $\text{PM}_{2,5}$ -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 totale aantal deeltjes.

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



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).

*Figuur 4.10 Verdeling  $PM_{2,5}$ -concentratie gemiddeld voor Nederland op basis van de aerosolmassa (links) en op basis van het aantal aerosoldeeltjes (rechts)*

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 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 anorganisch aerosol in massa, voor beide verdelingen hetzelfde is. Dit werkt dus ook direct door in de effecten van emissiebeperkende maatregelen op de fijnstofconcentraties; bij de landbouw kunnen deze dus een groter effect hebben dan met een toedeling op massabasis.

#### 4.4 Onzekerheden in de GCN-kaarten

De GCN-kaarten hebben diverse bronnen van onzekerheden. Deze betreffen onder andere de locatie en de hoeveelheid van de emissies van de diverse stoffen, de onzekerheid in de verspreiding via het OPS-model en 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. Voor het jaar 2020 zullen de onzekerheden waarschijnlijk groter zijn dan gebruikelijk door de schattingen die gemaakt moesten worden om het effect van de coronamaatregelen mee te nemen.

De onzekerheid in toekomstscenario's is groter dan voor gepasseerde jaren, omdat er geen meetgegevens beschikbaar zijn om het modelresultaat aan te kalibreren. Invoer voor de modelberekeningen, zoals de toekomstige ontwikkelingen in emissies en de weersomstandigheden, zijn inherent onzeker. Zo is nog onduidelijk hoe het stikstofbeleid gaat uitpakken, in welke mate het te voeren klimaatbeleid zal leiden tot meer fijnstofemissies door het stoken van biomassa en of er langetermijneffecten zijn van de coronamaatregelen. In de ramingen van de buitenlandse emissies zitten soortgelijke onzekerheden. Daarnaast is ook onzeker hoe de toekomstige spreiding van bevolking en arbeidsplaatsen eruit gaat zien. Waar worden bijvoorbeeld de één miljoen bij te bouwen woningen neergezet en hoe worden de landbouwemissies beïnvloed door bijvoorbeeld uitkoopregelingen?

Er zijn regelmatig nieuwe wetenschappelijke inzichten. Kennislacunes vormen een van de verklaringen van de geconstateerde verschillen tussen de modelberekeningen en de metingen. Het kost tijd en onderzoek om nieuwe inzichten in de kaarten te verwerken. De kaarten worden door extra bronnen niet systematisch hoger of lager, aangezien de kaarten gekalibreerd zijn aan de metingen.

Bij de berekening van de kaarten van de huidige GCN-ronde 2021 is een aantal modelverbeteringen toegepast (zie hoofdstuk 6 Innovaties en verbeteringen). Hierdoor is de onzekerheid van de berekening van de GCN-kaarten in het algemeen kleiner geworden. Een modelverbetering betreft de organische fractie van fijnstof. Ook is voor het eerst de bijdrage van NO<sub>x</sub> uit landbouwbodems meegenomen. De andere verbetering is de kalibratie van de berekende stikstofdioxideconcentraties. Deze verbetering, inclusief de versterking van de set aan meetwaarden was zeer welkom in 2020 aangezien, door de coronamaatregelen, de onzekerheid in de emissies groter is dan gebruikelijk.





## 5 Grootschalige depositie en bronbijdragen

De grootschalige depositiekaarten van stikstof, zoals die zijn berekend voor deze 2021-rapportage, worden hier kort weergegeven in de vorm van tabellen en figuren. Ook worden verschillen met de 2020-rapportage gepresenteerd. De onzekerheid in de gemiddelde stikstofdepositie in een 1x1 km gridcel is geschat op 35% (1 sigma). Voor het Nederlands gemiddelde zal de onzekerheid aanzienlijk kleiner zijn. Bij het gebruik van de kaarten moet met deze bandbreedte-onzekerheden rekening worden gehouden (zie Velders et al., 2016).

De invoerdata voor emissies en ramingen zijn voor de depositieberekeningen identiek aan invoerdata voor de concentratieberekeningen. Alle keuzes en aannames in hoofdstuk 3 en 4 over de inschatting van de coronamaatregelen en het gebruik van de KEV 2020, zijn dus hier ook van kracht. Ook de toevoeging van stikstofdioxide uit landbouwbodems heeft effect op de stikstofdepositie. De aanpassing van de chemie van berekeningen is deze ronde nog niet toegepast op de kalibratie van de prognose van de depositie (zie verder hoofdstuk 6).

De kaarten en achterliggende data zijn te vinden op de GCN-website ([www.rivm.nl/gcn](http://www.rivm.nl/gcn)). De GDN-kaarten in deze rapportage hebben een resolutie van 1x1 km en worden gebruikt om de ontwikkeling in de gemiddelde stikstofdepositie in Nederland te volgen. Deze kaarten zijn minder geschikt voor het toetsen aan natuurwaarden, omdat hiervoor een hogere resolutie gewenst is. Daarom wordt de depositie in Natura 2000-gebieden met het AERIUS-systeem op een hogere resolutie uitgerekend (<https://www.aerius.nl/nl>). Die resolutie betreft zowel de lokalisering van de bronnen als de ruimtelijke resolutie van het rekengrid (1 ha in plaats van 1x1 km).

### 5.1 GDN-kaarten

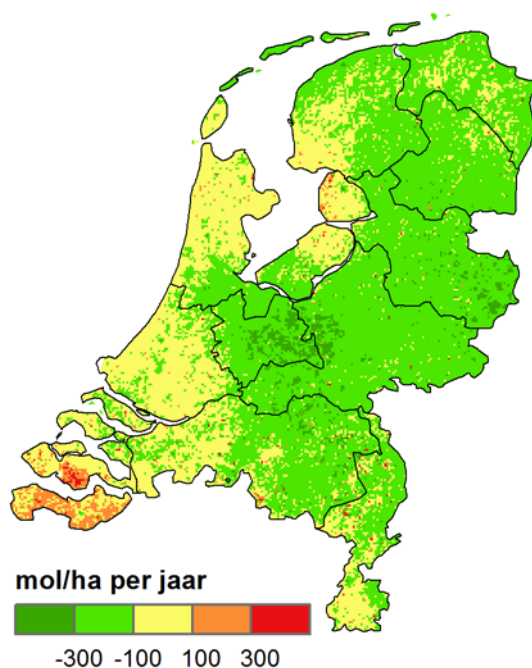
#### 5.1.1 Stikstofdepositie

De belangrijkste bijdrage aan de stikstofdepositie is de droge depositie van ammoniak (NH<sub>3</sub>). De ammoniakconcentraties in de lucht zijn een graadmeter voor de droge depositie van ammoniak. De ammoniakconcentraties zijn in 2020 ongeveer hetzelfde als in 2019 (3% lager). Dit is in lijn met de geringe jaarlijkse veranderingen in NH<sub>3</sub>-emissies en de beperkte impact van de coronamaatregelen op de emissies. NH<sub>3</sub>-concentraties zijn sterk afhankelijk van de weersomstandigheden. Het lijkt erop dat de weersomstandigheden in 2019 en 2020 redelijk vergelijkbaar waren en dus niet tot een grote verandering in de ammoniakconcentraties hebben geleid.

De gemiddelde stikstofdepositie op het hele Nederlandse landoppervlak was in 2020 lager dan in 2019. Deze verlaging (9 procent) valt echter binnen de bandbreedte van de jaarlijkse fluctuatie, onder andere door weersomstandigheden. Op deze daling is Zeeland een uitzondering. Dit is voor een deel te verklaren, omdat de ammoniakemissies in dit gebied in dit jaar hoger zijn dan de emissies die vorig jaar door de Emissieregistratie zijn geleverd. Ook is in dit gebied het verschil tussen

metingen en modelberekeningen dit jaar groter dan vorig jaar, waardoor de gekalibreerde kaart in dit gebied extra omhoog getrokken wordt.

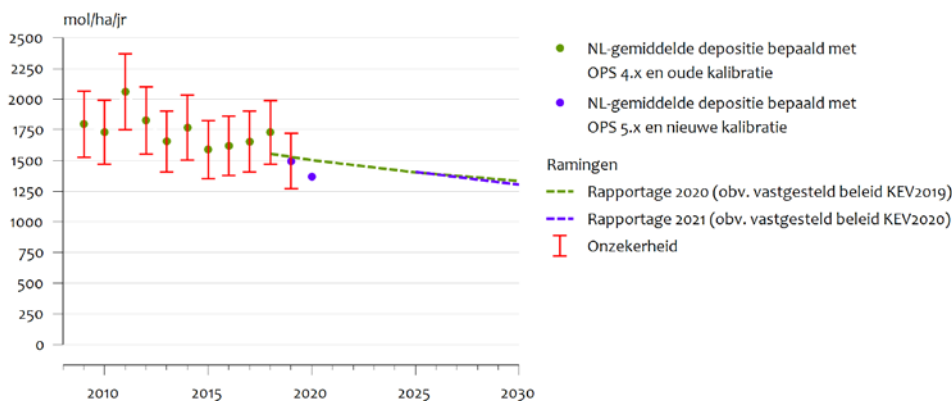
#### Grootschalige stikstofdepositie verschil 2020 - 2019



Een negatief getal betekent dat de stikstofdepositie daalt. De kaarten zijn gebaseerd op jaarspecifieke meteorologie en kalibratiekaart. Voor 2020 zijn de meest recente officiële emissiecijfers gebruikt, met aanpassingen voor corona.

*Figuur 5.1 Verskil grootschalige stikstofdepositie tussen 2019 en 2020*

#### Grootschalige stikstofdepositie



De depositie gemiddeld over Nederland, voor GCN2021, op basis van het vastgestelde beleid. Voor stikstofdepositie zijn geen bandbreedtes voor 2020 en de prognoses berekend.

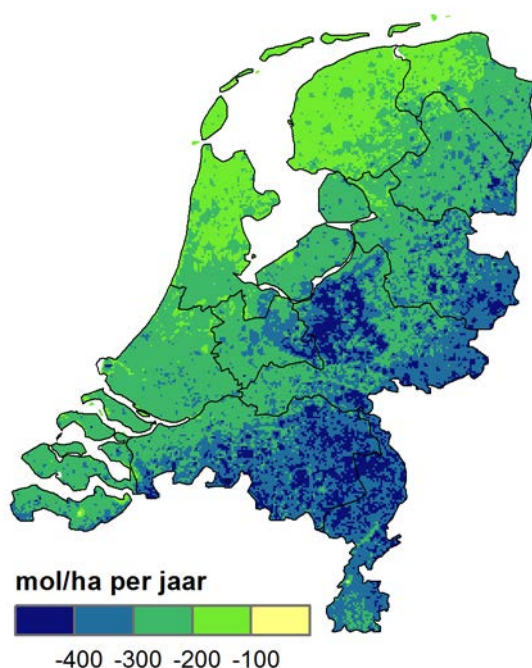
*Figuur 5.2 Ontwikkeling grootschalige stikstofdepositie*

De gemiddelde stikstofdepositie over Nederland (Figuur 5.2) daalt tussen 2018 en 2030 naar verwachting met ongeveer 310 mol/ha/jr

(9%). Dit komt overeen met een jaarlijkse daling van ongeveer 26 mol/ha/jr.

Dit betreft voor beide het gemiddelde over het totale Nederlandse landoppervlak. De daling komt, doordat de uitstoot van landbouw, verkeer en scheepvaart naar verwachting zal dalen. De verwachting ligt dit jaar lager dan vorig jaar werd gerapporteerd. Dit komt omdat de emissieverwachtingen voor het buitenland zijn bijgesteld (zie hoofdstuk 3.1).

Grootschalige stikstofdepositie  
verschil 2030 - 2018



Een negatief getal betekent dat de stikstofdepositie daalt. De 2018- en 2030-kaarten zijn gebaseerd op langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart. Voor 2018 zijn de meest recente officiële emissiecijfers gebruikt, voor 2030 de ramingen met vastgesteld beleid.

*Figuur 5.3 Verschil grootschalige stikstofdepositie tussen 2018 en 2030*

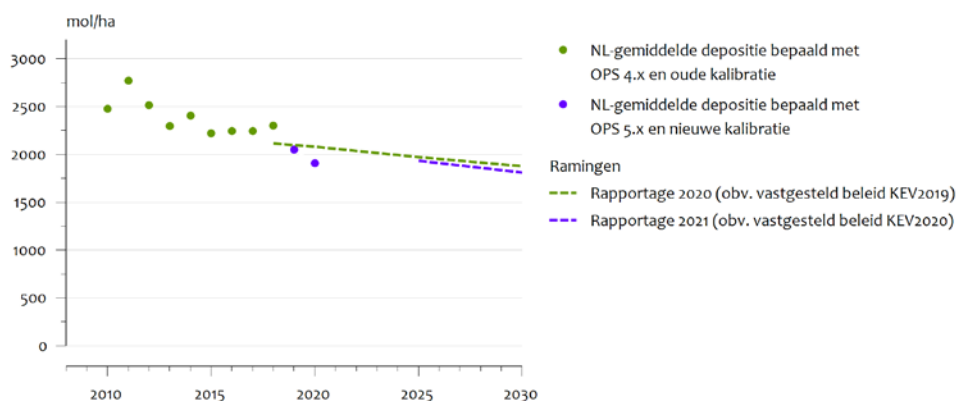
In Figuur 5.3 is het ruimtelijke beeld van de verwachte daling van de stikstofdepositie in 2030 ten opzichte van 2018 weergegeven. Er is voor het jaar 2018 gekozen, omdat de emissieverwachtingen voor 2030 op dit jaar gebaseerd zijn. De stikstofdepositie laat een landelijk gemiddelde daling van 310 mol/ha/jr zien (Figuur 5.3). Er zijn echter grote lokale en regionale verschillen. Zo daalt de depositie aan de westflank van de Veluwe met meer dan 400 mol/ha/jr, terwijl de daling langs de kust en in het noorden veelal minder is dan 200 mol/ha/jr. De verschillen komen vooral door de ligging van de bronnen, waarvoor een daling wordt verwacht en lokale terreinkenmerken zoals ruwheid van het oppervlak.

### 5.1.2 *Potentieel-zuurdepositie*

Verzuring ontstaat als gevolg van verontreiniging van de lucht met de stoffen zwaveldioxide, ammoniak en stikstofoxiden. Deze gassen reageren met elkaar en worden omgezet in onder andere salpeterzuur en

zwavelzuur. Deze stoffen kunnen leiden tot verzuring van bodem en water en kunnen planten en materialen aantasten. Daarom is het van belang om de depositie van de potentieel verzurende componenten te monitoren. Veranderingen in de stikstofdepositie vertalen zich grotendeels direct door naar veranderingen in de depositie van potentieel zuur. In Figuur 5.4 is de ontwikkeling van de potentieel-zuurdepositie gemiddeld over het Nederlands landoppervlak weergegeven.

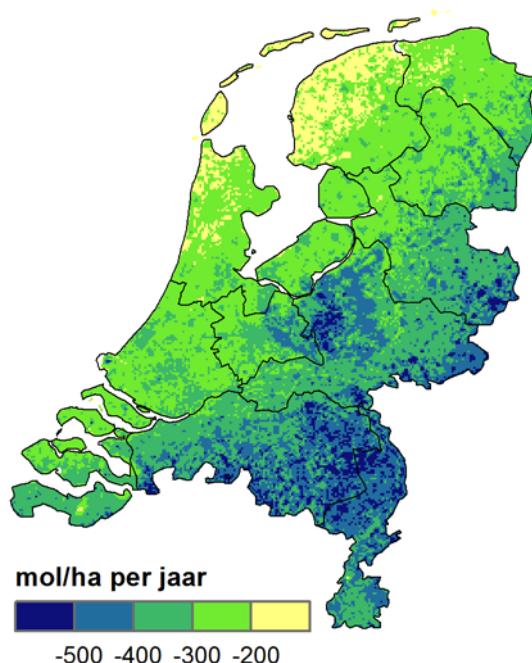
#### Grootschalige depositie van potentieel zuur



De depositie, gemiddeld over Nederland, voor GCN2021. Voor potentieel-zuurdepositie zijn geen bandbreedtes voor de prognoses berekend.

*Figuur 5.4 Ontwikkeling grootschalige depositie van potentieel zuur*

### Grootschalige depositie potentieel zuur verschil 2030 - 2018



Een negatief getal betekent dat de concentratie daalt. De 2018- en 2030-kaarten zijn gebaseerd op langjarig gemiddelde meteorologie en een langjarig gemiddelde kalibratiekaart. Voor 2018 zijn de meest recente officiële emissiecijfers gebruikt, voor 2030 de ramingen met vastgesteld beleid.

*Figuur 5.5 Verschil grootschalige depositie van potentieel zuur tussen 2018 en 2030*

In Figuur 5.5 is de verwachte daling van de potentieel-zuurdepositie in 2030 ten opzichte van 2018 weergegeven. Er is voor het jaar 2018 gekozen, omdat de emissieverwachtingen voor 2030 op dit jaar gebaseerd zijn. In de figuur is zichtbaar dat de deposities naar 2030 gemiddeld met ongeveer 320 mol/ha dalen. Ook hier zijn echter grote lokale verschillen.

## 5.2 Opbouw stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie

De stikstofdepositie en potentieel-zuurdepositie in Nederland zijn opgebouwd uit bijdragen van verschillende sectoren in Nederland, het buitenland en van de internationale scheepvaart. De opbouw is weergegeven over het totale benoemde landoppervlak. Er is dus geen selectie gemaakt op natuurgebieden of stikstofgevoelige gebieden.

In Tabel 5.1 en Tabel 5.2 is weergegeven welke sectoren in 2020 het meest bijdroegen aan de gemiddelde stikstofdepositie in heel Nederland en in de verschillende provincies. In Tabel 5.1 is de bijdrage weergegeven in mol/ha/jr en in Tabel 5.2 als percentage van de totale gemodelleerde bijdrage (dus zonder meetcorrecties). De meetcorrectie (dit is de som van het effect van alle kalibraties en de  $\text{NH}_3$  van zee) varieert flink tussen de diverse provincies. Dit komt vooral door de ruimtelijke kalibratie van de  $\text{NH}_3$ -concentraties.

In Tabel 5.3 en 5.4 is de absolute respectievelijk relatieve opbouw van de potentieel-zuurdepositie weergegeven.

Tabel 5.5 laat de totale verandering in de stikstofdepositie en de verandering per sector tussen 2018 en 2030 zien. We zien dat bijna twee derde van de verwachte daling in de stikstofdepositie komt doordat de depositie vanuit het buitenland lager wordt. In de tabellen voor de provincies is duidelijk zichtbaar dat de daling van de buitenlandse emissies de meeste impact heeft in de provincie Limburg.

Tabel 5.1 Opbouw van de stikstofdepositie (mol/ha/jr) in 2020<sup>1</sup>

	Neder- land	Gronin- gen	Fries- land	Drenthe	Over- ijssel	Gelder- -land	Utrecht
Industrie	15	15	10	10	15	15	15
Raffinaderijen	0	0	0	0	0	0	5
Energiesector	5	5	5	5	5	5	5
Afval- verwerking	5	5	5	5	5	5	5
Wegverkeer	80	45	45	60	75	105	155
Overig verkeer	35	20	25	25	30	40	55
Landbouw	710	700	640	745	915	915	785
Huishoudens	65	50	40	60	55	65	95
HDO <sup>2</sup> /Bouw	40	25	25	30	35	45	60
Internationale scheepvaart	50	45	50	45	40	45	55
Buitenland	505	440	300	495	545	560	420
Meetcorrectie	-145	-180	-40	-250	-425	-405	-265
<b>Totaal</b>	<b>1365</b>	<b>1175</b>	<b>1095</b>	<b>1225</b>	<b>1300</b>	<b>1400</b>	<b>1390</b>
	Noord- Holland	Zuid- Holland	Zeeland	Noord- Brabant	Lim- burg	Flevo- land	
Industrie		20	20	20	20	25	15
Raffinaderijen		5	5	0	0	0	0
Energiesector		5	5	5	5	0	5
Afval- verwerking		5	5	0	5	5	5
Wegverkeer		100	115	30	90	70	90
Overig verkeer		35	50	20	30	20	35
Landbouw		435	465	400	825	680	680
Huishoudens		90	100	30	60	50	60
HDO <sup>2</sup> /Bouw		50	55	20	40	40	30
Internationale scheepvaart		70	75	70	45	30	55
Buitenland		335	425	655	660	740	375
Meetcorrectie		110	125	385	-170	-210	10
<b>Totaal</b>		<b>1260</b>	<b>1445</b>	<b>1640</b>	<b>1610</b>	<b>1455</b>	<b>1365</b>

1. De getallen zijn afgerond op het dichtstbijzijnde vijftal.

2. HDO = handel, diensten en overheid. Paarden en pony's zijn in de Emissieregistratie van de sector huishoudens naar de sector HDO/Bouw verschoven.

Tabel 5.2 Opbouw van de stikstofdepositie in percentage van de berekende depositie voor 2020<sup>1</sup>

	Neder-land	Gronin-gen	Fries-land	Drenthe	Over-ijssel	Gelder-land	Utrecht
Industrie	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Raffinaderijen	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Energiesector	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Afval-verwerking	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Wegverkeer	5%	3%	4%	4%	4%	6%	9%
Overig verkeer	2%	2%	2%	2%	2%	2%	3%
Landbouw	47%	52%	56%	50%	53%	51%	47%
Huishoudens	4%	4%	3%	4%	3%	4%	6%
HDO <sup>2</sup> /Bouw	3%	2%	2%	2%	2%	3%	4%
Internationale scheepvaart	3%	3%	5%	3%	2%	2%	3%
Buitenland	33%	33%	26%	34%	32%	31%	25%
	Noord-Holland	Zuid-Holland	Zeeland	Noord-Brabant	Lim-burg	Flevo-land	
Industrie	2%	1%	2%	1%	1%	1%	
Raffinaderijen	0%	1%	0%	0%	0%	0%	
Energiesector	1%	1%	0%	0%	0%	0%	
Afval-verwerking	1%	0%	0%	0%	0%	0%	
Wegverkeer	9%	9%	2%	5%	4%	6%	
Overig verkeer	3%	4%	2%	2%	1%	3%	
Landbouw	38%	35%	32%	46%	41%	50%	
Huishoudens	8%	8%	3%	3%	3%	4%	
HDO <sup>2</sup> /Bouw	4%	4%	2%	2%	2%	2%	
Internationale scheepvaart	6%	6%	6%	3%	2%	4%	
Buitenland	29%	32%	52%	37%	45%	28%	

1. De percentages zijn afgerond op gehele getallen.
2. HDO = handel, diensten en overheid.



Tabel 5.3 Opbouw van de potentieel-zuurdepositie (mol/ha/jr) in 2020<sup>1</sup>

	Neder-land	Gronin-gen	Fries-land	Drenthe	Over-ijssel	Gelder-land	Utrecht
Industrie	35	30	20	25	30	40	50
Raffinaderijen	25	5	10	10	10	15	40
Energiesector	5	10	5	5	5	5	10
Afval-verwerking	5	5	5	5	5	5	5
Wegverkeer	85	45	45	60	75	105	155
Overig verkeer	35	25	25	25	30	45	55
Landbouw	710	700	640	745	915	915	785
Huishoudens	65	50	40	60	55	70	100
HDO <sup>2</sup> /Bouw	40	25	25	30	35	45	60
Internationale scheepvaart	55	50	55	45	45	45	60
Buitenland	615	505	355	570	650	680	520
Meetcorrectie	235	200	340	130	-45	-25	115
<b>Totaal</b>	1910	1645	1560	1710	1820	1950	1960
	Noord-Holland	Zuid-Holland	Zeeland	Noord-Brabant	Lim-burg	Flevo-land	
Industrie	70	55	30	35	45	35	
Raffinaderijen	30	95	35	20	5	20	
Energiesector	10	10	5	5	5	10	
Afval-verwerking	5	5	0	5	5	5	
Wegverkeer	100	115	30	90	70	90	
Overig verkeer	40	50	20	30	20	40	
Landbouw	435	465	400	825	680	680	
Huishoudens	95	105	30	60	55	60	
HDO <sup>2</sup> /Bouw	50	55	20	40	40	30	
Internationale scheepvaart	80	85	80	50	30	60	
Buitenland	400	525	780	830	925	450	
Meetcorrectie	490	505	765	210	170	390	
<b>Totaal</b>	1805	2075	2200	2200	2050	1870	

1. De getallen zijn afgerond op het dichtstbijzijnde vijftal.

2. HDO = handel, diensten en overheid.

Tabel 5.4 Opbouw van de potentieel-zuurdepositie in percentage van de berekende depositie in 2020<sup>1</sup>

	Neder-land	Gronin-gen	Fries-land	Drenthe	Over-ijssel	Gelder-land	Utrecht
Industrie	2%	2%	2%	1%	1%	2%	3%
Raffinaderijen	1%	0%	1%	1%	1%	1%	2%
Energiesector	0%	1%	1%	0%	0%	0%	1%
Afval- verwerking	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Wegverkeer	5%	3%	4%	4%	4%	5%	8%
Overig verkeer	2%	2%	2%	2%	2%	2%	3%
Landbouw	42%	48%	52%	47%	49%	46%	43%
Huishoudens	4%	3%	3%	4%	3%	3%	5%
HDO <sup>2</sup> /Bouw	2%	2%	2%	2%	2%	2%	3%
Internationale scheepvaart	3%	3%	5%	3%	2%	2%	3%
Buitenland	37%	35%	29%	36%	35%	35%	28%
	Noord- Holland	Zuid- Holland	Zeeland	Noord- Brabant	Lim- burg	Flevo- land	
Industrie		5%	3%	2%	2%	2%	2%
Raffinaderijen		2%	6%	2%	1%	0%	1%
Energiesector		1%	1%	0%	0%	0%	1%
Afval- verwerking		1%	0%	0%	0%	0%	0%
Wegverkeer		8%	7%	2%	5%	4%	6%
Overig verkeer		3%	3%	1%	2%	1%	3%
Landbouw		33%	30%	28%	41%	36%	46%
Huishoudens		7%	7%	2%	3%	3%	4%
HDO <sup>2</sup> /Bouw		4%	4%	1%	2%	2%	2%
Internationale scheepvaart		6%	6%	6%	2%	2%	4%
Buitenland		30%	34%	54%	42%	49%	30%

1. De percentages zijn afgerond op gehele getallen.
2. HDO = handel, diensten en overheid.

Tabel 5.5 Verschil gemodelleerde stikstofdepositie (mol/ha/jr) 2018-2030 met langjarige meteorologie en gebaseerd op KEV 2020 en de bijbehorende ER reeks 1990-2018<sup>1</sup>

	Neder-land	Gronin-gen	Friesland	Drenthe	Over-ijsse	Gelder-land	Utrecht
<b>N-totaal 2018</b>	1635	1440	1250	1575	1845	1945	1825
<b>N-totaal 2030</b>	1325	1185	1050	1275	1485	1560	1520
Verandering	-310	-255	-200	-300	-360	-385	-305
Industrie	0	0	0	0	0	0	0
Raffinaderijen	0	0	0	0	0	0	0
Energiesector	0	-5	0	0	0	0	-5
Afval-verwerking	0	0	0	0	0	0	0
Wegverkeer	-20	-15	-15	-20	-25	-30	-35
Overig verkeer	-5	-5	-5	-5	-5	-10	-10
Landbouw	-70	-45	-40	-60	-95	-110	-75
Huishoudens	0	0	0	0	0	0	0
HDO <sup>2</sup> /Bouw	0	0	0	0	0	-5	-5
Internationale scheepvaart	-15	-10	-15	-10	-10	-10	-15
Buitenland	-190	-175	-125	-195	-215	-215	-165
	Noord-Holland	Zuid-Holland	Zeeland	Noord-Brabant	Lim-burg	Flevo-land	
<b>N-totaal 2018</b>		1270	1445	1355	1910	1810	1460
<b>N-totaal 2030</b>		1055	1190	1095	1535	1405	1205
Verandering		-215	-255	-260	-375	-405	-255
Industrie		0	0	5	0	0	0
Raffinaderijen		0	0	0	0	0	0
Energiesector		-5	-5	0	0	0	-5
Afval-verwerking		0	0	0	0	0	0
Wegverkeer		-25	-25	-10	-25	-20	-25
Overig verkeer		-10	-10	-5	-5	-5	-10
Landbouw		-30	-35	-30	-105	-100	-55
Huishoudens		0	5	0	0	0	0
HDO <sup>2</sup> /Bouw		-5	-5	0	0	0	0
Internationale scheepvaart		-20	-20	-20	-15	-10	-15
Buitenland		-135	-155	-200	-220	-275	-155

1. De getallen zijn afgerond op het dichtstbijzijnde vijftal.

2. HDO = handel, diensten en overheid.

### 5.3 Onzekerheden in depositiekaarten

Depositie bestaat uit een nat deel (regenwater) en een droog deel. De onzekerheden in het droge deel van de depositie hangen nauw samen met de onzekerheden in de berekende concentraties. Zie paragraaf 4.3 voor de belangrijkste ontwikkelingen.

Voor stikstofdepositie is een aantal nieuwe methoden in ontwikkeling, om een completer beeld van de onzekerheid in diverse toepassingen te schatten. In de volgende paragraaf volgen daarvan de eerste resultaten.

#### 5.3.1 *Onzekerheid in de stikstofdepositie in een 1x1 km gridcel*

Hierbij zijn de onzekerheden in de diverse onderdelen van de depositie geanalyseerd, te weten droge en natte depositie voor respectievelijk ammonium en nitraat. Voor de natte depositie is hierbij gekeken naar de vergelijking tussen de berekende natte deposities en de gemeten natte deposities met de acht regenwatersamplers van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit over een aantal jaren (<https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-luchtkwaliteit>). Uit deze vergelijking komt zowel voor de nitraatcomponenten als voor de ammoniumcomponenten een onzekerheid met één standaarddeviatie (1 sigma) van ongeveer 15%. De spreiding tussen de gemeten en gemodelleerde droge depositie van ammoniak is ongeveer 35%. Hier moet opgemerkt worden dat:

- de metingen plaatsvinden in de lagere range van berekende waarden (tot ongeveer 1000 mol/ha);
- er weinig meetpunten beschikbaar zijn over een langere tijdsperiode ten opzichte van de metingen van natte depositie;
- de metingen van droge depositie niet het ammoniumaerosol omvatten. Tevens zijn er geen (recente) droge depositiemetingen van nitraat/NO<sub>x</sub>. Daarom is aangenomen dat deze onzekerheid vergelijkbaar is met die van ammoniak.

Als bovenstaande onzekerheden gecombineerd worden, is de gemiddelde onzekerheid van de depositieberekening in een Nederlandse 1x1 km-gridcel ongeveer 35% (1 sigma). De onzekerheid is groter in en nabij de brongebieden van de ammoniakemissies (zoals Oost-Brabant en Noord-Limburg) en kleiner in de gebieden daar ver vandaan, zoals bij de Waddenzee. Dit komt doordat de relatieve onzekerheid in de droge depositie groter is dan in de natte depositie. In brongebieden domineert de droge depositie meer dan op zee.

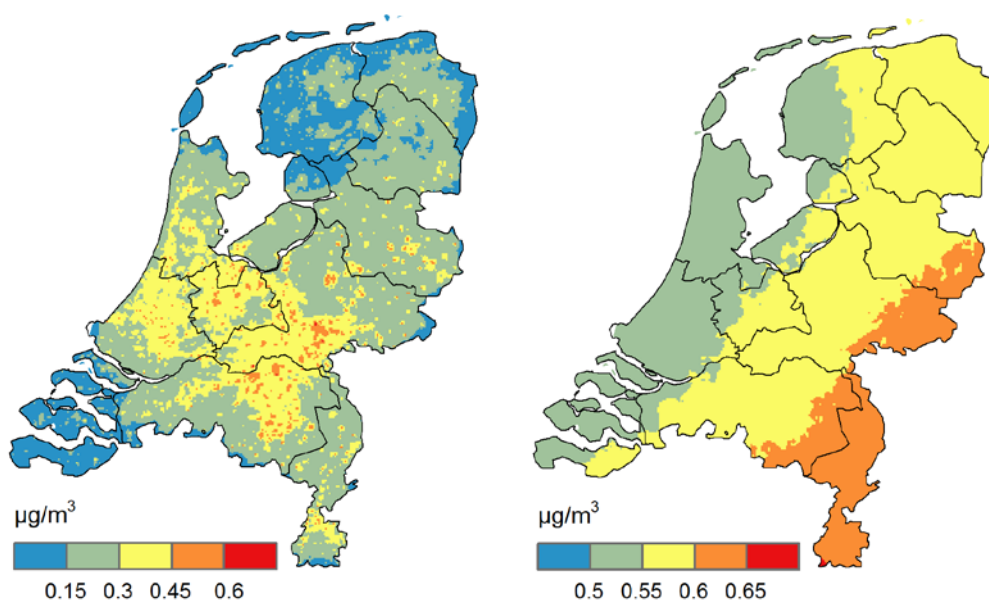
## 6 Modelverbeteringen en innovaties

De berekeningen van de concentraties en depositie van luchtverontreinigende stoffen is complex. Er zijn regelmatig verbeteringen en innovaties aan de invoerkant, het modelsysteem zelf en aan de uitvoerkant. Op deze manier worden de berekeningen 'state of the art' gehouden. In de huidige GCN-ronde zijn verbeteringen en innovaties aangebracht, die in dit hoofdstuk kort worden toegelicht. Door de verbeteringen neemt in het algemeen de nauwkeurigheid van de berekeningen toe. Het betekent ook dat de modelresultaten veranderen ten opzichte van de resultaten die eerder zijn gerapporteerd. Dit geldt ook voor historische jaren voor de consistentie.

### 6.1 Modelverbetering: Organische componenten van fijnstof

Condensables ten gevolge van houtstook

Organisch materiaal van VOC



Figuur 6.1 Condensables zoals berekend met OPS voor jaar 2019 (linker plaatje); organisch materiaal van VOC als precursor (totaal) uit pilotberekening van EMEP4NL voor jaar 2019

Organisch materiaal (OM) levert een bijdrage aan de concentraties van fijnstof. Een deel hiervan wordt niet meegenomen<sup>5</sup> in de berekeningen met het OPS-model. Dit jaar worden voor het eerst de volgende twee bijdragen van OM meegenomen in de berekeningen:

1. condensables ten gevolge van houtstook;
2. secundair organisch materiaal met als precursor de VOC-emissies.

De condensables van houtstook worden vrijwel direct uitgestoten als stof, omdat de precursor gassen op heel korte tijdschaal worden omgezet naar primaire fijnstofdeeltjes. Vanwege deze korte tijdschaal

<sup>5</sup> Een ander deel van OM wordt impliciet al meegenomen in de primaire emissies van fijnstof, bijvoorbeeld organisch koolstof voor verkeersemissies.

volstaat het om deze bijdrage in het OPS-model te modelleren op soortgelijke wijze als primair fijnstof. Dit gebeurt op basis van de *totaalemissies* van condensables, welke verdeeld worden volgens de *verdeling* van de houtstookemissies. Deze bijdrage aan fijnstof heeft dus hogere concentraties van condensables in brongebieden (zie Figuur 6.1, linker plaatje).

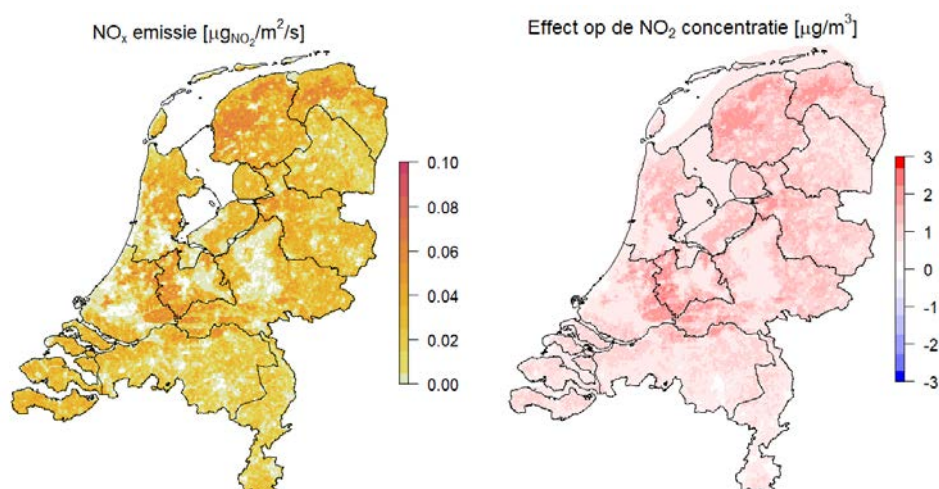
De tweede component van OM betreft secundair organisch PM, en dan met name secundair organisch materiaal ten gevolge van Vluchtige Organische Componenten (VOC) precursors, welke niet in de berekeningen met OPS worden uitgevoerd. De atmosferische chemie van precursors naar OM is complex, en dus een hele uitdaging om in te bouwen in het OPS-model. Echter, deze component kan redelijk eenvoudig uit het EMEP4NL-model gehaald worden. Het EMEP4NL-model wordt sinds 2020 gebruikt voor het bepalen van *chemische conversiefactoren* zoals gebruikt in het OPS-model voor het gepasseerde jaar. Het meenemen van OM die wordt gevormd uit VOC-emissies vraagt dan ook geen *extra berekeningen*. Figuur 6.1 rechter plaatje toont het profiel van OM ten gevolge van antropogene en natuurlijke VOC-emissies zoals berekend met het EMEP4NL-model. Omdat het een secundaire component betreft (i.e. een component ten gevolge van atmosferische chemie, en niet primair geëmitteerd), is het verloop van het concentratieprofiel veel geleidelijker dan bij de condensables ten gevolge van houtstook. De getoonde kaart voor 2019 is gebruikt voor zowel de berekeningen voor afgelopen jaren als voor de prognoseberekeningen.

## 6.2 Verandering model input: Stikstofoxiden uit landbouwgronden

Vanaf dit jaar wordt de emissie van stikstofoxiden uit landbouwgronden, zoals berekend door de emissieregistratie, meegenomen in de berekening van de GCN/GDN-kaarten. Deze toevoeging heeft effect op de berekende NO-, NO<sub>2</sub>-, ozon- en fijnstofconcentratiekaarten, en op de stikstofdepositiekaarten.

Figuur 6.2 laat de ruimtelijke verdeling van emissies uit landbouwgronden zien en het effect op de door OPS berekende NO<sub>2</sub>-concentratiekaart. De gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie boven land neemt met ongeveer 0,9 µg/m<sup>3</sup> toe. Deze toename wordt in de GCN-kaart voor NO<sub>2</sub> grotendeels weer gemiddeld over Nederland ongedaan gemaakt door kalibratie aan de metingen. Het leidt lokaal wel tot veranderingen. Er wordt nog geen kalibratie op de depositie van NO<sub>2</sub> toegepast.

Er is voor gekozen om de emissiekenmerken van NO<sub>x</sub> uit landbouwgronden gelijk te stellen aan die van ammoniak uit landbouwgronden: een uitstoothoogte van 0,5 m en een initiële spreiding van 0,3 m (Dröge et al., 2010). Andere keuzes voor deze parameterwaarden bleken slechts een klein verschil op te leveren in de berekende concentraties.



Figuur 6.2 (links) de emissie van stikstofoxiden uit landbouwgronden en (rechts) het effect op de berekende  $\text{NO}_2$ -concentratie voor 2020

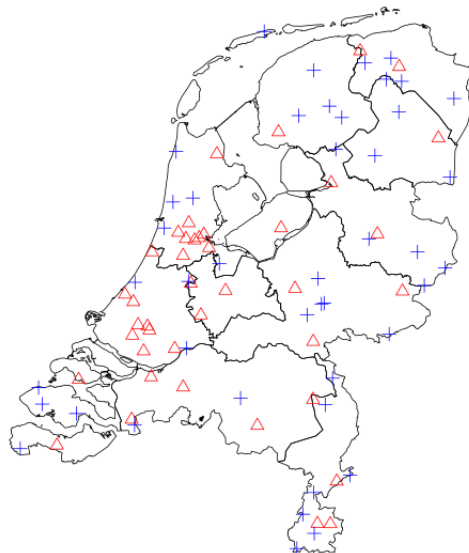
### 6.3 Veranderingen in de kalibratiemethode

Ten opzichte van de vorige GCN-ronde zijn de onderstaande veranderingen in de kalibratiemethoden aangebracht.

#### Kalibratiemethode: stikstofdioxideconcentraties

Om mogelijke afwijkingen van berekende stikstofdioxideconcentraties te corrigeren, worden deze gekalibreerd op metingen. De kalibratie van berekende stikstofdioxideconcentraties werd tot dit jaar gedaan met metingen van het landelijk luchtmeetnet. Sinds 2018 worden binnen het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden ([MAN](#)) en door [vrijwilligers](#) stikstofdioxideconcentraties gemeten door middel van zogeheten Palmes-diffusiebuisjes. De metingen in de natuurgebieden zijn gestart, omdat de concentraties  $\text{NO}_2$  in de Natura2000-gebieden belangrijk zijn voor de berekening van de stikstofdepositie op natuur. Met deze metingen kan worden voorkomen dat de berekende concentraties een systematische afwijking vertonen. Het meetnet met vrijwilligers is gestart, omdat de verdeling van de automatische metingen niet gelijkmatig is, maar geconcentreerd op de plaatsen waar veel mensen wonen (de Randstad en het centrum van het land). De meeste metingen van de vrijwilligers zijn daarom aan de kust- en grensgebieden. Vanaf dit jaar worden deze metingen meegenomen in de kalibratie van berekende stikstofdioxidediagnosekaarten. Het meenemen van deze metingen in de kalibratie geeft betere ruimtelijke dekking (Figuur 6.3) en daardoor een kleinere onzekerheid in de resulterende concentratiekaarten. Echter, de individuele metingen met Palmes-diffusiebuisjes hebben een grotere meetonzekerheid dan de metingen uit het luchtmeetnet; 24,2%, tegenover 12,5% voor metingen in het luchtmeetnet (Nguyen & Wesseling, 2016). Omdat de huidige kalibratiemethode niet kan omgaan met dit verschil in meetonzekerheid is tevens overgestapt op een nieuwe kalibratiemethode.

## Verdeling van meetlocaties over Nederland

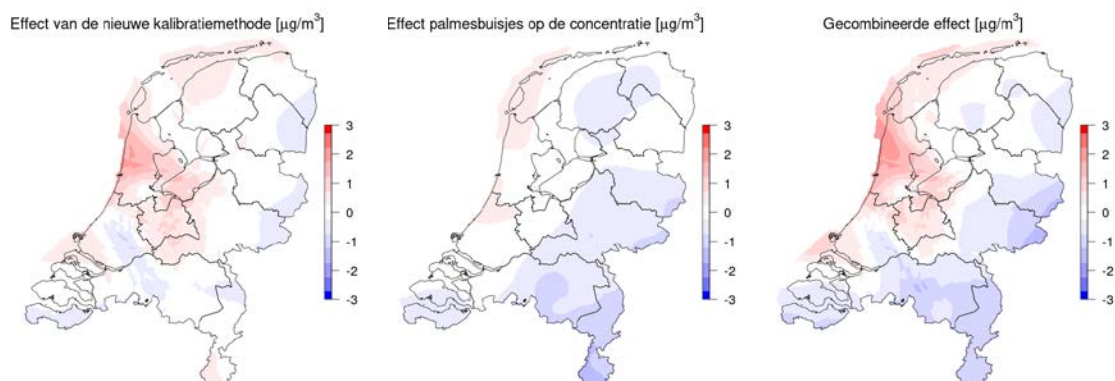


*Figuur 6.3 Verdeling van Palmesbuisjes (+) en luchtmeetnetstations (Δ) over Nederland*

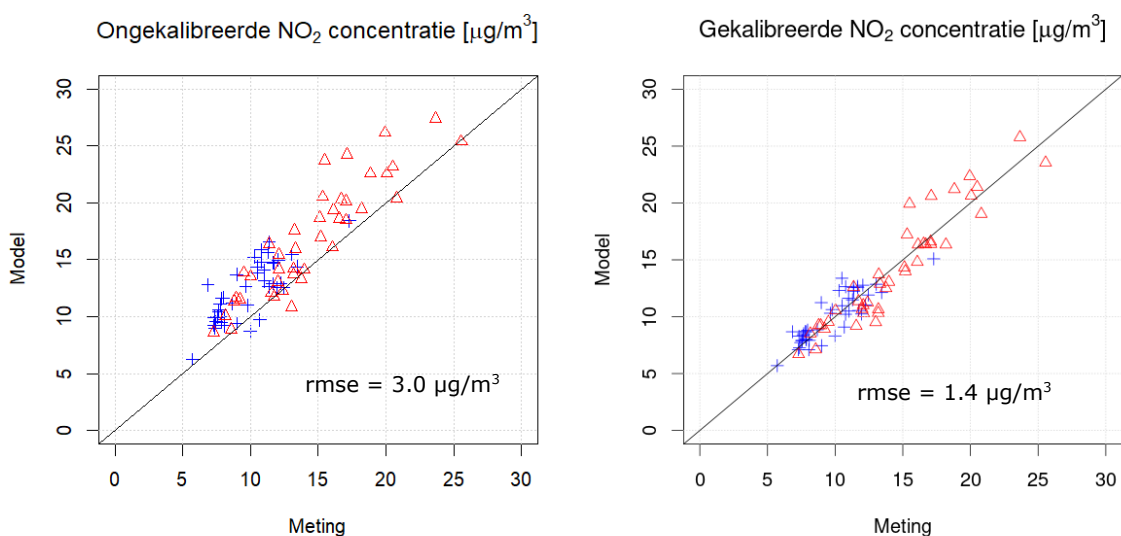
De nieuwe kalibratiemethode gaat uit van een ruimtelijke correlatie in de benodigde modelcorrectie. Deze ruimtelijke correlatie wordt veroorzaakt doordat onzekerheden in emissies en meteorologie een regionale impact hebben op de berekende stikstofdioxideconcentraties. Op basis van luchtmeetnetdata en modelresultaten van 2015-2019 blijkt dat deze modelonzekerheid circa  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bedraagt en dat de ruimtelijke correlatie tot ruim 80 km reikt. Het niet-ruimtelijk gecorreleerde aandeel kan onder andere worden toegeschreven aan meetonzekerheid en bedraagt circa  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Deze drie eigenschappen zijn vertaald in een zogeheten semi-variogrammodel. Met het semi-variogrammodel en de gemeten en gemodelleerde concentraties voor 2020, kan de meest waarschijnlijke concentratie worden bepaald op locaties waar niet gemeten is en enkel gemodelleerde concentraties bekend zijn. Dit proces heet co-kriging van meet- en modelgegevens, en houdt rekening met het verschil in meetonzekerheid tussen de gebruikte meettechnieken. Het kalibreren van de ammoniakconcentratieberekeningen wordt al sinds vorig jaar gedaan met behulp van kriging.

Figuur 6.4 laat zien hoe de nieuwe kalibratiemethode en het meenemen van de Palmes-buisjesmetingen de berekende concentratiekaart veranderen. Het effect van de kalibratiemethode is beperkt. De Palmes-buisjesmetingen zorgen in het zuidoosten van Nederland voor een bijstelling naar beneden. Figuur 6.5 laat zien dat de kalibratie zorgt voor een betere overeenkomst tussen model en meting.





Figuur 6.4 (links) het effect van de nieuwe kalibratiemethode op de stikstofdioxideconcentratiekaart, gemiddeld  $+0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , (midden) het effect van het meenemen van de Palmesbuisjesmetingen, gemiddeld  $-0,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en (rechts) het gecombineerde effect, gemiddeld  $-0,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$

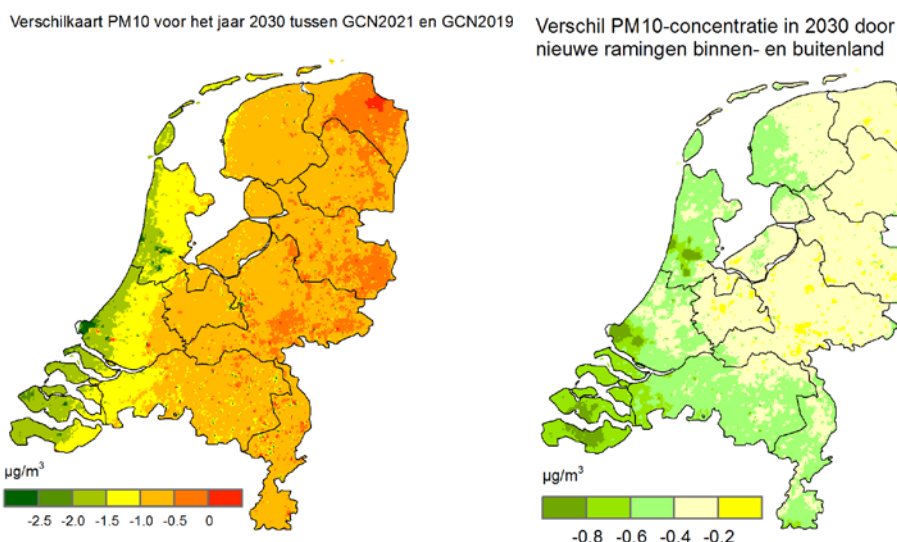


Figuur 6.5 Vergelijking tussen meting en model, voor zowel het ongekalibreerde modelresultaat (links) als het gekalibreerde modelresultaat (rechts), met Palmesbuisjes (+) en luchtmeetnetstations ( $\Delta$ )

Voor de ongekalibreerde kaart is de gemiddelde spreiding, uitgedrukt als *Root Mean square error* (rmse) gelijk aan  $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De verschillen tussen de metingen en de gekalibreerde kaart zijn veel kleiner (rmse =  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Deze vergelijking is echter geen correcte validatie, wordt ook niet getoond, van de kriging-methode, aangezien dezelfde data worden gebruikt voor de kalibratie en de validatie. Deze afhankelijkheid is opgelost door elk meetpunt te vergelijken met de kaart die verkregen wordt zonder dat punt ('*leave one out*'). De resultaten van elk van deze vergelijkingen is te zien in figuur 6,5 (rechts) en leidt tot een rmse van  $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Kalibratiemethode: doorontwikkeling ten behoeve van verbetering chemie

Vorig jaar is de verbetering van de chemie in OPS 5.0 beschreven. In deze verbetering worden de reactiesnelheden van de diverse processen beter gekoppeld aan de atmosferische (chemische) omstandigheden zoals ze in een bepaalde periode geldig zijn. Hiervoor zijn de reactiesnelheden uit het EMEP4NL-model gebruikt. Om volledig te kunnen profiteren van deze innovatie is het noodzakelijk dat de chemische omstandigheden steeds zo goed mogelijk afgestemd worden op de verwachte emissies. Vorig jaar was deze afstemming nog niet optimaal, mede omdat nog niet alle benodigde EMEP-informatie beschikbaar was. Voor de GCN/GDN-berekeningen voor dit jaar is prioriteit gegeven aan de aanpassingen die noodzakelijk zijn voor de ontwikkeling in de fijnstofconcentraties in 2030. Deze ontwikkeling staat centraal in de doelen van het Schone Lucht Akkoord. In de kalibratieprocedure is het nu mogelijk om de afgelopen jaren (2014-2018) met de chemische omstandigheden en de weersomstandigheden van die specifieke jaren door te rekenen. De vergelijking van die modelwaarden met de metingen geeft de best mogelijke schatting van de systematische afwijking van het OPS-model. Vervolgens wordt de concentratie van 2030 berekend met de chemische omstandigheden van 2030 en de gemiddelde meteorologische omstandigheden (2005-2014). Deze modelwaarden worden vervolgens gekalibreerd met de vastgestelde systematische afwijking van de jaren 2014-2018. Voor de berekeningen voor 2030 zijn hiervoor inmiddels alle componenten beschikbaar en zijn de berekeningen ook volgens dit plan uitgevoerd. In combinatie met de eerder genoemde verbetering van de chemische module in OPS 5.0 betekent dit dat concentraties in 2030 circa  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lager zijn dan met de originele chemie (zie figuur 6.6.a).



Figuur 6.6 Verschil tussen de berekende PM<sub>10</sub>-concentraties voor 2030 met de oude modelversie (OPS 4.x in ronde 2019) en de nieuwe modelversie (5.x ronde 2021) (links). Het rechter plaatje geeft een indicatie van het verschil van uitsluitend het effect van de verandering van de geraamde emissies.

Om een indruk te geven van de impact van de methodeveranderingen toont Figuur 6.6. (rechts) een indicatieve verschilberekening volgens de oude systematiek met de nieuwe geraamde emissies. Dit is slechts een indicatie, omdat alleen de totale emissies van geclusterde emissiesectoren zijn aangepast in plaats van alle aparte emissies.

De reactiesnelheden voor 2025 zijn echter nog niet beschikbaar. Om toch een redelijke inschatting te kunnen maken van het effect van de chemische reacties is een eenmalige benaderingsprocedure toegepast. Hierbij zijn de concentraties fijnstof voor 2025 tweemaal uitgerekend. Eén keer met de chemie van 2030 en met de chemie van 2018. Het gemiddelde van die twee kaarten is gebruikt als praktisch beschikbare benadering van de fijnstofkaart. De chemie heeft ook effect op de concentratie  $\text{NO}_x/\text{NO}_2$ . Dit effect bleek echter zo klein, dat de middeling niet noodzakelijk was en de chemie van 2030 is ook is toegepast voor 2025.

Voor de stikstofdepositie is echter instrument AERIUS belangrijk voor vergunningverlening en monitoring. Voor AERIUS zijn berekeningen uitgevoerd voor 2018, 2019, 2025 en 2030. Binnen deze ronde konden de kaarten voor 2018, 2019 en 2025 vanwege de doorlooptijd niet worden berekend met de nieuwe uitgangspunten voor de chemie. Daarnaast heeft het de voorkeur de berekening voor 2025 niet via een middeling te bepalen, maar met specifieke chemie uit te rekenen; dat was deze ronde nog niet mogelijk voor zowel GDN als AERIUS. Omdat we de GDN- en AERIUS-kaarten als consistente producten beschouwen, zijn voor beide trajecten de nieuwe methode voor de chemie niet toegepast. Het potentiële effect van het toepassen van de nieuwe uitgangspunten voor de chemie geeft NL-gemiddeld ongeveer 3,5% lagere gemodelleerde stikstofdepositie. Lokaal zullen grotere verschillen optreden.

#### **Kalibratiemethode: ammoniak uit zee**

In het verleden werd in onderzoek naar gemeten en gemodelleerde concentraties van ammoniak langs de kust een zekere bijdrage vanuit zee aangenomen. Deze aanname is echter niet goed onderbouwd en het is onduidelijk of er zoveel ammoniak uit zee kan verdampen. Hier wordt onderzoek aan verricht en er wordt nagegaan of er ook andere mogelijkheden zijn om deze hoeveelheid  $\text{NH}_3$  te verklaren. Omdat deze bijdrage in feite een correctie tussen gemeten en berekende concentraties betreft, is deze in dit rapport opgenomen als onderdeel van de meetcorrectie.

#### **Kalibratiemethode: verfijnen meteo**

Bij de prognoseberekening wordt in het algemeen een gemiddelde kalibratie over vijf historische jaren berekend. Eerder werden hiervoor berekeningen met de lange-termijn-meteo vergeleken met de metingen. Het voordeel van deze methode is dat deze relatief snel uitvoerbaar is, maar het nadeel is dat in de vergelijking specifieke meteo-effecten, die zowel op de modelberekeningen als in de metingen effect hebben, een grotere bijdrage leveren aan de onzekerheid van de kalibratie. Daarom is dit jaar deze vergelijking uitgevoerd met telkens de bijpassende meteo. Met name voor  $\text{NO}_x$  en  $\text{NO}_2$  ging hierdoor de gemiddelde kalibratie omlaag en daarmee ook de verwachting voor 2030. Dit komt

doordat de meteo van een aantal recente jaren tot relatief hoge concentraties leidde.

Deze verbetering is dit jaar voor een aantal componenten ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$  en bijtelling PM) doorgevoerd. Voor  $\text{NH}_3$ -concentratiekaarten en depositiekaarten was dit vorig jaar al gebeurd.

## 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](http://www.ceip.at) geraadpleegd in december 2018.
- Dröge, R., J.H.J. Hulskotte, A.J.H. Visschedijk, B.I. Jansen en D.C. Heslinga, 2010. Verbetering en onderbouwing van de emissiekenmerken van individueel en collectief geregistreerde bronnen. TNO-rapport, TNO-034-UT-2010-01108\_RPT-ML.
- Flechard, C.R., Fowler, D., Sutton, M.A., Cape, J.N., 1999. *A dynamic chemical model of bi-directional ammonia exchange between semi-natural vegetation and the atmosphere. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 125, pp. 2611-2641.  
<https://doi.org/10.1002/qj.49712555914>
- Hammingh, P. *et al.* (2020), 'Klimaat en Energie Verkenning 2020', Planbureau voor de leefomgeving, Den Haag Nederland.
- 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., G.P. Geilenkirchen, H.A. den Hollander, E. van der Swaluw, S. Visser, W.J. de Vries, R.J. Wichink Kruit (2019), 'Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2019', RIVM Rapport 2019-0091, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Hoogerbrugge, R., G.P. Geilenkirchen, H.A. den Hollander, W. Schuch, E. van der Swaluw, W.J. de Vries, R.J. Wichink Kruit (2020), 'Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2020', RIVM Rapport 2020-0091, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- IenW (2020), 'Zevende overzichtsbrief dieselfraude', Brief aan de Tweede Kamer, IENW/BSK-2020/11808.
- IIASA (2017), <https://gains.iiasa.at/gains/EUN/>, data voor EU Clean Air Outlook 2017 – versie december 2018
- 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', (2020), Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

- MAN, 'Meetnet ammoniak in natuurgebieden', (2020), Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, <http://www.rivm.nl/man>
- Matthijsen, J., H.M. ten Brink (2007), 'PM<sub>2.5</sub> in the Netherlands, Consequences of new European air quality standards', MNP-rapport 500099001, Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau.
- Nemitz, E., Milford, C., and Sutton, M. A., 2001. *A two-level canopy compensation point model for describing bi-directional biosphere-atmosphere exchange of ammonia*. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 127, 815–833. <https://doi.org/10.1002/qj.49712757306>
- Nguyen, P.L. en J. Wesseling, 2016. 'Metingen van stikstofdioxideconcentraties (NO<sub>2</sub>) met Palmes buisjes'. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. RIVM Briefrapport 2016-0089.
- 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>
- Sauter, 2020, OPS 5.0.0.0
- Simpson, D., Benedictow, A., Berge, H., Bergström, R., Emberson, L.D., Fagerli, H., Flechard, C.R., Hayman, G.D., Gauss, M., Jonson, J.E., Jenkin, M.E., Nyíri, A., Richter, C., Semeena, V.S., Tsyro, S., Tuovinen, J.-P., Valdebenito, A., Wind, P., 2012. *The EMEP MSC-W chemical transport model- technical description*. *Atmos. Chem. Phys.*, 12, 7825-7865. <https://doi.org/10.5194/acp-12-7825-2012>
- Smeets, W., et al (2020) 'Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen. Rapportage bij de Klimaat en Energieverkenning 2020', 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 der Mark & G. Geilenkirchen (2016), 'Assessment of road vehicle emissions: methodology of the Dutch in-service testing programmes. 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>.
- van der Swaluw, E., Wilco de Vries, Ferd Sauter, Jan Aben, Guus Velders, Addo van Pul (2017) *High-resolution modelling of air pollution and deposition over the Netherlands with plume, grid and hybrid*. *Atmospheric Environment* 155, 140-153
- van der Swaluw E. et al. (2020) *Trend Analysis of Air Pollution and Nitrogen Deposition Over the Netherlands Using the EMEP4NL and OPS Model*. In: Mensink C., Gong W., Hakami A. (eds) *Air Pollution Modeling and its Application XXVI*. ITM 2018. *Springer Proceedings in Complexity*. Springer, Cham
- 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.
- Velders Guus J.M., Saskia M. Willers, Joost Wesseling, Sef van den Elshout, Eric van der Swaluw, Dennis Mooibroek, Sjoerd van Ratingen, 'Improvements in air quality in the Netherlands during the corona lockdown based on observations and model simulations'. *Atmos. Environ.* 247 (2021) 118158
- Wichink Kruit, R.J., Aben, J., de Vries, W., Sauter, F., van der Swaluw, E., van Zanten, M.C., van Pul, W.A.J. (2017). 'Modelling trends in ammonia in the Netherlands over the period 1990-2014'. *Atmospheric Environment* 154, 20-30.  
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.01.031>
- Wichink Kruit, R.J., R. Hoogerbrugge, F.J. Sauter, W.J. de Vries, W.A.J. van Pul (2018), 'Ontwikkelingen in emissies en concentraties van ammoniak in Nederland tussen 2005 en 2016', RIVM Rapport 2018-0163, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Wichink Kruit, Roy, Miranda Braam, Ronald Hoogerbrugge, Addo van Pul, (2020) 'Implementation of a data fusion approach to assess the concentration and dry deposition of ammonia in the Netherlands' RIVM Rapport 2020-0076, 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<sub>x</sub>, primair PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub> zoals gebruikt in de verschillende scenario's.

Tabel B1.1 Nederlandse emissies (miljoen kilogram) voor 2020 zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen voor de kaarten van 2020<sup>3</sup>

	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
<b>2020</b>					
Industrie	21,5	6,7	3,4	9,9	1,3
Raffinaderijen	4,8	0,2	0,1	9,4	0,0
Energiesector	12,4	0,2	0,1	1,9	0,1
Afvalverwerking	3,9	0,1	0,1	0,2	0,5
Verkeer <sup>1</sup>	112,4	5,3	3,0	0,5	4,1
Landbouw	33,9	5,5	0,6	0,1	105,4
Huishoudens	8,3	6,5	6,3	0,5	6,7
HDO en bouw	5,3	2,2	0,7	0,2	4,5
Zeescheepvaart	95,2	2,5	2,4	3,9	0,0
<b>Totaal</b> <sup>2</sup>	<b>202,4</b>	<b>26,6</b>	<b>14,4</b>	<b>22,8</b>	<b>122,6</b>

1. Voor NO<sub>x</sub> op basis van de gebruikte brandstof. Wijkt af van EU-definitie, omdat daar de NO<sub>x</sub> uit verkeer is gebaseerd op de hoeveelheid verkochte brandstof.
2. Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart.
3. Bijdragen zijn gebaseerd op 2020-corona PBL hoog scenario aangevuld met 50% reductie voor luchtvaart (zie Hoofdstuk 3).

Tabel B1.1a Nederlandse emissies (miljoen kilogram) voor 2019 zoals gebruikt voor het toepassen van de coronafactoren voor de kaarten van 2020

	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NH<sub>3</sub></b>
<b>2019</b>					
Industrie	22,7	6,7	3,4	9,7	1,3
Raffinaderijen	5,2	0,2	0,2	8,7	0,0
Energiesector	14,2	0,1	0,1	2,6	0,1
Afvalverwerking	3,6	0,1	0,1	0,3	0,5
Verkeer <sup>1</sup>	128,8	6,0	3,5	0,7	4,3
Landbouw	35,0	5,4	0,6	0,1	105,6
Huishoudens	8,0	6,8	6,5	0,4	6,7
HDO en bouw	5,7	2,2	0,7	0,2	4,5
Zeescheepvaart	107,6	2,9	2,7	4,1	0,0
<b>Totaal</b> <sup>2</sup>	<b>223,1</b>	<b>27,4</b>	<b>15,0</b>	<b>22,7</b>	<b>123,0</b>

1. Voor NO<sub>x</sub> op basis van de gebruikte brandstof. Wijkt af van EU-definitie, omdat daar de NO<sub>x</sub> uit verkeer is gebaseerd op de hoeveelheid verkochte brandstof.
2. Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart.

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

Oude raming van GCN-2020	Huidige ramingen			
	Referentie Raming <sup>2</sup>	Onderkant onzekerheid	Referentie -raming <sup>2</sup>	Bovenkant onzekerheid
<b>2025</b>				
Industrie	24,4		22,7	
Raffinaderijen	3,4		3,5	
Energiesector	9,8		12,9	
Afvalverwerking	3,9		3,3	
Verkeer	99,0		98,0	
Landbouw <sup>3</sup>	6,3		32,1	
Huishoudens	5,4		7,0	
HDO en bouw	3,1		3,4	
Zeescheepvaart	85,6		91,4	
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>155,3</b>		<b>182,8</b>	
<b>2030</b>				
Industrie	23,6	19,0	22,3	25,1
Raffinaderijen	3,1	2,8	3,3	3,7
Energiesector	5,3	5,0	7,4	8,7
Afvalverwerking	3,9	2,8	3,3	3,7
Verkeer	78,7	73,7	84,2	97,7
Landbouw <sup>3</sup>	6,3	29,9	31,7	32,4
Huishoudens	4,4	5,3	6,0	6,8
HDO en bouw	2,7	2,6	2,8	3,1
Zeescheepvaart	73,8	69,2	79,1	91,8
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>128,0</b>		<b>161,0</b>	

1. Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart. Totalen zijn niet weergegeven voor de onder- en bovenkant, omdat die niet zonder meer kunnen worden opgeteld.
2. Inclusief vastgesteld beleid.
3. Huidige ramingen inclusief NO<sub>x</sub> uit landbouwbodems en exclusief natuurlijke emissies.

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

Oude raming van GCN-2020	Huidige ramingen			
	Referentie-raming	Onderkant onzekerheid	Referentie-raming <sup>2</sup>	Bovenkant onzekerheid
<b>2025</b>				
Industrie	7,5		7,1	
Raffinaderijen	0,2		0,2	
Energiesector	0,2		0,2	
Afvalverwerking	0,0		0,1	
Verkeer	5,0		5,0	
Landbouw	5,5		5,4	
Huishoudens <sup>3</sup>	3,3		5,7	
HDO en bouw	2,2		2,3	
Zeescheepvaart	2,6		2,7	
<b>Totaal</b> <sup>1</sup>	23,9		25,9	
<b>2030</b>				
Industrie	7,6	6,7	7,2	7,7
Raffinaderijen	0,2	0,2	0,2	0,2
Energiesector	0,0	0,1	0,1	0,1
Afvalverwerking	0,1	0,1	0,1	0,1
Verkeer	4,5	4,1	4,7	5,2
Landbouw	5,1	5,0	5,0	5,2
Huishoudens <sup>3</sup>	3,1	4,8	5,2	5,7
HDO en bouw	2,3	2,1	2,2	2,4
Zeescheepvaart	2,5	2,2	2,5	2,8
<b>Totaal</b> <sup>1</sup>	23,0		24,7	

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

2. Inclusief vastgesteld beleid.

3. Huidige ramingen inclusief condensables.

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

Oude raming van GCN-2020	Huidige ramingen			
	Referentie-raming	Onderkant onzekerheid	Referentie-raming <sup>2</sup>	Bovenkant onzekerheid
<b>2025</b>				
Industrie	4,0		3,8	
Raffinaderijen	0,2		0,2	
Energiesector	0,2		0,2	
Afvalverwerking	0,0		0,1	
Verkeer	3,1		2,4	
Landbouw	0,6		0,6	
Huishoudens <sup>3</sup>	3,4		5,5	
HDO en bouw	0,7		0,7	
Zeescheepvaart	2,6		2,5	
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>12,1</b>		<b>13,4</b>	
<b>2030</b>				
Industrie	4,1	3,6	3,8	4,1
Raffinaderijen	0,2	0,2	0,2	0,2
Energiesector	0,0	0,1	0,1	0,1
Afvalverwerking	0,0	0,1	0,1	0,1
Verkeer	2,0	1,8	2,1	2,4
Landbouw	0,6	0,6	0,6	0,6
Huishoudens <sup>3</sup>	3,0	4,6	5,0	5,5
HDO en bouw	0,7	0,6	0,7	0,8
Zeescheepvaart	2,3	2,0	2,4	2,7
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>10,7</b>		<b>12,5</b>	

1 Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart. Totalen zijn niet weergegeven voor de onder- en bovenkant, omdat die niet zonder meer kunnen worden opgeteld.

2 Inclusief vastgesteld beleid.

3 Huidige ramingen inclusief condensables.

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

Oude raming van GCN-2020		Huidige ramingen		
	Referentie-raming	Onderkant onzekerheid	Referentie-raming <sup>2</sup>	Bovenkant onzekerheid
<b>2025</b>				
Industrie	11,0		10,3	
Raffinaderijen	11,1		10,0	
Energiesector	2,2		2,1	
Afvalverwerking	0,6		0,3	
Verkeer	0,5		0,6	
Landbouw	0,1		0,1	
Huishoudens	0,4		0,4	
HDO en bouw	0,2		0,2	
Zeescheepvaart	5,1		4,6	
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>26,1</b>		<b>24,0</b>	
<b>2030</b>				
Industrie	11,2	7,2	10,5	11,4
Raffinaderijen	11,1	7,1	10,4	11,2
Energiesector	0,9	0,6	0,9	1,1
Afvalverwerking	0,6	0,2	0,3	0,3
Verkeer	0,5	0,4	0,6	0,7
Landbouw	0,3	0,1	0,1	0,1
Huishoudens	0,4	0,4	0,4	0,4
HDO en bouw	0,1	0,1	0,2	0,3
Zeescheepvaart	5,1	3,4	4,5	5,3
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>25,3</b>		<b>23,4</b>	

1 Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart. Totalen zijn niet weergegeven voor de onder- en bovenkant, omdat die niet zonder meer kunnen worden opgeteld.

2 Inclusief vastgesteld beleid.

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

Oude raming van GCN-2020	Referentie-raming	Huidige ramingen		
		Onderkant onzekerheid	Referentie-raming <sup>2</sup>	Bovenkant onzekerheid
<b>2025</b>				
Industrie	1,6		1,8	
Raffinaderijen	0,0		0,0	
Energiesector	0,0		0,1	
Afvalverwerking	0,5		0,5	
Verkeer	5,1		5,1	
Landbouw	103,8		104,4	
Huishoudens	10,6		7,1	
HDO en bouw	0,6		0,6	
Zeescheepvaart	0,0		0,0	
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>122,2</b>		<b>122,7</b>	
<b>2030</b>				
Industrie	1,6	1,7	1,9	2,1
Raffinaderijen	0,0	0,0	0,0	0,0
Energiesector	0,0	0,1	0,1	0,1
Afvalverwerking	0,5	0,6	0,6	0,6
Verkeer	5,6	4,8	5,5	6,6
Landbouw	101,0	94,0	102,0	105,8
Huishoudens	10,7	6,8	7,3	7,8
HDO en bouw	0,6	4,3	4,6	4,9
Zeescheepvaart	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal<sup>1</sup></b>	<b>120,1</b>		<b>122,0</b>	

1 Totaal van de NEC-categorieën, dus exclusief zeescheepvaart. Totalen zijn niet weergegeven voor de onder- en bovenkant, omdat die niet zonder meer kunnen worden opgeteld.

2 Inclusief vastgesteld beleid.

## Bijlage 2. SRM-emissiefactoren

TNO en het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) publiceren jaarlijks een set emissiefactoren voor het huidige en toekomstige wegverkeer in Nederland. De emissiefactoren geven voor een gemiddelde verkeersstroom de uitstoot per gereden kilometer van een aantal luchtverontreinigende stoffen. Er worden emissiefactoren vastgesteld voor drie typen wegen: wegen binnen de bebouwde kom, snelwegen en overige wegen buiten de bebouwde kom (buitenwegen). Binnen die wegtypen wordt nader onderscheid gemaakt naar snelheidsregimes en niveaus van verkeersafwikkeling (doorstromend, stagnerend). De emissiefactoren worden berekend door weging van een groot aantal onderliggende emissiefactoren voor allerlei typen voertuigen. Deze onderliggende emissiefactoren worden door TNO berekend met het VERSIT+-model (Ligterink en De Lange, 2009) en zijn gebaseerd op meetprogramma's waarbij voertuigen op de weg worden getest. Dit wordt toegelicht in Spreen et al. (2016). De weging vindt plaats op basis van voertuigkilometrages per voertuigtype, afkomstig van het CBS (historische jaren 2018 en 2019) en uit de Klimaat- en Energieverkenning (prognoses voor 2025 en 2030).

In de KEV2020 zijn geen prognoses gemaakt voor de samenstelling van het wagenpark in 2020, vanwege de bijzondere omstandigheden in dat jaar. TNO en PBL hebben alleen SRM-emissiefactoren berekend voor de jaren 2018, 2019, 2025 en 2030. Emissiefactoren voor tussenliggende jaren zijn bepaald door middel van interpolatie. Door de coronapandemie en de maatregelen die zijn genomen om die te bestrijden, ging de verjonging (en daarmee de verschoning) van het wagenpark in 2020 minder snel dan in voorgaande jaren. Mogelijk is dat in 2021 ook het geval. Interpolatie tussen 2019 en 2025 geeft daarmee mogelijk een te gunstig beeld van de gemiddelde uitstoot van het wagenpark in 2020 en 2021. Bij licht wegverkeer wordt dat echter (groten)deels weer gecompenseerd door de hoge verkopen van elektrische auto's in 2020.

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 beschrijft de SRM-emissiefactoren die in maart 2021 zijn gepubliceerd door het RIVM en IenW. De factoren zijn berekend door



TNO en PBL. Net als vorig jaar zijn er emissiefactoren vastgesteld voor stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>)<sup>6</sup>, fijnstof (PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>) en elementair koolstof (EC). Tevens zijn emissiefactoren vastgesteld voor ammoniak (NH<sub>3</sub>) voor gebruik bij berekeningen van de stikstofdepositie.

De emissiefactoren van wegverkeer voor wegen binnen de bebouwde kom en buitenwegen (SRM1), worden gepresenteerd in Tabel B2.1. De emissiefactoren van wegverkeer voor snelwegen (SRM2) worden gepresenteerd in Tabel B2.2. De emissiefactoren kunnen worden gedownload via [www.rivm.nl/gcn](http://www.rivm.nl/gcn).

### **Wijzigingen ten opzichte van de vorige GCN-ronde**

De SRM-emissiefactoren 2021 wijken op een aantal punten af van die van vorig jaar. De belangrijkste wijzigingen zijn:

- *Nieuwe prognoses wagenpark*: de prognoses voor de toekomstige samenstelling van het wagenpark in Nederland zijn integraal overgenomen uit de KEV 2020 en zijn daarmee gebaseerd op het vastgestelde beleid per 1 mei 2020. De nieuwe ramingen kennen een fors hoger aantal elektrische auto's in 2030 dan in de KEV 2019. Dit komt onder meer doordat in de KEV 2020 de fiscale en financiële stimulering van elektrische auto's in de periode t/m 2025 is verwerkt (zie ook PBL 2020 voor een toelichting). De groei van het aantal elektrische auto's gaat vooral ten koste van (nieuwe) dieselauto's. Dit leidt tot lagere emissiefactoren voor licht wegverkeer.
- *Veroudering Euro-6 benzineauto's*: uit onderzoek van TNO blijkt dat ook bij Euro-6 benzineauto's de NO<sub>x</sub>-emissies na verloop van tijd toenemen door veroudering van de driewegkatalysator. Dit probleem was eerder al geconstateerd bij eerdere generaties benzineauto's. Door strengere regelgeving voor de levensduur van de technologie is het probleem bij Euro-6 auto's minder groot dan bij eerdere generaties, maar desalniettemin is sprake van enige veroudering en daarmee van hogere emissies bij hoog gebruik (hoge kilometerstanden). Dit fenomeen is dit jaar verwerkt in de emissiefactoren en leidt met name in 2030 tot hogere NO<sub>x</sub>-emissiefactoren voor licht wegverkeer. Euro-6 benzineauto's zijn sinds circa 2014 op de markt. In 2030 bestaat naar verwachting het grootste deel van het autopark uit Euro-6 benzineauto's, waarvan tegen die tijd een wezenlijk deel al een hogere leeftijd heeft bereikt. Dat maakt dat de impact van veroudering in 2030 aanzienlijk groter is dan in 2025.
- *Vastgesteld beleid*: net als de GCN- en GDN-kaarten zijn ook de SRM-emissiefactoren gebaseerd op een beleidsvariant waarin alleen het vastgestelde beleid per 1 mei 2020 is meegenomen. De keuze om alleen vastgesteld beleid mee te nemen heeft vooral invloed op de emissiefactoren voor autobussen. In de KEV 2020 is in de beleidsvariant met voorgenomen beleid namelijk een sterke groei geraamd van elektrische lijnbussen. Deze groei is het gevolg van de afspraken uit het Bestuursakkoord Zero Emissie Busvervoer. Bij vastgesteld beleid zijn alleen de elektrische bussen meegenomen uit de per 1 mei 2020 reeds

<sup>6</sup> De fractie van NO<sub>x</sub> die rechtstreeks als NO<sub>2</sub> wordt geëmitteerd

verleende concessies en de bestaande afspraken over inzet van elektrische bussen in de komende jaren. Ook de voorgenomen invoering van de vrachtautoheffing is niet verwerkt in de SRM-emissiefactoren.

- *Roetfiltertest APK*: de roetfiltertest in de APK voor dieselauto's is wel meegenomen in de SRM-emissiefactoren van 2021. Deze maatregel was op 1 mei 2020 nog niet vastgesteld en is daarom in de KEV2020 als voorgenomen beleid meegenomen. Sindsdien is de regelgeving echter aangenomen door het parlement; daarom is dit beleid wel in de SMR-emissiefactoren verwerkt. De PM<sub>10</sub>- en PM<sub>2.5</sub>-emissiefactoren voor licht wegverkeer liggen hierdoor in 2025 en 2030 circa 3 tot 8% lager. Vanwege de relatief grote bijdrage van slijtage aan de totale uitstoot van met name PM<sub>10</sub> en in mindere mate PM<sub>2.5</sub> is het effect op de totale emissiefactoren (van verbranding én slijtage), zoals die worden gepresenteerd in onderstaande tabellen, wezenlijk kleiner.

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 <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad door- stromend <sup>3</sup>	Buitenweg <sup>4</sup>	Stad stagnerend <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad door- stromend <sup>3</sup>	Buitenweg <sup>4</sup>	Stad stagnerend <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad door- stromend <sup>3</sup>	Buitenweg <sup>4</sup>	Stad stagnerend <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad door- stromend <sup>3</sup>	Buitenweg <sup>4</sup>
<b>NO<sub>x</sub> in NO<sub>2</sub>-equivalenten (g/km)</b>																
2018	0,508	0,375	0,355	0,295	8,745	5,312	3,448	3,204	10,406	6,914	4,794	4,387				
2019	0,420	0,291	0,270	0,213	8,095	4,822	3,118	2,823	9,262	6,174	4,361	4,005	4,648	2,840	2,115	1,640
2020	0,300	0,237	0,222	0,190	5,548	3,102	2,051	1,627	5,994	4,809	3,753	3,153	2,715	1,678	1,225	0,996
2030	0,203	0,154	0,146	0,122	4,667	2,519	1,695	1,292	5,498	4,505	3,565	3,000	2,174	1,339	0,983	0,824
<b>Fractie direct uitgestoten hoeveelheid NO<sub>2</sub></b>																
2018	25%	23%	22%	25%	5%	4%	5%	5%	5%	5%	4%	5%				
2019	28%	28%	27%	33%	5%	5%	5%	6%	5%	5%	4%	4%	13%	13%	12%	13%
2020	22%	20%	18%	21%	5%	5%	6%	9%	6%	5%	5%	5%	11%	12%	11%	14%
2030	18%	18%	16%	18%	4%	6%	7%	10%	7%	6%	5%	5%	12%	12%	12%	15%
<b>PM<sub>10</sub> verbranding + slijtage naar lucht (g/km)<sup>5</sup></b>																
2018	0,035	0,033	0,034	0,017	0,226	0,181	0,159	0,104	0,196	0,162	0,145	0,094				
2019	0,034	0,032	0,033	0,017	0,210	0,170	0,151	0,099	0,184	0,155	0,141	0,087	0,176	0,136	0,118	0,086
2020	0,030	0,029	0,030	0,015	0,178	0,153	0,141	0,089	0,168	0,145	0,134	0,080	0,145	0,119	0,107	0,075
2030	0,029	0,028	0,029	0,015	0,169	0,148	0,138	0,084	0,164	0,143	0,132	0,078	0,134	0,113	0,104	0,070

	Licht wegverkeer personen-, bestelauto's en motoren				Middelzwaar wegverkeer vrachtauto's < 20 ton GVW, bussen				Zwaar wegverkeer vrachtauto's > 20 ton GVW, trekkers				Autobussen			
	Stad stagnerend <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad door- stromend <sup>3</sup>	Buitenweg <sup>4</sup>	Stad stagnerend <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad door- stromend <sup>3</sup>	Buitenweg <sup>4</sup>	Stad stagnerend <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad door- stromend <sup>3</sup>	Buitenweg <sup>4</sup>	Stad stagnerend <sup>1</sup>	Stad normaal <sup>2</sup>	Stad door- stromend <sup>3</sup>	Buitenweg <sup>4</sup>
<b>PM<sub>2,5</sub> verbranding + slijtage naar lucht (g/km)</b>																
2018	0,014	0,012	0,012	0,006	0,124	0,079	0,057	0,049	0,099	0,065	0,049	0,042				
2019	0,012	0,011	0,011	0,006	0,111	0,071	0,052	0,046	0,087	0,058	0,044	0,036	0,098	0,059	0,041	0,044
2020	0,008	0,008	0,008	0,004	0,080	0,055	0,043	0,038	0,073	0,050	0,039	0,028	0,067	0,041	0,030	0,032
2030	0,007	0,007	0,007	0,004	0,072	0,050	0,040	0,034	0,069	0,048	0,037	0,027	0,056	0,036	0,027	0,028
<b>EC (g/km)</b>																
2018	0,007	0,005	0,004	0,003	0,037	0,033	0,032	0,020	0,025	0,020	0,018	0,013				
2019	0,005	0,004	0,004	0,002	0,032	0,029	0,027	0,020	0,019	0,015	0,013	0,009	0,027	0,025	0,023	0,022
2020	0,002	0,002	0,001	0,001	0,019	0,017	0,016	0,013	0,010	0,007	0,005	0,004	0,014	0,013	0,012	0,012
2030	0,001	0,001	0,001	0,001	0,015	0,014	0,013	0,010	0,008	0,005	0,004	0,003	0,011	0,010	0,009	0,009
<b>NH<sub>3</sub> (g/km) voor gebruik bij de stikstofdepositie</b>																
2018	0,024	0,024	0,024	0,026	0,037	0,037	0,037	0,037	0,066	0,061	0,064	0,060				
2019	0,022	0,022	0,022	0,025	0,043	0,043	0,043	0,041	0,076	0,070	0,074	0,072	0,009	0,009	0,009	0,009
2020	0,017	0,016	0,015	0,024	0,056	0,056	0,056	0,049	0,076	0,076	0,076	0,094	0,005	0,005	0,005	0,004
2030	0,015	0,013	0,012	0,025	0,058	0,058	0,058	0,049	0,077	0,077	0,077	0,097	0,004	0,004	0,004	0,004

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 PM<sub>10</sub>-emissie uit uitlaatgassen wordt geëmitteerd naar de lucht.

Tabel B2.2 Emissiefactoren specifiek voor SRM2 (snelwegen)<sup>1</sup>

	Licht wegverkeer: personen-, bestelauto's en motoren						Middelzwaar wegverkeer: vrachtauto's < 20 ton GVW, bussen		Zwaar wegverkeer: vrachtauto's > 20 ton GVW, trekkers	
	80 File <sup>4</sup> km/uur + SH <sup>2</sup>	80 km/uur	100 km/uur	120 km/uur	130 km/uur		80 File <sup>4</sup> km/uur <sup>3</sup>		80 File <sup>4</sup> km/uur <sup>3</sup>	
<b>NO<sub>x</sub> in NO<sub>2</sub>-equivalenten (g/km)</b>										
2018	0,469	0,264	0,298	0,330	0,401	0,440	6,119	2,668	8,102	2,693
2019	0,387	0,192	0,230	0,252	0,316	0,351	6,109	2,299	7,592	2,335
2020	0,270	0,168	0,193	0,199	0,228	0,244	4,219	1,396	6,260	1,590
2030	0,195	0,106	0,121	0,119	0,139	0,150	3,750	1,141	6,061	1,477
<b>Fractie direct uitgestoten hoeveelheid NO<sub>2</sub></b>										
2018	30%	28%	25%	30%	30%	30%	4%	6%	4%	7%
2019	35%	37%	30%	37%	36%	35%	4%	7%	4%	7%
2020	27%	23%	19%	26%	26%	27%	3%	9%	4%	8%
2030	20%	21%	16%	23%	23%	20%	3%	10%	4%	8%
<b>PM<sub>10</sub> (g/km)</b>										
2018	0,033	0,020	0,021	0,022	0,023	0,023	0,206	0,103	0,180	0,089
2019	0,033	0,020	0,020	0,021	0,021	0,022	0,186	0,098	0,171	0,085
2020	0,030	0,017	0,017	0,018	0,018	0,018	0,149	0,089	0,159	0,081
2030	0,029	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,136	0,085	0,157	0,080
<b>PM<sub>2,5</sub> (g/km)</b>										
2018	0,011	0,009	0,010	0,010	0,011	0,011	0,105	0,041	0,086	0,032
2019	0,011	0,008	0,009	0,009	0,010	0,010	0,090	0,037	0,078	0,029

	Licht wegverkeer: personen-, bestelauto's en motoren						Middelzwaar wegverkeer: vrachtauto's < 20 ton GVW, bussen	Zwaar wegverkeer: vrachtauto's > 20 ton GVW, trekkers		
	File <sup>4</sup>	80 km/uur + SH <sup>2</sup>	80 km/uur	100 km/uur	120 km/uur	130 km/uur	File <sup>4</sup>	80 km/uur <sup>3</sup>	File <sup>4</sup>	80 km/uur <sup>3</sup>
2020	0,008	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,068	0,032	0,066	0,024
2030	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,059	0,029	0,064	0,023
<b>EC (g/km)</b>										
2018	0,008	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,023	0,015	0,015	0,008
2019	0,006	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,020	0,013	0,011	0,006
2020	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,013	0,009	0,005	0,003
2030	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,010	0,007	0,004	0,002
<b>NH<sub>3</sub> (g/km) voor gebruik bij de stikstofdepositie</b>										
2018	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,035	0,035	0,052	0,052
2019	0,037	0,036	0,036	0,037	0,037	0,037	0,041	0,041	0,060	0,060
2020	0,043	0,041	0,043	0,042	0,043	0,043	0,043	0,043	0,077	0,077
2030	0,047	0,044	0,047	0,045	0,045	0,046	0,043	0,043	0,079	0,079

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*