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

Grootschalige concentratiekaarten Nederland

Rapportage 2025

RIVM-rapport 2025-0034
S. Mijnen-Visser et al.

Grootschalige concentratiekaarten Nederland

Rapportage 2025

RIVM-rapport 2025-0034

Colofon

© RIVM 2025
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-2025-0034

S. Mijnen-Visser (auteur), RIVM
L.A. de Jongh (auteur), RIVM
S.B. Hazelhorst (auteur), RIVM
R. Hoogerbrugge (auteur), RIVM
I. Soenario (auteur), RIVM
G.J.C. Stolwijk (auteur), RIVM
W.J. de Vries (auteur), RIVM
S. Zuidberg (auteur), RIVM

Contact:
Suzanne Mijnen-Visser
Centrum Milieukwaliteit – afdeling Onderzoek en advies Lucht en Geluid
suzanne.visser@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in het kader van een opdracht voor Duurzame leefomgeving en circulair economie.

Dit is een uitgave van:
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Grootschalige concentratiekaarten Nederland

Rapportage 2025

Het RIVM maakt elk jaar kaarten van de luchtverontreiniging in Nederland. Dit gebeurt voor verschillende stoffen in de lucht, waaronder stikstofdioxide en fijnstof. Het RIVM gebruikt zowel modelberekeningen als metingen om deze GCN-kaarten te maken. Zo komen de concentraties het best overeen met de werkelijke situatie in het afgelopen jaar. Daarnaast zijn kaarten gemaakt van de concentraties die in de jaren 2025, 2030 en 2035 worden verwacht. De kaarten voor de toekomst worden gebruikt om de effecten van het beleid op de luchtkwaliteit in beeld te brengen.

De luchtkwaliteit was in 2024 beter dan in 2023, vooral omdat er minder stikstofoxiden en fijnstof is uitgestoten. Dit is goed nieuws. Deze verbetering past bij de gemiddelde daling die de afgelopen jaren te zien was. Naar verwachting dalen de concentraties stikstofdioxide en fijnstof tussen 2025 en 2035 verder door beleidsmaatregelen. In de berekeningen zijn de maatregelen verwerkt die op 1 mei 2024 bekend waren en de komende jaren worden uitgevoerd.

De gemiddelde concentraties stikstofdioxide in de lucht waren in 2024 ongeveer 2 procent lager dan in 2023. De gemiddelde concentraties fijnstof met deeltjesgrootte PM_{10} waren ongeveer 4 procent lager. De gemiddelde concentraties met deeltjesgrootte $PM_{2,5}$ zijn ongeveer hetzelfde gebleven.

De verwachtingen voor de concentraties stikstofdioxide en fijnstof voor de toekomst zijn bijgesteld ten opzichte van de berekeningen die het RIVM twee jaar geleden maakte. Zo zullen de concentraties stikstofdioxide in 2030 11 procent lager zijn dan eerder werd verwacht. Het nu doorgerekende beleid streeft meer elektrisch vervoer na, waardoor verkeer minder luchtvervuilende stoffen zal uitstoten.

Voor fijnstof worden juist hogere concentraties verwacht dan de eerdere berekeningen aangaven. Dat komt onder andere doordat nieuwe inzichten over het weer worden gebruikt, waardoor het model beter aansluit bij de weersvoorspellingen voor de komende jaren (naar verwachting minder wind en meer regen).

Met de huidige luchtkwaliteit kunnen mensen nog steeds gezondheidsklachten hebben. Verschillende overheden (landelijk, provincies, gemeenten) gebruiken de GCN-kaarten om de ontwikkeling van de luchtkwaliteit in Nederland te volgen en om beleid te maken voor een betere luchtkwaliteit. Berekeningen van concentraties zijn van veel factoren afhankelijk, waardoor er altijd onzekerheden in de resultaten zijn. De resultaten kunnen daarom afwijken van de werkelijke concentraties.

Kernwoorden: fijnstof, stikstofdioxide, Monitoring Luchtkwaliteit (MLK), Schone Lucht Akkoord (SLA), stikstof, lucht

Synopsis

Large-scale concentration maps for the Netherlands

2025 report

Each year, the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) creates maps to illustrate air pollution in the Netherlands. It does this for several airborne substances, including nitrogen dioxide and fine particles. RIVM uses both calculation models and measurements to create these large-scale concentration (GCN) maps. This ensures that the concentrations shown are as close as possible to the actual situation in the past year. RIVM has also created maps of the concentrations expected in the years 2025, 2030 and 2035. The purpose of those future maps is to visualise the effects of government policy on air quality.

In 2024, air quality was better than in 2023, largely due to a fall in nitrogen dioxide and fine particle emissions. This is good news. This improvement is consistent with the overall decrease seen in recent years. Expectations are that, between 2025 and 2035, nitrogen dioxide and fine particle concentrations will continue to fall thanks to policy measures. The calculations include the measures that were known as of 1 May 2024 and that are due to be implemented in the coming years.

The average concentrations of nitrogen dioxide in the air were approximately 2% lower in 2024 than in 2023. Average concentrations of PM_{10}-sized fine particles were approximately 4% lower, while average concentrations of $PM_{2.5}$-sized particles remained more or less the same.

The projections for concentrations nitrogen dioxide and fine particles are adjusted compared to the calculations made two years ago. In 2030, nitrogen dioxide concentrations are expected to be 11% lower than previously projected. This is primarily due to policies aiming for more electric transport as to reduce emissions of air pollutants from traffic.

Expected future concentrations of fine particles are higher than indicated in the earlier calculations. This is partly due to new insights into weather patterns, which allow the model to better reflect expected future weather characteristics (as predicted less wind and more rain).

Health effects still occur with the current air quality levels. Various government levels (national, provincial, municipal) use the GCN maps to monitor the development of air quality in the Netherlands. Governments use the forecasts to draw up policy aimed at improving the air quality. As the calculation of concentration levels depends on many factors, uncertainties in the results are inevitable. Therefore, the results may differ from the actual concentrations.

Keywords: fine particles, nitrogen dioxide, Air Quality Monitoring (MLK), Clean Air Agreement (SLA), nitrogen, air

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11

2 Methode en invoergegevens — 13
2.1 Methode van concentratie- en depositieberekeningen — 13
2.2 Invoergegevens — 16
2.2.1 Reguliere actualisaties — 16
2.2.2 Incidentele actualisaties — 22
2.2.3 Kalibratiefactoren en meetcorrectie concentraties — 23

3 Emissies — 27
3.1 Ontwikkeling in Nederlandse emissies — 27
3.1.1 NO_x-emissies — 27
3.1.2 PM_{10}-emissies — 28
3.1.3 $PM_{2,5}$-emissies — 30
3.1.4 NH_3-emissies — 31
3.2 Ontwikkeling in buitenlandse emissies — 31
3.2.1 NO_x-emissies — 32
3.2.2 PM_{10}-emissies — 32
3.2.3 NH_3-emissies — 33

4 Grootschalige concentraties en concentratieopbouw per stof — 35
4.1 GCN-kaarten 2024, 2025, 2030, 2035, 2040 — 35
4.2 Gepasseerd jaar 2024 — 35
4.2.1 NO_2-concentraties — 36
4.2.2 PM_{10}-concentraties — 37
4.2.3 $PM_{2,5}$-concentraties — 38
4.3 Opbouw concentraties per stof voor 2024 — 39
4.4 Prognosejaren 2025, 2030 en 2035 — 44
4.4.1 NO_2-concentraties — 44
4.4.2 PM_{10}-concentraties — 46
4.4.3 $PM_{2,5}$-concentraties — 47

5 Modelverbeteringen en innovaties — 49
5.1 Onzekerheden in de GCN-kaarten — 49
5.2 Nieuwe gegevens en inzichten — 50
5.2.1 Emissies en ruimtelijke verdeling — 50
5.2.2 Verspreidingsmodel en omgevingsdata — 52
5.2.3 Onderzoeken: stand van zaken — 54

Dankbetuiging — 57

Literatuur — 59

Bijlage 1 Nederlandse emissies in diagnose en de ramingen — 61

Bijlage 2 Grootschalige concentraties EC en SO_2 — 64

Samenvatting

Grootschalige concentratiekaarten Nederland

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) levert jaarlijks kaarten met grootschalige concentraties voor Nederland 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 bijvoorbeeld gebruikt bij de rapportage voor de EU-luchtkwaliteitsrichtlijn, de uitvoering van de Monitoring Luchtkwaliteit en het Schone Lucht Akkoord, het definiëren van lokaal beleid en bij planvorming.

Grootschalige NO_2-concentraties verder gedaald in 2024

De concentratie van stikstofdioxide (NO_2) voor het jaar 2024 was gemiddeld over Nederland 8,8 µg/m^3. In 2023 was dit 9,0 µg/m^3. Deze afname van ongeveer 2 procent past bij de gemiddelde afname van 2 tot 3 procent per jaar van de afgelopen jaren in de metingen. In 2024 waren de totale emissies lager dan in 2023. Dit droeg bij aan lagere concentraties. De weersomstandigheden in 2024, onder andere lagere windsnelheden, zorgden juist voor hogere concentraties. Daarnaast zorgde de toevoeging van een nieuwe emissieoorzaak van NO_x uit bodems voor hogere gemodelleerde concentraties.

Grootschalige PM_{10}- en $PM_{2,5}$-concentraties geven verschillend beeld in 2024

De gemiddelde fijnstofconcentratie PM_{10} voor het jaar 2024 was 13,4 µg/m^3. In 2023 was dit 13,9 µg/m^3. Deze afname van een kleine 4 procent kwam vooral door lagere totale emissies en past bij de lagere gemeten concentraties. De gemiddelde fijnstofconcentratie $PM_{2,5}$ is vrijwel onveranderd gebleven. In 2024 was de concentratie 7,4 µg/m^3 en in 2023 was deze 7,2 µg/m^3. Ook dit volgt de metingen. De komende jaren moet blijken waardoor deze tegenstrijdige trends in de metingen van PM_{10} en $PM_{2,5}$ veroorzaakt worden en of zich dit doorzet. Het is mogelijk dat meteorologische omstandigheden van het jaar 2023 of 2024 hier een rol spelen. Wel geldt dat deze verschillen ruim binnen de onzekerheden van de metingen en het model vallen.

Berekende grootschalige concentraties dalen fors in 2025-2035

De berekende gemiddelde concentraties NO_2 in Nederland worden naar verwachting in 2035 35 procent lager dan in 2025. Voor PM_{10} en $PM_{2,5}$ wordt dit naar verwachting respectievelijk 15 en 25 procent lager dan in 2025. Dit is vooral het effect van de geraamde emissiereducties in Nederland.

Vergeleken met de berekende concentraties op basis van de vorige ramingen laat dit een wisselend beeld zien. Voor NO_2 zijn de berekende concentraties in 2030 ongeveer 11 procent lager dan de ramingen van twee jaar geleden. Voor fijnstof (PM_{10} en $PM_{2,5}$) zijn deze concentraties in 2030 rond 2 procent hoger. Lagere emissieramingen voor Nederland

door onder andere aanvullend beleid om de luchtkwaliteit te verbeteren en lagere groeiverwachtingen bij de scheepvaart dragen bij aan lagere concentraties. De berekende toename voor fijnstof komt onder andere door de nieuwe kalibratie van de modelresultaten aan de metingen en door nieuwe meteorologische gegevens.

Wetenschappelijke verantwoording

De voorliggende rapportage beschrijft de wetenschappelijke methoden van de kaarten die in maart 2025 zijn gepubliceerd. De rapportage gaat over de berekende concentraties voor het jaar 2024 en over de toekomstjaren 2025, 2030 en 2035. Ook zijn indicatieve kaarten voor 2040 gemaakt. De kaarten voor de toekomst worden gebruikt om de effecten van het huidig beleid op de luchtkwaliteit in beeld te brengen, zoals de elektrificatie van het wagenpark en emissiereducties in de industrie. Voor de Nederlandse emissies worden hiervoor de *Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen* van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) gebruikt. Het PBL rekent elke twee jaar de effecten van het klimaat, stikstof en luchtbeleid door op de Nederlandse emissies van luchtverontreinigende stoffen.

De grootschalige concentratiekaarten worden berekend met het Operationele Prioritaire Stoffen verspreidingsmodel. Hierin worden jaarlijks de invoergegevens geactualiseerd op basis van de nieuwste wetenschappelijke inzichten en beschikbare gegevens. Voorbeelden hiervan zijn de Nederlandse en buitenlandse totale emissies en ruimtelijke verdelingen per sector, de meteorologische gegevens en het landgebruik.

Onzekerheden

Berekeningen kennen altijd een bepaalde mate van onzekerheid. De onzekerheden in de berekeningen van de concentraties stikstofdioxide en fijnstof voor Nederland zijn ongeveer 10 procent (2 standaarddeviaties). Dat betekent dat de hoeveelheid stoffen die er werkelijk in de lucht zit zeer waarschijnlijk (95 procent kans) niet meer dan 10 procent afwijkt van de berekende waarde. Op specifieke locaties zijn de onzekerheden in de concentraties groter. Voor een 1x1 km gridcel is de geschatte onzekerheid ongeveer 30 procent (2 standaarddeviaties).

PBL rapporteert de onzekerheden in de emissieramingen voor Nederland. Voor 2040 zijn hiervoor geen onzekerheden bepaald, aangezien de kaarten indicatief zijn. Deze kaarten geven alleen een beeld van de mogelijke richting van de emissieverandering tussen 2035 en 2040.

Publicatie kaarten

Op https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten zijn de grootschalige concentratiekaarten en onderliggende data van stikstofdioxide, stikstofoxiden, fijnstof (PM_{10} en $PM_{2,5}$), zwaveldioxide, ozon, ammoniak, koolmonoxide, benzeen en elementair koolstof, en de grootschalige depositiekaarten en onderliggende data van stikstof en potentieel zuur beschikbaar.

1 Inleiding

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

Luchtkwaliteit is de belangrijkste milieufactor van invloed op de gezondheid van de mens (VTV, 2024). Vanwege het grensoverschrijdende karakter van luchtkwaliteit zijn Europese regels opgesteld in de vorm van de richtlijn luchtkwaliteit van de Europese Unie. Deze richtlijn is in Nederland geïmplementeerd in de Omgevingswet. Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) produceert jaarlijks kaarten met grootschalige concentraties van diverse luchtverontreinigende stoffen in Nederland. Dit doet het RIVM in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW).

De Grootschalige Concentratiekaarten Nederland (GCN-kaarten) geven een beeld van de luchtkwaliteit op een resolutie van 1x1 km in heel Nederland. De kaarten zijn gebaseerd op emissies en modelberekeningen. De gemodelleerde concentraties worden gekalibreerd aan metingen.

De grootschalige kaarten worden onder meer gebruikt in de rapportage voor de EU-luchtkwaliteitsrichtlijn. Ook worden de kaarten in combinatie met lokale berekeningen gebruikt bij de Monitoring Luchtkwaliteit (MLK), als basis voor het Schone Lucht Akkoord (SLA) en bij planvorming. Bij de MLK ligt de nadruk op berekende waarden op toetspunten langs wegen en nabij veehouderijen en hoe deze waarden zich verhouden tot de EU-grenswaarden voor luchtkwaliteit. Bij het SLA vormen de GCN-kaarten de invoer voor berekeningen van de blootstelling aan en de gezondheidseffecten door luchtkwaliteit. De MLK-rapportage volgt eind dit jaar en de SLA-rapportage volgt begin volgend jaar. De meest recente rapportage over MLK betreft Berkhout et al. (2024) en over het SLA Ruyssenaars et al. (2024).

Stikstofdepositie staat in de aandacht, omdat natuur en biodiversiteit in Nederland op veel plaatsen negatief worden beïnvloed door een hoge depositie van reactief stikstof. Op basis van berekeningen op een resolutie van 1x1 km is berekend dat deze vorm van stikstof gemiddeld over Nederland voor ongeveer een kwart afkomstig is van emissies naar de lucht van stikstofoxiden (NO_x) en voor driekwart van ammoniak (NH_3) uit binnenlandse en buitenlandse bronnen. De stikstof wordt gedeponeerd als zowel droge als natte (regen) depositie.

Kaarten van de depositie van stikstof in Nederland worden gemaakt in opdracht van zowel IenW als van het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN). De stikstofdepositiekaarten worden onder meer gebruikt voor de monitoring van het stikstofbeleid in de natuur in het kader van de Omgevingswet en voor vergunningverlening. Hiervoor worden zowel grootschalige als meer gedetailleerde kaarten voor stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden gebruikt. De rapportage hiervoor volgt later dit jaar. De meest recente rapportage over

monitoring stikstofdepositie op natuurgebieden betreft Marra et al. (2024).

Het model, de invoergegevens en de uitgangspunten zijn identiek voor berekeningen aan de luchtkwaliteit en de stikstofdepositie. In deze GCN-rapportage is de technische beschrijving van beide typen berekeningen weergegeven. In het monitoringsrapport over de stikstofdepositie vindt de nadere duiding van de ontwikkeling van de depositie plaats.

Op de website van de Rijksoverheid zijn de databestanden van de juridisch-formele kaarten met de grootschalige achtergrondconcentraties te vinden (www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen). Op de RIVM-website (www.rivm.nl/gcn) staan naast de concentratiekaarten ook de depositiekaarten, inclusief de optie om de databestanden te downloaden.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de methode voor de concentratie- en depositieberekeningen en de vernieuwingen in de gegevens, zoals de veranderingen in totale emissies en ruimtelijke verdelingen per sector. Hoofdstuk 3 gaat over de ontwikkelingen van de emissies vanaf 2000 tot en met 2040. Hoofdstuk 4 gaat over de concentraties luchtverontreinigende stoffen. Het beschrijft de concentraties in het gepasseerd jaar 2024 en in de toekomstjaren 2025, 2030, 2035 en 2040. Voor 2024 wordt ook de concentratieopbouw per sector beschouwd. Hoofdstuk 5 bespreekt de onzekerheden in de berekeningen en de verbeteringen in het model en de innovaties in de afgelopen twee jaren 2023-2024.

2 Methode en invoergegevens

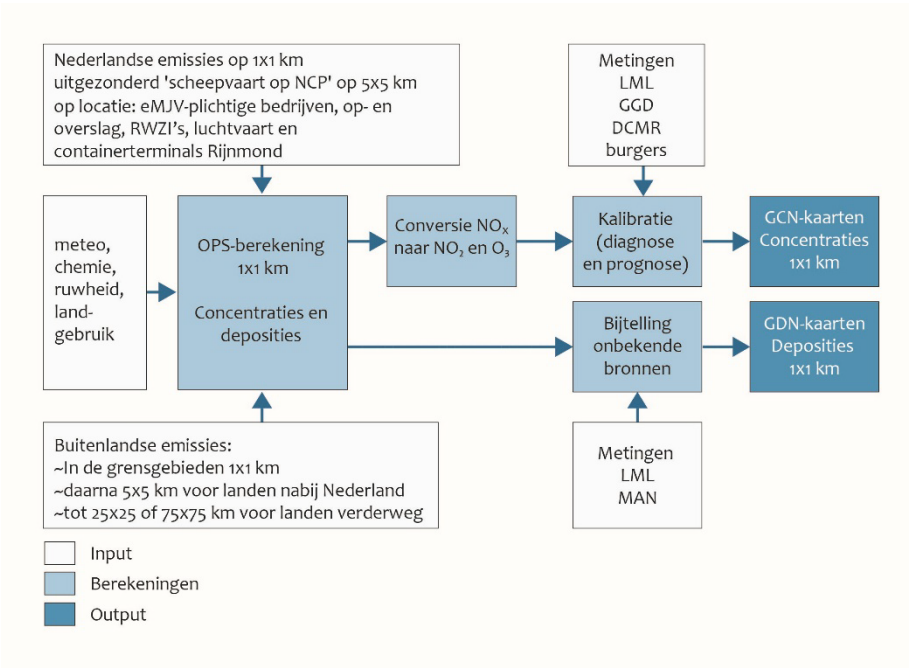
Dit hoofdstuk beschrijft in het kort de methode van de concentratie- en depositieberekeningen. Ook is beschreven welke invoergegevens geactualiseerd zijn en welke methodewijzigingen hebben plaatsgevonden. Tot slot zijn de resultaten van de kalibratie voor de concentratieberekeningen weergegeven.

2.1 Methode van concentratie- en depositieberekeningen

De Grootschalige Concentratie- en Depositiekaarten Nederland (GCN/GDN) geven waarden voor de concentraties en depositie per gridcel van 1x1 km. De concentraties en depositie worden berekend met het OPS-model (Siteur et al., 2025). Voor elke gridcel van 1x1 km wordt de concentratie/depositie op meerdere punten binnen deze gridcel bepaald en hieraan toegekend door het gemiddelde van alle berekende punten te bepalen. In Figuur 2.1 staat in hoofdlijnen de methodiek om te komen tot een waarde voor die gridcel van 1x1 km (output). Deze doorloopt drie stappen:

1. Een inventarisatie van alle gegevens die nodig zijn voor de berekeningen (input).
2. De berekeningen van de concentraties en depositie met het OPS-model (berekeningen).
3. De kalibratie op basis van metingen uit diverse meetnetten (berekeningen).

Figuur 2.1 Berekeningen Grootschalige Concentratie- en Depositiekaarten Nederland



Inventarisatie van alle gegevens die nodig zijn voor de berekeningen
De berekeningen van de grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland worden uitgevoerd met het OPS-model. Hiervoor zijn gegevens nodig die zijn onder te verdelen in emissiebronnen en overige invoerdata, ook wel omgevingsdata genoemd. Om bronnen met het OPS-model te kunnen doorrekenen, zijn de emissiesterkte, locatie en de bronkarakteristieken emissiehoogte en warmte-inhoud van die bronnen nodig.

De gerealiseerde emissies en locaties (ruimtelijke verdelingen) van Nederlandse bronnen komen van de Emissieregistratie (ER) en die van buitenlandse bronnen komen van Centre on Emission Inventories and Projections (CEIP). De emissieramingen van Nederlandse bronnen komen van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en die van buitenlandse bronnen van International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). De locaties van bronnen voor de ramingen zijn gelijk aan die van de gerealiseerde emissies, behalve voor de Nederlandse landbouwbronnen. Die laatste komen van Wageningen University & Research (WUR). Zie de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2 voor meer informatie over de emissies en ruimtelijke verdelingen.

Als een bedrijf voor een bepaalde stof de toegestane rapportagedrempel overschrijdt, is dit bedrijf verplicht dat te rapporteren via het elektronisch milieujaarverslag (e-MJV). Hierbij moeten dan niet alleen de emissiesterkte en locatie, maar ook de bronkarakteristieken van de bron worden opgegeven. Deze data worden door de ER verwerkt. Daarnaast zijn voor de op- en overslag van droge bulkgoederen, rioolwaterzuiveringsinstallaties en emissies van luchthavens de exacte locaties en bronkarakteristieken bekend.

De overige Nederlandse emissies worden door de ER per sector geaggregeerd en beschikbaar gesteld op een gridresolutie van 1x1 km. Het gaat onder andere om emissies van weg-, rail- en binnenvaartverkeer, van landbouw en van huishoudens. Voor mobiele werktuigen in havens (container op- en overslag) zijn de emissies geaggregeerd en beschikbaar op een gridresolutie van 250x250 m. De zeescheepvaartemissies zijn op een strook langs de kust (de 12-mijls-zone) op een gridresolutie van 1x1 km beschikbaar, verder weg en op de Noordzee is dit 5x5 km. De zeescheepvaartemissies in de Nederlandse havens en binnengaats varend zijn beschikbaar op 1x1 km. De bronkarakteristieken van deze overige bronnen zijn, per sector specifiek, door TNO afgeleid (zie paragraaf 2.2).

De buitenlandse emissies (inclusief een aantal zeeën) zijn op een gridresolutie van 1x1 km beschikbaar voor de emissies in Vlaanderen en voor een deel van de emissies in Duitsland. Verder weg gelegen emissies zijn geaggregeerd en op gridresoluties van 5x5 tot 75x75 km beschikbaar. Ook hiervoor zijn door TNO sectorale bronkarakteristieken afgeleid.

Voor de verspreiding van luchtverontreinigende stoffen in het model zijn de volgende invoergegevens van belang:

- de meteostatistiek van het KNMI;
- het landgebruik van WUR;
- achtergrondconcentraties en chemische conversiesnelheden uit het European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP)-model;
- voor fijnstofberekeningen de deeltjesgrootteverdeling van de ER.

Berekening van de concentraties en depositie met het OPS-model

De berekeningen zijn uitgevoerd met het OPS-model versie 5.3.1.0 op een schaal van 1x1 km. Voor berekeningen van het diagnosejaar zijn de meteorologische gegevens van het jaar 2024 toegepast. Ook zijn hiervoor de achtergrondconcentraties en chemische conversiesnelheden voor het jaar 2024 gebruikt.

Voor berekeningen van de prognosejaren zijn de lange-termijn-meteorologische gegevens van de periode 2014-2023 toegepast. Hierbij zijn de bijbehorende achtergrondconcentraties en chemische conversiesnelheden voor de jaren 2025, 2030, 2035 en 2040 gebruikt.

Het model berekent NO_x-concentraties waaruit met een empirische relatie stikstofdioxide- (NO_2) en ozon- (O_3) concentraties worden berekend (Sauter et al., 2023).

Kalibratie op basis van metingen uit diverse meetnetten

De kalibratie van de berekende grootschalige concentraties en deposities vindt plaats aan metingen. Hiervoor worden de volgende typen metingen gebruikt:

- metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) op regionale en stadsachtergrondstations;
- achtergrondstations van de Gemeentelijke Gezondheidsdienst (GGD) Amsterdam;
- achtergrondstations van de Milieudienst Rijnmond (DCMR);
- burgermetingen die met Palmes-diffusiebuisjes NO_2 meten;
- metingen van het Meetnet Ammoniak (MAN) waar met buisjes ammoniak (NH_3) wordt gemeten.

De diagnosekaart is gekalibreerd aan de metingen van het jaar 2024. Voor de prognosejaren (2025, 2030, 2035, 2040) is een gemiddelde kalibratie berekend over de metingen van vijf gepasseerde jaren (2019-2023, zie Hoogerbrugge et al., 2025).

De kalibratie van de modelresultaten aan de metingen is de laatste stap in de berekeningen van de Grootschalige Concentratie- en Depositiekaarten Nederland (GCN/GDN) op een schaal van 1x1 km (zie Figuur 2.1). De volgende kaarten zijn beschikbaar voor diagnose en prognoses: NO_2, NO_x, O_3, fijnstof (PM_{10} en $PM_{2,5}$), elementair koolstof (EC), zwaveldioxide (SO_2), ammoniak (NH_3), stikstofdepositie totaal (N_{tot}), potentieel zuur (Potz) en gereduceerd stikstof (NH_x). Van de volgende kaarten zijn alleen indicatieve diagnosekaarten beschikbaar: benzeen (C_6H_6), koolmonoxide (CO) en 98-percentiel CO.

2.2 Invoergegevens

De GCN2024 bevatte alleen diagnosekaarten over het jaar 2023 (Mijnen-Visser et al., 2024). De GCN2023 bevatte zowel diagnosekaarten over het jaar 2022 als prognosekaarten over de jaren 2025 en 2030 en indicatieve kaarten over 2035 en 2040 (Hoogerbrugge et al., 2023). Voorliggende rapportage beschrijft alle relevante wijzigingen en vernieuwingen van de afgelopen twee jaren. Dit betreft onder andere de emissietotalen en ruimtelijke verdelingen, bronkarakteristieken, landgebruikskaart, meteorologische gegevens en actualisaties in het OPS-model.

De volgende paragrafen beschrijven kort alle wijzigingen en vernieuwingen.

2.2.1 Reguliere actualisaties

Onder reguliere actualisaties vallen wijzingen en vernieuwingen waarbij alleen de achterliggende invoerdata is geactualiseerd. De methodiek om deze data te verkrijgen of te verwerken is ongewijzigd gebleven. Reguliere actualisaties worden volgens een vaste frequentie geactualiseerd, zoals vastgelegd in het 'Protocol nieuwe inzichten achtergrondkaarten luchtkwaliteit en stikstofdepositie' (https://www.rivm.nl/documenten/protocol-nieuwe-inzichten-luchtkwaliteit-en-stikstofdepositie). De meeste data worden jaarlijks (bijvoorbeeld gerealiseerde emissies), elke twee jaar (bijvoorbeeld emissieramingen) of elke vier jaar (bijvoorbeeld landgebruik) geactualiseerd.

Gerealiseerde Nederlandse emissies

Jaarlijks worden de gebruikte emissies op Nederlands grondgebied geactualiseerd naar de laatste vastgestelde reeks van de ER. Voor de emissietotalen per sector voor het gepasseerd jaar is de ER geactualiseerd van 2022 naar 2023 volgens de ER-reeks 1990-2023. In GCN2024 werden dus de emissies van het jaar 2022 gebruikt (Mijnen-Visser et al., 2024). Voor het berekenen van de kaarten voor het jaar 2024 worden dus de Nederlandse emissietotalen zoals vastgesteld voor het jaar 2023 toegepast, omdat de gegevens over 2024 nog niet beschikbaar zijn. De impact van onzekerheden op de daadwerkelijke emissies voor 2024 wordt gereduceerd door de kalibratie van de kaarten aan de metingen over 2024.

Ruimtelijke verdelingen Nederlandse emissies

De Nederlandse emissies worden elk jaar door de ER ruimtelijk verdeeld. Voor veel sectoren wordt dit jaarlijks geactualiseerd. De ruimtelijke verdelingen van die emissies over Nederland zijn geactualiseerd volgens ER-reeks 1990-2022. Deze verdelingen zijn dus gebaseerd op een oudere reeks dan waarvan de emissies zijn gebruikt (ER-reeks 1990-2023). De ruimtelijke verdelingen op basis van de meest recente reeks komen namelijk te laat om mee te nemen in de GCN-methodiek.

De ruimtelijke verdeling wordt gebruikt om zowel de emissies van historische jaren als de geraamde emissies ruimtelijk te verdelen. Een uitzondering hierop zijn de ruimtelijke verdelingen van de geraamde emissies voor de landbouw. Hiervoor zijn voor deze rapportage aparte

ruimtelijke verdelingen gemaakt voor 2025 en 2030 op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid uit het model Initiator en per e-mail door de WUR gedeeld met RIVM. Hierdoor zijn de maatregelen die in dit beleid zijn meegenomen ook ruimtelijk toegepast in de concentratiekaarten (zie paragraaf 2.2.2).

Hieronder volgen in grote lijnen de wijzigingen in de Nederlandse ruimtelijke verdelingen (ER-verdelingen, 2025).

Landbouw
De verdeling van emissies uit stallen en via opslag van dierlijke mest is geactualiseerd. Dit is op basis van de meest recente Geografische Informatie Agrarische Bedrijven (GIAB) gebeurd. 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 ontwikkelingen in het jaar 2022 zijn doorgevoerd op de verdeling van emissies door beweiding en het toepassen van dierlijke- en kunstmest, onder andere bij jongvee voor fokkerij. Deze verdeling is gebaseerd op het door WenR ontwikkelde model Initiator. Hierin 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. Daarbij wordt rekening gehouden met de mestproductie, de mestafzet (ook buiten de Nederlandse landbouw) en de mestgebruiksruimte, gegeven de geldende wettelijke gebruiksnormen voor fosfor en stikstof.

De verdelingen van emissies door mestbewerking en -vergisting zijn geactualiseerd. De verdeling voor mestbewerking is gebaseerd op de hoeveelheid geproduceerde mest per bedrijf. Dit geldt voor alle bedrijven die in de landbouwtelling 2022 de vraag over mestbewerkingstechnieken en -verwerkingstechnieken hebben ingevuld. De locaties van de vergisters komen uit opgaven van RVO en de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA). Vooralsnog hebben al deze locaties een gelijk aandeel in de emissie. Dat komt door het ontbreken van voldoende informatie over de geproduceerde hoeveelheid energie of de omgezette hoeveelheid mest per locatie.

Zeescheepvaart en visserij
De verdeling van de emissies door zeescheepvaart en visserij is geactualiseerd voor 2022. De gegevens gaan over het NCP (Nederlands Continentaal Plat) (inclusief 12-mijlszone) en de Nederlandse havens. De verdeling wordt gemaakt op basis van geleverde data door het Marine Research Institute (MARIN), TNO, Havenbedrijf Rotterdam en Wageningen Economic Research. Het gaat hier om gegevens uit het AIS (Automatic Identification System) met informatie over de snelheid en positie van schepen, in combinatie met emissiefactoren en gegevens over scheepstypen.

Binnenvaart
Voorheen werden de emissies van binnenvaart ruimtelijk toebedeeld met modelberekeningen (BIVAS). Sinds 2022 worden deze toebedeeld met AIS-data, net als bij zeescheepvaart. Hierdoor is de verdeling bepaald op het werkelijk aantal schepen, de vaarsnelheid en het scheepstype.

Wegen
Door DAT.mobility is een nieuw bestand samengesteld voor de emissies van wegverkeer in 2022, gebaseerd op gegevens van mobiele telefonie en navigatie.

Vliegvelden
De verdeling van emissies op luchthaven Schiphol is aangepast met nieuwe gegevens van het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum.

Mobiele werktuigen (op- en overslag)
Voor mobiele werktuigen in havens (op- en overslag) zijn voor het havengebied Rotterdam voor 2022 nieuwe gegevens toegevoegd over de ligging van terminals, hun capaciteit en mate van elektrificatie. Deze gegevens komen van het Havenbedrijf Rotterdam en TNO en zijn sinds dit jaar beschikbaar via de ER.

Vreugdevuren
In 2022 waren er op diverse locaties in Nederland weer vreugdevuren. In samenwerking met TNO zijn de gegevens over locaties en emissieverdeling vernieuwd.

Geraamde Nederlandse emissies
De toekomstige emissies op Nederlands grondgebied zijn gebaseerd op de rapportage *Emissieramingen voor luchtverontreinigende stoffen* (ERL) die PBL en RIVM om de twee jaar opstellen. Voor deze GCN/GDN is gebruikgemaakt van de meest recente ERL, de ERL25 (PBL en RIVM, 2025) aangevuld met een lichte actualisatie (PBL, 2025). De lichte actualisatie maakt het PBL speciaal voor de GCN/GDN. De ERL25 is gebaseerd op de voorafgaande Klimaat- en Energieverkenning 2024 (KEV2024; PBL et al., 2024). In de ERL25 is net als in de KEV2024 het vastgestelde, voorgenomen en geagendeerde beleid per 1 mei 2024 meegenomen.

De ERL25 is gebaseerd op en daarmee consistent met de ER-reeks 1990-2022. De ERL25 bevat emissieramingen voor de zichtjaren 2025, 2030, 2035 voor de vijf National Emissions reduction Commitments-(NEC) stoffen stikstofoxiden, ammoniak, fijnstof ($PM_{2,5}$ en PM_{10}), zwaveldioxide en niet-methaan vluchtige organische koolwaterstoffen. Voor 2040 wordt alleen een indicatieve doorkijk gegeven van de emissies voor alle vijf de stoffen. De emissiecijfers voor 2040 zijn niet opgenomen in PBL en RIVM (2025), maar zijn door PBL aan RIVM geleverd voor het maken van indicatieve GCN-kaarten voor 2040. De 2040-kaarten geven daarmee een indicatief beeld van de mogelijke richting van de concentratieverandering tussen 2035 en 2040. Het is op dit moment wel het meest plausibele inzicht dat gegeven kan worden voor de emissie- en concentratieontwikkeling in die periode.

Begin 2025 kwam de nieuwe ER-reeks 1990-2023 beschikbaar. Voor de lichte actualisatie heeft het PBL de methodische verschillen in inzicht over de omvang van de gerealiseerde emissies tussen de ER-reeks 1990-2022 en de ER-reeks 1990-2023 bestudeerd. Het licht bijwerken van de emissieramingen aan de nieuwste ER-reeks door het PBL heeft alleen betrekking op nieuwe wetenschappelijke inzichten uit de ER over de hoogte van emissies. Er worden bij de lichte actualisatie van de ramingen geen wijzigingen doorgevoerd in het beleid en in de gebruikte scenariovariabelen zoals economische groei en energieprijzen. Vervolgens heeft het PBL de ERL25-resultaten waar nodig geactualiseerd aan de nieuwe ER-reeks. Voor de hier voorliggende GCN2025-rapportage heeft het PBL uitsluitend een wijziging doorgevoerd bij een bron bij het wegverkeer. De overige emissies zijn onveranderd ten opzichte van de ERL25 (PBL en RIVM, 2025).

In januari 2025 waren er bij de sector *mobiliteit* enkele nieuwe inzichten in de ER-reeks 1990-2023 die ook van wezenlijke invloed zijn op de ramingen. Deze inzichten waren dermate relevant dat de ramingen uit de ERL25 op deze punten zijn geactualiseerd. Het gaat om twee wijzigingen. Ten eerste zijn aan de ER-reeks 1990-2023 de emissies van hulpfuncties op vrachtvoertuigen (onder andere betonmixers, kranen, hoogwerkers) toegevoegd als nieuwe emissiebron voor NO_x. In de lichte actualisatie van de ERL25 zijn ook de ramingen voor deze hulpfuncties toegevoegd. Ten tweede zijn in de ER-reeks 1990-2023 de emissies van koelaggregaten op vrachtvoertuigen aanzienlijk naar beneden bijgesteld, op basis van nieuwe metingen. Deze nieuwe inzichten zijn eveneens verwerkt in de lichte actualisatie van de ERL25-ramingen.

Voor de GCN/GDN2025 heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) in lijn met voorgaande GCN-rapportages ervoor gekozen om alleen de emissieramingen met het vastgestelde beleid mee te nemen en geen voorgenomen of geagendeerde beleidsmaatregelen. Dit betekent dus dat alleen het vastgestelde beleid tot de peildatum van de ERL van 1 mei 2024 is meegenomen.

We noemen hieronder een aantal relevante luchtbeleidswijzigingen in de ERL25 (GCN/GDN2025) ten opzichte van de ERL23 (GCN/GDN2023):

- Voor de sector *industrie* zijn de eisen in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) aangepast.
- Voor *mobiliteit* is een aantal maatregelen voor het eerst meegenomen onder vastgesteld beleid. Het gaat om de Routekaart en Convenant Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB), Tijdelijke subsidieregeling walstroom zeeschepen klimaat 2024-2026, Euro-7 emissienormen voor wegverkeer (instroom vanaf 2027), aanscherping van EU CO_2-emissienormen voor zwaar wegverkeer na 2030, Subsidieregeling minder energieverbruik in de visserij (ENERGIEVIS) en de verduurzaming van twee dieselspoorlijnen (Zutphen-Oldenzaal en Almelo-Mariënberg).
- Voor de sector *landbouw* zijn er ook meerdere maatregelen die voor het eerst meegenomen zijn onder het vastgestelde beleid. Het gaat om de Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties (Lbv) en de Lbv-plus, het omschakelprogramma duurzame landbouw, de regeling provinciale maatregelen PAS-melders, versnellingsmaatregelen

NPLG, en de afbouw en het vervallen van de derogatie onder de Nitraatrichtlijn.

Een volledige lijst van het beleid dat in de ERL25 is meegenomen, is te vinden in het achtergrondrapport *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten* (PBL en TNO, 2025). De meest relevante beleidsmaatregelen voor NH_3-emissies staan met het effect op emissies beschreven in de ERL 2025. De effecten op depositie worden verder toegelicht in Marra et al. (2025, in voorbereiding).

Gerealiseerde buitenlandse emissies en ruimtelijke verdelingen
Net als de ER de emissiegegevens op het Nederlands grondgebied verzamelt en verwerkt, doet CEIP dat jaarlijks voor de emissiegegevens over gepasseerde jaren op Europees niveau. CEIP verwerkt hierin ook de gegevens over de internationale zeescheepvaart. Voor de buitenlandse sectorale emissietotalen voor het gepasseerd jaar is het basisjaar van CEIP geactualiseerd van 2021 naar 2022 volgens de CEIP-reeks 1990-2022 (CEIP, 2024). Het laatste emissiejaar in deze reeks gaat dus over 2022 en loopt daarmee een jaar achter op de Nederlandse emissietotalen. Voor het berekenen van de kaarten van het jaar 2024 worden dus de buitenlandse emissiegegevens over het jaar 2022 gebruikt.

De ruimtelijke verdelingen voor het buitenland zijn als volgt geactualiseerd:

- Voor België: de verdelingen zijn van 2020 naar 2022 geactualiseerd van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Deze verdeling wordt ook gebruikt bij Vlaamse luchtkwaliteitsberekeningen (Departement Omgeving, 2025).
- Voor Duitsland: puntlocaties zijn toegevoegd aan de emissiedataset en de verdelingen zijn van 2019 naar 2022 geactualiseerd uit de GRETA-emissietool van de Duitse Umwelt Bundesambt (UBA; Schneider et al., 2016).
- Voor overig Europa en internationale zeescheepvaart: de verdelingen zijn van 2017 naar 2022 geactualiseerd van CEIP (CEIP, 2024).

Geraamde buitenlandse emissies
Voor de buitenlandse emissieramingen is gebruikgemaakt van de emissies uit de meest recente Clean Air Outlook (CAO) van IIASA. De CAO4 is in 2024 gemaakt in opdracht van de Europese Commissie (European Commission et al., 2025). In de GCN/GDN zijn de emissies van het CLE-scenario (baseline) toegepast. Dit scenario is gebaseerd op de in 2024 beschikbare emissie-inventarisaties, projecties en beleidsmaatregelen van individuele Europese lidstaten en de Europese Unie als geheel. Voor fijnstof bevat de CAO4 alleen $PM_{2,5}$-emissies. Voor de GCN/GDN worden deze emissies omgezet naar PM_{10}-emissies op basis van de $PM_{2,5}/PM_{10}$-verhouding per sector uit de ER.

We noemen hieronder een aantal relevante luchtbeleidswijzigingen in de CAO4 (GCN/GDN2025) ten opzichte van de CAO2 (GCN/GDN2023):

- Het Fit for 55-pakket, waarin is afgesproken om de emissies van broeikasgassen te verminderen met 55 procent in 2030.

- Het REPowerEU-pakket, een plan dat is opgezet in reactie op de Russische inval in Oekraïne om de afhankelijkheid van Russische fossiele brandstoffen te verminderen, energie te besparen en de transitie naar schone energiebronnen te versnellen.
- De introductie van Euro-7-emissienormen voor auto's, bestelwagens en vrachtwagens en de revisie van de Industrial Emissions Directive, een wet waarmee de uitstoot van industriële bronnen wordt verminderd. De revisie heeft onder andere betrekking op de wijze waarop grote varkens- en pluimveehouderijen moeten voldoen aan de eisen uit de wet.

Model en invoergegevens voor het model

- De gegevens over de terreineigenschappen landgebruik en ruwheid zijn vernieuwd. De kaarten zijn geactualiseerd op basis van informatie uit de LGN2023 (zie paragraaf 5.2.2).
- De chemische omzettingssnelheden voor de vorming van secundair fijnstof (secundaire aerosolen nitraat (NO_3), ammonium (NH_4) en sulfaat (SO_4)) uit het EMEP-model zijn geactualiseerd. Naast de toevoeging van het jaar 2024 zijn ook de omzettingssnelheden voor prognosejaren aangepast. Hierbij is gebruikgemaakt van EMEP-versie 4.45. Bij de bepaling van de omzettingssnelheden voor 2024 is gebruikgemaakt van meteorologische gegevens over 2024 en emissiegegevens over het jaar 2023, het meest recente emissiejaar. Voor de prognosejaren is gebruikgemaakt van emissies op basis van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2020 (PBL et al., 2020) en meteorologische gegevens over het jaar 2020, in plaats van het eerder toegepaste jaar 2009 (zie ook Hoogerbrugge et al., 2025). Voor berekeningen na 2035 zijn de omzettingssnelheden gelijk gesteld aan die van 2035. Voor 2025 is gebruikgemaakt van een interpolatie van omzettingssnelheden tussen 2022 (referentie) en 2030.
- De achtergrondconcentratiekaarten van zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3) in OPS zijn geactualiseerd. Naast de toevoeging van het jaar 2024 zijn de kaarten voor alle eerdere jaren (2005-2023) opnieuw afgeleid met de nieuwste OPS-modelversie, emissiegegevens en kalibratiemethodieken. Voor de diagnose zijn de jaren 2005 t/m 2024 beschikbaar. Voor de prognoses zijn dit de jaren 2022 t/m 2040 (zie Siteur et al., 2025). Deze hebben via verschillende processen binnen OPS invloed op de resultaten. Omdat de kaarten altijd aan metingen gekalibreerd worden, zijn de effecten hiervan relatief beperkt, behalve voor de droge depositie van ammoniak. De ammoniakkaarten zijn nu ruimtelijk gekalibreerd, terwijl eerder een lineaire kalibratie werd toegepast. Meer hierover staat in de *Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2025* (Marra et al., 2025) die later dit jaar verschijnt.
- De statistiek over de meteorologie van het jaar 2024 is toegevoegd aan de omgevingsdata van het OPS-model.
- De statistiek voor de lange-termijn-meteorologie, die gebruikt is voor de berekeningen van de prognosekaarten is geactualiseerd naar de periode 2014-2023 (zie paragraaf 5.2.2, zie Hoogerbrugge et al., 2025). In vorige OPS-versies was dit de periode 2005-2014.

- De informatie betreffende de verdeling over de deeltjesgrootte-klassen binnen PM_{10} en $PM_{2,5}$ en de fractie EC in $PM_{2,5}$ is geactualiseerd. Deze informatie, nodig voor de verspreidingsberekeningen van deeltjes, wordt jaarlijks door de ER aangeleverd en opgenomen in de omgevingsdata van het OPS-model.

2.2.2 *Incidentele actualisaties*

Onder incidentele actualisaties vallen wijzigingen en vernieuwingen die over het algemeen voortkomen uit nieuwe wetenschappelijke inzichten. Het betreft hier onder andere extra emissieoorzaken en ruimtelijke verdelingen, vernieuwingen in de rekenmodellen en nieuwe kalibratiemethoden van het model aan de meetresultaten.

Methodewijzigingen voor het berekenen van de Nederlandse emissietotalen (ER-methode, 2025)

- Voor de sector *landbouw* zijn kleine veranderingen doorgevoerd in de emissieberekeningen. Hierdoor zijn de emissies door de landbouw iets lager ingeschat in de nieuwe reeks (emissiejaar 2023 vergeleken met 2022). De NH_3-emissies van de landbouw zijn 1 procent lager door een andere berekening van verwerkte mest. De landbouwemissies van NO_x zijn 2 procent lager door een lagere inschatting van emissies voor ruimteverwarming in de landbouw.
- Voor de sector *verkeer en vervoer* zijn meerdere wijzigingen doorgevoerd. De berekening van emissies van mobiele werktuigen zijn aangepast door een bijstelling van verkoopcijfers en de NO_x-emissiefactor. Hierdoor zijn de NO_x-emissies lager. De emissies PM_{10} en $PM_{2,5}$ voor mobiele werktuigen in de bouw en industrie zijn ook iets lager, maar de fijnstofemissies uit containeroverslag zijn juist iets hoger. Voor bedrijfsvoertuigen zijn emissies van hulpfuncties toegevoegd. Het gaat hierbij om bijvoorbeeld een loskraan of betonmolen die op de hoofdmotor draait. Daarnaast is de methodiek voor het berekenen van koelaggregaten van vrachtwagens aangepast. Gezamenlijk leiden deze wijzigen tot 3 procent lagere NO_x-emissies.
- De PM-emissies uit sloop en die uit grond-, weg- en waterbouw werden in twee methoden meegenomen. Dit is gecorrigeerd, waardoor deze emissies voor de sector *bouw* een stuk lager zijn (22 procent).
- De emissies in de sector *consumenten* zijn gewijzigd door een andere berekening van de emissies uit het bereiden van vlees. Hierdoor zijn de PM-emissies gehalveerd. NO_x-emissies van consumenten zijn ongeveer 2 procent lager.
- Er zijn extra emissieoorzaken voor NO_x toegevoegd in de sector *landbouw*. Dit betreft NO_x-emissies uit bodems, te weten uit histosols, moerige gronden en graslandvernieuwing. Deze emissies vinden vooral plaats in natuurgebieden en landbouwbodems (zie paragraaf 5.2.1).

Methodewijzigingen in de ruimtelijke verdelingen

- Voor de ruimtelijke verdeling van de emissies in Europa is overgestapt van Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) naar verdelingen van CEIP. De belangrijkste reden om de

CEIP-dataset te gebruiken is dat deze consistenter is met de gebruikte emissietotalen van zowel CEIP voor jaren in het verleden als IIASA voor prognosejaren. Inhoudelijk zijn de CEIP en CAMS ruimtelijke verdelingen vergelijkbaar, aangezien allebei grotendeels op dezelfde datasets zijn gebaseerd. De ruimtelijke verdeling van CEIP is iets grover dan de verdeling van CAMS. Dat heeft geen invloed op de berekende concentraties en depositie, omdat de bronnen op grotere afstand van Nederland worden samengevoegd in de berekeningen en voor de buurlanden specifieke gegevens worden gebruikt. Daarnaast zijn de sectoren M-Other en Internationale zeescheepvaart buiten de Olso and Paris Conventions- (OSPAR) II regio (Greater North Sea) toegevoegd. Hiermee zijn zeescheepvaartemissies op de rest van de Noordzee, Baltische Zee, Zwarte Zee, Kaspische Zee, Middellandse Zee en de rest van de noordoost Atlantische Ocean toegevoegd.

- Voor het eerst is gebruikgemaakt van een specifieke ruimtelijke verdeling voor de prognoses. Voor de sector *landbouw* heeft de WUR met het Initiator-model een specifieke ruimtelijke verdeling afgeleid op basis van de ramingen van PBL (zie paragraaf 5.2.1). Hierdoor is het effect van de regionale uitwerking van landbouwbeleid zichtbaar in de prognosekaarten. Deze wijziging is alleen uitgevoerd voor de stikstofcomponenten (ammoniak en stikstofoxiden) en vooralsnog niet voor fijnstof.
- In GCN2024 (Mijnen-Visser et al., 2024) waren de emissies van de koude start voor wegverkeer al toegevoegd. In deze ronde zijn de emissies zowel in de diagnose- als prognoseberekeningen meegenomen. Er zijn ook specifieke bronkarakteristieken voor deze emissieoorzaak op basis van TNO-onderzoek toegepast.
- Locaties voor verwerking van *mineraal afval* (onder andere bouwstoffen, grond en baggerslib) zijn toegevoegd aan de ruimtelijke verdeling. Deze worden nu onderscheiden van stortplaatsen en locaties voor verwerking van GFT-afval en groenafval.

Model en omgevingsdata

- In de regio Zeeland is voor het afleiden van de meteostatistiek overgestapt van het meteostation Vlissingen naar Westdorpe (zie paragraaf 5.2.2).

2.2.3 *Kalibratiefactoren en meetcorrectie concentraties*

De OPS-modelberekeningen worden vergeleken met metingen. Uit deze vergelijking wordt een kalibratie afgeleid, waarna de modelberekeningen beter met de metingen overeenkomen. Het effect van de kalibratie varieert van jaar tot jaar en wordt als meetcorrectie gerapporteerd. De meetcorrecties voor de PM_{10}-, $PM_{2,5}$- en EC-concentraties zijn te interpreteren als de bijdrage van niet-gemodelleerde bronnen, zoals bodemstof en stofdeeltjes door natuurbranden. Die bronnen zijn een aanzienlijk deel van fijnstof en kunnen niet gemodelleerd worden door gebrek aan proceskennis en betrouwbare emissiegegevens. De kalibratiefactoren voor de gemodelleerde secundaire anorganische aerosolen (SIA's) NH_4, NO_3 en SO_4 zijn ook geactualiseerd (zie Tabel 2.1).

De correcties voor het berekenen van de stikstofdepositie worden eveneens geactualiseerd, en worden beschreven in de rapportage *Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2025* (Marra et al., 2025), die later dit jaar verschijnt.

De kalibratiemethode verschilt per stof. Voor stikstofmonoxide (NO), O_3, zwaveldioxide (SO_2) en de prognoses van NO_2 is inverse distance weighting toegepast. Voor NO leidt dit tot een factor en voor de andere stoffen tot een bijtelling. PM_{10} en $PM_{2,5}$ zijn ook met inverse distance weighting bepaald, maar hier wordt het gemiddelde toegepast als bijtelling op de berekende kaarten. De diagnose van NO_2 is gekalibreerd met behulp van een bijtelling die is berekend via kriging. NO_x is berekend als de som van de NO- en NO_2-concentraties. Voor EC en de SIA's is een lineair model gebruikt als kalibratiemethode. Hiermee zijn voor EC een correctiefactor en –bijtelling, en voor de SIA's alleen een bijtelling berekend.

Om tot de totale hoeveelheid PM_{10}, $PM_{2,5}$ en EC te komen, is bij de gemodelleerde concentraties een constante opgeteld, die volgt uit de kalibratie (bij EC ook een factor). Om deze constante te bepalen, wordt bij de gemodelleerde resultaten de bijdrage van zeezout en secundaire organische stoffen (SOA's) opgeteld waarna deze wordt vergeleken met de metingen. De bijdrage van zeezout is een vaste kaart die is afgeleid met het Lotos-Euros luchtkwaliteitsmodel (Hoogerbrugge et al., 2012). De gradiënt loopt van 5 µg/m^3 op de Waddeneilanden tot 1 µg/m^3 in het zuidoosten van het land. De bijdrage van de SOA's volgt uit een jaarlijks geactualiseerde kaart, die wordt berekend met EMEP (Swaluw et al., 2021).

Tabel 2.1 Overzicht kalibratiefactoren voor de verschillende stoffen, aerosolen en de meetcorrecties voor de PM_{10}-, $PM_{2,5}$- en EC-concentraties

Stof	Kaarten voor 2024 (diagnose)	Kaarten voor 2025-2040 (prognose), gemiddelde voor 2030
NO_x	Gemiddeld -4,7 µg/m^3	Gemiddeld -2,3 µg/m^3
NO_2	Gemiddeld –3,1 µg/m^3	Gemiddeld -1,85 µg/m^3
O_3	Gemiddeld 6,0 µg/m^3	Gemiddeld 5,0 µg/m^3
SO_2	Gemiddeld 0,05 µg/m^3	Gemiddeld -0,01 µg/m^3
NH_4	Factor 0,49 [a,c]	Factor 0,68 [e,c]
NO_3	Factor 0,56 [a,c]	Factor 0,77 [e,c]
SO_4	Factor 1,36 [a,c]	Factor 1,50 [e,c]
PM_{10}	Constante van 3,27 µg/m^3 [b]	Constante van 3,74 µg/m^3 [f]
$PM_{2,5}$	Constante van 0,19 µg/m^3 [b,c]	Constante van -0,12 µg/m^3 [c,f]
EC	Factor 0,389 [d]	Factor 0,387 [d]
EC	Constante van 0,04 µg/m^3 [d]	Constante van 0,07 µg/m^3 [d]

a. Voor de diagnosekaarten zijn de gemeten secundaire aerosolconcentraties van het jaar 2024 vergeleken met door OPS berekende concentraties, gebruikmakend van de emissies van 2023 en de meteorologie en chemie van 2024.
b. Voor de diagnosekaarten zijn de gemeten PM_{10}- en $PM_{2,5}$-concentraties van het jaar 2024 vergeleken met door OPS berekende concentraties, gebruikmakend van de emissies van 2023 en de meteorologie van 2024. Hierbij wordt kriging gebruikt om de constante kalibratiefactor te bepalen.
c. De bijdragen van de aerosolen in de $PM_{2,5}$-concentraties worden verkregen door de gekalibreerde PM_{10}-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.
d. De correctie voor EC bestaat uit een combinatie van een factor en een constante.
e. Voor de prognosekaarten zijn de gemeten secundaire aerosolconcentraties van de jaren 2019 t/m 2023 vergeleken met berekende concentraties van OPS met emissie, meteorologie en chemie van dezelfde jaren.
f. Voor de prognosekaarten zijn de gemeten PM_{10}- en $PM_{2,5}$-concentraties van de jaren 2019 t/m 2023 vergeleken met berekende concentraties van OPS met emissies en meteorologie van dezelfde jaren. Hierbij wordt kriging gebruikt om de constante kalibratiefactor te bepalen.

3 Emissies

Dit hoofdstuk gaat over emissies en de ontwikkelingen daarin van NO_x, PM_{10}, $PM_{2,5}$ en NH_3. Ook worden de verschillen met de vorige emissies uit GCN2023 en GCN2024 besproken. Paragraaf 3.1 beschrijft de ontwikkeling van de gerealiseerde emissies en emissieramingen op Nederlands grondgebied. Paragraaf 3.2 beschrijft de ontwikkeling van de gerealiseerde buitenlandse emissies en emissieramingen. De emissies voor 2040 hebben een indicatief karakter.

3.1 Ontwikkeling in Nederlandse emissies

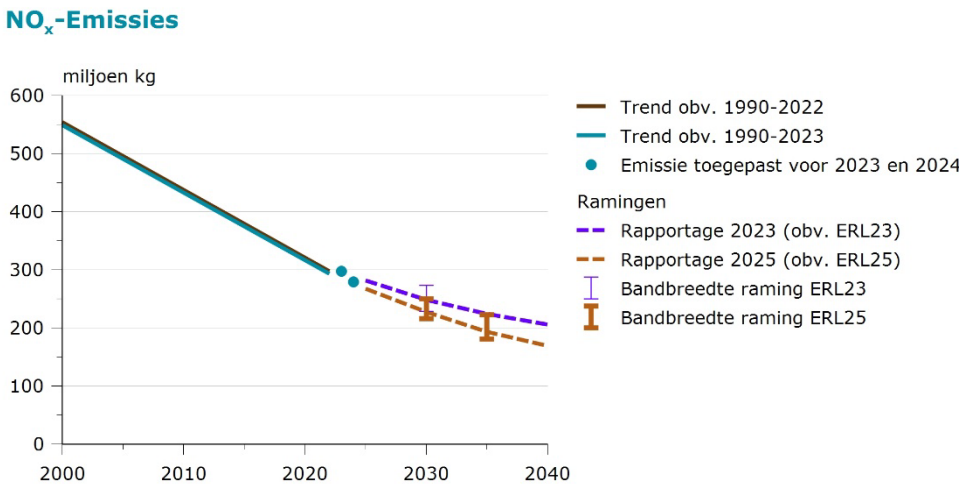
Deze paragraaf geeft de ontwikkeling in de Nederlandse emissies weer van NO_x, PM_{10}, $PM_{2,5}$ en NH_3. Ook wordt een vergelijking gemaakt tussen de gerealiseerde emissies uit deze GCN2025 (over het jaar 2024) met de GCN2024 (over het jaar 2023) en tussen de geraamde emissies voor 2030 uit deze GCN2025 met de GCN2023. De emissietabellen bij deze rapportage zijn opgenomen in Bijlage 1.

3.1.1 NO_x-emissies

Figuur 3.1 toont de Nederlandse NO_x-emissies, zoals deze zijn gebruikt voor het berekenen van de GCN/GDN-kaarten. De figuur geeft het effect weer van het actualiseren van de historische emissiereeks en de emissieramingen. De zwarte lijn geeft de verandering weer in de emissies tussen 2000 en 2022 als lineaire afname volgens de ER-reeks 1990-2022 uit GCN2024. De blauwe lijn geeft dit weer voor de nieuwe reeks 1990-2023 voor deze GCN2025. De stippen geven de emissies weer, zoals gebruikt voor de berekeningen van GCN2024 en deze GCN2025. De stippellijnen geven de verwachte ontwikkeling van de emissies aan in de toekomst. De paarse stippellijn geeft de verwachting weer in de ramingen tussen 2025 en 2040 op basis van de ERL23 uit GCN2023. De bruine stippellijn geeft dit weer voor de nieuwe raming van de ERL25 voor deze GCN2025. In de ERL23 waren zowel 2035 als 2040 indicatief en in de ERL25 is alleen 2040 indicatief.

Tussen 2000 en 2023 is een daling zichtbaar van 270 kton NO_x (43 procent; inclusief zeescheepvaart). De emissies in 2023 waren 17,5 kton lager (ongeveer 6 procent) dan in 2022. Methodewijzigingen tussen de reeksen dragen in 2022 voor 3,6 kton (ongeveer 1 procent) bij aan deze lagere emissies. De afname in de emissies komt onder andere door een lager gebruik van aardgas vanwege de hogere aardgasprijzen, de modernisering van het wagenpark en de energietransitie waardoor minder energie wordt opgewekt met steenkool.

Figuur 3.1 Ontwikkeling van de NO_x-emissies op Nederlands grondgebied inclusief zeescheepvaart



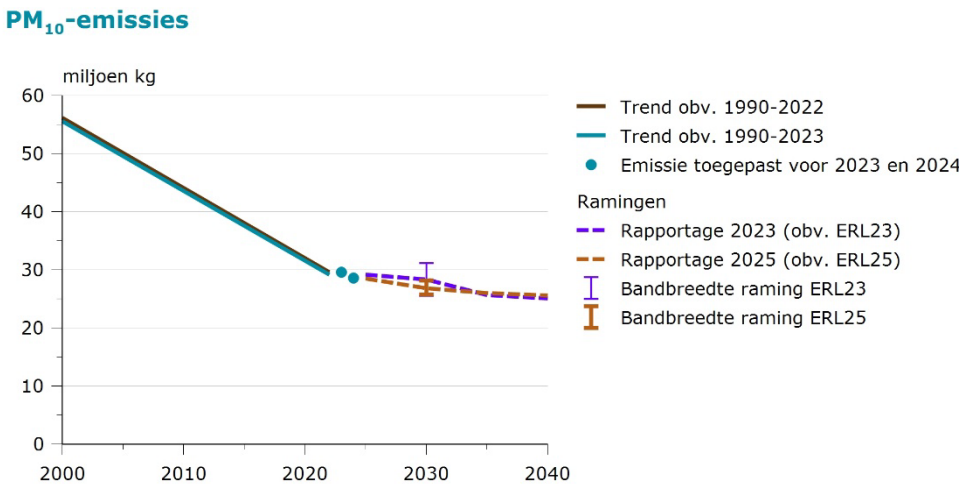
In de periode 2023-2030 dalen de NO_x-emissies volgens de ERL25 naar verwachting met ongeveer 50 kton (18 procent), uitgaande van het vastgestelde beleid (zie Tabel B1.1). Met ongeveer 39 kton levert de mobiliteit (inclusief zeescheepvaart) de grootste bijdrage aan de daling in deze periode. De energie- en industriesector draagt ongeveer 6 kton bij aan de daling, de landbouw 3,5 kton, de huishoudens ongeveer 1 kton en de diensten en bouw ongeveer een halve kton. De daling bij de sector *mobiliteit* komt onder andere door een verwachte snelle ingroei van elektrische voertuigen, strengere emissienormen voor dieselbestelauto's, dieselwerktuigen en motoren van binnen- en zeescheepvaart (zie PBL en RIVM, 2025).

De geraamde nationale uitstoot van NO_x bij vastgesteld beleid komt in de lichte actualisatie van de ERL25 uit op ongeveer 228 kton in 2030. Dit is afgerond 21 kton lager dan de lichte actualisatie van de ERL23 die op ongeveer 249 kton uit kwam (Hoogerbrugge et al., 2023). Deze lagere NO_x-emissies worden vooral verklaard door lagere geraamde emissies uit de sector *mobiliteit* (ongeveer 23 kton). Het gaat daarbij vooral om lagere emissies bij de binnenvaart, de zeescheepvaart en het personenautoverkeer. De emissies in andere sectoren vallen in de ERL25 per saldo ongeveer 2 kton hoger uit (PBL en RIVM, 2025).

3.1.2 *PM_{10}-emissies*

Figuur 3.2 toont de Nederlandse PM_{10}-emissies, zoals deze zijn gebruikt voor het berekenen van de GCN/GDN-kaarten. De figuur geeft het effect weer van het actualiseren van de historische emissiereeks en de emissieramingen en heeft dezelfde opbouw als Figuur 3.1 over de NO_x-emissies.

Figuur 3.2 Ontwikkeling van de PM_{10}-emissies op Nederlands grondgebied inclusief zeescheepvaart



Tussen 2000 en 2023 is een daling zichtbaar van 27 kton PM_{10} (48 procent; inclusief zeescheepvaart). De emissies in 2023 waren ongeveer 1,0 kton lager (ongeveer 3,4 procent) dan in 2022. Methodewijzigingen tussen de reeksen dragen in 2022 voor 0,4 kton (ongeveer 1,4 procent) bij aan deze lagere emissies. De daling komt voornamelijk door de correctie van emissies op bouwplaatsen.

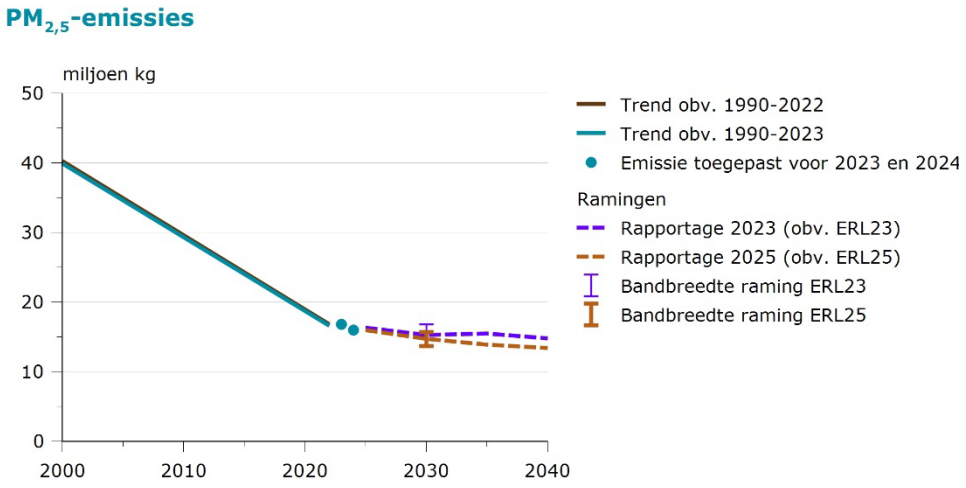
In de periode 2023-2030 dalen de PM_{10}-emissies volgens de ERL25 naar verwachting met 1,8 kton (6 procent), uitgaande van het vastgestelde beleid (Tabel B1.3). Deze PM_{10}-emissiereductie is het saldo van reducties bij de huishoudens (-1,4 kton), mobiliteit (-0,8 kton) en landbouw (-0,6 kton) en toenames bij de industrie (+0,7 kton) en diensten en bouw (+0,3 kton). Bij de huishoudens wordt de afname verklaard door de verdere verschoning van het kachelpark. In de mobiliteit daalt de uitstoot door schonere mobiele werktuigen en zeescheepvaart. In de landbouw dalen de PM_{10}-emissies vooral door schonere pluimveestallen, maar ook door schonere varkensstallen en afnemende aantallen kippen en varkens. De toename in de industrie komt door het veronderstelde herstel van het productieniveau in de chemische industrie na onder andere de coronacrisis en een stijgende productie bij onder andere bouwmaterialen en de voeding- en genotmiddelenindustrie.

De geraamde nationale uitstoot van PM_{10} bij vastgesteld beleid komt in de lichte actualisatie van de ERL25 uit op 26,8 kton in 2030 (inclusief zeescheepvaart). Dit is afgerond 1,5 kton lager dan de lichte actualisatie van de ERL23 die op 28,3 kton uit kwam (Hoogerbrugge et al., 2023). Deze afname komt door de huishoudens. Het komt hoofdzakelijk door een nieuwe rekenmethodiek in de ER voor de emissies van met name vuurwerk die nu ook verwerkt is in de ERL25. Dit effect is groter dan de naar boven bijgestelde raming voor de emissies van houtkachels en open haarden door een hoger geraamd houtverbruik.

3.1.3 *$PM_{2,5}$-emissies*

Figuur 3.3 toont de Nederlandse $PM_{2,5}$-emissies, zoals deze zijn gebruikt voor het berekenen van de GCN/GDN-kaarten. De figuur geeft het effect weer van het actualiseren van de historische emissiereeks en de emissieramingen en heeft dezelfde opbouw als Figuur 3.1 over de NO_x-emissies.

Figuur 3.3 Ontwikkeling van de $PM_{2,5}$-emissies op Nederlands grondgebied inclusief zeescheepvaart



Tussen 2000 en 2023 is een daling zichtbaar van 24 kton $PM_{2,5}$ (60 procent; inclusief zeescheepvaart). De emissies in 2023 waren 0,8 kton (ongeveer 0,5 procent) lager dan in 2022. Deze daling komt net als bij PM_{10} voornamelijk door de correctie van emissies op bouwplaatsen. Methodewijzigingen tussen de reeksen dragen in 2022 voor 0,2 kton (ongeveer 1 procent) bij aan lagere emissies.

In de periode 2023-2030 dalen de $PM_{2,5}$-emissies volgens de ERL25 naar verwachting met ongeveer 1,3 kton (8 procent), uitgaande van het vastgestelde beleid (zie Tabel B1.4). Deze $PM_{2,5}$-emissiereductie is het saldo van reducties bij de mobiliteit (-1,0 kton) en de huishoudens (-0,7 kton) en een toename bij de industrie (+0,5 kton). In de mobiliteit daalt de uitstoot door schonere mobiele werktuigen en zeescheepvaart. Bij de huishoudens wordt de afname verklaard door de verdere verschoning van het kachelpark. De toename in de industrie komt door een klein herstel van het productieniveau in de chemische industrie na jaren van lagere productie door onder andere de coronacrisis en een verwachte stijgende productie bij onder andere bouwmaterialen en de voeding- en genotmiddelenindustrie.

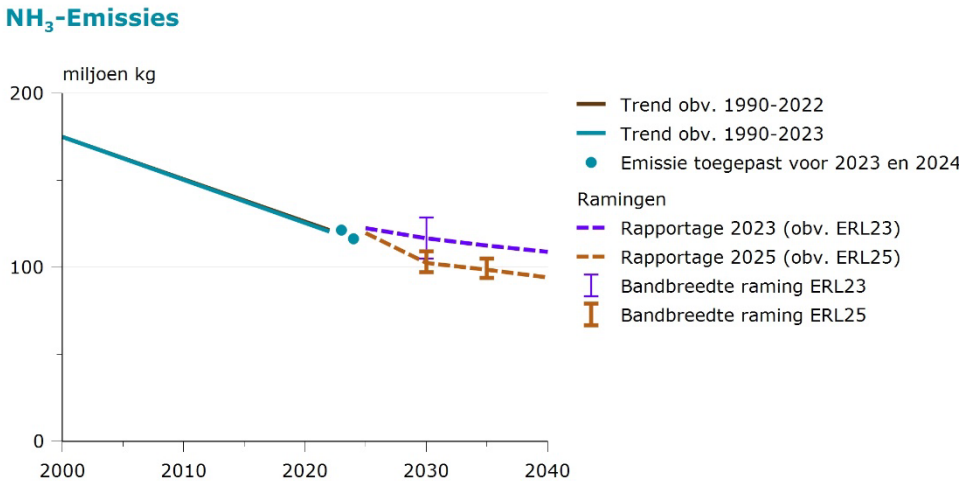
De geraamde nationale uitstoot van $PM_{2,5}$ bij vastgesteld beleid komt in de lichte actualisatie van de ERL25 uit op 14,7 kton in 2030 (inclusief zeescheepvaart). Dat is afgerond 0,6 kton lager dan de lichte actualisatie van de ERL23 die nog op 15,3 kton uit kwam (Hoogerbrugge et al., 2023). De grootste bijdrage aan deze afname komt door de huishoudens. Het komt hoofdzakelijk door een nieuwe rekenmethodiek in de ER voor de emissies van met name vuurwerk die nu ook verwerkt

is in de ERL25. Dit effect is groter dan de naar boven bijgestelde raming voor de emissies van houtkachels en open haarden door een hoger geraamd houtverbruik.

3.1.4 *NH_3-emissies*

Figuur 3.3 toont de Nederlandse NH_3-emissies, zoals deze zijn gebruikt voor het berekenen van de GCN/GDN-kaarten. De figuur geeft het effect weer van het actualiseren van de historische emissiereeks en de emissieramingen en heeft dezelfde opbouw als Figuur 3.1 over de NO_x-emissies.

Figuur 3.4 Ontwikkeling van de NH_3-emissies op Nederlands grondgebied inclusief zeescheepvaart



Tussen 2000 en 2023 is een daling zichtbaar van 58 kton NH_3 (33 procent). De emissies in 2023 waren 5 kton lager (ongeveer 4 procent) dan in 2022. Deze daling komt vooral door een daling in het aantal varkens en pluimvee (CBS, 2024). Daarnaast dragen methodewijzigingen tussen beide reeksen in 2022 voor 0,8 kton (ongeveer 1 procent) bij aan deze lagere emissies.

In de periode 2023-2030 dalen de NH_3-emissies volgens de ERL25 naar verwachting met ongeveer 14 kton (102 kton, 12 procent), uitgaande van het vastgestelde beleid (zie Tabel B1.2). Deze daling komt door het vervallen van de derogatie onder de nitraatrichtlijn, beëindigingsmaatregelen voor veehouderijen en meer en effectievere emissiearme stallen (PBL en RIVM, 2025).

3.2 Ontwikkeling in buitenlandse emissies

Deze paragraaf geeft de buitenlandse emissies NO_x, NH_3 en PM_{10} weer van onze buurlanden. Ook wordt een vergelijking gemaakt met de geraamde emissies uit de GCN2023. Verschillen komen doordat er gebruik is gemaakt van nieuwere emissieramingen, die gebaseerd zijn op recentere basisgegevens van activiteiten en de nieuwste wetenschappelijke inzichten. Daarnaast zijn in de ramingen recente Europese beleidsmaatregelen meegenomen.

De $PM_{2,5}$-emissies worden afgeleid uit PM_{10}-emissies en worden hier niet specifiek weergegeven. Voor het buitenland geldt dat de informatie van 2022 het meest recente jaar is dat bij CEIP beschikbaar is. In de vorige rapportage GCN2024 was dat het jaar 2021.

3.2.1 *NO_x-emissies*

De emissies van NO_x in België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk zijn in de periode van 2005-2022 fors gedaald (Tabel 3-1). Deze daling is het gevolg van verschillende ontwikkelingen, waaronder de overgang van het gebruik van fossiele brandstoffen naar minder vervuilende brandstoffen en hernieuwbare energiebronnen, technologische innovaties in de industrie en schoner wegverkeer als gevolg van Europese wetgeving. De verwachting is dat de daling in emissies van NO_x doorzet naar 2030 en 2040.

Tabel 3.1 Overzicht NO_x-emissietotalen voor de buurlanden, uitgedrukt in kton NO_2. De tabel is opgesplitst in gerealiseerde emissies van CEIP (links) en geprognosticeerde emissies van IIASA (rechts).

Land	2005	2022	2025	2030	2035	2040
België	332	132	117	86	64	53
Duitsland	1599	942	740	526	381	315
Frankrijk	1611	698	672	509	370	294
Verenigd Koninkrijk	1723	658	593	473	383	307

De verwachte trends in NO_x-emissies naar de toekomst toe zijn voor onze buurlanden dalend, net als in GCN2023. Voor Frankrijk is de daling tot 2030 minder sterk dan in de buitenlandse ramingen voor GCN2023. Voor de andere buurlanden is de trend tot 2030 vergelijkbaar.

De NO_x-emissies in 2030 zijn voor Frankrijk 18 procent en voor het Verenigd Koninkrijk 3 procent hoger dan in GCN2023. Voor België zijn de geraamde emissies in 2030 8 procent en voor Duitsland 3 procent lager dan in GCN2023.

3.2.2 *PM_{10}-emissies*

De emissies van fijn stof (PM_{10}) in België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk zijn in de periode van 2005-2022 fors gedaald (Tabel 3-2). Dit komt voornamelijk door het verdwijnen van en technologische innovaties bij industrieën op het gebied van ijzer- en staalproductie en schoner wegverkeer als gevolg van Europese wetgeving. De verwachting is dat deze daling doorzet in de toekomstige jaren, maar wel iets afvlakt van ongeveer 1,5-2 procent tot 2030 per jaar naar 0,5-1 procent per jaar na 2030.

Tabel 3.2 Overzicht emissietotalen van fijn stof (PM10) voor de buurlanden, uitgedrukt in kton PM10. De tabel is opgesplitst in gerealiseerde emissies van CEIP (links) en geprognosticeerde emissies van IIASA (rechts).

Land	2005	2022	2025	2030	2035	2040
België	50	29	27	24	22	22
Duitsland	244	184	173	153	142	142
Frankrijk	441	253	274	243	226	221
Verenigd Koninkrijk	190	128	137	122	115	115

De verwachte trends in PM_{10}-emissies naar de toekomst toe zijn voor onze buurlanden dalend, net als in GCN2023. Wel zijn de verwachte dalingen naar 2030 voor Frankrijk en België minder sterk dan in GCN2023.

De PM_{10}-emissies in 2030 zijn voor België 22 procent en voor het Verenigd Koninkrijk 4 procent lager dan in GCN2023. Voor Duitsland zijn de geraamde emissies in 2030 vrijwel gelijk en voor Frankrijk zijn de emissies 6 procent hoger dan in GCN2023.

3.2.3 *NH_3-emissies*

De emissies van NH_3 in België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk zijn gedaald in de periode 2005-2022 (Tabel 3-3). Deze daling is het gevolg van verschillende ontwikkelingen in met name de landbouw. In België en Frankrijk was bijvoorbeeld sprake van een krimp van de veestapel, een afname van het gebruik van kunstmest en van diverse maatregelen op het gebruik van het aanwenden van mest. In tegenstelling tot de ontwikkeling van NO_x (zie Tabel 3-1) is de verwachting dat de daling stagneert na 2030.

Tabel 3.3 Overzicht emissietotalen van ammoniak voor de buurlanden, uitgedrukt in kton NH_3. De tabel is opgesplitst in gerealiseerde emissies van CEIP (links) en geprognosticeerde emissies van IIASA (rechts).

Land	2005	2022	2025	2030	2035	2040
België	79	64	72	71	70	70
Duitsland	627	512	511	485	478	470
Frankrijk	624	518	577	564	553	547
Verenigd Koninkrijk	282	260	260	258	255	253

De verwachte trends in de buitenlandse emissieramingen voor ammoniak verschillen van de trends in GCN2023. De verschillen zijn niet gelijk voor individuele landen en jaren. In de vorige rapportage werd rekening gehouden met een forse reductie van NH_3-emissies naar 2030 voor Frankrijk en Duitsland. Tussen 2020 en 2030 werd een daling verwacht van 14 respectievelijk 25 procent in deze landen. In de nieuwe emissieramingen is deze trend minder sterk en komt deze daling neer op 3 respectievelijk 8 procent.

Voor het jaar 2030 zijn de NH_3-emissies voor de meeste buurlanden hoger dan GCN2023. Voor België zijn de nieuwe emissies 19 procent hoger, voor Frankrijk 14 procent, en voor Duitsland 9 procent. De NH_3-emissies uit het Verenigd Koninkrijk zijn 2 procent lager dan in GCN2023.

4 Grootschalige concentraties en concentratieopbouw per stof

De duiding van de grootschalige concentratiekaarten van NO_2, PM_{10} en $PM_{2,5}$ worden in dit hoofdstuk weergegeven. De berekende kaarten voor het gepasseerd jaar 2024 en voor de prognosejaren 2025, 2030 en 2035 worden behandeld. Ook worden de verschillen met de vorige kaarten uit GCN2023 en GCN2024 besproken. De kaarten voor 2040 zijn indicatief. De concentratiekaarten voor EC en SO_2 zijn ook berekend. Deze worden in Bijlage 1 behandeld.

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 paragraaf 5.1 en Velders et al., 2016).

4.1 GCN-kaarten 2024, 2025, 2030, 2035, 2040

De berekende jaargemiddelde concentraties voor NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, EC en SO_2 op het Nederlandse grondgebied staan in Tabel 4.1. Zoals beschreven in Hoofdstuk 2 verschilt de berekeningsmethodiek voor het gepasseerd jaar 2024 van de methodiek voor de prognosejaren 2025-2040. Onder andere zijn de gebruikte emissies, meteo, chemie en metingen voor de kalibratie verschillend.

De gemiddelde concentraties voor de meeste stoffen zijn in 2024 lager dan in 2023. Na 2025 is voor alle stoffen een sterke afname te verwachten tot 2040. Tussen 2025 en 2040 varieert deze verwachte afname tussen ongeveer 20 procent voor PM_{10}, SO_2 en EC, 30 procent voor $PM_{2,5}$ en 45 procent voor NO_2.

De beperkte toename in concentraties voor de meeste stoffen tussen 2024 en 2025 komt vooral door de licht hoger geraamde emissies voor het jaar 2025 in de ERL25 ten opzichte van de toegepaste emissies (2023) voor de berekening van het jaar 2024 (zie ook Hoofdstuk 3). Ook spelen het gebruik van andere meteo en chemie voor gepasseerde jaren en toekomstjaren hier een rol.

Tabel 4.1 Berekende jaargemiddelde concentraties op Nederlands grondgebied in µg/m³ voor het diagnosejaar 2024 en vier prognosejaren

Stof	2024	2025	2030	2035	2040[1]
NO_2	8,8	9,3	7,5	6,0	5,1
PM_{10}	13,4	14,3	12,9	12,1	11,7
$PM_{2,5}$	7,4	7,5	6,3	5,6	5,2
EC	0,19	0,21	0,18	0,17	0,16
SO_2	0,49	0,48	0,45	0,39	0,37

[1] Het prognosejaar 2040 is indicatief in lijn met PBL en RIVM (2025).

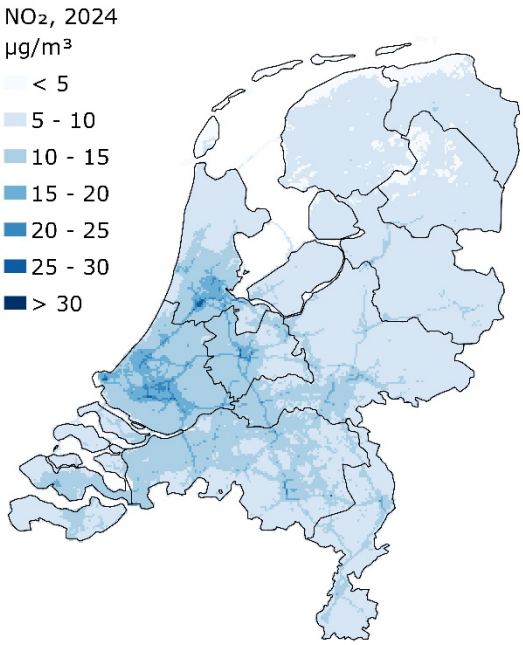
4.2 Gepasseerd jaar 2024

Deze paragraaf geeft de kaarten voor het jaar 2024 weer. Ook wordt een vergelijking gemaakt met de kaarten van 2023. In paragraaf 4.3 staat informatie over de concentratieopbouw per sector.

4.2.1 *NO_2-concentraties*

De NO_2-concentratie voor het jaar 2024 was gemiddeld over Nederland 8,8 µg/m^3. In en nabij steden en nabij wegen zijn de concentraties hoger, hoofdzakelijk door de bijdrage van wegverkeer aan de concentraties NO_2 (zie Figuur 4.1).

Figuur 4.1 Grootschalige NO_2-concentratie in 2024 in µg/m^3

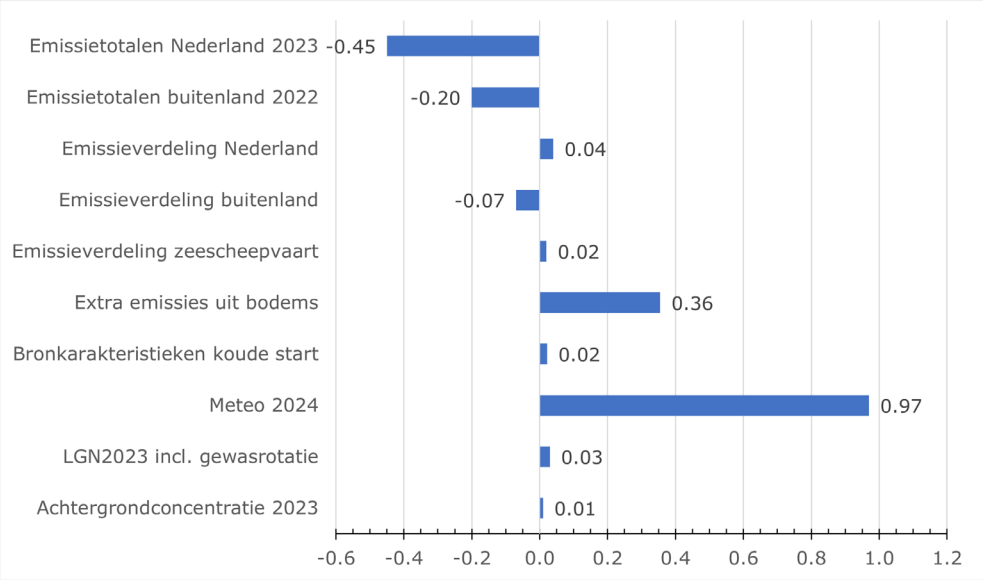


In 2023 was de NO_2-concentratie gemiddeld 9,0 µg/m^3. De concentratie is dus afgenomen met 0,2 µg/m^3 (ongeveer 2 procent). Deze afname past bij de gemiddelde afname van 2 tot 3 procent per jaar van de afgelopen jaren. De afname is ook in lijn met de metingen, die in 2024 gemiddeld 1 tot 2 procent lager waren dan in 2023.

Het verschil met vorig jaar komt door de combinatie van alle wijzigingen die heeft plaatsgevonden tussen deze en de vorige rapportage (zie Hoofdstuk 2). Figuur 4.2 presenteert de effecten van de belangrijkste wijzigingen op de NO_x-concentraties. De effecten zijn niet zondermeer bij elkaar op te tellen. De wijzigingen die het meeste bijdragen aan lagere berekende concentraties zijn de Nederlandse emissietotalen (-0,45 µg/m^3). Die betreffen onder andere lagere emissies van wegverkeer op snelwegen en buitenwegen. De wijzigingen in buitenlandse emissietotalen dragen ook bij aan lagere berekende concentraties (-0,20 µg/m^3). Ook hier spelen veranderingen in verwachte verkeersemissies een grote rol. De wijzigingen die bijdragen aan hogere berekende concentraties zijn de meteostatistiek met gemiddeld lagere windsnelheid en kleinere maximale menglaaghoogte (+0,97 µg/m^3) en de extra emissies uit bodems (+0,36 µg/m^3). Deze extra NO_x-emissies uit histosols en moerige gronden en door graslandvernieuwing dragen vooral lokaal bij aan hogere berekende concentraties. De overige wijzingen hebben zeer beperkt effect op de berekende NO_x-concentraties in vergelijking tot GCN2024. Netto leidden de wijzigingen tot hogere berekende NO_x-concentraties, terwijl de

metingen lager zijn dan in 2023. De kalibratie die plaatsvindt op basis van deze metingen is daarom iets groter dan in GCN2024.

Figuur 4.2 Effect van de belangrijkste wijzigingen op de NO_x-concentraties in µg/m³ in 2024 ten opzichte van 2023 (de effecten zijn niet zondermeer bij elkaar op te tellen)

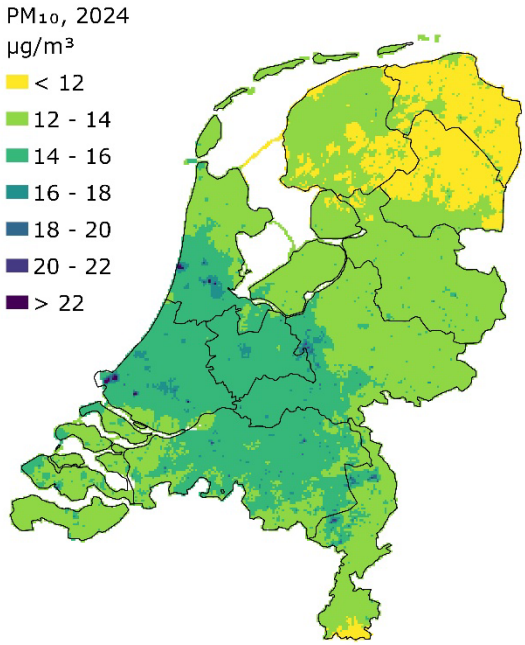


4.2.2 *PM_{10}-concentraties*

De PM_{10}-concentratie voor het jaar 2024 was gemiddeld over Nederland 13,4 µg/m³. Het betreft hier de optelsom van primair-, secundair (organisch en anorganisch) fijnstof, zeezout en de bijtelling uit de kalibratie. Nabij veehouderijen en industrie en in grotere steden zijn de concentraties hoger dan in andere delen van het land. Dit komt hoofdzakelijk door de lokale bijdrage van emissies van primair fijnstof van veehouderijen, industrie en consumenten. De bijdrage van secundair fijnstof aan de totale concentratie is ongeveer 40 procent en zorgt voor een egalere spreiding over het land (zie Figuur 4.3).

In 2023 was de PM_{10}-concentratie gemiddeld 13,9 µg/m³. De concentratie is ten opzichte van 2023 dus afgenomen met 0,5 µg/m³ (ongeveer 3,6 procent). De afname komt overeen met de metingen, die in 2024 gemiddeld 3,6 procent lager waren dan in 2023. Het verschil met vorig jaar komt ook hier door de combinatie van alle wijzigingen die heeft plaatsgevonden tussen deze en de vorige rapportage. De toegepaste Nederlandse en buitenlandse emissies zorgden net als bij NO_2 voor lagere berekende concentraties. Het effect van de meteostatistiek voor 2024 ten opzichte van 2023 zorgden juist voor hogere concentraties door gemiddeld lagere windsnelheden en een kleinere maximale menglaaghoogte.

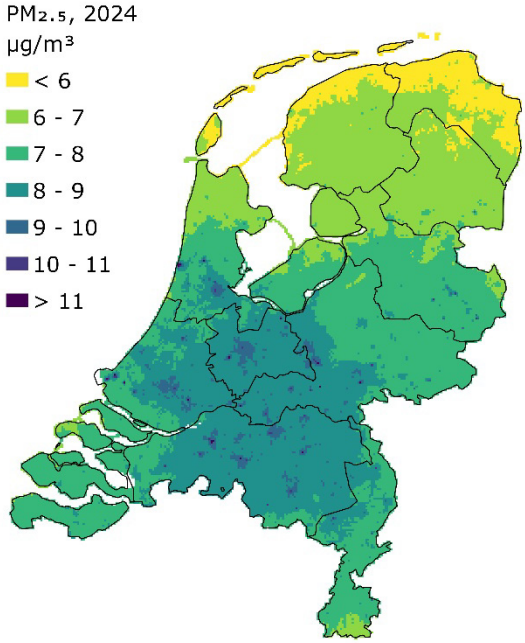
Figuur 4.3 Grootschalige PM_{10}-concentratie in 2024 in µg/m³



4.2.3 *$PM_{2,5}$-concentraties*

De $PM_{2,5}$-concentratie voor het jaar 2024 was gemiddeld over Nederland 7,4 µg/m³. $PM_{2,5}$ volgt grotendeels het patroon van PM_{10} met verhoogde concentraties nabij veehouderijen en industrie en in grotere steden (zie Figuur 4.4).

Figuur 4.4 Grootschalige $PM_{2,5}$-concentratie in 2024



In 2023 was de $PM_{2,5}$-concentratie gemiddeld 7,2 µg/m^3. De concentratie is daarmee gestegen met 0,2 µg/m^3 (ongeveer 2,8 procent). De toename komt overeen met de metingen, die in 2024 gemiddeld 2,5 procent hoger waren dan in 2023. In tegenstelling tot NO_2 en PM_{10} zijn de gemiddelde berekende $PM_{2,5}$-concentraties dus hoger dan een jaar geleden. $PM_{2,5}$ is een fractie van PM_{10} en dit lijkt erop te duiden dat de concentratie van de kleinere deeltjes is toegenomen. De onzekerheid van ongeveer 12 procent (2 sigma; zie Tabel 5.1) is echter groter dan de verandering in de gemiddelde gemeten en berekende concentraties. Met de observatie van één jaar is het nog niet mogelijk om aan te geven of er sprake is van een structurele verandering van de fractie $PM_{2,5}$ in PM_{10}.

4.3 Opbouw concentraties per stof voor 2024

De concentratie van luchtverontreinigende stoffen in Nederland is opgebouwd uit bijdragen van verschillende sectoren in Nederland, het buitenland en internationale scheepvaart. De landen om ons heen (België, Duitsland, Frankrijk en Verenigd Koninkrijk) dragen meer bij dan het overige buitenland. Voor fijnstof dragen natuurlijke bronnen ook bij aan de totale concentratie. Deze bronnen zijn zeezout, secundaire organische aerosolen en bodemstof/overig.

In Tabel 4.2 tot en met Tabel 4.4 staat de opbouw van de concentraties in 2024 van NO_2, PM_{10} en $PM_{2,5}$ voor Nederland als geheel, voor de zes agglomeraties en de drie luchtkwaliteitszones, zoals vastgelegd in de Omgevingsregeling, Art. 2.38 en 2.39. Het betreft telkens het gemiddelde over het genoemde landoppervlak.

De bijdragen zijn gebaseerd op de emissies in het jaar 2023. De bijdragen voor NO_2 zijn bepaald op basis van de NO_x-bijdragen en de

gekalibreerde NO_2-kaart. Vanwege de niet-lineaire relatie tussen NO_x en NO_2 is de onderverdeling afhankelijk van de totale concentratie, en kunnen individuele bijdragen niet zomaar afzonderlijk worden beschouwd. De bijdragen voor PM_{10} en $PM_{2,5}$ zijn bepaald op basis van de gekalibreerde PM_{10}- respectievelijk $PM_{2,5}$-kaart. De toedeling naar bronnen voor fijnstof is op basis van massa. De onzekerheden in de concentraties zijn groter dan dat het aantal decimalen aangeeft.

De sector *HDO* bestaat uit de bijdragen van handel, diensten en overheid. Voor de sector *internationale scheepvaart* zijn de bijdragen weergegeven als de som van de concentraties op het NCP, stilliggend in havens en binnengaats varend. Deze emissies vallen buiten de rapportage voor de NEC-richtlijn.

Tabel 4.2 Opbouw van de NO_2-concentratie (µg/m^3) in 2024

Sector	Nederland	Amsterdam / Haarlem	Den Haag / Leiden	Utrecht	Rotterdam / Dordrecht	Eindhoven	Heerlen / Kerkrade	Noord-Nederland	Midden-Nederland	Zuid-Nederland
Industrie	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4
Raffinaderijen	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0	0	0	0
Energiesector	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0	0,1	0,1	0,1
Afvalverwerking	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0,1	0
Wegverkeer	2,3	4,9	5,0	5,9	5,4	4,3	1,9	1,4	2,8	2,2
Overig verkeer	1,5	3,5	3,1	3,5	4,1	1,9	0,7	1,0	1,9	1,4
Landbouw	1,1	0,7	1,1	1,0	0,8	0,9	0,4	1,1	1,2	1,1
Huishoudens	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3
HDO/Bouw	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Internationale scheepvaart	0,5	1,4	1,8	0,6	1,6	0,3	0,1	0,4	0,6	0,5
België	0,7	0,5	0,8	0,7	1,1	1,5	1,4	0,3	0,6	1,7
Duitsland	1,0	0,5	0,5	0,6	0,5	1,4	2,4	1,0	1,0	1,2
Frankrijk	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4
Verenigd Koninkrijk	0,3	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Buitenland overig	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Totaal	**8,8**	**14,0**	**14,9**	**14,5**	**16,5**	**12,3**	**8,6**	**6,4**	**9,7**	**9,9**

Tabel 4.3 Opbouw van de PM_{10}-concentratie (µg/m³) in 2024

Sector	Nederland	Amsterdam / Haarlem	Den Haag / Leiden	Utrecht	Rotterdam / Dordrecht	Eindhoven	Heerlen / Kerkrade	Noord-Nederland	Midden-Nederland	Zuid-Nederland
Industrie	0,4	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4
Raffinaderijen	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0	0,1	0,1	0,1
Energiesector	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Afvalverwerking	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wegverkeer	0,5	0,9	0,8	1,1	0,8	0,7	0,4	0,4	0,7	0,5
Overig verkeer	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6	0,4	0,2	0,3	0,5	0,3
Landbouw	0,7	0,5	0,4	0,8	0,4	0,8	0,2	0,7	0,8	0,8
Huishoudens	0,6	1,0	1,0	1,1	0,9	0,8	0,5	0,5	0,7	0,5
HDO/Bouw	0,2	0,5	0,6	0,4	1,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Internationale scheepvaart	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
België	0,9	0,7	0,9	1,0	1,1	1,5	1,4	0,4	0,8	1,6
Duitsland	1,5	0,9	0,9	1,2	1,0	1,9	2,4	1,6	1,5	1,6
Frankrijk	0,6	0,6	0,7	0,6	0,8	0,7	0,7	0,4	0,6	0,8
Verenigd Koninkrijk	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Buitenland overig	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9
Zeezout	2,2	3,1	3,3	2,2	2,7	1,4	1,1	2,3	2,3	1,8
SOA	0,6	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5
Bijtelling	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Totaal	**13,4**	**15,0**	**15,0**	**15,2**	**15,7**	**14,5**	**12,6**	**12,4**	**13,9**	**13,8**

Tabel 4.4 Opbouw van de $PM_{2,5}$-concentratie (µg/m³) in 2024

Sector	Nederland	Amsterdam / Haarlem	Den Haag / Leiden	Utrecht	Rotterdam / Dordrecht	Eindhoven	Heerlen / Kerkrade	Noord-Nederland	Midden-Nederland	Zuid-Nederland
Industrie	0,3	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3
Raffinaderijen	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0	0,1	0,1	0,1
Energiesector	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Afvalverwerking	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wegverkeer	0,3	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,2	0,3	0,4	0,3
Overig verkeer	0,3	0,5	0,4	0,6	0,5	0,3	0,1	0,3	0,4	0,3
Landbouw	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,5	0,1	0,4	0,5	0,4
Huishoudens	0,6	0,9	0,9	1,0	0,8	0,8	0,5	0,4	0,7	0,5
HDO/Bouw	0,1	0,3	0,3	0,2	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Internationale scheepvaart	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
België	0,7	0,6	0,7	0,8	0,9	1,3	1,1	0,3	0,7	1,3
Duitsland	1,2	0,8	0,7	1,0	0,8	1,6	1,9	1,3	1,2	1,4
Frankrijk	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,3	0,5	0,7
Verenigd Koninkrijk	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2
Buitenland overig	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Zeezout	0,8	1,1	1,2	0,8	0,9	0,5	0,4	0,8	0,8	0,6
SOA	0,6	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5
Bijtelling	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Totaal	**7,4**	**8,1**	**8,1**	**9,0**	**8,5**	**8,7**	**7,4**	**6,5**	**7,8**	**8,0**

4.4 Prognosejaren 2025, 2030 en 2035

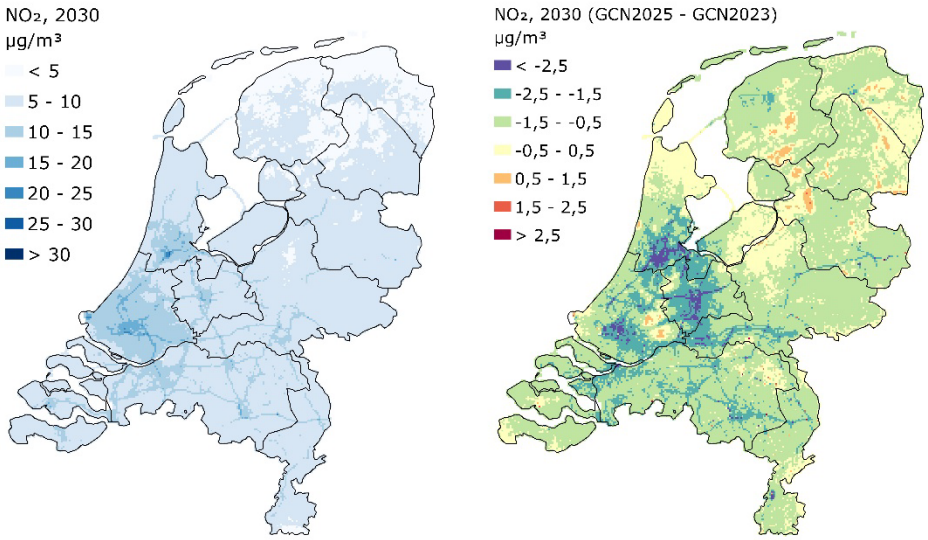
4.4.1 NO_2-concentraties

De geraamde NO_2-concentraties voor Nederland als gemiddelde nemen over de periode 2025-2035 met ongeveer 35 procent af (van 9,3 naar 6,0 µg/m^3; zie Tabel 4-1). Voor 2030 is de gemiddelde berekende concentratie 7,5 µg/m^3.

De geraamde concentraties liggen fors lager dan die in GCN2023 met 6,1 procent in 2025, 11 procent in 2030 en 21 procent in 2035. Over de periode 2025-2035 was de afname van de NO_2-concentraties voor Nederland als gemiddelde met ongeveer 23 procent ook lager (van 9,9 naar 7,6 µg/m^3; zie Hoogerbrugge et al., 2023). Voor 2030 was de concentratie toen 8,4 µg/m^3.

Figuur 4.5 geeft de kaart voor het jaar 2030 weer voor NO_2 en de verschilkaart met de vorige raming uit GCN2023. Het verschil komt door de combinatie van alle wijzigingen die heeft plaatsgevonden tussen deze rapportage en de rapportage uit 2023 (zie H. 2). Het effect van de belangrijkste wijzigingen op de NO_x-concentraties is weergegeven in Figuur 4.6 voor die wijzigingen die alleen voor de prognoses relevant zijn. Een deel van de wijzigingen met effect in de diagnoseberekeningen heeft hetzelfde effect op de prognoseberekeningen (zie Figuur 4.2). Het betreft de emissieverdelingen Nederland, buitenland en zeescheepvaart, extra emissies bodems, bronkarakteristieken koude start en landgebruik. De effecten zijn niet zondermeer bij elkaar op te tellen.

Figuur 4.5 Grootschalige NO_2-concentratie in 2030 (links) en de verschilkaart met GCN-rapportage 2023 voor het jaar 2030 (rechts) in µg/m^3. Een negatief getal betekent dat de nu geraamde concentratie lager is dan in de GCN-rapportage 2023.



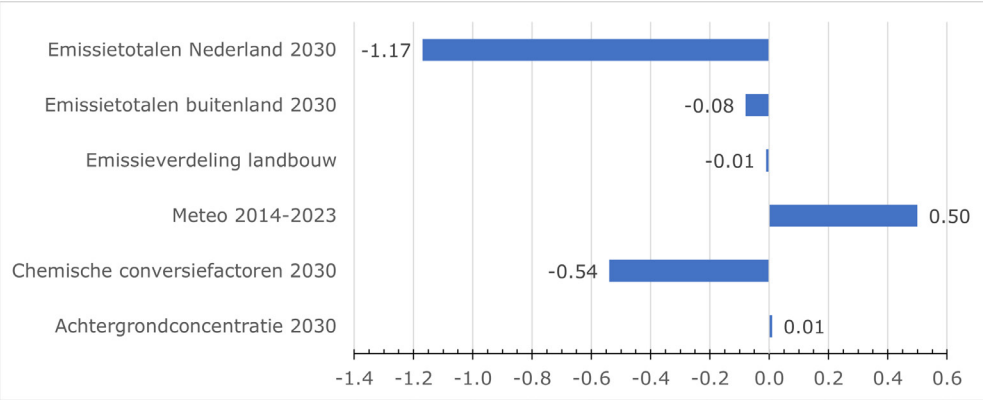
De wijziging met het grootste effect op lagere berekende concentraties is het gebruik van de nieuwe Nederlandse ramingen voor de emissietotalen uit de licht geactualiseerde ERL25 (-1,17 µg/m^3; ongeveer 10 procent). De lagere NO_x-emissies in de licht geactualiseerde ERL25 worden vooral verklaard door lagere geraamde

emissies uit de mobiliteit en in mindere mate in de sector landbouw (zie ook paragraaf 3.2).

Een effect dat ook bijdraagt aan lagere ramingen ten opzichte van twee jaar geleden is het toepassen van de chemie uit de nieuwe EMEP-versie 4.45 met de chemische conversiefactoren 2030 (-0,54 µg/m^3; ongeveer 5 procent). Vorig jaar was dit effect al zichtbaar in de diagnosekaarten en dit jaar dus ook in de prognosekaarten (zie paragraaf 5.1.2 in Mijnen-Visser et al., 2024). Bij de berekeningen zijn nieuwe omzettingssnelheden gebruikt om de vorming van secundair stof te modelleren. Door deze actualisatie wordt er meer nitraat (NO_3) gevormd in het model en berekent het OPS-model bij invoer van dezelfde emissies lagere NO_x-concentraties.

Naast de wijzigingen die bijdragen aan lagere ramingen ten opzichte van twee jaar geleden zijn er ook wijzigingen die zorgen voor hogere berekende concentraties. Net zoals bij de diagnosekaart dragen de extra NO_x-emissies uit histosols en moerige gronden en door graslandvernieuwing lokaal bij aan hogere berekende concentraties (gemiddeld +0,36 µg/m^3). Ook de vernieuwde langjarige meteostatistiek draagt bij aan hogere concentraties (+0,50 µg/m^3; ongeveer 3 procent). De gemiddeld lagere windsnelheden zorgen voor hogere berekende concentraties in de prognosejaren (zie paragraaf 5.3.2). De overige wijzigingen hebben zeer beperkt effect op de berekende NO_x-concentraties in vergelijking tot GCN2023.

Figuur 4.6 Effect van de belangrijkste wijzigingen op de NO_x-concentraties in µg/m^3 in 2030 ten opzichte van 2030, zoals geraamd in de GCN-rapportage 2023 (de effecten zijn niet zondermeer bij elkaar op te tellen)



Gegeven alle wijzigingen en onzekerheden in de prognoses en invoergegevens is het zinvol om de prognoses voor 2030 te vergelijken met de trendmatige ontwikkeling in de NO_2-metingen. Uit een eerste grove analyse blijkt dat er regionale verschillen zijn. In de noordelijke delen van het land lijkt de trend in de metingen van de afgelopen jaren te resulteren in een plateau naar 2030 en verder van ongeveer 5-10 µg/m^3. De huidige 2030-raming komt hiermee behoorlijk overeen. In de Randstad en in sommige steden daarbuiten lijkt de trend van de afgelopen jaren op diverse meetlocaties een sterkere daling te voorspellen dan de huidige 2030-raming. Vervolganalyses zijn nodig om deze trends nader te onderzoeken, zodat meer inzicht gegeven kan

worden in de onzekerheden van de huidige prognoses in vergelijking tot de trendmatige ontwikkeling van de afgelopen jaren.

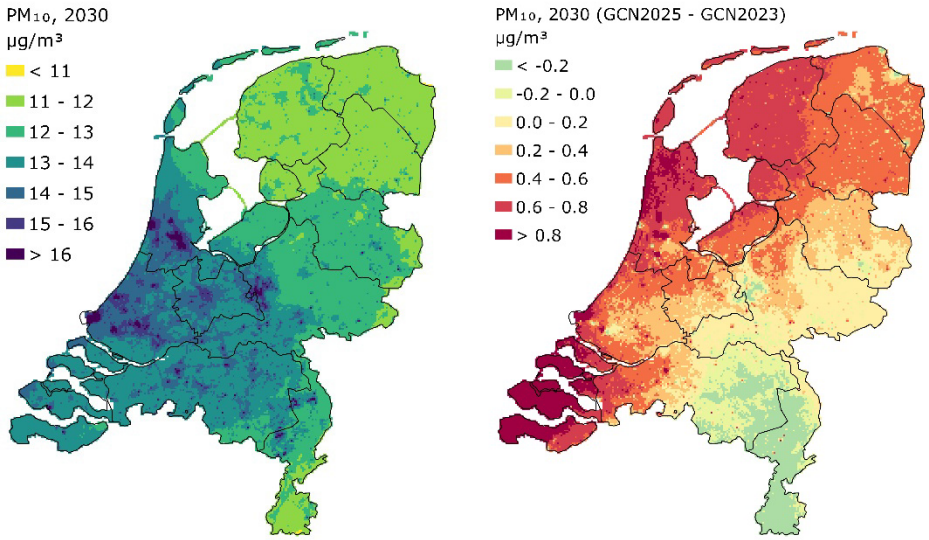
4.4.2 *PM_{10}-concentraties*

De geraamde PM_{10}-concentraties voor Nederland als gemiddelde nemen over de periode 2025-2035 met ongeveer 15 procent af (van 14,3 naar 12,1; zie Tabel 4-1). Voor 2030 is de gemiddelde berekende concentratie 12,9 µg/m^3.

De geraamde concentraties liggen hoger dan die in GCN2023 met 6,7 procent in 2025, 2,4 procent in 2030 en 1,7 procent in 2035. Over de periode 2025-2035 was de afname van de PM_{10}-concentraties kleiner voor Nederland als gemiddelde met ongeveer 11 procent (van 13,4 naar 11,9 µg/m^3; zie Hoogerbrugge et al., 2023). Voor 2030 was de concentratie toen 12,6 µg/m^3.

Figuur 4.7 geeft de kaart voor het jaar 2030 weer voor PM_{10} en de verschilkaart met de vorige raming uit GCN2023. Net als bij NO_2 komt dit verschil niet door één oorzaak, maar door alle wijzigingen die hebben plaatsgevonden tussen deze en vorige raming in 2023 (zie Hoofdstuk 2).

Figuur 4.7 Grootschalige PM_{10}-concentratie in 2030 (boven) en de verschilkaart met GCN-rapportage 2023 voor het jaar 2030 (onder) in µg/m^3. Een negatief getal betekent dat de nu geraamde concentratie lager is dan in de GCN-rapportage 2023.



De wijziging met het grootste effect is het gebruik van de nieuwe Nederlandse ramingen voor de emissietotalen uit de licht geactualiseerde ERL25 met ongeveer -5 procent. Dit verschil komt vooral door lagere ramingen in de sector huishoudens en in mindere mate in de sectoren industrie en mobiliteit (zie ook paragraaf 3.2).

Het gebruik van de specifieke ruimtelijke verdeling landbouw in de prognoseberekeningen heeft alleen lokaal effect (zie paragraaf 5.2.1). Het effect van de andere wijzigingen op de concentraties is niet eenduidig in beeld te brengen. Hier lopen de toe- en afnames door de

bijdragen en sommatie van primair en secundair fijnstof te veel door elkaar.

De geraamde PM_{10}-concentraties in deze rapportage nemen per saldo toe met ongeveer 0,3 µg/m³ in 2030 ten opzichte van GCN2023. Vooral de nieuwe kalibratie (+0,5 µg/m³) en in mindere mate de vernieuwde langjarige meteorologie zorgen voor relatief fors hogere concentraties. De lagere geraamde nationale emissies van fijnstof, NO_x en NH_3 (zie paragraaf 3.2) leiden tot lagere PM_{10}-concentraties.

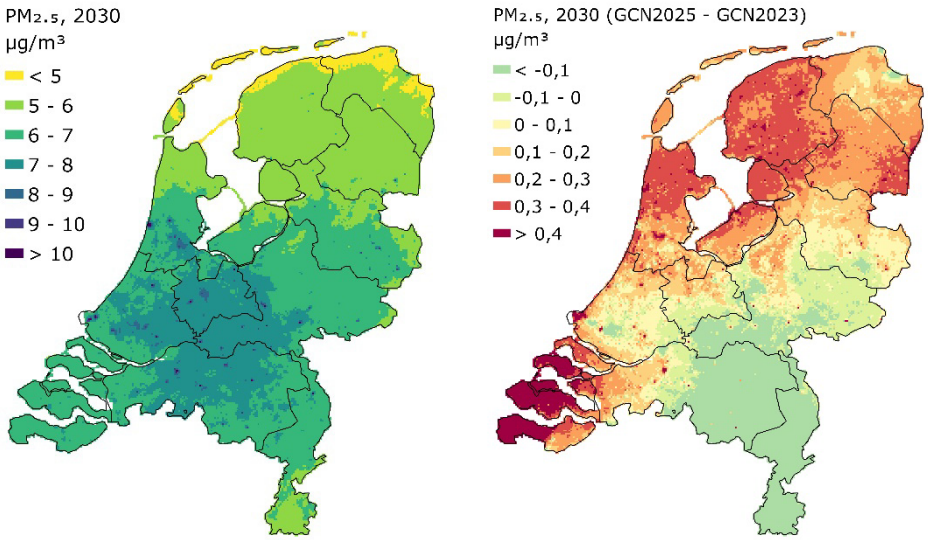
4.4.3 *$PM_{2,5}$-concentraties*

De geraamde $PM_{2,5}$-concentraties voor Nederland als gemiddelde nemen over de periode 2025-2035 met ongeveer 25 procent af (van 7,5 naar 5,6 µg/m³; zie Tabel 4-1). Voor 2030 is de gemiddelde berekende concentratie 6,3 µg/m³.

De geraamde concentraties liggen hoger dan die in GCN2023 met 7,1 procent in 2025 en 1,6 procent in 2030. De geraamde concentraties in 2035 zijn vrijwel onveranderd gebleven. Over de periode 2025-2035 was de afname van de $PM_{2,5}$-concentraties lager voor Nederland als gemiddelde met ongeveer 20 procent (van 7,0 µg/m³ naar 5,6 µg/m³; zie Hoogerbrugge et al., 2023). Voor 2030 was de concentratie toen 6,2 µg/m³.

Figuur 4.8 geeft de kaart voor het jaar 2030 weer voor $PM_{2,5}$ en de verschilkaart met de vorige raming uit GCN2023. $PM_{2,5}$ volgt grotendeels het patroon van PM_{10}. Ook hier dragen de nieuwe emissietotalen bij aan lagere gemodelleerde concentraties in 2030, terwijl netto hogere concentraties verwacht worden voor de prognosejaren.

Figuur 4.8 Grootschalige $PM_{2,5}$-concentratie in 2030 (boven) en de verschilkaart met GCN-rapportage 2023 voor het jaar 2030 (onder) in µg/m³. Een negatief getal betekent dat de nu geraamde concentratie lager is dan in de GCN-rapportage 2023.



Het gebruik van de nieuwe Nederlandse ramingen voor de emissietotalen uit de lichte actualisatie van de ERL25 (-2,6 procent) dragen bij aan lagere gemodelleerde $PM_{2,5}$-concentraties. Sinds de ERL23 is er geen nieuw beleid geïntroduceerd dat dit verschil verklaart. De verschillen komen hoofdzakelijk door methodiekwijzigingen in de totstandkoming van de ramingen voor $PM_{2,5}$. Deze raming kent dit keer daardoor ook een hogere onzekerheid.

De geraamde $PM_{2,5}$-concentraties in deze rapportage nemen per saldo toe met ongeveer 0,1 µg/m^3 in 2030 ten opzichte van GCN2023. Vooral de nieuwe kalibratie (+0,4 µg/m^3) en in mindere mate de vernieuwde langjarige meteorologie zorgen voor relatief fors hogere concentraties. De lagere geraamde nationale emissies van fijnstof, NO_x en NH_3 (zie paragraaf 3.2) leiden tot lagere $PM_{2,5}$-concentraties.

5 Modelverbeteringen en innovaties

De berekeningen van de concentraties en depositie van luchtverontreinigende stoffen zijn complex. Er zijn geregeld nieuwe wetenschappelijke inzichten die kunnen zorgen voor verbeteringen en innovaties aan de invoerkant, de modellen en/of aan de uitvoerkant. Kennislacunes vormen namelijk één van de verklaringen voor de geconstateerde verschillen tussen de modelberekeningen en de metingen. Het kost echter tijd en onderzoek om nieuwe inzichten in de kaarten te verwerken en daarmee de nauwkeurigheid van de berekeningen te verhogen. De kaarten worden door extra bronnen of andere ontwikkelingen niet systematisch hoger of lager, aangezien de kaarten altijd aan metingen zijn gekalibreerd.

Door verwerking van de verbeteringen en innovaties worden de berekeningen uitgevoerd met de nieuwste inzichten. Het betekent ook dat de modelresultaten veranderen tegenover de resultaten die eerder zijn gerapporteerd. Dit hoofdstuk licht de belangrijkste inzichten kort toe. Het effect van veranderingen is gepresenteerd per aanpassing. Het effect is afhankelijk van het jaar waarvoor het wordt berekend. De effecten van wijzigingen kunnen elkaar beïnvloeden. Ook worden de uitkomsten beïnvloed door de kalibratie aan de metingen.

5.1 Onzekerheden in de GCN-kaarten

De GCN-kaarten hebben diverse oorzaken van onzekerheden (zie Velders et al., 2016). Deze betreffen onder meer de locatie en de hoeveelheid emissie per stof en op welke hoogte dit wordt uitgestoten, de onzekerheid in de verspreiding van de stoffen in het OPS-model door meteorologische - en omgevingsfactoren, de onzekerheid in de kalibratie aan de metingen en de modelonzekerheid. Voor het gepasseerd jaar is de onzekerheid het beste te bepalen door een vergelijking van de modelresultaten met de gemeten concentraties. Gemiddeld voor Nederland zijn de onzekerheden bepaald op ongeveer 9 procent voor NO_2 en op ongeveer 12 procent voor fijnstof. Voor EC en SO_2 zijn geen gemiddelde onzekerheden beschikbaar (zie Tabel 5.1). De onzekerheden zijn bepaald als twee keer de standaarddeviatie (2 sigma). Dat betekent dat de hoeveelheid stoffen die er werkelijk in de lucht zit zeer waarschijnlijk (95 procent kans) niet meer dan 9 of 12 procent afwijkt van de berekende waarde.

Op een specifieke locatie kan de onzekerheid groter zijn dan gemiddeld voor Nederland door de nabijheid van bronnen. Ook kunnen de concentraties binnen een kilometervlak variëren door een sterke lokale bron. Dit kan worden ondervangen door de lokale bron met een specifiek model door te rekenen, en deze bij de grootschalige achtergrondconcentratie op te tellen. Dit vindt bijvoorbeeld plaats bij wegen en veehouderijen in de MLK (Berkhout et al., 2024). Afhankelijk van de stof is de onzekerheid in een specifiek kilometervlak 30-60 procent (2 sigma; zie Tabel 5.1).

Tabel 5.1 Onzekerheden per stof gemiddeld voor de GCN-kaarten voor het gepasseerd jaar en de prognosejaren (in procenten, 2 sigma). Ook zijn de bandbreedtes voor de emissieramingen van PBL weergegeven (in procenten).

	Gepasseerd		**Prognose**		**Emissieramingen 2030**
Stof	**Gem. NL**	**Km-vlak**	**Gem. NL**	**Km-vlak**	**Bandbreedte (ERL25)**
NO_2	9	30	>9	>30	-6 tot +9
PM_{10}	12	30	>12	>30	-7 tot +6
$PM_{2,5}$	12	30	>12	>30	-10 tot +10
EC	onbepaald	30	onbepaald	onbepaald	nvt
SO_2	onbepaald	60	onbepaald	>60	-23 tot +9

Voor de prognosejaren is de onzekerheid groter dan voor het diagnosejaar, omdat er geen toekomstige meetgegevens beschikbaar zijn om het modelresultaat aan te kalibreren (zie Tabel 5.1). Invoer voor de modelberekeningen, zoals de toekomstige ontwikkelingen in de locatie en de hoeveelheid emissie per stof, en de meteorologische factoren zijn inherent onzeker. De onzekerheden in de emissieramingen voor 2030 voor de nationale sectortotalen worden door PBL met bandbreedtes aangegeven (Tabel 5.1; PBL en RIVM, 2025). Het gaat om onzekerheden zoals de snelheid waarmee het wagenpark in de toekomst elektrificeert. Deze onzekerheden zijn toegelicht in de ERL25. In deze GCN/GDN-rapportage gaat het voor de toekomst ook over onzekerheden over hoe de toekomstige spreiding van bevolking en arbeidsplaatsen eruit ziet. Dit bepaalt de ruimtelijke verdeling van de door het PBL opgestelde ramingen met nationale emissietotalen. Waar worden bijvoorbeeld woningen gebouwd, welke bedrijven worden nieuw geopend en welke bedrijven stoppen.

5.2 Nieuwe gegevens en inzichten

5.2.1 Emissies en ruimtelijke verdeling

NO_x-emissies uit bodem

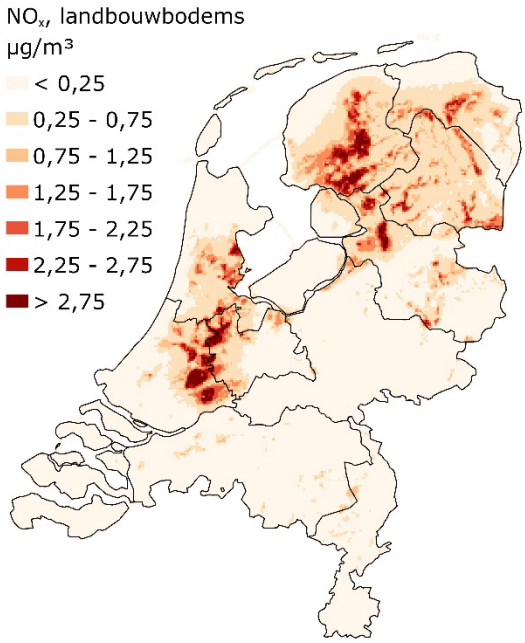
Uit de bodem komt NO_x in de vorm van stikstofmonoxide (NO) vrij. Dit is het gevolg van een proces waarbij bodemmicroben mineraal stikstof in de vorm van nitraat omzetten in stikstofgas (N_2). Dit proces heet denitrificatie. Wanneer er sprake is van onvolledige denitrificatie, onder andere door wisselende grondwaterstanden, kan er NO vrijkomen in plaats van N_2. Eenmaal in de lucht kan deze NO snel omgezet worden in NO_2. Daarmee is dit proces relevant voor de luchtkwaliteit en draagt dit bij aan de stikstofdepositie. Dit proces vindt plaats in natuurgebieden en in landbouwbodems. In dit laatste geval hangt het samen met de bemesting en beweiding van die landbouwbodems.

Dit jaar zijn extra NO_x-emissies uit bodems toegevoegd in de berekeningen voor zowel de historische jaren als voor de prognoses (in de ER en in de ERL25). Het gaat hierbij om emissies van NO_x van de processen in (landbouw)bodems. De procesemissies uit aanwending en beweiding werden al langer meegenomen in de berekeningen. Nu zijn ook emissies uit histosols (veengronden), moerige gronden (bodems met veel organisch materiaal) en door graslandvernieuwing meegenomen.

De extra emissies waren in 2023 2,9 kton (ongeveer 1 procent van het nationaal totaal) en de verwachting is dat deze in 2030 2,8 kton zijn.

Het effect op de NO_x-concentratie van de extra emissies is zichtbaar in Figuur 5.1. De concentraties zijn vooral verhoogd in veengebieden in het Groene Hart en de noordelijke provincies. Lokaal treden tot 2 µg/m^3 hogere concentraties op dan zonder deze emissieoorzaak.

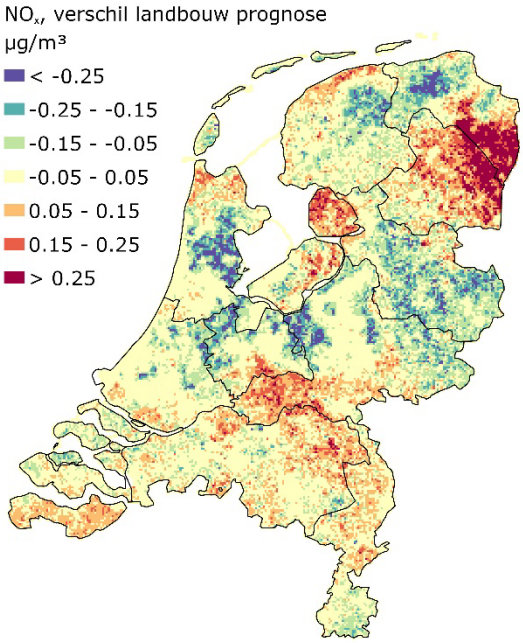
Figuur 5.1 Effect van de toevoeging van extra NO_x-emissies in µg/m^3 in natuurgebieden en landbouwbodems, te weten uit histosols en moerige gronden en door graslandvernieuwing



Ruimtelijke verdeling sector *landbouw* voor prognoses
Voor prognoses is een specifieke ruimtelijke verdeling toegepast voor de sector *landbouw*. De beleidsmaatregelen voor deze sector zijn doorgerekend in de ERL25 op emissietotalen en daarna ruimtelijk verdeeld door WenR met het model Initiator. De verwachting is dat deze verdeling representatiever is voor de prognoses dan de verdeling zoals deze in de ER beschikbaar is, omdat nu ook de regionale uitwerking van het landbouwbeleid wordt meegenomen.

Het effect op de NO_x-concentratie is zichtbaar in Figuur 5.2 voor de concentraties berekend met de nieuwe ruimtelijke verdeling in vergelijking tot de oude ruimtelijke verdeling van GCN2023. In de gebieden die blauw kleuren zijn de verwachte concentraties tot ongeveer 0,5 µg/m^3 lager dan twee jaar geleden. In deze gebieden zijn naar verwachting de effecten het grootst van het wegvallen van de mestderogatie en de bedrijfsbeëindigingsregelingen. In gebieden die rood/oranje kleuren zijn de verwachte concentraties tot ongeveer 0,5 µg/m^3 hoger dan twee jaar geleden door hogere geraamde emissies, met name op kleigronden.

Figuur 5.2 Effect van de actualisatie van de ruimtelijke verdeling van de landbouwemissies op de NO_x-concentratie in 2030 (concentratie in GCN2025 minus GCN2023) in µg/m³. Een positief getal betekent dat de berekende concentratie met de nieuwe verdeling hoger is dan met de oude verdeling. Dit komt neer op een toename in de emissies in dat km-vlak.



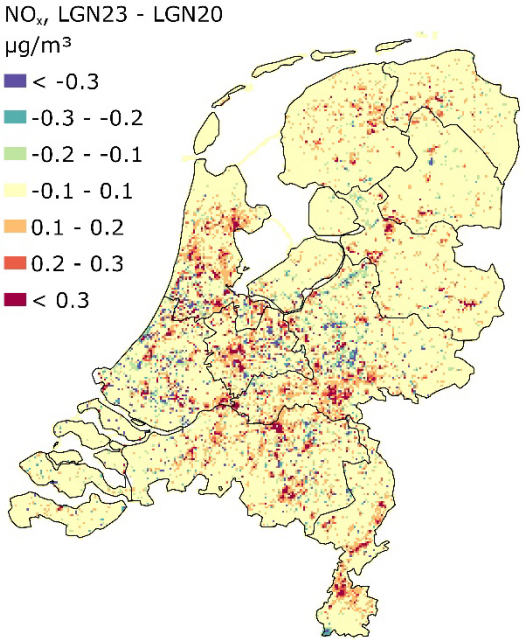
5.2.2 *Verspreidingsmodel en omgevingsdata*

Landgebruik en ruwheid

Landgebruik en ruwheid (de terreineigenschappen) zijn belangrijke invoergegevens voor concentratie- en depositieberekeningen voor GCN/GDN, Stikstofmonitoring in Natuurgebieden, AERIUS Calculator en Monitoring Luchtkwaliteit. Het landgebruik en de ruwheid zijn afgeleid van de bestanden van het Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN) van WUR. De kaarten die voor deze berekeningen zijn gebruikt, zijn geactualiseerd van LGN2020 naar LGN2023. Hierdoor wordt nu rekening gehouden met recente ontwikkelingen van de landgebruikskaarten. Daarnaast is rekening gehouden met gewasrotatie, waarbij de gemiddelde ruwheid wordt toegepast over een periode van vier jaar als er minstens drie keer een ander gewas heeft gestaan. Hiervoor is gekozen, omdat het landgebruik vrijwel altijd voor een ander jaar bepaald is dan waarvoor gerekend wordt. Een gemiddeld landgebruik is daarvoor representatiever. Tot slot is de methodiek gewijzigd om stedelijk gebied toe te kennen.

Het effect op de NO_x-concentratie van de nieuwe LGN2023, inclusief gewasrotatie, ten opzichte van LGN2020 geeft een verspreid beeld van hogere en lagere concentraties tot ongeveer 2 µg/m³ (zie Figuur 5.3). Op plekken waar de ruwheid is toegenomen, bijvoorbeeld door uitbreiding van bebouwing, resulteert dit in lagere concentraties. Op veel plekken is de classificatie van het stedelijk gebied veranderd, waardoor er sprake is van lagere ruwheden en hogere concentraties.

Figuur 5.3 Effect van de actualisatie van de landgebruiks- en ruwheidskaart op de NO_x-concentratie tussen LGN2020 en LGN2023 in µg/m³. Een negatief getal betekent dat de berekende concentratie met LGN2023 lager is dan met LGN2020. Dit komt neer op een toename in de ruwheid.



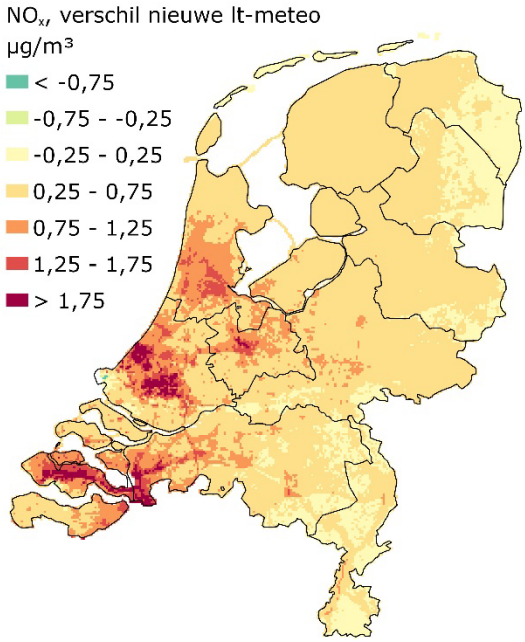
Lange-termijn-meteo en klimaat

Meteorologische condities zijn ook belangrijke invoergegevens voor concentratie- en depositieberekeningen. De meteostatistiek is afgeleid van KNMI-data. Hierbij is onderzoek gedaan naar het weer van de toekomst zoals dat volgens de 2023-klimaatscenario's van het KNMI kan optreden (KNMI, 2023). Er is onderzocht welke sets van meteorologische gegevens uit gepasseerde jaren het beste passen bij het verwachte klimaat in 2035 (zie Hoogerbrugge et al., 2025). De tien warmste jaren sinds 1901 zijn allemaal recente jaren. De meteostatistiek van deze tien warmste jaren laat weinig verschillen zien met die van de aaneengesloten periode 2014-2023. De jaar– en seizoensgemiddelde temperatuur, neerslagsom en windsnelheid wijken niet veel af. Dit leidt tot beperkte verschillen in de berekende concentraties luchtverontreinigende stoffen van 1 tot 2 procent. Daarom is ervoor gekozen om geen methodeverandering door te voeren, maar alleen de lange-termijn-meteoperiode op te schuiven van 2005-2014 naar 2014-2023. Deze periode sluit momenteel het beste aan bij het verwachte weer in de prognosejaren.

Naast de nieuwe meteoperiode vond ook een wijziging in de meteostations plaats. In de regio Zeeland werd het station Vlissingen gebruikt voor de meteostatistiek in die regio in het OPS-model. Uit onderzoek blijkt echter dat vooral de lagere windsnelheid die op station Westdorpe wordt gemeten representatiever is voor dit gebied (Wichink Kruit et al., 2024). In het OPS-model is daarom gebruikgemaakt van de meteostatistiek van Westdorpe voor deze regio.

Het effect op de NO_x-concentratie van de nieuwe meteoperiode en het nieuwe meteostation laat vooral hogere waarden zien tot ruim 2 µg/m³ (zie Figuur 5.4). De dominante meteoparameter is windsnelheid. De nieuwe periode, evenals het gebied rondom Westdorpe, kenmerken zich door lagere windsnelheden. Lagere windsnelheden zorgen voor minder verspreiding van luchtverontreinigende stoffen waardoor de concentraties toenemen. De beperkt hogere temperaturen en iets grotere neerslaghoeveelheden in deze periode leiden tot lagere concentraties. Deze effecten zijn dus geringer dan het effect van de lagere windsnelheid.

Figuur 5.4 Effect van de actualisatie van de lange-termijn-meteorologie op de NO_x-concentratie tussen de periode 2005-2014 en 2014-2023 inclusief toepassing van een ander meteostation in regio Zeeland in µg/m³. Een positief getal betekent dat de berekende concentratie hoger is dan met de vorige meteoperiode. Dit komt neer op meteocondities die ongunstiger zijn voor de verspreiding van stoffen.



5.2.3 *Onderzoeken: stand van zaken*

De afgelopen twee jaar is onderzoek gedaan naar diverse onderwerpen die niet hebben geleid tot vernieuwingen of wijzigingen in de GCN/GDN-methodiek. Een korte beschrijving van deze onderwerpen staat hieronder:

- Natuurlijke NO_x-emissie uit niet-landbouwbodems en vegetatie: het gaat om biologische processen (nitrificatie en denitrificatie) in de bodem en in vegetatie waarbij NO_x emitteert. De ER stelt momenteel dat de emissies constant zijn over de tijd met één emissiefactor. De onzekerheden van deze emissieoorzaak zijn nog onbekend. Andere mogelijke natuurlijke emissieoorzaken zijn NH_3-emissies van wilde dieren in de natuur (zoals ganzen, woelmuizen en wilde paarden). Een eerste verkenning laat zien dat de uitstoot uit deze wilde dieren voor 1,5 procent bijdraagt aan de totale uitstoot van ammoniak. Voor deze emissieoorzaken

zijn momenteel ook geen ruimtelijke verdelingen beschikbaar. Het toevoegen van deze emissieoorzaken zou voor een completer beeld van de totale emissies zorgen, maar draagt niet bij aan hogere of lagere berekende concentraties en deposities door de kalibratie aan metingen.

- Kalibratiemethode toekomstige jaren: in 2024 is gestart met onderzoek naar het verbeteren van de kalibratiemethoden voor de prognoseberekeningen van de luchtverontreinigende stoffen. In het verleden ontbraken sommige type bronnen in de ER. Hierdoor lag een vaste bijtelling voor de hand. Diverse brontypes zijn inmiddels toegevoegd, waardoor ook andere kalibratiemethoden in beeld komen. Belangrijke gegevens, zoals gemeten concentraties, de meteorologie en het landgebruik zijn niet bekend in de toekomst, terwijl de emissies wel geraamd worden. De gevoeligheid van de verschillende gegevens in de kalibratie wordt onderzocht, met als doel de kalibratie van de prognoses te verbeteren. Voor de NH_3-kalibratie is deze ronde al een nieuwe methode toegepast. Voor de andere stoffen loopt dit onderzoek in ieder geval door, totdat de volgende prognosekaarten in GCN2027 gemaakt worden.
- OPS en EMEP: in 2024 is gestart met onderzoek naar de verdere inzet van EMEP in de GCN/GDN-methodiek. Het OPS-model bevat bijvoorbeeld alleen vereenvoudigde chemie via chemische conversiefactoren, terwijl EMEP een uitgebreid chemisch model bevat waarin reactiesnelheiden worden berekend. Diverse onderdelen zijn verschillend in de modellen opgenomen, zoals de berekening van secundair anorganisch en organisch aerosol en de bijdrage van bodemstof en zeezout. De gevoeligheid van deze onderdelen op de GCN/GDN-kaarten in vergelijking tot de metingen wordt nader onderzocht. Dit onderzoek loopt in ieder geval door totdat, de volgende prognosekaarten in GCN2027 gemaakt worden.
- Verbeteringen voor het Schone Lucht Akkoord: de afgelopen jaren is in detail onderzocht hoe het OPS-model werkt op korte afstanden van enkele meters tot een paar kilometer. Hierbij zijn allerlei parameters gevarieerd en zijn de modelresultaten vergeleken met metingen. Momenteel lopen er enkele casestudies met lokale bevoegde gezagen en Omgevingsdiensten om met specifieke informatie over emissielocatie en sterkte de GCN/GDN-methodiek verder aan te scherpen. Dit onderzoek loopt in ieder geval door, totdat de volgende prognosekaarten in GCN2027 gemaakt worden.

Dankbetuiging

Met bijdragen voor onderdeel emissieramingen van:
Gerben Geilenkirchen, Pieter Hammingh, Durk Nijdam en Winand Smeets (allen PBL)

Literatuur

Berkhout, J.P.J., S. Zuidberg, R. Rebel, A. Couvreur (2024), 'Monitoringsrapportage MLK 2024, Stand van zaken luchtkwaliteit Nederland', RIVM-rapport 2024-0133, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

CBS (2024), 'Dierlijke mest en mineralen 2023, 6. Resultaten', https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/aanvullende-statistische-diensten/2024/dierlijke-mest-en-mineralen-2023/6-resultaten, publicatiedatum 31-7-2024.

CEIP (2024), 'UNECE/CEIP, WebDab emission (Emissions as used in EMEP)', www.ceip.at, geraadpleegd in september 2024.

Departement Omgeving (2025), 'Voortgangsrapport PAS 2024', VMM-uitgave, Brussel: Afdeling Vlaams Planbureau voor Omgeving.

ER-methode (2025), 'Luchtverontreinigende stoffen', https://www.emissieregistratie.nl/data/methodewijzigingen/luchtverontreinigende-stoffen, geraadpleegd in maart 2025.

ER-verdelingen (2025), 'Geactualiseerde ruimtelijke toedelingen', https://www.emissieregistratie.nl/data/methodewijzigingen/geactualiseerde-ruimtelijke-toedelingen, geraadpleegd in maart 2025.

European Commission, Directorate-General for Environment, IIASA, EMRC, MET Norway, TNO, e-misia, RIVM, Logika Group (2025), 'Support to the development of the fourth Clean Air Outlook, Final Report', KH-01-25-005-EN-N, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Hoogerbrugge, R., S. Hazelhorst, M. Huitema, K. Siteur, W. Smeets, I. Soenario, S. Visser, W.J. de Vries, R.J. Wichink Kruit (2023), 'Grootschalige concentratiekaarten Nederland, Rapportage 2023', RIVM-rapport 2023-0113, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

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 PM_{10} in het Netherlands, Yearly average and exceedance days', RIVM-rapport 680704014/2011, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Hoogerbrugge, R., C. Jacobs, E. van der Swaluw, R. Verweij, K. Siteur, W.J. de Vries (2025), 'Prognoseberekeningen van luchtkwaliteit en stikstofdepositie voor 2030-2040 onder invloed van klimaatverandering', RIVM-Kennisnotitie *in voorbereiding*, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

KNMI (2023), 'KNMI'23 klimaatscenario's voor Nederland', KNMI-publicatie 23-03, De Bilt: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.

Marra, W.A., S.B. Hazelhorst, L.A. de Jongh, R.J. Wichink Kruit, J.M. Schram, K.M.F. Brandt (2024), 'Monitoring stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2024', RIVM-rapport 2024-0076, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Marra, W.A., S.B. Hazelhorst, L.A. de Jongh, R.J. Wichink Kruit, J.M. Schram, K.M.F. Brandt (2025), 'Monitoring stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2025', RIVM-rapport *in voorbereiding*, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Mijnen-Visser, S., L.A. de Jongh, S.B. Hazelhorst, R. Hoogerbrugge, I. Soenario, G.J.C. Stolwijk, W.J. de Vries, R.J. Wichink Kruit, S. Zuidberg (2024), 'Grootschalige concentratiekaarten Nederland, Rapportage 2024', RIVM-rapport 2024-0059, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

PBL (2023), 'Lichte actualisatie van de Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen 2023', PBL-publicatienummer 5225, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2025), 'Lichte actualisatie van de Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen 2025', Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL en RIVM (2025), 'Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen 2025, Rapportage bij de Klimaat- en Energieverkenning 2024', PBL-publicatienummer 5494, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL en TNO (2025), 'Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten, Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2024 en de Emissieramingen Luchtverontreinigende Stoffen 2025', PBL-publicatienummer 5832, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL, TNO, CBS, RIVM (2020), 'Klimaat- en Energieverkenning 2020', PBL-publicatie, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Ruyssenaars, P.G., A. Couvreur, J. Hoekstra, J. Jacobs, M. Lammerts-Huitema, W.J.R. Swart, W. de Vries (2024), 'Monitoringsrapportage Doelbereik Schone Lucht Akkoord, Tweede voortgangsmeting', RIVM-rapport 2023-0383, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Sauter, F., M. Sterk, E. van der Swaluw, R. Wichink Kruit, W. de Vries, A. van Pul (2023), 'The OPS-model. Description of OPS 5.1.1.0', Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Uitgebreide modelbeschrijving van OPS versie 5.1.1.0.

Schneider, C., M. Pelzer, N. Toenges-Schuller, M. Nacken, A. Niederau (2016), 'ArcGIS basierte Lösung zur detaillierten, deutschlandweiten Verteilung (Gridding) nationaler Emissionsjahreswerte auf Basis des Inventars zur Emissionsberichterstattung', Texte 71/2016, Umwelt Bundesamt (UBA), https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/arcgis-basierte-loesung-zur-detaillierten.

Siteur, K. (2025), 'OPS-model versie 5.3.1.0', in voorbereiding.

Swaluw, van der E., W. de Vries, F. Sauter, R. Wichink Kruit, M. Vieno, H. Fagerli, A. van Pul (2021), 'Trend analysis of reduced nitrogen components over the Netherlands with the EMEP4NL and OPS model', Atmospheric Environment 248.

Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, G.P. Geilenkirchen, H.A. den Hollander, L. Megens, 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.

VTV (2024), 'Kiezen voor een gezonde toekomst, Volksgezondheid Toekomst Verkenning 2024', RIVM-rapport 2024-0110, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Wickink Kruit, R., A. Bleeker, C. Jacobs, P. Meijer, M. Poelhuis, K. Siteur, A. Stolk, E. van der Swaluw, R. Verweij, W. de Vries, A. van Pul (2024), 'Eindrapport Ammoniak uit Zee, Samenvatting van het onderzoek naar de onderschatting van de ammoniakconcentraties langs de kust', RIVM-rapport 2024-0095, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Bijlage 1 Nederlandse emissies in diagnose en de ramingen

In de tabellen B1.1 tot en met B1.4 staan de Nederlandse emissies van NO_x, NH_3, primair PM_{10}, primair $PM_{2,5}$ en SO_2 zoals gebruikt in de diagnose (emissiejaar 2023) en de verschillende ramingen. De emissies voor de diagnose komen van de ER. De emissies voor de ramingen komen voor 2025-2035 uit PBL en RIVM (2025) en voor 2040 zijn deze door het PBL aan RIVM geleverd.

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

Sector	2023	2025	2030	2035	2040
Industrie	17,5	18,5	15,1	13,4	13,5
Raffinaderijen	4,7	4,1	3,7	2,8	2,3
Energiesector	8,9	12,2	5,9	4,4	5,7
Afvalverwerking	3,3	3,6	3,5	3,5	3,5
Wegverkeer[1]	52,1	48,6	36,7	22,4	12
Overig verkeer	50,6	46,3	42,3	39,8	37,9
Landbouw	34,1	32,9	30,5	29,7	28,7
Huishoudens	5,5	5,9	4,7	4,3	4,1
HDO en bouw	4,1	4,3	3,5	3	2,7
Zeescheepvaart	99,1	91,5	81,6	70	58,4
Totaal[2]	279,8	267,8	227,5	193,2	168,8

[1] Voor NO_x op basis van de gebruikte brandstof. Dit wijkt af van EU-definitie, omdat NO_x uit verkeer daarin is gebaseerd op de hoeveelheid verkochte brandstof.
[2] Emissietotaal inclusief internationale zeescheepvaart. Dit wijkt af van de NEC-categorieën waar zeescheepvaart niet gerapporteerd wordt.

Tabel B1.2 Nederlandse NH_3-emissies (miljoen kilogram), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Sector	2023	2025	2030	2035	2040
Industrie	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3
Raffinaderijen	0	0	0	0	0
Energiesector	0	0	0	0	0
Afvalverwerking	1,3	1,3	1,7	1,8	1,9
Wegverkeer[1]	3,8	3,7	3,4	2,6	1,6
Overig verkeer	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Landbouw	98,8	101,8	84,3	81	77,5
Huishoudens	5,6	5,9	6	6,1	6,2
HDO en bouw	5,6	5,5	5,6	5,6	5,5
Zeescheepvaart	0	0	0	0	0
Totaal[2]	116,4	119,8	102,4	98,7	94,3

[1] Voor NH_3 op basis van de gebruikte brandstof. Dit wijkt af van EU-definitie, omdat NH_3 uit verkeer daarin is gebaseerd op de hoeveelheid verkochte brandstof.
[2] Emissietotaal inclusief internationale zeescheepvaart. Dit wijkt af van de NEC-categorieën waar zeescheepvaart niet gerapporteerd wordt.

Tabel B1.3 Nederlandse primair PM_{10}-emissies (miljoen kilogram), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Sector	2023	2025	2030	2035	2040
Industrie	5,6	6,4	6,4	6,6	6,8
Raffinaderijen	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Energiesector	0,1	0,2	0	0	0,2
Afvalverwerking	0	0,1	0,1	0,1	0,1
Wegverkeer[1]	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5
Overig verkeer	2,1	1,7	1,4	1,2	1
Landbouw	5,3	5,2	4,7	4,7	4,7
Huishoudens	6,8	6	5,4	4,9	4,5
HDO en bouw	2,4	2,6	2,7	2,6	2,6
Zeescheepvaart	2,5	2,5	2,4	2,3	2,3
Totaal[2]	28,6	28,5	26,8	26	25,6

[1] Voor fijnstof op basis van de gebruikte brandstof. Dit wijkt af van EU-definitie, omdat fijnstof uit verkeer daarin is gebaseerd op de hoeveelheid verkochte brandstof.
[2] Emissietotaal inclusief internationale zeescheepvaart. Dit wijkt af van de NEC-categorieën waar zeescheepvaart niet gerapporteerd wordt.

Tabel B1.4 Nederlandse primair $PM_{2,5}$-emissies (miljoen kilogram), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Sector	2023	2025	2030	2035	2040
Industrie	3	3,5	3,5	3,6	3,7
Raffinaderijen	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Energiesector	0,1	0,1	0	0	0,1
Afvalverwerking	0	0,1	0,1	0,1	0
Wegverkeer[1]	1,2	1,1	1	0,9	0,8
Overig verkeer	1,9	1,6	1,3	1,1	1
Landbouw	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
Huishoudens	6,5	5,7	5,1	4,6	4,3
HDO en bouw	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
Zeescheepvaart	2,3	2,4	2,2	2,2	2,2
Totaal[2]	16,7	16	14,7	13,9	13,4

[1] Voor fijnstof op basis van de gebruikte brandstof. Dit wijkt af van EU-definitie, omdat fijnstof uit verkeer daarin is gebaseerd op de hoeveelheid verkochte brandstof.
[2] Emissietotaal inclusief internationale zeescheepvaart. Dit wijkt af van de NEC-categorieën waar zeescheepvaart niet gerapporteerd wordt.

Tabel B1.5 Nederlandse SO_2-emissies (miljoen kilogram), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Sector	2023	2025	2030	2035	2040
Industrie	6,4	8,1	7,7	7,1	7,3
Raffinaderijen	8	8,1	6,8	6,2	5,7
Energiesector	1,6	2	0,3	0,1	0,4
Afvalverwerking	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4
Wegverkeer[1]	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Overig verkeer	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
Landbouw	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Huishoudens	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
HDO en bouw	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Zeescheepvaart	3,1	3,5	3,4	3,5	3,5
Totaal[2]	20,4	23,3	20	18,6	18,4

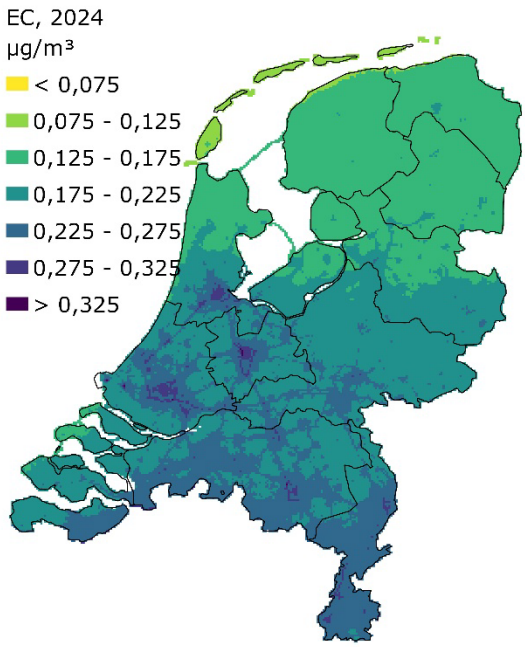
[1] Voor SO_2 op basis van de gebruikte brandstof. Dit wijkt af van EU-definitie, omdat SO_2 uit verkeer daarin is gebaseerd op de hoeveelheid verkochte brandstof.
[2] Emissietotaal inclusief internationale zeescheepvaart. Dit wijkt af van de NEC-categorieën waar zeescheepvaart niet gerapporteerd wordt.

Bijlage 2 Grootschalige concentraties EC en SO_2

EC-concentratie

De EC-concentratie voor het jaar 2024 is gemiddeld over Nederland 0,19 µg/m³. EC is een fractie van $PM_{2,5}$ en volgt daarmee voor een groot deel het patroon van $PM_{2,5}$ (zie Figuur B.1).

Figuur B.1 Grootschalige EC-concentratie in 2024 in µg/m³



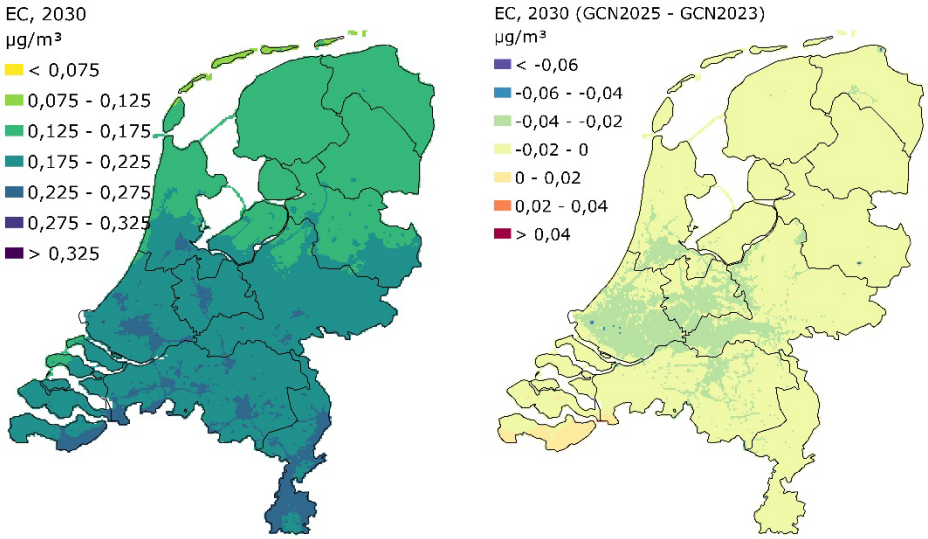
In 2023 was de EC-concentratie gemiddeld 0,19 µg/m³. De concentratie is daarmee vrijwel onveranderd gebleven. Dit is in lijn met de metingen die ook vrijwel geen veranderende concentratie lieten zien.

De geraamde EC-concentraties voor de prognosejaren op basis van vastgesteld beleid is gemiddeld over Nederland voor 2025 0,21 µg/m³, voor 2030 0,18 µg/m³, voor 2035 0,17 µg/m³ en voor indicatief 2040 0,16 µg/m³. Over de periode 2025-2035 wordt een afname geraamd van 19 procent en tussen 2025 en 2030 van ongeveer 14 procent.

De vorige raming uit de GCN-rapportage 2023 op basis van de ERL23 kwam uit op EC-concentraties van 0,22 µg/m³ voor 2025 en 0,20 µg/m³ voor 2030. Voor 2035 en 2040 waren geen indicatieve ramingen gemaakt. Over de periode 2025-2030 werd toen een afname geraamd van ongeveer 9 procent. De huidige geraamde concentraties liggen fors lager met 4,5 procent voor 2025 en 10 procent voor 2030.

Figuur B.2 geeft de 2030-kaart weer voor EC en de verschilkaart met de vorige raming uit de GCN-rapportage 2023.

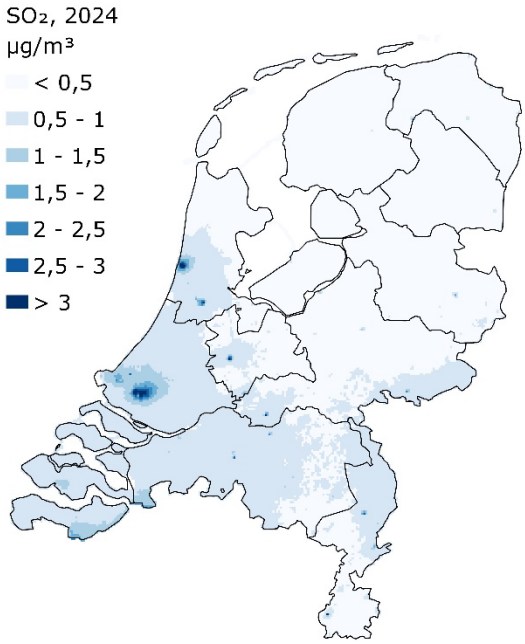
Figuur B.2 Grootschalige EC-concentratie in 2030 (links) en de verschilkaart met GCN-rapportage 2023 voor het jaar 2030 (rechts) in µg/m³. Een negatief getal betekent dat de nu geraamde concentratie lager is dan in de GCN-rapportage 2023.



SO_2-concentratie

De SO_2-concentratie voor het jaar 2024 is gemiddeld over Nederland 0,49 µg/m³. In en nabij de internationale havens en nabij industrie zijn de concentraties verhoogd, hoofdzakelijk door de bijdrage van zeescheepvaart en door industrie aan de concentraties SO_2 (zie Figuur B.3.

Figuur B.3 Grootschalige SO_2-concentratie in 2024 in µg/m³



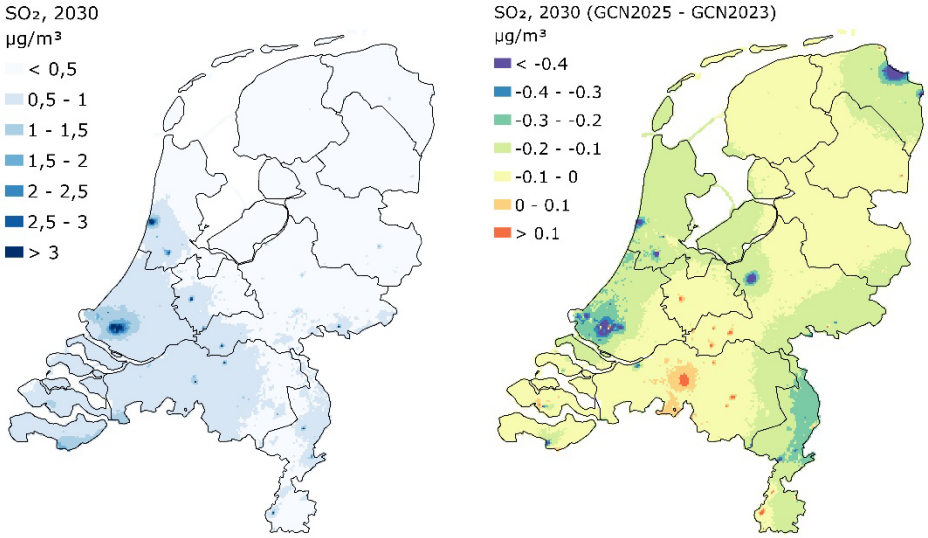
In 2023 was de SO_2-concentratie gemiddeld 0,39 µg/m^3. De concentratie is fors gestegen met bijna 26 procent, maar de absolute waarden liggen nog altijd zeer laag. De metingen zijn gemiddeld 20 procent hoger in 2024 dan in 2023. Doordat het aantal meetstations zeer klein is (zes stations) is het gemiddelde zeer gevoelig voor een verandering op één station. Dat was in 2024 ook het geval (station 934). De sterke toename op dit station komt mogelijk door de bijdrage van een (tijdelijke) lokale bron.

De geraamde SO_2-concentraties voor de prognosejaren op basis van vastgesteld beleid is gemiddeld over Nederland voor 2025 0,48 µg/m^3, voor 2030 0,45 µg/m^3, voor 2035 0,39 µg/m^3 en voor indicatief 2040 0,37 µg/m^3. Over de periode 2025-2035 wordt een afname geraamd van bijna 19 procent.

De vorige raming uit de GCN-rapportage 2023 op basis van de ERL23 kwam uit op SO_2-concentraties van 0,69 µg/m^3 voor 2025, 0,55 µg/m^3 voor 2030, indicatief 0,51 µg/m^3 voor 2035 en indicatief 0,48 µg/m^3 voor 2040. Over de periode 2025-2035 werd toen een afname geraamd van ongeveer 26 procent. De huidige geraamde concentraties liggen zeer fors lager met 30 procent voor 2025, 18 procent voor 2030 en 24 procent voor 2035.

Figuur B.4 geeft de 2030-kaart weer voor SO_2 en de verschilkaart met de vorige raming uit de GCN-rapportage 2023.

Figuur B.4 Grootschalige SO2-concentratie in 2030 (links) en de verschilkaart met GCN-rapportage 2023 voor het jaar 2030 (rechts) in µg/m^3. Een negatief getal betekent dat de nu geraamde concentratie lager is dan in de GCN-rapportage 2023.



Dit is een uitgave van:

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

mei 2025

De zorg voor morgen begint vandaag