



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

Grootschalige concentratiekaarten Nederland

Rapportage 2026

Grootschalige concentratiekaarten Nederland

Rapportage 2026

RIVM-rapport 2026-0026

Colofon

© RIVM 2026

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-2026-0026

S. Mijnen-Visser (auteur), RIVM
L. Graas (auteur), RIVM
L.P.I. Glaese (auteur), RIVM
S.B. Hazelhorst (auteur), RIVM
L.A. de Jongh (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 Gezonde Leefomgeving.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Grootschalige concentratiekaarten Nederland

Rapportage 2026

Het RIVM laat elk jaar de concentraties van luchtvervuilende stoffen in Nederland zien in de vorm van kaarten. Dit gebeurt voor verschillende stoffen in de lucht, waaronder stikstofdioxide en fijnstof. Het gaat hierbij om de gemiddelde concentraties in het afgelopen jaar; in dit geval in 2025. Het RIVM gebruikt zowel modelberekeningen als metingen om deze zogeheten Grootschalige Concentratiekaarten Nederland (GCN) te maken. Zo komen de concentraties het best overeen met de werkelijke situatie.

De concentraties van stikstofdioxide en fijnstof waren in 2025 hoger dan in 2024. Er zijn minder van deze stoffen uitgestoten, bijvoorbeeld door verkeer en industrie, maar door het weer zaten er toch meer stikstofdioxiden en fijnstof in de lucht. Dat kwam onder andere doordat er minder wind en minder neerslag was. Ook was de gemiddelde temperatuur in 2025 wat lager dan in 2024, waardoor de concentraties in 2025 hoger waren dan het jaar ervoor. In het verleden schommelden concentraties vaker door de weersomstandigheden. Mensen kunnen door vervuilde stoffen in de lucht gezondheidsklachten hebben, bijvoorbeeld aan de luchtwegen.

De gemiddelde concentraties stikstofdioxide in de lucht waren in 2025 ongeveer 9 procent hoger dan in 2024. De gemiddelde concentraties fijnstof met deeltjesgrootte PM_{10} waren ongeveer 11 procent hoger. Voor fijnstof met deeltjesgrootte $PM_{2,5}$ was de stijging ongeveer 10 procent.

Verschillende overheden (Nederland, provincies, gemeenten) gebruiken de GCN-kaarten om de ontwikkeling van de luchtkwaliteit in Nederland te volgen en beleid te maken voor een betere luchtkwaliteit. De kaarten worden ook gebruikt om te rapporteren over Europese doelen voor de luchtkwaliteit.

Het RIVM berekent elke twee jaar de verwachte concentraties voor de toekomst. Volgens de berekeningen uit 2025 daalt de concentraties fijnstof en stikstofdioxide naar verwachting in 2030. In 2027 maakt het RIVM weer nieuwe kaarten van de toekomst.

Kernwoorden: fijnstof, stikstofdioxide, Monitoring Luchtkwaliteit (MLK), Stikstofmonitoring in natuurgebieden (SN), stikstof, lucht, GCN

Synopsis

Large-scale concentration maps for the Netherlands

2026 report

Each year, RIVM creates maps to illustrate the concentrations of air pollutants in the Netherlands. It does this for several airborne substances, including nitrogen dioxide and fine particles. The maps show the average concentrations over the past year, in this case 2025. RIVM uses both calculation models and measurements to create these large-scale concentration (GCN) maps for the Netherlands. This ensures that the concentrations shown are as close as possible to the actual situation.

In 2025, the concentrations of nitrogen dioxide and fine particles were higher than in 2024. Although emissions of these substances - for example from traffic and industry - decreased, the weather conditions caused higher concentrations of nitrogen dioxide and fine particles in the air. This was partly due to the fact that there was less wind and less precipitation. 2025 was also slightly cooler than 2024. This caused the concentration to increase in 2025. In the past, concentrations have often fluctuated due to the prevailing weather conditions. Airborne substances can lead to increased health issues, for example respiratory problems.

The average concentrations of nitrogen dioxide in the air were roughly 9 per cent higher in 2025 than in 2024. The average concentrations of PM₁₀ fine particles were roughly 11 per cent higher, while the increase in PM_{2.5} fine particles was roughly 10 per cent.

National government, the provinces and various municipalities use the GCN maps to track the development of air quality in the Netherlands and to draw up policy aimed at improving the air quality. The maps are also used to report on European air-quality objectives.

RIVM also calculates projected concentrations for future years every other year. Based on the 2025 calculations, the concentrations of fine particles and nitrogen dioxide are projected to decrease by 2030. In 2027, RIVM will produce a new set of future maps.

Keywords: fine particles, nitrogen dioxide, Air Quality Monitoring (MLK), Nitrogen Monitoring in Nature Areas (SN), nitrogen, air, GCN

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11

2 Methode en invoergegevens — 13

- 2.1 Methode van concentratie- en depositieberekeningen — 13
- 2.2 Invoergegevens — 15
 - 2.2.1 Reguliere actualisaties — 16
 - 2.2.2 Incidentele actualisaties — 18
 - 2.2.3 Kalibratiefactoren en meetcorrectie concentraties — 21

3 Emissies — 25

- 3.1 Ontwikkeling in Nederlandse emissies — 25
 - 3.1.1 NO_x-emissies — 25
 - 3.1.2 PM₁₀-emissies — 26
 - 3.1.3 PM_{2,5}-emissies — 27
- 3.2 Ontwikkeling in buitenlandse emissies — 28
 - 3.2.1 NO_x-emissies — 28
 - 3.2.2 PM₁₀-emissies — 28

4 Grootschalige concentraties en concentratiesopbouw per stof — 29

- 4.1 Gepasseerd jaar 2025 — 29
 - 4.1.1 NO₂-concentraties — 29
 - 4.1.2 PM₁₀-concentraties — 30
 - 4.1.3 PM_{2,5}-concentraties — 31
- 4.2 Prognose-kaarten — 32
- 4.3 Opbouw concentraties per stof voor 2025 — 32

5 Modelverbeteringen en innovaties — 37

- 5.1 Onzekerheden in de GCN-kaarten — 37
- 5.2 Nieuwe gegevens en inzichten — 38
 - 5.2.1 Bronkarakteristieken mobiele werktuigen — 38
 - 5.2.2 Actualisatie indicatieve benzeenkaart — 39
 - 5.2.3 Zeezoutkaart — 43

Literatuur — 45

Bijlage 1 Emissies in het diagnosejaar — 47

Bijlage 2 Grootschalige concentraties EC en SO₂ — 51

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 (1x1 km) 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, de monitoring van het Schone Lucht Akkoord en het maken van lokaal beleid en bij planvorming.

Grootschalige NO₂-concentraties gestegen in 2025

De concentratie van stikstofdioxide (NO₂) voor het jaar 2025 was gemiddeld over Nederland 9,6 µg/m³. In 2024 was dit 8,8 µg/m³. De concentratie in 2025 nam daarmee 9 procent toe. Ondanks een daling van de emissies zorgden de weersomstandigheden in 2025 voor hogere concentraties, onder andere doordat er in vergelijking met 2024 minder wind, minder neerslag en een lagere temperatuur was. De toename is ook in lijn met de metingen, die voor NO₂ met gemiddeld 8 procent zijn gestegen.

Grootschalige PM₁₀- en PM_{2,5}-concentraties gestegen in 2025

De gemiddelde fijnstofconcentratie PM₁₀ voor het jaar 2025 was 14,9 µg/m³. In 2024 was dit 13,4 µg/m³. Dit is een stijging van 11 procent. De gemiddelde fijnstofconcentratie PM_{2,5} voor het jaar 2025 was 8,1 µg/m³. In 2024 was dit 7,4 µg/m³. Dit is een stijging van 10 procent. De hogere concentraties in 2025 zijn ook zichtbaar in de metingen, die, respectievelijk, met 10 en 9 procent zijn gestegen voor PM₁₀ en PM_{2,5}. Net als voor NO₂ geldt dat de fijnstofconcentraties zijn gestegen door de weersomstandigheden in 2025.

Berekende grootschalige concentraties dalen fors in 2030 en 2035

Het RIVM berekent om het jaar ook de verwachte concentraties tot en met 2040. De kaarten met deze concentraties gelden twee jaar en zijn in 2025 voor het laatst gemaakt. Uitgaande van de in 2025 berekende concentraties voor 2030 en 2035 is de verwachting dat concentraties fijnstof en stikstofdioxide in 2030 en 2035 lager zijn dan in 2025. In 2027 maakt het RIVM weer nieuwe prognose-kaarten, zodra het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) de nieuwe Emissieramingen Luchtverontreinigende Stoffen (ERL) 2027 heeft opgesteld. Het PBL rekent elke twee jaar de effecten van het klimaat-, stikstof- en luchtbeleid door op de Nederlandse emissies (uitstoot) van luchtverontreinigende stoffen. De prognose-kaarten van grootschalige concentraties worden gebruikt om de effecten van het huidige beleid op de luchtkwaliteit in beeld te brengen, zoals de elektrificatie van het wagenpark en emissiereducties in de industrie.

Wetenschappelijke verantwoording

De voorliggende rapportage beschrijft de wetenschappelijke methoden van de kaarten die in maart 2026 zijn gepubliceerd. De rapportage gaat over de berekende concentraties voor het jaar 2025.

De grootschalige concentratiekaarten worden berekend met het Operationele Prioritaire Stoffen (OPS) 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 jaargemiddelde concentraties stikstofdioxide en fijnstof voor Nederland zijn ongeveer 10 procent (2 standaarddeviaties). De hoeveelheid stoffen die er werkelijk in de lucht zit wijkt dus zeer waarschijnlijk (95 procent kans) niet meer dan 10 procent af 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).

Relatie met andere rapportages luchtkwaliteit

Het RIVM komt later dit jaar met de Monitoringsrapportage Luchtkwaliteit. Deze rapportage kijkt naar eventuele normoverschrijding op het gebied van luchtkwaliteit. Ook komt dit jaar een nieuwe monitoring van het Schone Lucht Akkoord beschikbaar. Deze maakt inzichtelijk in welke mate het behalen van de doelstellingen van dit akkoord in beeld komt. Zowel voor de monitoring van het Schone Lucht Akkoord als voor de Monitoringrapportage Luchtkwaliteit worden gegevens van de GCN-kaarten gebruikt.

Publicatie kaarten

Op de website van de Rijksoverheid staan de databestanden van de juridisch-formele kaarten met de grootschalige achtergrondconcentraties (www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen). Op de RIVM-website (<https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten>) zijn de grootschalige concentratiekaarten en onderliggende data van stikstofdioxide, stikstofoxiden, fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}), zwaveldioxide, ozon, ammoniak, koolmonoxide, benzeen en elementair koolstof, en de grootschalige depositiekaarten en onderliggende data beschikbaar. Naast concentratiekaarten worden daar ook de grootschalige depositiekaarten van stikstof en potentieel zuur gepubliceerd.

1 Inleiding

Luchtkwaliteit is de belangrijkste milieufactor die van invloed is 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) 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 of deze waarden voldoen aan de geldende EU-grenswaarden voor luchtkwaliteit. Bij het SLA vormen de GCN-kaarten, samen met de gegevens uit MLK, de invoer voor berekeningen van de blootstelling aan en de gezondheidseffecten door luchtkwaliteit. De meest recente rapportage over MLK betreft Berkhout et al. (2025) en over het SLA Ruysenaars et al. (2026).

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 komt 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 de ministeries van IenW en 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 (grootschalige depositiekaarten Nederland, GDN) 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. (2025).

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.

De voorliggende GCN-rapportage beschrijft de wetenschappelijke methoden achter de in maart 2026 gepubliceerde kaarten. De rapportage gaat over de berekende concentraties voor het jaar 2025 (diagnosejaar). Dit keer zijn er geen nieuwe kaarten met de prognoses van de verwachte concentraties voor de toekomst gemaakt. Deze kaarten komen weer beschikbaar in 2027, zodra het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) de nieuwe Emissieramingen Luchtverontreinigende Stoffen (ERL) 2027 heeft opgesteld. Deze tweejaarlijkse cyclus is in lijn met afgelopen twee jaren. De meest recente prognosekaarten zijn uit 2025. De gebruikte methodiek wordt toegelicht in de GCN-rapportage 2025 (Mijnen-Visser et al., 2025).

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 (<https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten>) zijn zowel de concentratiekaarten als de depositiekaarten beschikbaar, inclusief de optie om de databestanden te downloaden. Het gaat om de grootschalige concentratiekaarten en onderliggende data van stikstofdioxide, stikstofoxiden, fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}), zwaveldioxide, ozon, ammoniak, koolmonoxide, benzeen en elementair koolstof, en de grootschalige depositiekaarten en onderliggende data van stikstof en potentieel zuur.

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 2024 met een beperkte doorkijk richting de toekomst. Hoofdstuk 4 gaat over de concentraties luchtverontreinigende stoffen. Het beschrijft de concentraties en de concentratieopbouw in het gepasseerd jaar 2025. Hoofdstuk 5 bespreekt de onzekerheden in de berekeningen en de verbeteringen in het model en de innovaties in het afgelopen jaar.

2 Methode en invoergegevens

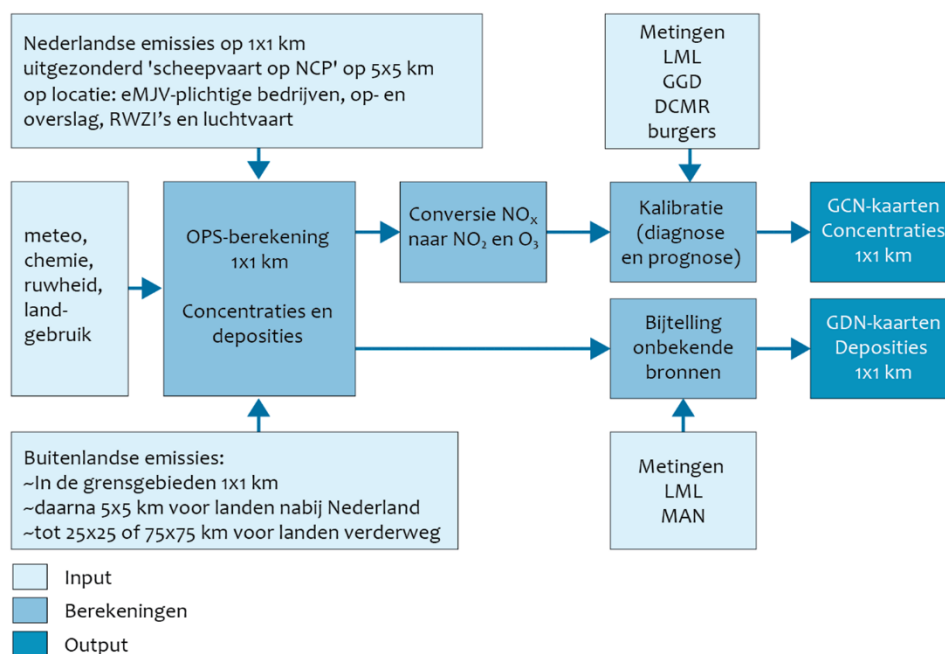
Dit hoofdstuk beschrijft in het kort de methode van de concentratie- en depositieberekeningen. Ook is beschreven welke invoergegevens geactualiseerd zijn en welke methodewijzigingen hebben plaatsgevonden. Tot slot zijn de resultaten van de kalibratie voor de concentratieberekeningen weergegeven.

2.1 Methode van concentratie- en depositieberekeningen

De Grootchalige 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 en depositie op meerdere punten binnen deze gridcel bepaald. De concentratie en depositie wordt vervolgens bepaald als het gemiddelde van alle berekende punten. 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 Grootchalige Concentratie- en Depositiekaarten Nederland



Inventarisatie van alle gegevens die nodig zijn voor de berekeningen

De berekeningen van de Grootchalige Concentratie- en Depositiekaarten Nederland worden uitgevoerd met het OPS-model. Hiervoor zijn gegevens nodig. Die zijn onder te verdelen in emissiegegevens en overige invoerdata, ook wel omgevingsdata genoemd. Om emissiegegevens met het OPS-model te kunnen doorrekenen zijn de emissiesterkte, locatie en de bronkarakteristieken emissiehoogte, spreiding en warmte-inhoud van de emissiebronnen nodig.

De gerealiseerde emissies en locaties (ruimtelijke verdelingen) van Nederlandse bronnen komen van de Emissieregistratie (ER) en die van buitenlandse emissiebronnen komen van Centre on Emission Inventories and Projections (CEIP). Zie de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2 voor meer informatie over de emissies en ruimtelijke verdelingen. Er zijn verschillende typen emissiebronnen:

- *Bronnen van individuele bedrijven*: 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 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 locaties en bronkarakteristieken bekend bij de ER.
- *Overige Nederlandse bronnen*: 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 varende zijn beschikbaar op 1x1 km. De bronkarakteristieken van deze overige bronnen zijn, per sector specifiek, door TNO afgeleid.
- *Buitenlandse bronnen*: 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 ook de volgende invoergegevens belangrijk:

- de meteostatistiek o.b.v. uurlijkse gegevens van het KNMI;
- het landgebruik o.b.v. Landgebruik Nederland-kaarten (LGN) van WUR;
- achtergrondconcentraties o.b.v. eerdere GCN-berekeningen;

- chemische conversiesnelheden o.b.v. resultaten uit het European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP)-model;
- de deeltjesgrootteverdeling van de ER voor fijnstofberekeningen.

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 2025 toegepast. Ook zijn hiervoor de achtergrondconcentraties en chemische conversiesnelheden voor het jaar 2025 gebruikt.

Het model berekent NO_x-concentraties, waaruit met een empirische relatie stikstofdioxide- (NO₂) en ozon- (O₃) concentraties worden berekend (Sauter et al., 2023). Daarnaast berekent het model ook de PM₁₀-concentraties. Hieruit volgen PM_{2,5}-concentraties op basis van een deeltjesgrootteverdeling en elementair koolstof (EC) op basis van de fractie EC in PM_{2,5}. Ook rekent het OPS-model direct de SO₂- en NH₃-concentraties uit.

Kalibratie op basis van metingen uit diverse meetnetten

De gemodelleerde waarden van de concentraties en deposities worden aan de hand van metingen gekalibreerd. Hiervoor worden de volgende typen metingen gebruikt:

- metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) op regionale en stadsachtergrondstations;
- metingen op regionale en stadsachtergrondstations van de Gemeentelijke Gezondheidsdienst (GGD) Amsterdam;
- metingen op regionale en stadsachtergrondstations van de Milieudienst Rijnmond (DCMR);
- burgermetingen die met Palmes-diffusiebuisjes NO₂ meten;
- metingen van het Meetnet Ammoniak Nederland (MAN) waar met buisjes ammoniak (NH₃) wordt gemeten;
- benzeenmetingen met buisjes.

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 (prognoses zoals gepubliceerd in 2025): NO₂, NO_x, O₃, fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}), elementair koolstof (EC), zwaveldioxide (SO₂), ammoniak (NH₃), stikstofdepositie totaal (N_{tot}), potentieel zuur (Potz) en gereduceerd stikstof (NH_x). Van de volgende stoffen zijn alleen indicatieve diagnosekaarten beschikbaar: benzeen (C₆H₆), koolmonoxide (CO) en 98-percentiel CO.

2.2

Invoergegevens

De voorliggende rapportage beschrijft alle relevante wijzigingen en vernieuwingen van het afgelopen jaar (GCN2026) ten opzichte van de rapportage van het voorgaande jaar (GCN2025). Dit betreft onder andere de emissietotalen, ruimtelijke verdelingen en

bronkarakteristieken van het diagnosejaar 2025. Vorig jaar was het diagnosejaar 2024. De prognosekaarten over de jaren 2025, 2030, 2035 en indicatieve kaarten over 2040 uit GCN2025 zijn ongewijzigd en staan beschreven in Mijnen-Visser et al.(2025).

De volgende paragrafen beschrijven kort alle wijzigingen en vernieuwingen.

2.2.1

Reguliere actualisaties

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

Nederlandse emissies

Jaarlijks worden de gebruikte emissies op Nederlands grondgebied geactualiseerd naar de laatste vastgestelde reeks van de Emissieregistratie (<https://www.emissieregistratie.nl/data/grafieken-en-kaarten/definitieve-dataset-1990-2024>). Voor de emissietotalen per sector voor het gepasseerd jaar is de ER geactualiseerd van 2023 naar 2024 volgens de ER-reeks 1990-2024. In GCN2025 werden dus de emissies van het jaar 2023 gebruikt (Mijnen-Visser et al., 2025). Voor het berekenen van de kaarten voor het jaar 2025 worden dus de Nederlandse emissietotalen zoals vastgesteld voor het jaar 2024 toegepast, omdat de gegevens over 2025 nog niet beschikbaar zijn. De impact van onzekerheden op de daadwerkelijke emissies voor 2025 wordt gereduceerd door de kalibratie van de kaarten aan de metingen over 2025.

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 1990-2023. Die kwamen vorig jaar uit de ER-reeks 1990-2022. De ruimtelijke verdeling zijn gebaseerd op een oudere reeks dan die waarvan de emissies zijn gebruikt (ER-reeks 1990-2024). De ruimtelijke verdelingen op basis van de meest recente reeks komen namelijk te laat om in de GCN-methodiek mee te nemen.

Hieronder volgen in grote lijnen de reguliere actualisaties in de Nederlandse ruimtelijke verdelingen zoals deze zijn toegepast in de diagnosekaart 2025 ten opzichte van de vorig jaar gepubliceerde diagnosekaart 2024 (ER-verdelingen, 2026).

Landbouw

De verdeling van emissies uit stallen, door opslag van dierlijke mest en opslag van kuilvoer is geactualiseerd. Dit gebeurde op basis van de

meest recente Geografische Informatie Agrarische Bedrijven (GIAB). De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) stelt dit bestand in samenwerking met Wageningen Environmental Research (WenR) op. 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 (BAG). Bij de actualisatie gaat het om veranderingen in zowel locatie, staltype als het aantal dieren.

Bij stalverwarming worden vooral aardgas en diesel ingezet. Er is een geactualiseerde emissieverdeling voor 2023 gemaakt. Deze is gebaseerd op het gemiddelde energiegebruik per bedrijf. Daarbij is onderscheid gemaakt naar melkvee-, pluimvee- en varkensbedrijven. Gegevens over de stallocaties en dierenaantallen komen uit het meest recente GIAB. Gegevens over energiegebruik en brandstofinzet zijn afkomstig van Wageningen Social & Economic Research (WSER) en Wageningen Livestock Research (WLR).

Ook de verdelingen voor emissies via mestbewerking en -vergisting zijn vernieuwd. Voor mestbewerking is deze gebaseerd op de hoeveelheid geproduceerde mest per bedrijf. Dit geldt voor alle bedrijven die in de landbouwtelling 2023 de vraag over mestbe- 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 vergister.

Verkeer en vervoer

De verdeling van emissies door binnenvaartschepen is gebaseerd op het Automatic Identification System (AIS), waarbij via een transponder positie en vaarsnelheid van een schip worden doorgegeven. Deze worden gecombineerd met gegevens over het energiegebruik per scheepstype. Op deze manier is de verdeling gebaseerd op het werkelijk aantal schepen en hun locatie. Alle data zijn geactualiseerd voor 2023. De data komen van Rijkswaterstaat en de Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO).

De verdeling van de mobiele werktuigen bouw is geactualiseerd voor 2023 met gegevens over aantallen woningen (nieuw en bestaand) en woningtype, afkomstig uit de BAG. Ook zijn de geactualiseerde verdelingen voor binnenvaart en recreatievaart meegenomen. De intensiteit hiervan is een maat voor het onderhoud van waterwegen.

De verdeling van railverkeer is gebaseerd op het aantal afgelegde treinkilometers. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen diesel/elektrische aandrijving en personen/vrachtvervoer. De gegevens komen van ProRail en geactualiseerd voor 2023.

De verdeling van emissies door zeescheepvaart en visserij is vernieuwd voor 2023. Deze op AIS-data, emissiefactoren en scheepstype gebaseerde verdeling geldt voor het Nederlands Continentaal Plat (inclusief 12-mijlszone) en de Nederlandse havens. Het Marine Research

Institute (MARIN), TNO, Havenbedrijf Rotterdam en WSER leveren de data voor de verdeling van emissies door zeescheepvaart- en visserij.

Vreugdevuren

In 2023 waren er op diverse locaties in Nederland weer vreugdevuren. Samen met TNO zijn de gegevens over locaties en emissieverdeling vernieuwd.

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 2022 naar 2023 volgens de CEIP-reeks 1990-2023 (CEIP, 2025). Het laatste emissiejaar in deze reeks gaat dus over 2023 en loopt daarmee een jaar achter op de Nederlandse emissietotalen. Voor het berekenen van de kaarten van het jaar 2025 worden dus de buitenlandse emissiegegevens over het jaar 2023 gebruikt.

De ruimtelijke verdelingen voor de buitenlandse emissies zijn niet geactualiseerd. Deze zijn hetzelfde als in GCN2025 (Mijnen-Visser et al., 2025).

Invoergegevens voor het OPS-model

De statistiek over de meteorologie van het jaar 2025 is toegevoegd. In vergelijking met 2024 waren de weersomstandigheden in 2025 anders. Zo was de maximale menglaag kleiner, was er minder verticale dispersie, was de windsnelheid lager en meer uit het noorden, de temperatuur lager, was er lagere luchtvochtigheid en aanmerkelijk minder neerslag.

De achtergrondconcentratiekaarten van zwaveldioxide (SO₂), stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH₃) voor het jaar 2025 zijn toegevoegd. Ook de chemische omzettingssnelheden voor de vorming van secundair fijnstof (secundaire aerosolen nitraat (NO₃), ammonium (NH₄) en sulfaat (SO₄)) uit het EMEP-model zijn toegevoegd voor het jaar 2025. Hierbij is gebruikgemaakt van EMEP-versie 4.45. Bij de bepaling van de omzettingssnelheden en achtergrondkaarten voor 2025 zijn meteorologische gegevens over 2025 en emissiegegevens over het jaar 2024 gebruikt, het meest recente emissiejaar.

De informatie over de verdeling over de deeltjesgrootte-klassen binnen PM₁₀ en PM_{2,5} en de fractie EC in PM_{2,5} is geactualiseerd. Deze informatie is nodig voor de verspreidingsberekeningen van deeltjes. De ER levert deze gegevens jaarlijks, waarna dit wordt 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. Deze actualisaties worden zoveel mogelijk uitgevoerd als er ook nieuwe prognosekaarten worden gemaakt. Dit jaar vond daardoor een beperkt

aantal incidentele actualisaties plaats. Het betreft hier onder andere methodewijzigingen voor het berekenen van Nederlandse emissietotalen, methodewijzigingen in ruimtelijke verdelingen en het afleiden van nieuwe bronkarakteristieken voor mobiele werktuigen.

Methodewijzigingen voor het berekenen van de Nederlandse emissietotalen

Hieronder volgen in grote lijnen de methodewijzigingen in de Nederlandse emissietotalen uit de laatst beschikbare ER-reeks 1990-2024 ten opzichte van de ER-reeks 1990-2023 (ER-methode, 2026). Deze wijzigingen hebben meestal een effect voor de hele reeks. Onderstaande paragraaf bespreekt de grootte van de wijziging voor het emissiejaar 2023, omdat deze het meest relevant is voor de GCN-diagnosekaart.

Landbouw

Op basis van nieuwe metingen is er een nieuwe emissiefactor vastgesteld voor PM₁₀ uit geitenstallen. De emissiefactor is nu bijna negen keer hoger. Dit geeft een hogere PM₁₀- en PM_{2,5}-emissie uit geitenstallen over de hele tijdreeks, oplopend tot een verschil met de vorige tijdreeks van 0,03 kton PM_{2,5} en 0,1 kton PM₁₀ in 2023. Ook de emissiefactor voor NH₃ uit geitenstallen is op basis van metingen naar boven bijgesteld. De emissiefactor is twee keer hoger, waardoor de NH₃-emissie uit geitenstallen over de hele tijdreeks toeneemt. In 2023 is deze 1,5 kton hoger dan in de vorige reeks.

In deze reeks is de manier om de correctie van de stikstofemissie uit opgeslagen mest te berekenen, geharmoniseerd met de manier om emissies te berekenen uit mestbewerking, namelijk gebaseerd op stikstofaanvoer bij mestbewerkers. Voor de verdeling van de aangevoerde stikstof over de onderliggende diercategorieën wordt nu van de stikstof-excretie uitgegaan, in plaats van de stikstof in opgeslagen mest. Het effect daarvan is dat de verdeling over diercategorieën enigszins verschuift. Daardoor is onder andere de NO_x-emissie uit stallen en opslag van varkens hoger dan in de vorige reeks.

Verkeer en vervoer

Er zijn meerdere methodewijzigingen doorgevoerd in de berekening van emissies van mobiele werktuigen. Ten eerste is het huidige en historische machinepark zo veel mogelijk ingeschat op basis van de RDW-registratie van mobiele machines. Ook zijn er verschillende machinetypen toegevoegd. Verder zijn verdampingsemissies van benzinemachines toegevoegd, zijn emissiefactoren gewijzigd op basis van metingen en is de modellering van elektrificatie herzien. Deze wijzigingen hebben effect op de emissies van NO_x, PM₁₀, PM_{2,5} van mobiele werktuigen. Met name bij mobiele werktuigen landbouw heeft de overstap naar het gebruik van RDW-gegevens geleid tot een machinepark met veel meer oude machines. Door deze wijzigingen zijn vooral de emissies van mobiele werktuigen landbouw en handel, diensten en overheid (HDO) toegenomen (in 2023) ten opzichte van de vorige reeks en namen de emissies van mobiele werktuigen industrie met tientallen procenten af.

Er is een verbetering doorgevoerd in de berekening van veroudering voor zware bedrijfsvoertuigen. Het effect is dat de NO_x-uitstoot door uitlaatgassen van zware bedrijfsvoertuigen in 2023 met 2,1 kton is toegenomen ten opzichte van de vorige reeks.

Bouw

Bij het vaststellen van de reeks 1990-2023 bleek een correctie onterecht te zijn doorgevoerd. Dit is hersteld, waardoor fijnstofemissies uit bouwplaatsen 28 procent hoger liggen dan in de vorige reeks.

Energie, industrie en afval

Naast vergisters van groente, fruit en tuin (gft)-afval en van zuiveringsslib zijn nu ook vergisters van overige organische afvalstoffen als emissieoorzaak in de inventarisatie opgenomen. Dit leidt tot extra NH₃-emissie, ongeveer 0,35 kton in 2023.

PM_{2,5} is toegevoegd als stof die vrijkomt bij asfaltcentrales. Hierdoor neemt de PM_{2,5}-emissie over de hele tijdreeks toe met 0,02-0,04 kton.

Consumenten

De hoeveelheid rookwaren is opgehoogd. De PM_{2,5}-emissie door het roken van sigaretten ligt daardoor in de nieuwe reeks voor 2023 19 procent hoger.

Er zijn nieuwe inzichten toegepast in de berekening van emissies uit autobranden. Vanaf 2014 was dit gebaseerd op verzekeringsclaims, plus een geschatte hoeveelheid voertuigen die hiervoor niet verzekerd waren. Op basis van nieuwe brandweerstatistieken is een nieuwe inschatting gemaakt van het aantal voertuigen dat hiervoor niet verzekerd was. Hierdoor zijn de fijnstofemissies van autobranden vanaf 2014 met ongeveer 20 procent naar beneden bijgesteld.

Meerdere sectoren

Er is een fout geconstateerd in de codering van een installatietype. Hierdoor was een deel van de biomassa als brandstof niet op de juiste plaats gealloceerd. Door deze correctie zijn emissies van fijnstof, SO_x en NH₃ in de sectoren Landbouw, HDO en Industrie hoger dan in de vorige reeks.

Methodewijzigingen in de ruimtelijke verdelingen

Hieronder volgen in grote lijnen de methodewijzigingen in de Nederlandse ruimtelijke verdelingen in de ER-reeks 1990-2023 ten opzichte van de ER-reeks 1990-2022 (ER-verdelingen, 2026).

Landbouw

Het jaar 2023 is toegevoegd aan de verdeling voor aanwending en beweiding. Naast ammoniak is er nu ook een aparte verdeling voor stikstofoxiden (N₂O en NO_x) beschikbaar. Bij aanwending is het gebruik van organische producten als aparte categorie onderscheiden naast het gebruik van dierlijke mest en kunstmest. Alle verdelingen zijn gebaseerd op het door WenR ontwikkelde model Initiator. Hierin zijn de meest recente gegevens over de productie en 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 NO_x-emissies uit landbouwbodems (mineralisatie) worden net als aanwending en beweiding ook verdeeld op basis van resultaten uit Initiator. Voorheen gebeurde dit op basis van landgebruik (LGN).

Industrie

Asfaltcentrales zijn als nieuwe, apart te onderscheiden emissiebron toegevoegd aan de Emissieregistratie. De emissies worden verdeeld over de locaties van de asfaltcentrales. Vooralsnog hebben al deze locaties een gelijk aandeel in de emissie. Dat komt door het ontbreken van voldoende informatie over een nauwkeuriger verdeelsleutel, zoals geproduceerde hoeveelheden asfalt en/of energiegebruik.

Verkeer en vervoer

Net als voor de binnenvaart is ook de verdeling van de recreatievaart gebaseerd op door Rijkswaterstaat en TNO geleverde AIS-data voor 2023, in combinatie met gegevens over energiegebruik en scheepstypen. Eerder werden voor de verdeling ligplaatsen in jachthavens en telgegevens op vaarwegen gebruikt. Deze data waren inmiddels (sterk) verouderd.

Overige incidentele actualisaties

De bronkarakteristieken voor mobiele werktuigen zijn geactualiseerd in de sectoren Landbouw, Bouw, Industrie, HDO, Consumenten en Containeroverslag. In 2025 kwam hiervoor nieuwe informatie beschikbaar. Emissiehoogte, spreiding en warmte-inhoud zijn aangepast. Dit resulteert in veranderingen op plaatsen waar veel mobiele werktuigen actief zijn. De veranderingen resulteren zowel in hogere als lagere berekende concentraties ten opzichte van de vorige set karakteristieken (zie paragraaf 5.2.1).

De indicatieve benzeenkaart is vernieuwd op basis van nieuwe Nederlandse emissietotalen en de ruimtelijke verdeling hiervan en op basis van metingen over het jaar 2025 (zie paragraaf 5.2.2). De nieuwe, indicatieve kaart is beschikbaar op de RIVM-website (<https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten>).

Onderzoek naar de bruikbaarheid van de huidige zeezoutkaart heeft niet tot aanpassingen geleid. De bijdrage van zeezout op basis van de zeezoutkaart uit 2011 is nog steeds van toepassing (zie paragraaf 5.2.3).

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 overeenkomen met de metingen. Het effect van de kalibratie varieert van jaar tot jaar en wordt als meetcorrectie gerapporteerd.

De correcties voor het berekenen van de stikstofdepositie worden eveneens geactualiseerd. Dit wordt beschreven in de rapportage *Monitor*

stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2026 (Hazelhorst et al., 2026), die later dit jaar verschijnt.

De kalibratiemethode verschilt per stof. Voor stikstofmonoxide (NO), ozon (O₃), en zwaveldioxide (SO₂) is inverse distance weighting toegepast. Voor NO leidt dit tot een factor en voor de andere stoffen tot een bijtelling. PM₁₀ en PM_{2,5} zijn ook met inverse distance weighting bepaald, maar hier wordt het gemiddelde toegepast als bijtelling op de berekende kaarten. NO₂ is gekalibreerd met behulp van een bijtelling die is berekend via kriging. NO_x is berekend als de som van de NO- en NO₂-concentraties. Voor EC en de secundaire anorganische aerosolen (SIA's) NH₄, NO₃ en SO₄ is een lineair model gebruikt als kalibratiemethode. Hiermee zijn voor EC een correctiefactor en -bijtelling, en voor de SIA's alleen een factor berekend.

De meetcorrecties voor de PM₁₀-, 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. Om tot de totale hoeveelheid PM₁₀, PM_{2,5} en EC te komen, is bij de gemodelleerde concentraties een constante opgeteld. Deze 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 met de metingen wordt vergeleken. 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/m³ op de Waddeneilanden tot 1 µg/m³ in het zuidoosten van het land. De bijdrage van de SOA's volgt uit een jaarlijks geactualiseerde kaart, die met EMEP wordt berekend (Swaluw et al., 2021).

De kalibratiefactoren voor de verschillende stoffen, aerosolen en meetcorrecties staan in Tabel 2.1. Voor alle diagnosekaarten, behalve voor NO_x, zijn de gemeten concentraties van het jaar 2025 vergeleken met door OPS berekende concentraties. Daarbij is gebruikgemaakt van de emissies van 2024 en de meteorologie en chemie van 2025. Voor NO_x worden de OPS-concentraties vergeleken met de gemeten concentraties van de jaren 2021-2025. De bijdragen van de aerosolen in de PM_{2,5}-concentraties worden verkregen door de gekalibreerde PM₁₀-aerosolconcentraties te vermenigvuldigen met 1,0 voor ammonium en 0,9 voor sulfaat (Matthijssen 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.

Voor de kalibratie van NO₂ wordt, naast geaccrediteerde metingen, ook gebruikgemaakt van NO₂ Palmes-buisjes. Voor deze buisjes zijn de coördinaten gecontroleerd en waar nodig geüpdatet. Dit leidt op sommige meetlocaties tot kleine verschuivingen ten opzichte van de eerdere toegepaste coördinaten. Het effect op de kalibratie van het model aan de metingen is zeer beperkt.

Tabel 2.1 Overzicht kalibratiefactoren voor de verschillende stoffen, aerosolen en de meetcorrecties voor de PM₁₀-, PM_{2,5}- en EC-concentraties

Stof	Kaarten voor het jaar 2025 (diagnose)
NO _x	Gemiddeld -4,1 µg/m ³
NO ₂	Gemiddeld -2,7 µg/m ³
O ₃	Gemiddeld 5,1 µg/m ³
SO ₂	Gemiddeld -0,01 µg/m ³
NH ₄	Factor 0,61
NO ₃	Factor 0,70
SO ₄	Factor 1,30
PM ₁₀	Constante 3,37 µg/m ³
PM _{2,5}	Constante -0,29 µg/m ³
EC	Factor 0,27; constante 0,10 µg/m ³

3 Emissies

Dit hoofdstuk gaat over emissies en de ontwikkelingen daarin. Ook worden de verschillen met de vorige emissies uit GCN2025 besproken. Paragraaf 3.1 beschrijft de ontwikkeling van de gerealiseerde emissies op Nederlands grondgebied van NO_x, PM₁₀ en PM_{2,5}. Paragraaf 3.2 beschrijft de ontwikkeling van de gerealiseerde buitenlandse emissies van NO_x, PM₁₀ en PM_{2,5}. De Nederlandse emissies van NO_x, primair PM₁₀, primair PM_{2,5}, EC, SO₂ en NH₃ en de buitenlandse emissies van EC, SO₂ en NH₃ staan in de tabellen in Bijlage 1.

De gegevens over de emissieramingen in dit hoofdstuk zijn gelijk aan GCN2025.

3.1 Ontwikkeling in Nederlandse emissies

Deze paragraaf geeft de ontwikkeling in de Nederlandse emissies weer van NO_x, PM₁₀ en PM_{2,5}. Ook wordt een vergelijking gemaakt tussen de gerealiseerde emissies uit deze GCN (GCN2026) (over het jaar 2025) met de GCN2025 (over het jaar 2024). De emissietabellen uit beide rapportages zijn opgenomen in Bijlage 1.

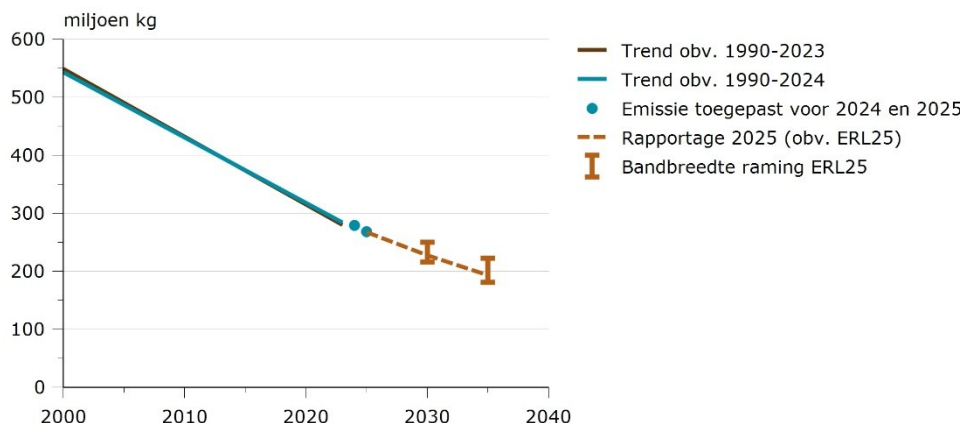
3.1.1 NO_x-emissies

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. De zwarte lijn geeft de verandering weer in de emissies tussen 2000 en 2023 als lineaire afname volgens de ER-reeks 1990-2023 uit GCN2025. De blauwe lijn geeft dit weer voor de nieuwe reeks 1990-2024 voor deze GCN2026. De stippen geven de emissies weer, zoals gebruikt voor de berekeningen van GCN2025 (emissiejaar 2023) en deze GCN2026 (emissiejaar 2024). De stippellijn geeft de verwachte ontwikkeling van de emissies aan in de toekomst tussen 2025 en 2035 op basis van de *Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen 2025 (ERL)* van het PBL en RIVM (2025).

Tussen 2000 en 2024 is een daling zichtbaar van 275 kton NO_x (51 procent; inclusief zeescheepvaart). De emissies in 2024 waren 11,1 kton lager (ongeveer 4 procent) dan in 2023. Methodewijzigingen tussen de reeksen leidden tot +4,1 kton (ongeveer 1 procent; voor emissiejaar 2023) hogere emissies. De afname in de emissietrend komt onder andere door verdere modernisering van het wagenpark en strengere emissienormen, relatief schone zeeschepen die Nederland hebben aangedaan en de energietransitie waardoor minder energie wordt opgewekt met steenkool.

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

NO_x-emissies



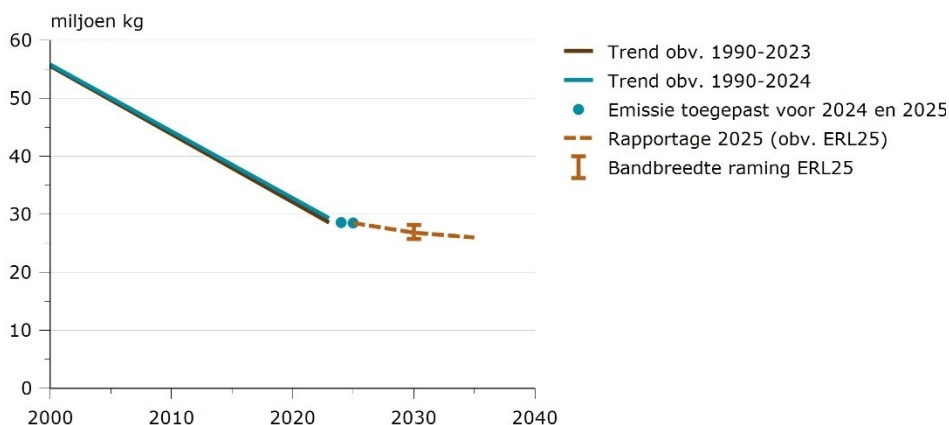
In de periode 2023-2030 dalen de NO_x-emissies volgens de ERL25 naar verwachting met ongeveer 50 kton (18 procent), uitgaande van het vastgestelde beleid. De verwachting is dat de NO_x-emissies na 2030 verder gaan dalen (Mijnen-Visser et al., 2025; PBL en RIVM, 2025).

3.1.2 PM₁₀-emissies

Figuur 3.2 toont de Nederlandse PM₁₀-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 heeft dezelfde opbouw als Figuur 3.1 over de NO_x-emissies.

Figuur 3.2 Ontwikkeling van de PM₁₀-emissies op Nederlands grondgebied inclusief zeescheepvaart

PM₁₀-emissies



Tussen 2000 en 2024 is een daling zichtbaar van 27,3 kton PM_{10} (49 procent; inclusief zeescheepvaart). De emissies in 2024 waren ongeveer 0,06 kton lager (ongeveer 0,2 procent) dan in 2023. Methodewijzigingen tussen de reeksen leidden tot +0,8 kton PM_{10} (ongeveer 3 procent; voor emissiejaar 2023) hogere emissies. De stijging komt voornamelijk door de correctie van emissies op bouwplaatsen en andere methoden voor het berekenen van de emissies van mobiele werktuigen (zie paragraaf 2.2.2).

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. De verwachting is dat de PM_{10} -emissies na 2030 beperkt gaan dalen (Mijnen-Visser et al., 2025, PBL en RIVM, 2025).

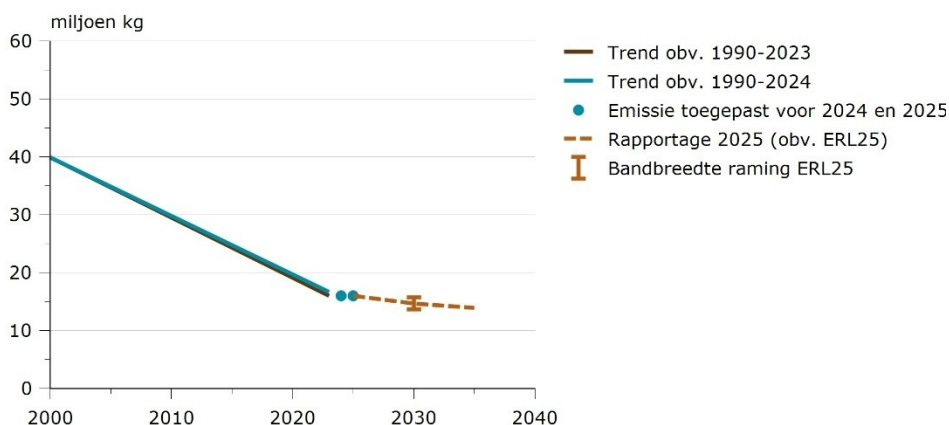
3.1.3

$PM_{2,5}$ -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 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

$PM_{2,5}$ -emissies



Tussen 2000 en 2024 is een daling zichtbaar van 24 kton $PM_{2,5}$ (60 procent; inclusief zeescheepvaart). De emissies in 2024 waren gelijk aan die in 2023. Methodewijzigingen tussen de reeksen leidden tot 2023 voor +0,6 kton $PM_{2,5}$ (ongeveer 4 procent; voor emissiejaar 2023) bij aan hogere emissies. Deze stijging komt net als bij PM_{10} voornamelijk door de correctie van emissies op bouwplaatsen en andere methoden voor het berekenen van de emissies van mobiele werktuigen (zie paragraaf 2.2.2).

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. De verwachting is dat de $PM_{2,5}$ -emissies na 2030 beperkt gaan dalen (Mijnen-Visser et al., 2025, PBL en RIVM, 2025).

3.2 Ontwikkeling in buitenlandse emissies

Deze paragraaf geeft de emissies van NO_x en PM₁₀ weer van de buurlanden van Nederland. De PM_{2,5}-emissies worden afgeleid uit PM₁₀-emissies en worden hier niet specifiek weergegeven (zie Bijlage 1).

Voor het buitenland geldt dat de informatie van het jaar 2023 het meest recente jaar is dat bij CEIP beschikbaar is. In de vorige rapportage GCN2025 was dat het jaar 2022.

Deze rapportage bevat geen informatie over de ramingen van de emissies voor het buitenland. Volgend jaar, als het Planbureau voor de Leefomgeving een nieuwe ERL uitbrengt met ramingen voor Nederland, wordt de emissieraming van het buitenland ook weer opgenomen met de laatste gegevens uit de Clean Air Outlook.

3.2.1 NO_x-emissies

De emissies van NO_x in België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk zijn tussen 2022 en 2023 gedaald, 6 tot 10 procent (Tabel 3.1). Deze daling komt door 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 door Europese wetgeving.

Tabel 3.1 Overzicht NO_x-emissietotalen voor onze buurlanden, uitgedrukt in kiloton NO₂.

Land	2022	2023
België	132	123
Duitsland	942	845
Frankrijk	698	654
Verenigd Koninkrijk	658	619

3.2.2 PM₁₀-emissies

De emissies van fijnstof (PM₁₀) in België zijn licht gestegen tussen 2022 en 2023 (1 procent, Tabel 3.2). De emissies in Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk zijn tussen 2022 en 2023 gedaald (2 tot 11 procent, 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 door Europese wetgeving.

Tabel 3.2 Overzicht emissietotalen van fijn stof (PM₁₀) voor onze buurlanden, uitgedrukt in kiloton PM₁₀.

Land	2022	2023
België	29	30
Duitsland	185	182
Frankrijk	253	239
Verenigd Koninkrijk	128	114

4 Grootschalige concentraties en concentratiesopbouw per stof

Dit hoofdstuk geeft de duiding van de grootschalige concentratiekaarten van NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5} weer. Het behandelt de berekende kaarten voor het gepasseerd jaar 2025 (diagnose). Daarnaast worden de verschillen met de vorige kaarten uit GCN2025 besproken. De concentratiekaarten voor EC en SO₂ worden beknopt in Bijlage 1 behandeld. De concentratiekaart voor NH₃ wordt in Hazelhorst et al. (2026) behandeld.

Bij het gebruik van de kaarten moet rekening worden gehouden met bandbreedtes en onzekerheden (zie paragraaf 5.1 en Velders et al., 2016).

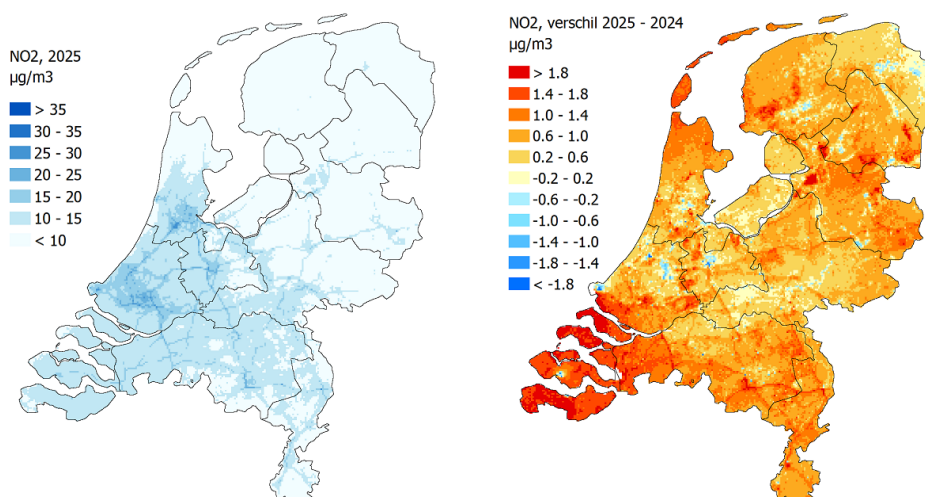
4.1 Gepasseerd jaar 2025

Deze paragraaf geeft de kaarten voor het jaar 2025 weer. Ook wordt een vergelijking gemaakt met de kaarten van 2024. In paragraaf 4.3 staat informatie over de concentratieopbouw per sector.

4.1.1 NO₂-concentraties

De NO₂-concentratie voor het jaar 2025 was gemiddeld over Nederland 9,6 µg/m³. In en nabij steden en nabij wegen zijn de concentraties hoger, hoofdzakelijk door de bijdrage van wegverkeer aan de concentraties NO₂ (zie Figuur 4.1).

Figuur 4.1 Grootschalige NO₂-concentratie in 2025 (links) en het verschil tussen 2024 en 2025 (rechts), beide in µg/m³

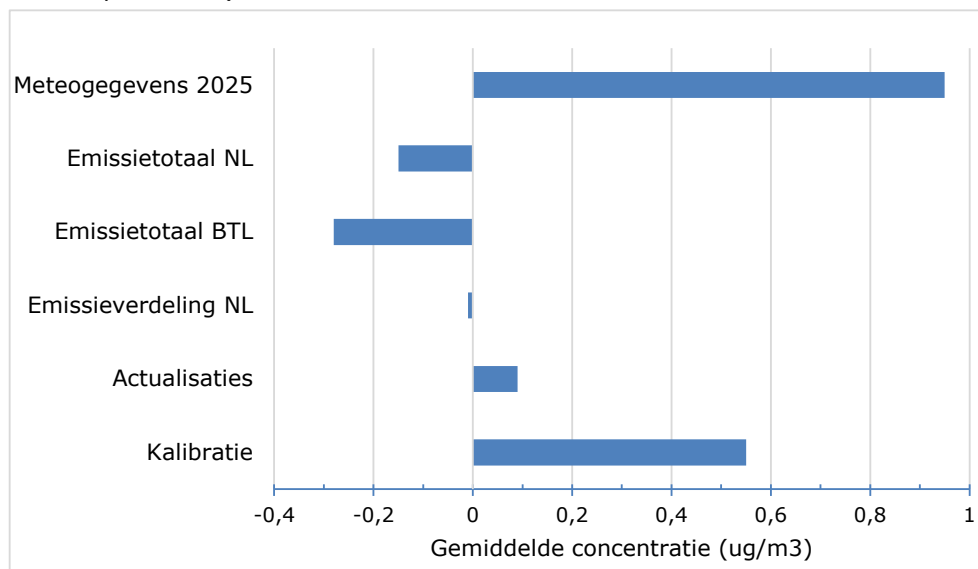


In 2024 was de NO₂-concentratie gemiddeld 8,8 µg/m³. De concentratie is dus toegenomen met 0,8 µg/m³ (ongeveer 9 procent). Deze toename in concentratie is voor een groot deel te wijten aan de weersomstandigheden in 2025. De toename is ook in lijn met de metingen, die in 2025 gemiddeld 8 procent hoger waren dan in 2024.

Het totale verschil met vorig jaar komt door de combinatie van wijzigingen die plaatsvonden 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 bijdragen aan hogere berekende concentraties zijn de meteostatistiek met onder andere gemiddeld lagere windsnelheid, minder neerslag, een lagere temperatuur en kleinere maximale menglaaghoogte dan in 2025 (+0,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (zie paragraaf 2.2). De dalende emissietotalen in zowel Nederland als het buitenland dragen bij aan een lagere berekende concentratie. In Nederland betreft dit onder andere lagere emissies van licht wegverkeer en zeescheepvaart (-0,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De wijzigingen in buitenlandse emissietotalen dragen ook bij aan lagere berekende concentraties (-0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ook hier spelen veranderingen in verwachte verkeersemissies een grote rol. De wijziging van de ruimtelijke verdeling van Nederlandse emissies draagt landelijk gemiddeld weinig bij (0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Lokaal leidt dit echter tot grotere stijgingen en dalingen in de concentratie. Met name wijzigingen in de ruimtelijke verdeling van recreatievaart, mineralisatie van landbouwbodems en mobiele werktuigen leiden tot lokaal hogere of lagere concentraties. De overige wijzigingen hebben zeer beperkt effect op de berekende NO_x -concentraties in vergelijking tot GCN2025. De wijzigingen leiden netto tot hogere berekende NO_x -concentraties. Dit is ook zichtbaar in de metingen. De kalibratie die op basis van deze metingen plaatsvindt, is iets kleiner dan die in de GCN2025.

Figuur 4.2 Effect van de belangrijkste wijzigingen op de NO_x -concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2025 ten opzichte van 2024 (de effecten zijn niet zondermeer bij elkaar op te tellen)



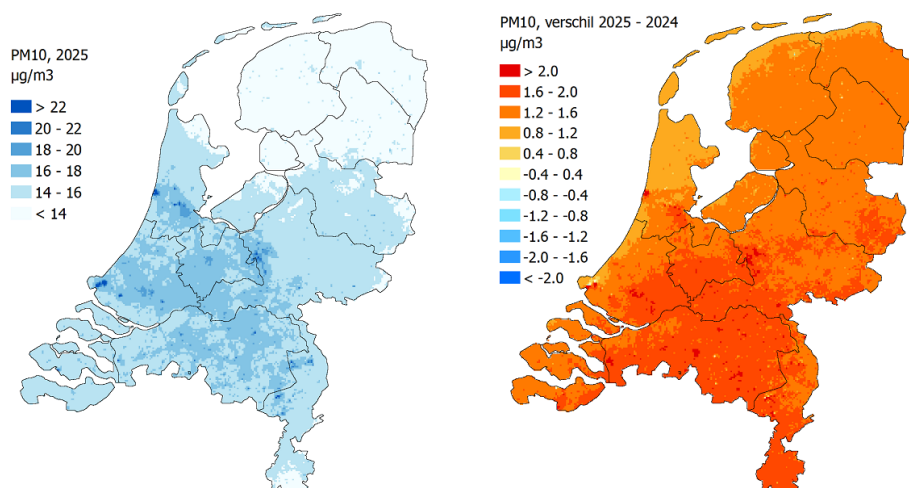
4.1.2

PM_{10} -concentraties

De PM_{10} -concentratie voor het jaar 2025 was gemiddeld over Nederland 14,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (zie Figuur 4.3). 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 35 procent en zorgt voor een redelijk gelijkmatige spreiding over het land.

Figuur 4.3 Grootschalige PM₁₀-concentratie in 2025 (links) en het verschil tussen 2024 en 2025 (rechts), beide in µg/m³



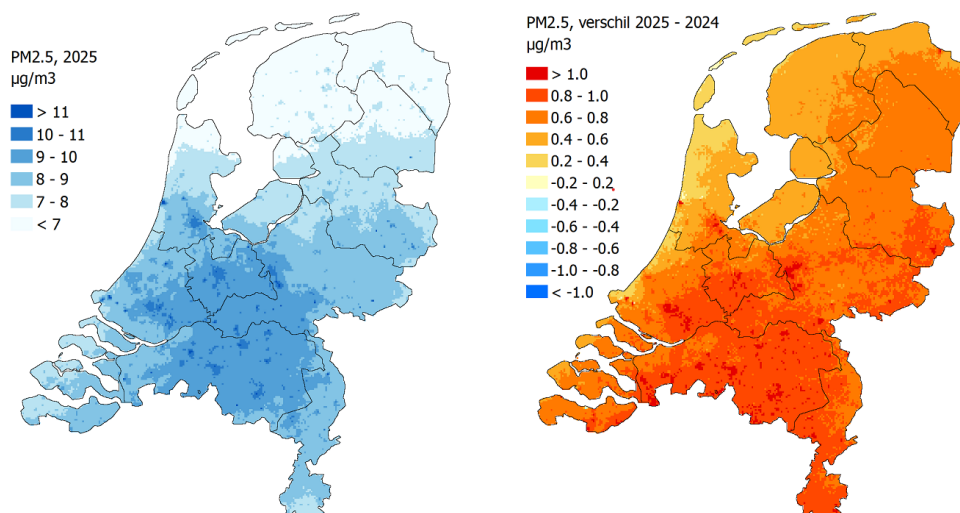
In 2024 was de PM₁₀-concentratie gemiddeld 13,4 µg/m³. De concentratie nam dus toe met 1,5 µg/m³ (ongeveer 11 procent). De toename komt overeen met de metingen, die in 2025 gemiddeld 10 procent hoger waren dan in 2024. Het verschil met vorig jaar komt ook hier door de combinatie van wijzigingen die tussen deze en de vorige rapportage plaatsvond. De weersomstandigheden in 2025 zorgden, net als voor NO₂, voor hogere concentraties. Dit gebeurde ondanks emissiedalingen in zowel Nederland als het buitenland.

4.1.3

PM_{2,5}-concentraties

De PM_{2,5}-concentratie voor het jaar 2025 was gemiddeld over Nederland 8,1 µg/m³. PM_{2,5} volgt voor een groot deel het patroon van PM₁₀ met verhoogde concentraties nabij veehouderijen en industrie en in grotere steden (zie Figuur 4.4).

Figuur 4.4 Grootschalige PM_{2,5}-concentratie in 2025 (links) en het verschil tussen 2024 en 2025 (rechts), beide in µg/m³



In 2024 was de PM_{2,5}-concentratie gemiddeld 7,4 µg/m³. De concentratie steeg daarmee met 0,7 µg/m³ (ongeveer 10 procent). De toename komt overeen met de metingen, die in 2025 gemiddeld 9 procent hoger waren dan in 2024.

4.2 Prognose-kaarten

Het RIVM berekent altijd het gepasseerde jaar en daarnaast, om het jaar, ook de verwachte concentraties voor prognosejaren. Deze laatste kaarten gelden twee jaar en zijn in 2025 voor het laatst gepubliceerd voor de jaren 2025, 2030, 2035 en 2040. In 2027 maakt het RIVM weer nieuwe prognose-kaarten.

Volgens de berekeningen uit 2025 is de verwachting dat de concentraties in 2030, 2035 en 2040 dalen ten opzichte van 2025. De methodiek tussen het diagnosejaar en de prognoses is anders. Onder andere zijn de gebruikte emissies, meteogegevens, chemie en metingen voor de kalibratie verschillend. Hierdoor zijn bijvoorbeeld de kaarten minder afhankelijk van het weer (zie Mijnen-Visser et al., 2025).

Tabel 4.1 Berekende jaargemiddelde concentraties op Nederlands grondgebied in µg/m³ voor het diagnosejaar 2025 (GCN2026) en de prognosejaren 2025 – 2040 (GCN2025)

Stof	2025	2025 ¹	2030 ¹	2035 ¹	2040 ¹
NO ₂	9,6	9,3	7,5	6,0	5,1
PM ₁₀	14,9	14,3	12,9	12,1	11,7
PM _{2,5}	8,1	7,5	6,3	5,6	5,2

¹ De prognosejaren 2025, 2030, 2035 en 2040 zijn berekend in 2025. Het prognosejaar 2040 is indicatief in lijn met PBL en RIVM (2025).

4.3 Opbouw concentraties per stof voor 2025

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 2025 van NO₂, PM₁₀ 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 2024. De bijdragen voor NO₂ zijn bepaald op basis van de NO_x-bijdragen en de gekalibreerde NO₂-kaart. Vanwege de niet-lineaire relatie tussen NO_x en NO₂ hangt de onderverdeling af van de totale concentratie, en kunnen individuele bijdragen niet zomaar afzonderlijk worden beschouwd. De bijdragen voor PM₁₀ en PM_{2,5} zijn bepaald op basis van de gekalibreerde PM₁₀- 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 Nederlands Continentaal Plat (NCP), stilliggend in havens en binnengaats varende. Deze emissies vallen buiten de rapportage voor de National Emissions reduction Commitments (NEC)-richtlijn.

Tabel 4.2 Opbouw van de NO₂-concentratie (µg/m³) in 2025

Sector	Nederland	Amsterdam / Haarlem	Den Haag / Leiden	Utrecht	Rotterdam / Dordrecht	Eindhoven	Heerlen / Kerkrade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	0,3	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
Raffinaderijen	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energiesector	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Afvalverwerking	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wegverkeer	2,5	4,9	5,2	6,4	5,9	5,0	2,6	1,5	3,1	2,6
Overig verkeer	1,6	3,7	3,1	3,1	4,4	2,2	0,8	1,1	1,9	1,5
Landbouw	1,5	1,1	1,3	1,3	0,9	0,9	0,5	1,6	1,6	1,2
Huishoudens	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	0,2
HDO/Bouw	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
Internationale scheepvaart	0,6	1,4	1,7	0,6	1,5	0,3	0,1	0,4	0,6	0,6
België	0,7	0,5	0,8	0,7	1,1	1,4	1,5	0,3	0,6	1,7
Duitsland	0,9	0,4	0,4	0,5	0,5	1,2	2,4	0,9	0,9	1,2
Frankrijk	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,2	0,3	0,5
Verenigd Koninkrijk	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Buitenland overig	0,5	0,5	0,7	0,4	0,7	0,4	0,3	0,5	0,5	0,6
Totaal	9,6	14,6	15,4	14,8	17,3	13,1	9,4	7,1	10,4	11,0

Tabel 4.3 Opbouw van de PM₁₀-concentratie (µg/m³) in 2025

Sector	Nederland	Amsterdam / Haarlem	Den Haag / Leiden	Utrecht	Rotterdam / Dordrecht	Eindhoven	Heerlen / Kerkrade	Noord- Neder- land	Midden- Neder- land	Zuid- Neder- land
Industrie	0,5	1,0	0,5	0,7	0,8	0,7	0,5	0,3	0,5	0,5
Raffinaderijen	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Energiesector	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Afvalverwerking	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wegverkeer	0,7	1,0	0,9	1,4	1,0	1,0	0,5	0,5	0,8	0,7
Overig verkeer	0,5	0,8	0,7	0,9	0,8	0,6	0,3	0,4	0,6	0,5
Landbouw	0,8	0,5	0,4	0,9	0,5	1,0	0,3	0,8	0,9	0,9
Huishoudens	0,6	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	0,6	0,5	0,8	0,6
HDO/Bouw	0,2	0,7	0,7	0,5	1,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2
Internationale scheepvaart	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2
België	0,9	0,7	0,9	1,0	1,2	1,6	1,5	0,4	0,8	1,7
Duitsland	1,7	1,1	1,0	1,4	1,2	2,0	2,8	1,8	1,7	1,8
Frankrijk	0,7	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8	0,8	0,5	0,7	0,9
Verenigd Koninkrijk	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Buitenland overig	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,6	1,4	1,4
Zeezout	2,2	3,1	3,3	2,2	2,7	1,4	1,1	2,3	2,3	1,8
SOA	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bijtelling	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Totaal	14,9	16,6	16,4	17,0	17,3	16,4	14,3	13,7	15,4	15,6

Tabel 4.4 Opbouw van de PM_{2,5}-concentratie (µg/m³) in 2025

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

5 Modelverbeteringen en innovaties

De berekeningen van de concentraties en depositie van luchtverontreinigende stoffen zijn complex. Er zijn geregeld nieuwe wetenschappelijke inzichten. Deze kunnen zorgen voor verbeteringen en innovaties aan de modellen en aan gegevens van de in- en/of uitvoerkant. Kennislacunes vormen namelijk een 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 eerder gerapporteerde resultaten. 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 die 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 NO₂ en op ongeveer 12 procent voor fijnstof. Voor EC en SO₂ zijn geen gemiddelde onzekerheden beschikbaar (zie Tabel 5.1). Onzekerheden voor NH₃ worden behandeld in Hazelhorst et al. (2026). 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 is te ondervangen door de lokale bron met een specifiek model door te rekenen en deze bij de grootschalige achtergrondconcentratie op te tellen. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij wegen en veehouderijen in de Monitoring Luchtkwaliteit (Berkhout et al., 2025). 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 landelijke jaarconcentraties en per km-vlak in de GCN-kaarten voor het gepasseerd jaar en de prognosejaren (in procenten, 2 sigma)

Stof	Gepasseerd jaar		Prognosejaren	
	Gem. NL	Km-vlak	Gem. NL	Km-vlak
NO ₂	9	30	>9	>30
PM ₁₀	12	30	>12	>30
PM _{2,5}	12	30	>12	>30
EC	onbepaald	30	onbepaald	onbepaald
SO ₂	onbepaald	60	onbepaald	>60

Voor de prognosejaren is de onzekerheid groter dan voor het diagnosejaar. Er zijn namelijk geen toekomstige meetgegevens beschikbaar 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.

5.2 Nieuwe gegevens en inzichten

5.2.1 Bronkarakteristieken mobiele werktuigen

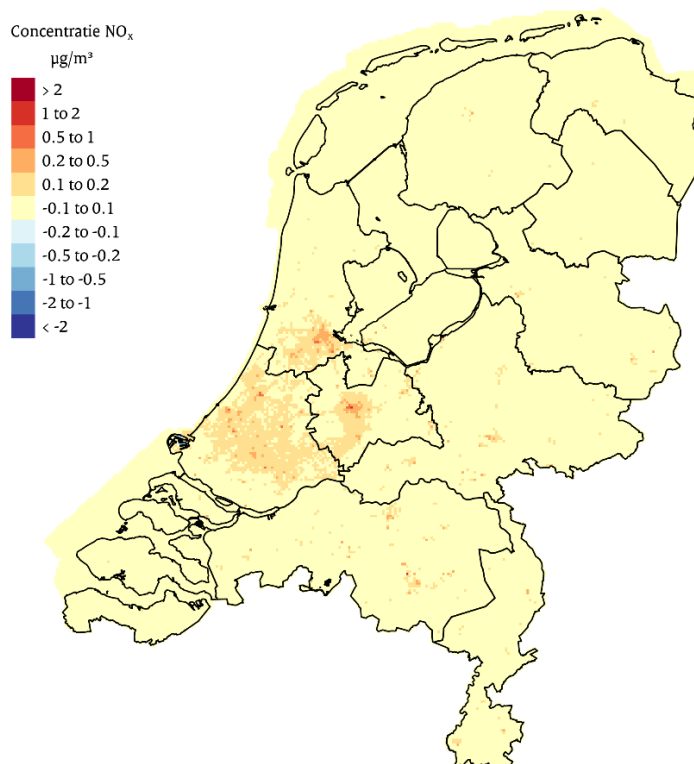
De bronkarakteristieken emissiehoogte, spreiding en warmte-inhoud beïnvloeden de verspreiding van emissies in de lucht. TNO heeft nieuwe karakteristieken afgeleid voor AERIUS Calculator versie 2025 (Jonkers et al., 2025). Deze bronkarakteristieken zijn afhankelijk van de vermogensklasse van het werktuig. Dit is niet direct toepasbaar voor de GCN-berekeningen. Er is namelijk geen informatie over de vermogensklasse in de GCN-sectorindeling beschikbaar. Voor de GCN-berekeningen zijn daarom de bronkarakteristieken voor mobiele werktuigen toegepast op basis van het gemiddelde op geleverde arbeid. Dit is een combinatie van draaiuren, motorvermogen en belasting (zie Tabel 5.2).

Tabel 5.2 Actualisatie bronkarakteristieken mobiele werktuigen

GCN-sector	Emissie-hoogte (m)		Spreiding (m)		Warmte-inhoud (MW)	
	Oud	Nieuw	Oud	Nieuw	Oud	Nieuw
Landbouw	2,5	2,51	1,25	0,59	0,020	0,022
Bouw	2,5	2,48	1,25	0,62	0,035	0,023
Industrie	2,0	2,46	1,0	0,71	0,080	0,026
HDO	2,0	2,2	1,0	0,54	0,035	0,019
Consumenten	0,3	0,7	0,15	0,0	0,000	0,000
Containeroverslag	2,0	2,85	1,0	0,7	0,035	0,027

De actualisatie geeft veranderingen ten opzichte van de kaarten met de oude karakteristieken op locaties waar veel mobiele werktuigen actief zijn. Dit is met name het geval in de Randstad (zie Figuur 5.1). Het effect varieert van 0,9 µg/m³ lagere tot 1,3 µg/m³ hogere concentraties met de nieuwe karakteristieken (gemiddeld over Nederland 0,03 µg/m³).

Figuur 5.1 Effect van de actualisatie van de bronkarakteristieken mobiele werktuigen op de NO_x-concentratie in 2025 (concentratie in GCN2026 minus GCN2025) in µg/m³. Een positief getal betekent dat de berekende concentratie met de nieuwe karakteristieken hoger is dan met de oude karakteristieken.



5.2.2 Actualisatie indicatieve benzeenkaart

Voor een actuele benzeenkaart zijn zowel emissiegegevens als een set benzeenmetingen op representatieve achtergrondlocaties noodzakelijk. In 2023 is de indicatieve benzeenkaart uit 2012 geactualiseerd op basis van de trend in de metingen tussen 2010 en 2020. Over die periode lieten de metingen een daling van ongeveer 30 procent zien. De indicatieve benzeenkaart die voor het jaar 2022 is berekend, is toen met 30 procent verlaagd ten opzichte van de kaart uit 2012. In 2025 hebben er benzeenmetingen plaatsgevonden. Hierdoor is het mogelijk om de benzeenkaart te actualiseren.

Emissiegegevens

In de Emissieregistratie zijn emissiegegevens en ruimtelijke verdelingen van benzeen beschikbaar voor Nederland. De voor de actualisatie van de benzeenkaart gebruikte gegevens zijn afkomstig uit het jaar 2023 uit de ER-reeks 1990-2023. Deze ER-reeks is voor zowel de emissietotalen als de ruimtelijke verdeling gebruikt. Het is helaas onduidelijk wat de kwaliteit van deze gegevens is, omdat hier namelijk niet actief onderzoek naar wordt gedaan. Dit is wel het geval bij veel andere stoffen.

In 2023 was de uitstoot van benzeen 1800 ton in Nederland. De voornaamste bronnen voor benzeenuitstoot zijn het wegverkeer en

sfeerverwarming van consumenten (Tabel 5.3). Op lokaal niveau kan de uitstoot van benzeen door onder meer industrie en luchtvaart ook van invloed zijn op de concentratie.

Daarnaast is de ruimtelijke verdeling van de Nederlandse benzeenemissies geactualiseerd. De nieuwe kaart is gebaseerd op de ruimtelijke verdeling van 2023. De vorige benzeenkaart was gebaseerd op de ruimtelijke verdeling van Nederlandse benzeenemissies in 2009.

Tabel 5.3 Nederlandse C6H6-emissies (in ton), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Sector	2023
Industrie	38
Raffinaderijen	21
Energiesector	86
Afvalverwerking	2
Wegverkeer	750
Overig verkeer	220
Landbouw	56
Huishoudens	526
HDO en bouw	45
Zeescheepvaart	57
Totaal	1800

Voor het buitenland is het niet gelukt om actuele emissiecijfers en verdelingen te verkrijgen. CEIP bijvoorbeeld verzamelt deze niet structureel. Ook de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) in België en Umwelt Bundesamt (UBA) in Duitsland hebben deze gegevens niet. De voor de buitenlandse emissies gebruikte gegevens komen uit 2005. Omdat recentere informatie ontbreekt, is aangenomen dat de buitenlandse emissies, net als in Nederland, tussen 2005 en 2023 met 45 procent zijn gedaald.

Benzeenmetingen

Van mei 2024 tot en met december 2025 is op 11 locaties verspreid over het land benzeen gemeten. Dat gebeurde met diffusiebuisjes op achtergrondlocaties. De metingen zijn uitgevoerd met ORSA-samplers van leverancier Dräger en de chemische analyse is intern uitgevoerd.

Er is op twee luchtmeetnetstations zowel met samplers als een automatische monitor gemeten. De samplermetingen vertonen een lineair verband, met een positieve bias, ten opzichte van de automatische metingen. Ook is een indicatieve schatting gemaakt van de achtergrondconcentratie op basis van alle beschikbare monitordata (Bongers & Hoogerbrugge, 2026). Deze schatting bevestigde de positieve bias. Daarom is besloten om de kalibratiefunctie die gebaseerd is op de lineaire regressie van de data op de twee meetstations waar zowel met samplers als met een monitor is gemeten, op alle samplerresultaten toe te passen.

Voor het jaar 2025 variëren de gekalibreerde benzeenmetingen van 0,18 tot 0,54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ met een landelijk gemiddelde van 0,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit ligt ruim onder de huidige Europese grenswaarde van 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en de nieuwe grenswaarde van 3,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ die vanaf 2030 (Directive (EU) 2024/2881) geldt. Gemiddeld hebben de duplo-buisjeswaarden een standaarddeviatie van 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en een relatieve standaarddeviatie van 5,4 procent.

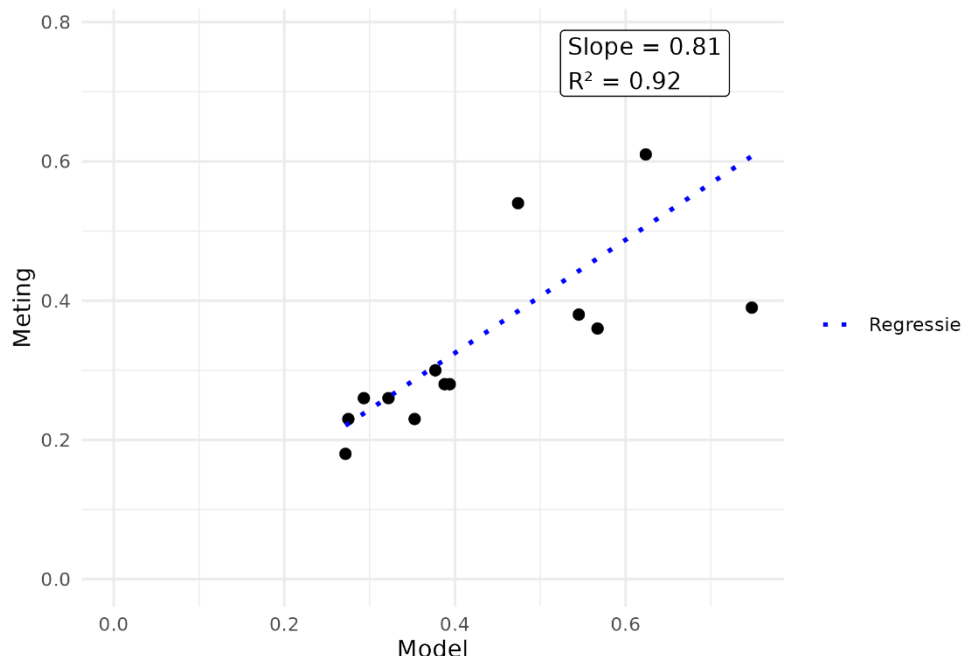
De uitgebreide meetonzekerheid van de jaargemiddelden die in de GCN zijn gebruikt, wordt geschat tussen 0,2 en 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is relatief gezien het landelijk gemiddelde aan de hoge kant, maar de gemeten buitenluchtconcentraties liggen ook erg dicht bij de detectiegrens van de samplermetingen. Dräger hanteert een onderste analysegrens van 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor desbetreffende metingen. Het Duitse meetnet LANUK meet al meer dan 20 jaar benzeen met ORSA-samplers. En rapporteert op jaargemiddelde basis een uitgebreide meetonzekerheid van 0,36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ met een concentratiebereik van 0,5 – 3,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Breuer & Meyer, 2022). Als van de door hen gerapporteerde data alleen de jaargemiddelden onder de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bekeken worden, komt de onzekerheid uit op 0,18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit ligt in lijn met de resultaten van het RIVM.

Bij een eventueel vervolgproject is het aan te raden om op meer stations en ook op een aantal hoogbelaste luchtmeetnetstations met zowel een automatische monitor als passieve samplers te meten voor een meer robuuste vergelijking. Er kan ook gekozen worden voor een andere passieve meetmethode met een lager analysegrensgebied.

Kalibratie tussen model en metingen

Voor het bepalen van een kalibratiefactor is gebruikgemaakt van lineaire regressie door de oorsprong. Daarbij zijn de metingen en modelresultaten van de beschikbare regionale- en stadsachtergrondstations voor het jaar 2025 gebruikt. Hieruit is een kalibratiefactor van 0,81 afgeleid (Figuur 5.2).

Figuur 5.2 Metingen en modelwaarde van benzeen voor het jaar 2025



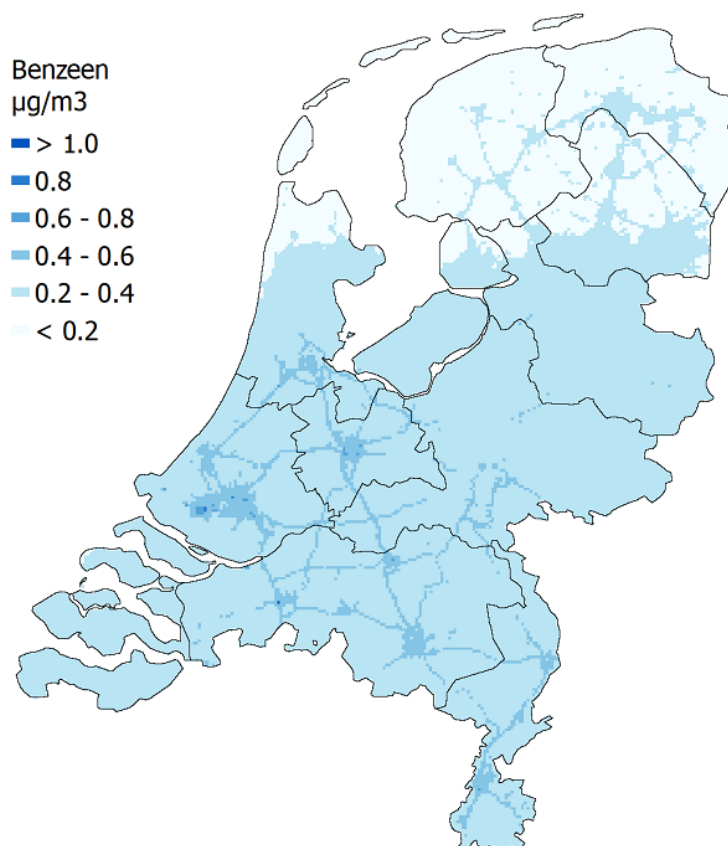
Resultaat

De emissiegegevens van benzeen zijn met OPS doorgerekend en gekalibreerd aan de zoals hierboven beschreven metingen. Hierbij is gebruikgemaakt van langjarige meteogegevens, zoals normaal gesproken alleen toegepast voor prognoseberekningen. De benzeenkaart is daarmee minder afhankelijk van de weersomstandigheden en ook geschikt voor andere jaren.

De kaart is te zien in Figuur 5.3. De gemiddelde benzeenconcentratie is $0,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De onzekerheid in de kaart is geschat door de onzekerheid van de metingen ($0,10$ - $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1 sigma) kwadratisch op te tellen bij de spreiding tussen de metingen en de model berekeningen ($0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1 sigma). Dit levert een onzekerheid van $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 sigma) op.

De nieuwe kaart is beschikbaar op de RIVM-website (<https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten>), inclusief de optie om de databestanden te downloaden. Hier is ook de kaart uit 2023 beschikbaar. Op Rijksoverheid (<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen>) is alleen de kaart uit 2023 beschikbaar.

Figuur 5.3 Nieuwe indicatieve benzeenkaart voor gepasseerde jaren, op basis van langjarige meteogegevens en metingen uit 2025



5.2.3 Zeezoutkaart

In de GCN-kaart van fijnstof (PM_{10} , $PM_{2.5}$) wordt rekening gehouden met de bijdrage van zeezout. RIVM heeft deze bijdrage in 2011 uitgebreid onderzocht aan de hand van (onder andere) natriummetingen en berekeningen met het Lotos-Euros-model (Hoogerbrugge et al., 2012). Destijds is de bijdrage van zeezout naar beneden bijgesteld ten opzichte van eerder vastgestelde waarden uit 2005. Ook is toen onderscheid gemaakt in een west-oost gradiënt, met hogere bijdragen aan de kust en lagere in het binnenland.

In 2025 is opnieuw onderzocht of de huidige bijdragen nog valide zijn. Hiervoor is een literatuurstudie uitgevoerd naar de gebruikte methoden om de zeezoutbijdrage te berekenen. Daarnaast is bekeken of de huidige natriummetingen in Nederland overeenkomen met of juist sterk afwijken van de metingen uit de 2011-studie.

Enkele recente studies (Carvalho et al., 2021; Environment and Resources Authority, 2024; Neuman et al., 2016; Timmermans et al., 2022; Toborra et al., 2025; Tsyro et al., 2011) laten zien dat andere partijen regelmatig gebruikmaken van een combinatie van metingen en modellen om de zeezoutbijdrage te bepalen in landen aan de kust. De voorkeur met metingen gaat uit naar natriummetingen en niet naar chloridemetingen. Er zijn namelijk amper andere bronnen dan zeezout voor natrium, terwijl chloride wel andere bronnen kent en chemische

reacties ondergaat in de lucht. De toegepaste modellen (onder andere EMEP, Chimere en Lotos-Euros) gaan over het algemeen uit van overeenkomstige uitgangspunten en algoritmen om de zeezoutbijdrage te berekenen. Hiervoor maakt het in de praktijk weinig verschil welk model wordt gebruikt. Het verschil zit met name in de gebruikte meteorologische parameters, zoals windsnelheid en -richting, en het effect van die parameters op de berekende zeezoutbijdrage. De tot nu toe gebruikte methode van natriummetingen en berekeningen sluit nog goed hierbij aan.

Op enkele locaties wordt in Nederland langjarig natrium gemeten door verschillende organisaties en met verschillende instrumenten¹. Onderling laten de gemeten waarden zich daardoor lastig vergelijken. De individuele meetlocaties laten echter geen positieve of negatieve trend zien in de gemeten waarden. Daarnaast zien we wel een geringe afname in de windsnelheid van een paar procent tussen 1994 en 2024 op vrijwel alle meetlocaties in het land. Lagere windsnelheden kunnen tot lagere natriumconcentraties leiden. De windsnelheid is echter maar beperkt veranderd tussen de jaren dat de natriumconcentraties in de eerdere RIVM-studie (2008-2010) en nu zijn gemeten. Daarom is dit geen indicatie dat de tot nu toe gebruikte natriumconcentraties niet meer bruikbaar zijn.

Tot slot hebben we de zeezoutbijdrage in verschillende CAMS-modellen² over de afgelopen jaren (2019-2025) vergeleken. Lotos-Euros geeft ongeveer 0,5-1,8 µg/m³ hogere zeezoutbijdrage dan EMEP en 2,8-3,1 µg/m³ hogere bijdrage dan Chimere (alleen voor 2024-2025). De Lotos-Euros waarden van 2019-2025 sluiten goed aan bij de berekende waarden over 2008-2010 in de eerdere RIVM-studie. Daarnaast sluiten deze waarden goed aan bij de zeezoutbijdragen voor andere landen en locaties aan de kust.

¹ <https://data.rivm.nl/data/luchtmeetnet/Vastgesteld-jaar/>

² <https://policy.atmosphere.copernicus.eu/yearly/chemical-speciation/?year=2025&city=Rotterdam&pollutant=PM10&model=EMEP>, geraadpleegd 2-2-2026

Literatuur

- Berkhout, J.P.J., S. Zuidberg, R. Rebel, D. Bouwman (2025), 'Monitoring luchtkwaliteit 2025, Stand van zaken luchtkwaliteit Nederland', RIVM-rapport 2025-0136, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Bongers, P. & Hoogerbrugge, R. (2026) Onderbouwing toepassing kalibratiefunctie benzeen ORSA buisjesmetingen 2024-2025. Beschikbaar via het interne kwaliteitssysteem met documentnummer MIL-V-5902.
- Breuer L. en Meyer M. (2022), Messung von Benzol in der Außenluft mit Passivsammlern in NRW - Aktualisierung des Nachweises der Gleichwertigkeit von Passivsammlern. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. LANUV-Fachbericht 132, ISSN 1864-3930. Beschikbaar via: https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV-Fachbericht_132.pdf
- Carvalho et al. (2021), 'Investigating the contribution of sea salt to PM10 concentration values on the coast of Portugal', Air Quality, Atmosphere & Health, Volume 14, pages 1697–1708.
- CEIP (2025), 'UNECE/CEIP, WebDab emission (Emissions as used in EMEP)', www.ceip.at, geraadpleegd in september 2025.
- Environment and Resources Authority (2024), 'Justification report on the contribution of natural events to the PM10 limit values for 2023', september 2024.
- ER-methode (2026), 'Luchtverontreinigende stoffen', <https://www.emissieregistratie.nl/data/methodewijzigingen/luchtverontreinigende-stoffen>, geraadpleegd in februari 2026.
- ER-verdelingen (2026), 'Geactualiseerde ruimtelijke toedelingen', <https://www.emissieregistratie.nl/data/methodewijzigingen/geactualiseerde-ruimtelijke-toedelingen>, geraadpleegd in februari 2026.
- Hazelhorst, S.B., et al. (2026), 'Monitoring stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2026', RIVM-rapport *in voorbereiding*, 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 PM₁₀ in het Netherlands, Yearly average and exceedance days', RIVM-rapport 680704014/2011, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Jonkers, S., L.A. de Jongh, W.A. Marra, J.M. Schram, S.B., T.N.P. Nguyen, K.M.F. Brandt, G.J.C. Stolwijk, L.P.I. Glaese, V.C. Hagg-de Vlieger (2025), 'Actualisatie AERIUS Calculator 2025', RIVM-rapport 2025-0020, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Marra, W.A., Hazelhorst, S.B., De Jongh, L.A., Schram J.M., Brandt K.M.F., Stolwijk, G.J.C., Nguyen, T.N.P., Glaese, L.P.I., Soenario, I., Cals, T., (2025), Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2025', RIVM-rapport 2025-0021, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Matthijsen, J. & H.M. ten Brink (eds.) (2007), PM_{2,5} in the Netherlands. Consequences of the new European air quality standards, MNP-rapport 500099001, Bilthoven: MNP.

- Mijnen-Visser, S., L.A. de Jongh, S.B. Hazelhorst, R. Hoogerbrugge, I. Soenario, G.J.C. Stolwijk, W.J. de Vries, S. Zuidberg (2025), 'Grootschalige concentratiekaarten Nederland, Rapportage 2025', RIVM-rapport 2025-0034, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Neuman et al. (2016), 'A comparison of sea salt emission parameterizations in northwestern Europe using a chemistry transport model setup', *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16, 9905–9933.
- PBL en RIVM (2025), 'Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen 2025, Rapportage bij de Klimaat- en Energieverkenning 2024', PBL-publicatienummer 5494, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Ruysenaars, P.G., L. Graas, J. Hoekstra, J. Jacobs, M. Lammerts-Huitema, W.J.R. Swart, W. de Vries, P. Witsenboer (2026), 'Monitoringsrapportage Doelbereik Schone Lucht Akkoord, Derde voortgangsmeting', RIVM-rapport 2026-0003, 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.
- Siteur, K. (2025), 'OPS-model versie 5.3.1.0'.
<https://www.rivm.nl/documenten/uitgebreide-modelbeschrijving-van-ops-versie-5310>
- 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.
- Timmermans et al. (2022), 'Evaluation of modelled LOTOS-EUROS with observational based PM10 source attribution', *Atmospheric Environment: X*, Volume 14, April 2022, 100173.
- Toborra et al. (2025), 'Trends of anthropogenic sources in a Southeastern Mediterranean coastal site over five years', *Atmospheric Environment*, Volume 355, 121279.
- Tsyro et al. (2011), 'Modelling of sea salt concentrations over Europe: key uncertainties and comparison with observations', *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11, 10367–10388.
- 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.

Bijlage 1 Emissies in het diagnosejaar

In Tabellen B1.1 tot en met B1.6 staan de Nederlandse emissies van NO_x, primair PM₁₀, primair PM_{2,5}, EC, SO₂ en NH₃ zoals die in de diagnose zijn gebruikt (emissiejaar 2024 uit ER-reeks 1990-2024) en ter vergelijking zoals die vorig jaar zijn gebruikt (emissiejaar 2023 uit ER-reeks 1990-2023). De emissies komen van de Emissieregistratie.

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

Sector	2023	2024
Industrie	17,5	17,8
Raffinaderijen	4,7	4,6
Energiesector	8,9	8,4
Afvalverwerking	3,3	3
Wegverkeer ¹	52,1	51,1
Overig verkeer	50,6	52,1
Landbouw	34,1	34,2
Huishoudens	5,5	5,3
HDO en bouw	4,1	4,0
Zeescheepvaart	99,1	88,2
Totaal ²	279,8	268,7

1 Op basis van de gebruikte brandstof. Dit wijkt af van EU-definitie, omdat de emissie 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 primair PM₁₀-emissies (in kiloton), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Sector	2023	2024
Industrie	5,6	5,6
Raffinaderijen	0,2	0,2
Energiesector	0,1	0,1
Afvalverwerking	0	0
Wegverkeer ¹	3,6	3,6
Overig verkeer	2,1	2,4
Landbouw	5,3	4,9
Huishoudens	6,8	6,6
HDO en bouw	2,4	2,8
Zeescheepvaart	2,5	2,2
Totaal ²	28,6	28,5

1 Op basis van de gebruikte brandstof. Dit wijkt af van EU-definitie, omdat de emissie 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_{2,5}-emissies (in kiloton), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Sector	2023	2024
Industrie	3,0	2,9
Raffinaderijen	0,2	0,1
Energiesector	0,1	0,1
Afvalverwerking	0	0
Wegverkeer ¹	1,2	1,2
Overig verkeer	1,9	2,2
Landbouw	0,6	0,6
Huishoudens	6,5	6,3
HDO en bouw	0,9	1,1
Zeescheepvaart	2,3	2,1
Totaal²	16,7	16,6

1 Op basis van de gebruikte brandstof. Dit wijkt af van EU-definitie, omdat de emissie 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 EC-emissies (in kiloton), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Sector	2023	2024
Industrie	0,03	0,04
Raffinaderijen	0,01	0,01
Energiesector	0	0
Afvalverwerking	0	0
Wegverkeer ¹	0,37	0,37
Overig verkeer	0,84	1,03
Landbouw	0,02	0,02
Huishoudens	0,75	0,71
HDO en bouw	0,08	0,1
Zeescheepvaart	0,55	0,50
Totaal²	2,65	2,77

1 Op basis van de gebruikte brandstof. Dit wijkt af van EU-definitie, omdat de emissie 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 SO₂-emissies (in kiloton), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Sector	2023	2024
Industrie	6,4	6,2
Raffinaderijen	8,0	6,4
Energiesector	1,6	1,7
Afvalverwerking	0,3	0,3
Wegverkeer ¹	0,2	0,2
Overig verkeer	0,4	0,4

Sector	2023	2024
Landbouw	0,1	0,1
Huishoudens	0,4	0,4
HDO en bouw	0,1	0,1
Zeescheepvaart	3,1	2,9
Totaal ²	20,4	18,6

1 Op basis van de gebruikte brandstof. Dit wijkt af van EU-definitie, omdat de emissie 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 B1.6 Nederlandse NH₃-emissies (in kiloton), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Sector	2023	2024
Industrie	1,1	1,0
Raffinaderijen	0	0
Energiesector	0	0
Afvalverwerking	1,3	1,7
Wegverkeer ¹	3,8	2,8
Overig verkeer	0,2	0,1
Landbouw	98,8	94,9
Huishoudens	5,6	5,6
HDO en bouw	5,6	5,6
Zeescheepvaart	0	0
Totaal ²	116,4	112,8

1 Op basis van de gebruikte brandstof. Dit wijkt af van EU-definitie, omdat de emissie 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.

In Tabellen B1.7 tot en met B1.10 staan de buitenlandse emissies van PM_{2,5}, EC, SO₂ en NH₃ zoals gebruikt in de diagnose (emissiejaar 2023) en ter vergelijking zoals vorig jaar gebruikt (emissiejaar 2022). De emissies komen van CEIP.

Tabel B1.7 Buitenlandse PM_{2,5}-emissies (in kiloton), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Land	2022	2023
België	18	19
Duitsland	107	104
Frankrijk	178	168
Verenigd Koninkrijk	77	68

Tabel B1.8 Buitenlandse EC-emissies (in kiloton), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Land	2022	2023
België	4	4
Duitsland	23	21
Frankrijk	34	33
Verenigd Koninkrijk	17	16

Tabel B1.9 Buitenlandse SO₂-emissies (in kiloton), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

Land	2022	2023
België	25	22
Duitsland	255	217
Frankrijk	89	78
Verenigd Koninkrijk	120	95

Tabel B1.10 Buitenlandse NH₃-emissies (in kiloton), zoals gebruikt voor de GCN-berekeningen

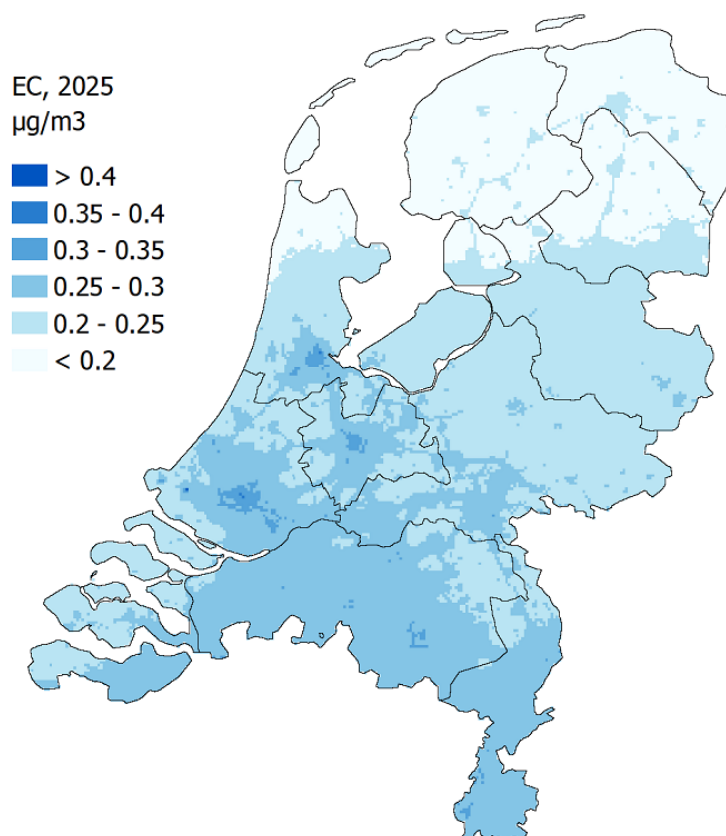
Land	2022	2023
België	64	63
Duitsland	512	569
Frankrijk	518	547
Verenigd Koninkrijk	260	265

Bijlage 2 Grootschalige concentraties EC en SO₂

EC-concentratie

De EC-concentratie voor het jaar 2025 is gemiddeld over Nederland 0,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. EC is een fractie van PM_{2,5} en volgt daarmee voor een groot deel de veranderingen in het patroon van primair PM_{2,5} (zie Figuur B2.1). In 2024 was de EC-concentratie gemiddeld 0,19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit verschil is in lijn met de metingen, die ook een verhoging laten zien.

Figuur B2.1 Grootschalige EC-concentratie in 2025 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

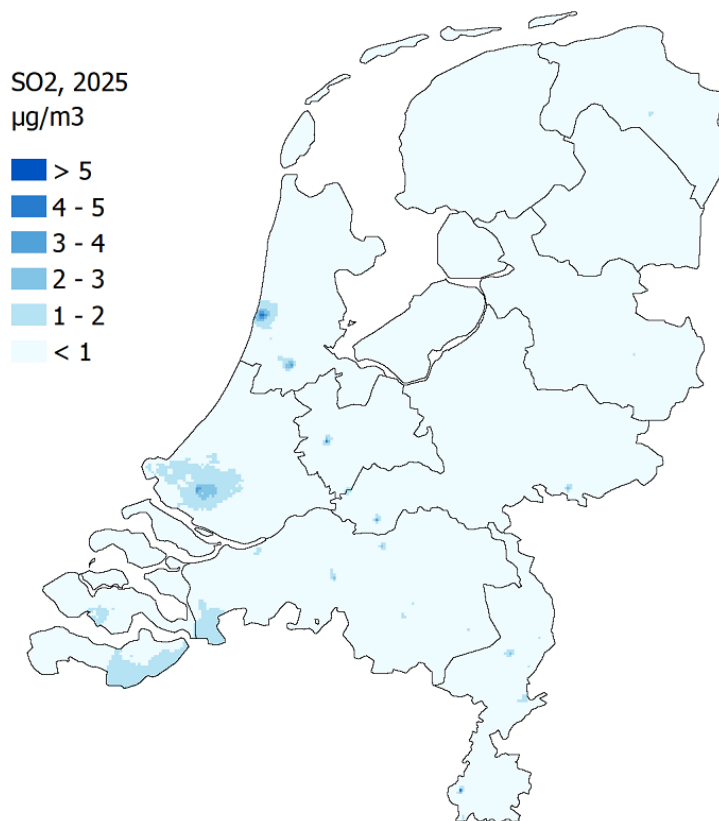


SO₂-concentratie

De SO₂-concentratie voor het jaar 2025 is gemiddeld over Nederland 0,51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In en nabij de internationale havens en nabij industrie zijn de concentraties verhoogd, hoofdzakelijk door de bijdrage van zeescheepvaart en door industrie (zie Figuur B2.2).

In 2024 was de SO₂-concentratie gemiddeld 0,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De concentratie is licht gestegen met ongeveer 4 procent, maar de absolute waarden liggen nog altijd zeer laag. Ook de metingen zijn gemiddeld 4 procent hoger dan in 2024. Het aantal meetstations dat voor de kalibratie gebruikt kan worden, is zeer klein (zeven stations). Het landelijk gemiddelde blijft daarmee zeer gevoelig voor een verandering op één station.

Figuur B2.2 Grootschalige SO₂-concentratie in 2025 in µg/m³



Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

juni 2026

De zorg voor morgen
begint vandaag