



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

Footprint luchtvaart Schiphol op luchtkwaliteit

RIVM-briefrapport 2022-0186
S. Visser | T. Hofman



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

Footprint luchtvaart Schiphol op luchtkwaliteit

RIVM-briefrapport 2022-0186
S. Visser | T. Hofman

Colofon

© RIVM 2022

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.

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

DOI 10.21945/RIVM-2022-0186

S. Visser (auteur), RIVM
T. Hofman (auteur), RIVM

Contact:
Suzanne Visser
Luchtkwaliteit en geluid
Suzanne.visser@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Inspectie Leefomgeving en Transport in het kader van programma Veilig en duurzaam Schiphol.

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

Publiekssamenvatting

Footprint luchtvaart Schiphol op luchtkwaliteit

Elk jaar stelt de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) de Staat van Schiphol op. Dit overzicht geeft vanuit verschillende perspectieven inzicht in de veiligheid en duurzaamheid op en rond de luchthaven. Voorbeelden zijn het aantal aanrijdingen, botsingen met vogels en geluidniveaus. Een van de perspectieven waar inzicht in wordt gegeven is luchtkwaliteit. De ILT gebruikt cijfers van het RIVM om de bijdrage van Schiphol aan de luchtkwaliteit in de regio te bepalen. Het RIVM heeft deze gegevens digitaal aangeleverd en geen beschouwing gemaakt van de aangeleverde gegevens.

Het RIVM heeft voor de ILT berekend in welke mate acht sectoren bijdragen aan de concentraties van zes luchtverontreinigende stoffen. De sectoren zijn: industrie, weg- en railverkeer, luchtvaart, scheepvaart, landbouw, diensten, consumenten en het buitenland. Op deze manier wordt de bijdrage van de luchtvaart aan de luchtkwaliteit rond Schiphol naast die van andere sectoren geplaatst. Het gaat om de stoffen: stikstofoxiden, stikstofdioxide, fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}), zwaveldioxide en roet. De berekeningen zijn gedaan voor een gebied van 20 bij 20 vierkante kilometer rondom Schiphol.

De concentraties zijn berekend voor de jaren 2015 tot en met 2020. Dit levert een beeld op van de mate waarin Schiphol door de jaren heen aan de luchtkwaliteit bijdraagt. Voor de berekeningen zijn de uitgangspunten gebruikt van de berekening van de Grootschalige Concentratiekaarten Nederland (GCN) van 2021.

Kernwoorden: luchtkwaliteit, luchtvaart, Schiphol, fijnstof, stikstofoxiden

Synopsis

Air quality footprint of Schiphol Airport

Each year, the Human Environment and Transport Inspectorate (ILT) prepares the State of Schiphol overview. This overview provides insight into safety and sustainability in and around the airport from various perspectives, for example, the number of accidents, collisions with birds, noise levels et cetera. One of the perspectives analysed is air quality. The ILT uses data provided by RIVM to determine the impact of Schiphol Airport on the regional air quality. RIVM provided these data in digital form and did not analyse the data.

RIVM made calculations for the ILT on the degree to which eight different sectors contribute to the concentrations of air polluting substances. These sectors are: industry, road and rail traffic, air traffic, shipping, agriculture, services, consumers, and international. By doing so, the impact of aviation on the air quality around Schiphol Airport can be compared to that of other sectors. The following substances were considered: nitrogen oxides, nitrogen dioxide (NO₂), particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}), sulphur dioxide, and soot. The calculations were carried out for an area of 20 x 20 square kilometres around Schiphol.

The concentrations were calculated for the years 2015 up to and including 2020. This gives an idea of the degree to which Schiphol Airport has an impact on air quality over the years. The calculations were based on the guidelines used for calculating the Large-scale Concentration Maps of the Netherlands.

Keywords: air quality, aviation, Schiphol, particulate matter, nitrogen oxides

Inhoudsopgave

1 Aanleiding — 9

2 Uitgangspunten — 11

2.1 Gebiedsafbakening — 11

2.2 Componenten — 12

2.3 Sectoren — 12

2.4 Zichtjaren — 13

2.5 Concentratieberekening — 13

3 Resultaat — 15

Bijlage 1 Indeling sectoren — 19

Bijlage 2 Beschrijving kalibratie aan GCN — 20

1 Aanleiding

Jaarlijks stelt de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) de Staat van Schiphol op. Met de Staat van Schiphol wil de ILT een overzicht geven van feiten over veiligheid en duurzaamheid van de luchthaven. Luchtkwaliteit is één van de thema's die in de Staat van Schiphol wordt besproken. In de Staat van Schiphol 2022 wordt de uitstoot van luchtvaart gebonden activiteiten op Schiphol in beeld gebracht. De meest recente Staat van Schiphol met informatie over luchtkwaliteit is uit 2020¹.

Voor een actualisatie van de Staat van Schiphol heeft de Inspectie Leefomgeving en Transport aangegeven meer inzicht te willen in de luchtverontreiniging en de bijdrage van Schiphol daaraan in de regio. Het onderzoek uit 2020 wordt daardoor geactualiseerd. De informatiebehoefte van de ILT heeft betrekking op diverse stoffen in meerdere zichtjaren in een breed studiegebied in de regio Schiphol.

Aan het RIVM is gevraagd om de ILT te ondersteunen bij het verkrijgen van de gewenste informatie. Het voorliggende briefrapport beschrijft welke uitgangspunten zijn gehanteerd bij het inzichtelijk maken van de bijdrage van de luchthaven Schiphol aan de luchtkwaliteit. Dit rapport is een actualisatie van het RIVM-rapport uit 2021² met nieuwe berekeningen en resultaten voor de afgelopen jaren.

In oktober 2022 is geconstateerd dat bij het opstellen van de Top-100 met de grootste stikstofuitstotende bedrijven door het RIVM in de berekeningen van ammoniakemissies door veehouderijen onvolkomenheden zijn opgetreden. Voor bepaalde typen stalsystemen en aanvullende maatregelen zijn emissiefactoren gehanteerd die niet geheel correct waren. Dit heeft ertoe geleid dat er voor bepaalde veehouderijen verkeerde ammoniakemissies zijn berekend. Ammoniakemissies hebben indirect een beperkte invloed op concentraties van stikstofdioxide en fijnstof in de lucht. De geconstateerde onvolkomenheden hadden ook beperkt invloed op de directe emissies van fijnstof.

Kaarten van Nederland met de grootschalige achtergrondconcentraties (GCN-kaarten) voor deze stoffen worden op basis van diverse databronnen berekend, waaronder de emissies. Dit rapport gebruikt de GCN-kaarten als basis in haar berekeningen.

De onvolkomenheden in de emissieberekeningen zijn in kaart gebracht en er is een analyse gemaakt van de invloed van de onvolkomenheden op de grootschalige achtergrondconcentraties voor fijnstof. Vervolgens is nagegaan of dit tot andere resultaten komt, vergeleken met de al eerder opgestuurde resultaten aan de ILT. Het blijkt dat de invloed van de correcties van de onvolkomenheden op dit rapport dermate gering is dat de effecten op de resultaten niet van betekenis zijn.

¹ Staat van Schiphol 2020, Inspectie Leefomgeving en Transport, 2021

² Footprint luchtvaart Schiphol op luchtkwaliteit, S. Teeuwisse et al., RIVM Briefrapport 2020-0211, 2021

2 Uitgangspunten

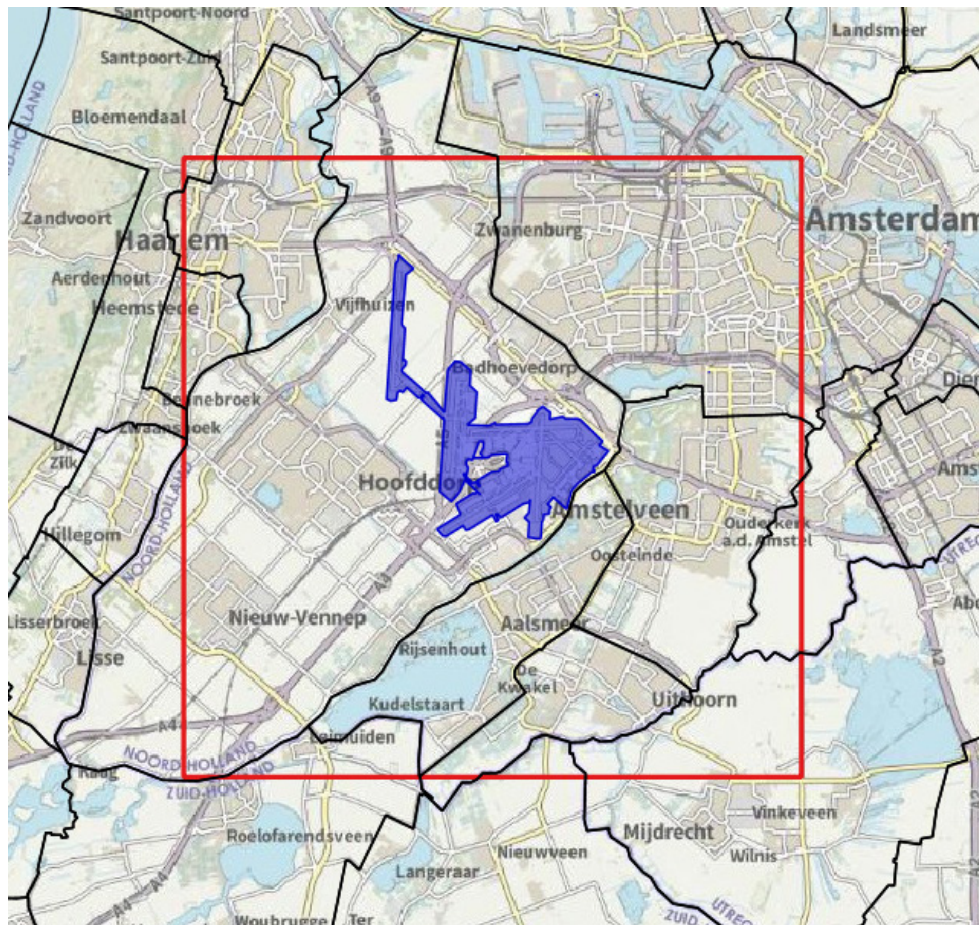
Doel van het onderzoek was het aanleveren van informatie waarmee de ILT inzichtelijk kan maken wat de bijdrage van Schiphol is aan de concentraties verontreinigende stoffen in de omgeving van Schiphol. De uitgangspunten voor het onderzoek zijn samen met de ILT vastgesteld.

De methodiek voor het berekenen van de bijdrage van de verschillende bronnen aan de luchtkwaliteit volgt in grote lijnen de methodiek die wordt toegepast bij de jaarlijkse berekening van de Grootschalige Concentratiekaarten Nederland. Voor beantwoording van de vragen van de ILT zijn enkele projectspecifieke keuzes gemaakt. Een voorbeeld hiervan is de gebiedsafbakening, de sectorindeling en de gehanteerde emissies per zichtjaar. In dit hoofdstuk worden de gehanteerde uitgangspunten nader toegelicht.

2.1 Gebiedsafbakening

De relatieve bijdrage van de luchtvaart op Schiphol aan de totale luchtkwaliteit hangt nauw samen met de omvang van het studiegebied. Bij een groot studiegebied zal de gemiddelde bijdrage lager zijn dan bij een klein studiegebied. De bijdrage van een bron neemt af naarmate de afstand tot de bron toeneemt.

In afstemming met de ILT is de keuze gemaakt om een studiegebied van 20 km bij 20 km rondom de luchthaven te hanteren (zie figuur 1). Het gebied wordt begrensd door het linksonder respectievelijk rechtsboven x- en y-coördinaat (102000, 470000) en (122000, 490000). Deze afbakening wil overigens niet zeggen dat de activiteiten op Schiphol buiten deze gebiedsafbakening geen effect hebben. Wel is het zo dat de bijdrage van Schiphol op de luchtkwaliteit kleiner wordt naarmate de afstand tot Schiphol groter wordt.



Figuur 1 Gebiedsafbakening (rood kader) ten behoeve van de bepaling van de bijdrage van luchthaven Schiphol aan de uitstoot en luchtkwaliteit in een gebied rondom de luchthaven.

2.2 Componenten

Voor verschillende componenten is de bijdrage van de luchtvaart aan de luchtkwaliteit bepaald. Het gaat hier om stoffen die relevant zijn in relatie tot gezondheid en/of luchtvaart. De stoffen waarvoor de luchtkwaliteit is bepaald, zijn:

- stikstofoxiden (NO_x) en in het bijzonder stikstofdioxide (NO₂),
- fijnstof³ (PM₁₀ en PM_{2,5}),
- roet (EC, Elemental Carbon) en
- zwaveldioxide (SO₂).

2.3 Sectoren

Bij het bepalen van de bijdrage van de luchtvaart aan de luchtkwaliteit is ook de bijdrage van andere sectoren bepaald. Hierdoor kan onder meer de bijdrage van de luchtvaart gerelateerd worden aan de bijdrage van andere oorzaken. In het onderzoek zijn de volgende hoofdsectoren onderscheiden:

- industrie,
- weg- en railverkeer,

³ Bij het inzichtelijk maken van de concentratie-opbouw wordt rekening gehouden met zowel primair als secundair fijnstof.

- luchtvaart,
- scheepvaart,
- landbouw,
- diensten,
- consumenten,
- buitenland.

De sectoren zijn een aggregatie van verschillende subsectoren. Bijlage 1 geeft een overzicht van welke subsectoren bij welke hoofdsector horen. De som van de sectorbijdragen geeft de totale concentratie van de betreffende stof. Fijnstof vormt hier een uitzondering op. De fijnstofconcentratie in de lucht wordt bepaald door de directe uitstoot van fijnstof door de genoemde sectoren, aangevuld met fijnstof van natuurlijke oorsprong (bijvoorbeeld zeezout en bodemstof) en de vorming van fijnstof in de atmosfeer. Dit laatste wordt secundair fijnstof genoemd, het eerste primair fijnstof. Bij de bepaling van het aandeel secundair fijnstof is geen toedeling naar sector gemaakt. De bijdrage door zeezout, bodemstof en secundair fijnstof is samengevoegd in de categorie 'Overig'. In bijlage 2 wordt nader ingegaan op hoe de omvang van deze categorie is bepaald.

2.4 Zichtjaren

Voor het kunnen volgen van de (relatieve) bijdrage van de luchtvaart op Schiphol is de bijdrage van de verschillende sectoren berekend voor de zichtjaren 2015 tot en met 2020. Voor elk van de zichtjaren is gerekend met de voor dat jaar vastgestelde emissie en meteorologie. De emissies zijn afkomstig uit het project Emissieregistratie⁴. Het verzamelen, berekenen, valideren en vaststellen van de emissie kost de nodige tijd.

2.5 Concentratieberekening

Om de vraag van de ILT goed te kunnen beantwoorden zijn projectspecifieke berekeningen uitgevoerd. De berekeningen zijn uitgevoerd met het Operationele Prioritaire Stoffen (OPS) model (versie 5.0.2.1). Het OPS model berekent de concentraties in Nederland voor een resolutie van 1x1 km. De gehanteerde rekensystematiek volgt de methodiek zoals deze bij de bepaling van Grootchalige Concentratiekaarten Nederland (GCN) jaarlijks wordt gehanteerd⁵.

Per zichtjaar (zie paragraaf 2.4) is de emissie en de meteorologie horende bij dat jaar als invoer gebruikt. De berekende jaargemiddelde concentraties zijn gecorrigeerd voor afwijkingen met de feitelijke metingen. De totale concentratie per kilometervak komt daarmee overeen met de voor dat jaar vastgestelde GCN. In bijlage 2 staat toegelicht hoe de correctie is uitgevoerd.

Deze methode waarbij de emissies en meteorologie van hetzelfde jaar als invoer wordt gebruikt, wordt de *exacte methode* genoemd. Het geeft per zichtjaar een goed beeld van de absolute bijdrage van de verschillende sectoren aan de luchtkwaliteit.

⁴ De emissieregistratie verzamelt informatie over de emissies van circa 375 voor het milieubeleid relevante stoffen en stofgroepen naar zowel bodem, water als lucht. Deze gegevens worden gecontroleerd, bewerkt en geregistreerd in de centrale database van de emissieregistratie. Voor meer informatie zie emissieregistratie.nl.

⁵ Grootchalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2022, R. Hoogerbrugge et al., RIVM-rapport 2022-0059, 2022.

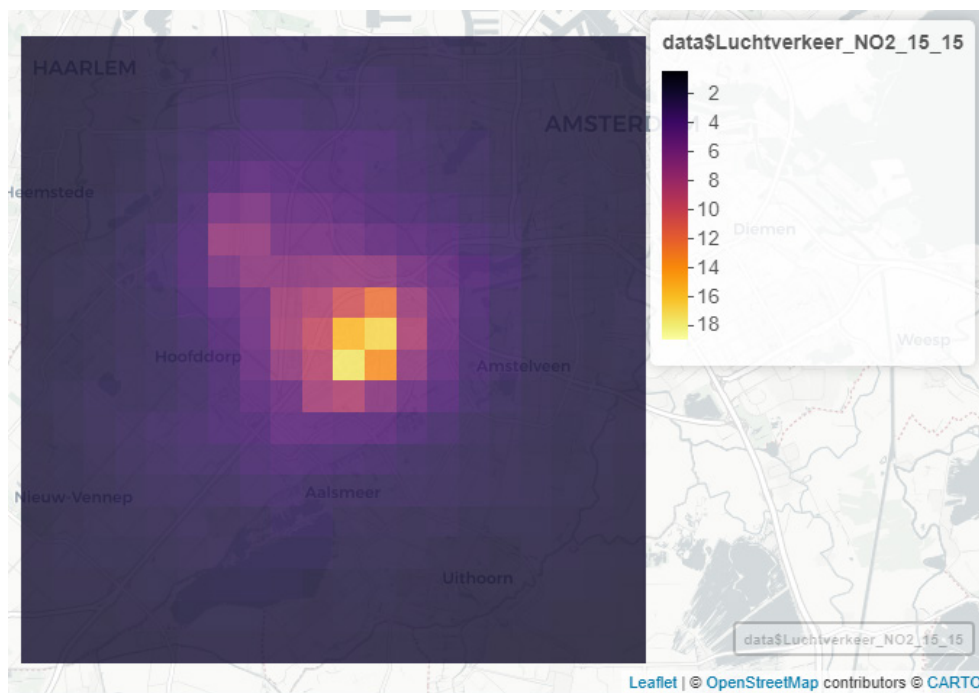
Meteorologische condities zijn van grote invloed op de luchtkwaliteit. Aangezien deze van jaar tot jaar verschillen is het lastiger om trends in ontwikkelingen te signaleren. Om een beter beeld te krijgen in de trend van de bijdrage van Schiphol aan de luchtkwaliteit zijn de concentratieberekeningen ook uitgevoerd met meerjarige meteorologie⁶. Deze methode wordt de *lange termijn methode* genoemd. Doordat de meteorologie in alle zichtjaren gelijk is, worden variaties tussen de zichtjaren veroorzaakt door ontwikkelingen in de emissies, niet door meteorologische variaties. Het resultaat van de berekeningen met de meerjarige meteorologie is een overzicht van de relatieve bijdrage van de sectoren over de jaren heen, gecorrigeerd voor fluctuaties in de meteorologie.

⁶ Hierbij wordt uitgegaan van de tienjarige reeks 2005-2014.

3 Resultaat

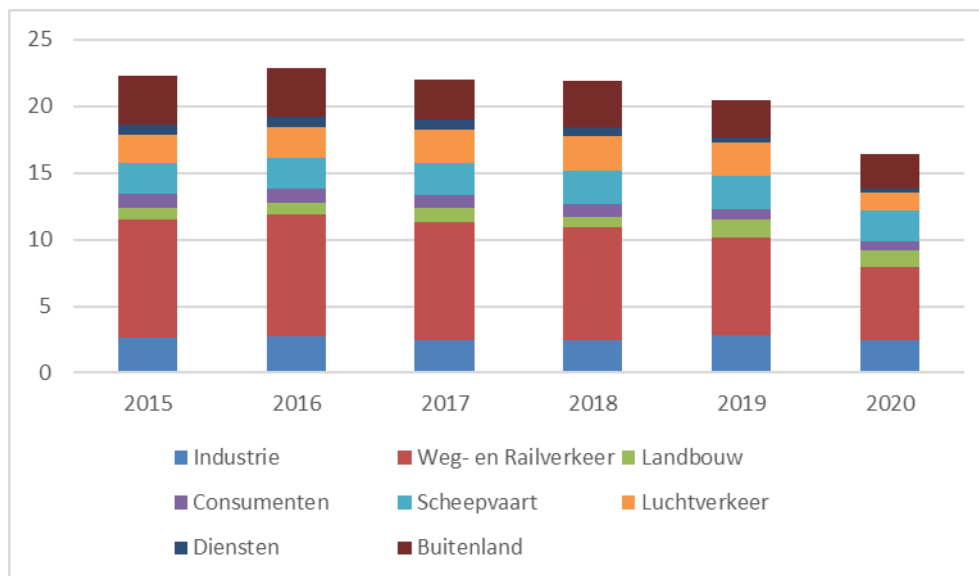
In dit hoofdstuk wordt aan de hand van enkele voorbeelden toegelicht welke informatie aan de ILT beschikbaar is gesteld. Een analyse van de resultaten is opgenomen in de Staat van Schiphol 2022 die door de ILT wordt opgesteld.

In het onderzoek is per zichtjaar en component voor elk kaartvierkant in het studiegebied (zie paragraaf 2.1) de absolute bijdrage (exacte methode) en relatieve bijdrage (lange termijn methode) van een sector aan de concentratie berekend. De berekeningsresultaten zijn aan de ILT als digitale bestanden aangeleverd (zie figuur 2 voor een visualisatie van de bijdrage van de sector luchtvaart aan de NO₂-concentratie). De interpretatie en visualisatie van de berekeningsresultaten is door de ILT zelf uitgevoerd.



Figuur 2 Voorbeeld van aan de ILT geleverde data. Visualisatie van de bijdrage van de sector luchtvaart aan de jaargemiddelde NO₂-concentratie voor het zichtjaar 2015.

Figuur 3 geeft, ter illustratie, het resultaat van de, voor het studiegebied, gemiddelde bijdrage per sector aan de jaargemiddelde NO₂-concentratie weer. De resultaten zijn gebaseerd op de exacte methode.

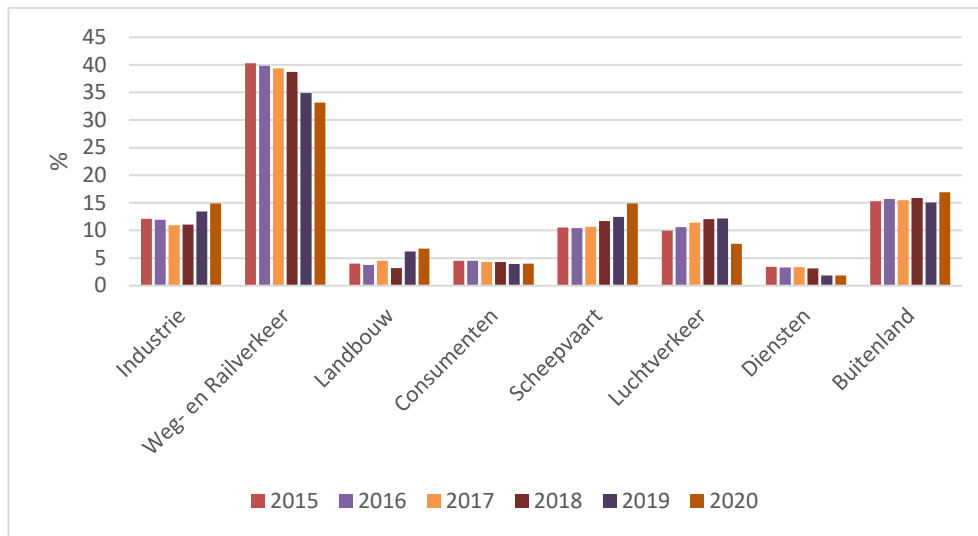


Figuur 3 Bijdrage per sector aan de jaargemiddelde NO_2 -concentratie in het studiegebied voor de verschillende zichtjaren.

De gemiddelde NO_2 -concentratie in het studiegebied is over de afgelopen jaren redelijk constant en bedraagt 20-22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In 2020 is echter een flinke daling van circa 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ van de concentratie NO_2 zichtbaar. Dit is het jaar dat de Covid-19-maatregelen in werking traden. Deze daling is voornamelijk te herleiden tot de sectoren Weg- en Railverkeer en Luchtverkeer.

Figuur 4, gebaseerd op de lange termijn methode, geeft de relatieve bijdrage van NO_x per sector voor de verschillende zichtjaren weer. Bij het bepalen van de relatieve bijdrage van de verschillende sectoren is voor elk jaar dezelfde meerjarige meteorologie gehanteerd. Uit figuur 4 kan opgemaakt worden dat de relatieve bijdrage van het luchtverkeer aan de NO_x -concentratie van 2015 tot en met 2019 groter werd. De relatieve bijdrage van weg- en railverkeer nam in dezelfde periode af. Door de resultaten te vergelijken met de emissie-ontwikkeling van de sectoren (geen onderdeel van deze studie) kan nagegaan worden of de relatieve ontwikkeling het gevolg is van de emissie-ontwikkeling van de betreffende sector of dat de emissies van andere sectoren toe- of afnemen. De relatieve bijdrage van de sector landbouw neemt na 2019 toe als gevolg van het feit dat de emissies van NO_x uit landbouwgronden pas recent worden meegenomen in de berekeningen. Dat geldt in geval van fijnstof ook voor de condensables⁷ in de sector consumenten. De relatieve bijdrage van de sectoren in 2020 is niet zondermeer te vergelijken met de eerdere jaren vanwege de Covid-19-maatregelen. Er kan dus niet zondermeer de conclusie worden getrokken dat de relatieve bijdrage van de luchtvaart vanaf 2020 af zal nemen.

⁷ Fijnstof dat in gasvorm in de lucht komt. Eenmaal in de lucht wordt dit gas omgezet in deeltjes en draagt het bij aan de totale fijnstofconcentratie.



Figuur 4 Relatieve bijdrage per sector aan de NO_x-concentratie in het studiegebied voor de zichtjaren 2015-2020.

De combinatie van de informatie uit Figuur 3 en Figuur 4 geeft een goed beeld over de ontwikkeling van de luchtkwaliteit in het studiegebied en de bijdrage van de verschillende sectoren aan de luchtkwaliteit.

Bijlage 1 Indeling sectoren

Nr.	Hoofdsector	Nr.	Subsector
1	Industrie	1.1	Industrie
		1.2	Energie
		1.3	Afvalverwerking
		1.4	Op en Overslag
		1.5	Mobiele werktuigen bouw / industrie / HDO
2	Weg- en Railverkeer	2.1	Verkeer > 100 km/u
		2.2	Verkeer 60-100 km/u
		2.3	Verkeer < 60 km/u
		2.4	Verkeer slijtage
		2.5	Railverkeer
3	Luchtverkeer	3.1	Luchtvaart
4	Scheepvaart	4.1	Binnenvaart
		4.2	Visserij
		4.3	Zeescheepvaart
		4.4	Mobiele werktuigen containeroverslag
5	Landbouw	5.1	Stalmissies en mestbe(ver)werking
		5.2	Beweiding en bemesting
		5.3	Glastuinbouw en overige landbouw
6	Diensten	6.1	Drinkwater en afvalwater
		6.2	Overige overheidsdiensten
		6.3	Bouw
7	Consumenten	7.1	Consumenten hoofdverwarming
		7.2	Consumenten sfeerverwarming
		7.3	Consumenten overig
		7.4	Recreatievaart
		7.5	Mobiele werktuigen consumenten
8	Buitenland	8.1	Buitenlandse bronnen

Bijlage 2 Beschrijving kalibratie aan GCN

Kalibratie stikstofdioxideconcentratie

Voor het bepalen van de absolute concentratie in de zogenoemde 'exacte methode' is de GCN-levering voor het betreffende jaar als ijkpunt gehanteerd. De voor de ILT berekende concentraties zijn gekalibreerd aan de GCN-oplevering horende bij dat jaar. Deze kalibratie is voor elk kilometervak in het studiegebied uitgevoerd.

Voor de kalibratie van de NO₂-concentratie is de volgende uitwerking toegepast.

$$NO_{2 \text{ Hoofdsector } i} = NO_{2 \text{ GCN totaal}} \cdot \frac{NO_{x \text{ Hoofdsector } i}}{\sum_{i=1}^N NO_{x \text{ Hoofdsector } i}}$$

i	Nummer hoofdsector
N	Aantal hoofdsectoren
NO ₂ Hoofdsector i	Per kilometervak de NO ₂ -concentratiebijdrage door hoofdsector i
NO ₂ GCN totaal	Per kilometervak de NO ₂ -concentratie zoals opgenomen in de GCN
NO _x Hoofdsector i	Per kilometervak de berekende NO _x -concentratiebijdrage van hoofdsector i

Het resultaat van deze werkwijze is dat per kaartvierkant de som van de NO₂-bijdragen van alle hoofdsectoren in de voor de ILT uitgevoerde berekeningen gelijk is aan de gepubliceerde GCN NO₂-concentratie voor dat kaartvierkant in het betreffende jaar.

Kalibratie fijnstofconcentratie

Bij de kalibratie van fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}) moet rekening gehouden worden met de vorming van fijnstof in de atmosfeer (het fijnstof dat door processen in de lucht wordt gevormd heet secundair fijnstof) en het fijnstof van zeezout en bodemstof. Het fijnstof dat rechtstreeks bij processen wordt uitgestoten, wordt primair fijnstof genoemd. De basis van de kalibratie voor fijnstof is gelijk aan die van NO₂, namelijk dat de GCN-concentratie leidend is. De kalibratie vindt plaats via de categorie 'Overig'. De primaire fijnstofbijdrage per sector wordt op basis van de feitelijke emissie en meteorologie met het OPS-model berekend. Vervolgens wordt de categorie 'Overig' bepaald door, per kaartvierkant, de voor de ILT berekende fijnstof af te trekken van de GCN-waarde.

$$PM_{10 \text{ Overig}} = PM_{10 \text{ GCN totaal}} - \sum_{i=1}^N PM_{10 \text{ Primair hoofdsector } i}$$

i	Nummer hoofdsector
N	Aantal hoofdsectoren
PM ₁₀ Overig	Per kilometervak de secundaire en overige bronnen bijdrage aan de PM ₁₀ -concentratie
PM ₁₀ GCN totaal	Per kilometervak de PM ₁₀ -concentratie zoals opgenomen in de GCN

PM₁₀ Primair hoofdsector i Per kilometervak de berekende PM₁₀-
concentratiebijdrage van hoofdsector i

De totale fijnstofconcentratie conform de in dit rapport beschreven berekeningen die voor de ILT zijn uitgevoerd, is, per kaartvierkant, de som van de primaire fijnstof bijdrage en de categorie 'Overig'.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag