

Meetresultaten luchtkwaliteit

Amsterdam 2023

GGD-Jaarrapport

juni 2024

Inhoudsopgave

Hoofdpunten.....	4
Samenvatting.....	5
1. Stikstofdioxide (NO ₂) concentraties.....	7
1.1 Jaargemiddelde concentratie.....	7
1.2 Daggemiddelde concentratie.....	7
1.3 Trend afgelopen 10 jaar.....	7
1.4 NO ₂ gemeten met Palmesbuisjes.....	8
2. Fijn stof - PM ₁₀	11
2.1 Jaargemiddelde concentratie.....	11
2.2 Daggemiddelde concentratie.....	12
2.3 Trend afgelopen 10 jaar.....	12
3. Fijn stof - PM _{2.5}	13
3.1 Jaargemiddelde concentratie.....	13
3.2 Daggemiddelde concentratie.....	13
3.3 Trend afgelopen 10 jaar.....	13
4. Roetconcentraties.....	15
4.1 Jaargemiddelde concentratie.....	15
4.2 Daggemiddelde concentratie.....	16
4.3 Trend afgelopen 10 jaar.....	16
5. Roet door houtstook en fossiele brandstoffen.....	17
5.1 Bijdrage houtstook en fossiele brandstoffen aan de roetconcentratie.....	17
6. Ultrafijn stof (UFP PM _{0.1}).....	19
6.1 Jaargemiddelde concentratie.....	19
6.2 Daggemiddelde concentratie.....	19
6.3 Trend afgelopen 10 jaar.....	19
6.4 Windroos UFP.....	20
7. Ozon (O ₃).....	22
7.1 Jaargemiddelde concentratie.....	22
7.2 Daggemiddelde concentratie.....	22
7.3 Trend afgelopen 10 jaar.....	23
8. Koolmonoxide (CO).....	24
8.1 Jaargemiddelde concentratie.....	24
8.2 Daggemiddelde concentratie.....	24
8.3 Trend afgelopen 10 jaar.....	24
9. Benzeen en zwaveldioxide (SO ₂).....	26
9.1 Jaargemiddelde concentratie.....	26

9.2	Daggemiddelde concentratie.....	26
9.3	Trend afgelopen 10 jaar.....	26
10.	Toelichting en methode.....	28
	Wettelijk kader.....	28
	Metingen versus berekeningen.....	28
	Toetsen aan WHO (luchtkwaliteit en gezondheid).....	28
	Meetlocaties.....	28
	Trendanalyse – ontwikkeling luchtkwaliteit.....	29
	Gemeten componenten per meetstation.....	30
	Toelichting componenten.....	30
Bijlage 1.....		33
	Accreditatie.....	33
	Meetmethoden.....	33
	Meetnauwkeurigheid en toegepaste apparatuur.....	34

Hoofdpunten

- Het jaar 2023 laat voor de concentraties stikstofdioxide (NO₂), fijn stof (PM₁₀ en PM_{2.5}), roet en benzeen een duidelijke verbetering zien ten opzichte van de voorgaande jaren. Niet eerder werden zulke lage concentraties gemeten. 2023 was een relatief schoon jaar. De weersomstandigheden (o.a. veel regen) speelden daarin een belangrijke rol.
- Voor de eerste keer is er in Amsterdam voldaan aan de fijn stof (PM₁₀) jaargemiddelde gezondheidskundige advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) op een meetstation (Westerpark). De gezondheidskundige advieswaarden van de WHO zijn in 2021 aangescherpt.
- Op geen van de meetpunten werd voldaan aan de gezondheidskundige advieswaarden van de WHO voor NO₂ en fijn stof (PM_{2.5}). Dat geldt overigens niet alleen voor Amsterdam, maar voor grote delen van Nederland.
- De ultrafijn stof (UFP) concentratie is vergelijkbaar met 2022.
- De bijdrage van houtstook aan de roetconcentratie is vergelijkbaar met 2022. Houtstook draagt voor ongeveer 20% bij aan de roetconcentratie in de lucht.

Overzichtstabel voor jaargemiddelde stikstofdioxide (NO₂) en fijn stof (PM₁₀ en PM_{2.5}) concentraties in relatie tot gezondheidskundige advieswaardes van de Wereldgezondheidsorganisatie.

Component	Meetpunten met	Jaargemiddelde concentratie (µg/m ³)	WHO-advieswaarde (µg/m ³)	Laagste en hoogste concentratie (µg/m ³)	Totaal aantal meetpunten
Stikstofdioxide (NO ₂)	Veel verkeer	21,8	10	13,3-34,7	106
Stikstofdioxide (NO ₂)	Weinig verkeer	16,5	10	11,6-24,4	49
Fijn stof (PM ₁₀)	Veel verkeer	17,3	15	16,0-18,3	4
Fijn stof (PM ₁₀)	Weinig verkeer	14,8	15	14,4-15,1	2
Fijn stof (PM _{2.5})	Veel verkeer	8,9	5	8,7-9,3	3
Fijn stof (PM _{2.5})	Weinig verkeer	7,3	5	6,8-7,7	2

Samenvatting

Deze rapportage beschrijft de meetresultaten over het jaar 2023 van het Amsterdamse luchtmeetnet. De GGD Amsterdam beheert het luchtmeetnet. Het luchtmeetnet is primair gericht op het meten van componenten die voor de gezondheid belangrijk zijn. We vergelijken de resultaten met de gezondheidkundige advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO).

De luchtkwaliteit in 2023 was over het algemeen beter dan in de voorgaande jaren.

In deze samenvatting wordt per luchtvervuilende component kort het resultaat besproken en een vergelijking gemaakt met de gezondheidkundige advieswaarden van de WHO.

Meetresultaten 2023

NO₂ (Stikstofdioxide)

Stikstofdioxide (NO₂) is een belangrijke indicator van uitstoot van luchtvervuiling door wegverkeer. De NO₂ concentratie was in 2023 flink lager dan in de voorgaande jaren. De NO₂ concentratie op plekken met veel verkeer (straatlocaties) was gemiddeld 21,8 microgram per kubieke meter (µg/m³); in 2022 was dat 25,2 µg/m³. Op plekken met weinig verkeer (achtergrondlocaties) werd in 2023 een gemiddelde NO₂ concentratie van 16,5 µg/m³ gemeten; in 2022 was dat 19,3 µg/m³.

Door de jaren heen worden de NO₂ concentraties steeds iets lager. Over de afgelopen 10 jaar dalen de NO₂ concentraties gemiddeld met 2,3 µg/m³ per jaar op plekken met veel verkeer en met 1,3 µg/m³ per jaar op plekken met weinig verkeer.

Op geen van de meetpunten werd voldaan aan de jaargemiddelde WHO-advieswaarde van 10 µg/m³. De laagst gemeten concentratie was 13,3 µg/m³. De hoogst gemeten concentratie was 34,7 µg/m³.

Aan de daggemiddelde gezondheidkundige advieswaarde van de WHO werd op geen van de meetstations voldaan (maximaal 3 dagen met daggemiddelde NO₂ concentratie groter dan 25 µg/m³). Overschrijdingen hiervan gemeten op de automatische meetstations liggen tussen de 22 en 237 dagen.

Fijn stof (PM₁₀ en PM_{2.5})

De PM₁₀ concentraties waren in 2023 lager dan in 2022. De PM₁₀ concentratie op plekken met veel verkeer was gemiddeld 17,3 µg/m³ in 2023. Dat is bijna 1,9 µg/m³ lager dan in 2022. Op plekken met weinig verkeer was de gemiddelde PM₁₀ concentratie 14,8 µg/m³. Dat is ook 1,9 µg/m³ lager dan in 2022. Gemiddeld genomen dalen de PM₁₀ concentraties over de afgelopen 10 jaar met 0,6 µg/m³ per jaar op plekken met veel verkeer en met 0,5 µg/m³ per jaar op plekken met weinig verkeer.

Op meetpunt Westerpark werd voor het eerst voldaan aan de gezondheidkundige (WHO) advieswaarde voor PM₁₀ voor het jaargemiddelde (i.e. 15 µg/m³). Op meetstation Vondelpark werd deze waarde minimaal (met 0,1 µg/m³) overschreden. Op de verkeersbelaste meetpunten werd de jaargemiddelde WHO-advieswaarde nog niet gehaald. De WHO-advieswaarde voor de daggemiddelde concentratie (maximaal 3 dagen met daggemiddelde PM₁₀ concentratie groter dan 45 µg/m³) werd op alle meetstations gehaald, met uitzondering van meetstation Stadhouderskade. Op dit meetstation waren er 5 dagen met concentratie boven de 45 µg/m³.

Ook de PM_{2.5} concentraties waren in 2023 lager dan in 2022. De PM_{2.5} concentratie was in 2023 gemiddeld 8,9 µg/m³ op meetpunten met veel verkeer en 7,3 µg/m³ op meetpunten met weinig verkeer. Deze concentraties zijn respectievelijk 1,4 µg/m³ en 1,7 µg/m³ lager dan in 2022. Over de afgelopen 10 jaar dalen de PM_{2.5} concentraties met gemiddeld 0,8 µg/m³ per jaar op plekken met veel verkeer en met 0,7 µg/m³ per jaar op plekken met weinig verkeer.

Op geen van de meetpunten werd voldaan aan de jaargemiddelde WHO-advieswaarde voor PM_{2.5} van 5 µg/m³. De laagst gemeten concentratie was 6,8 µg/m³ op meetpunt Westerpark. De hoogst gemeten concentratie was 9,3 µg/m³ op meetpunt Stadhouderskade.

De WHO-advieswaarde voor de daggemiddelde concentratie werd niet gehaald (maximaal 3 dagen met daggemiddelde PM_{2.5} concentratie groter dan 15 µg/m³). Overschrijdingen hiervan liggen tussen de 22 en 42 dagen.

Roet (Black Carbon) en Ultrafijn stof (UFP)

Roet (Black Carbon) concentraties waren in 2023 lager dan de concentraties gemeten in 2022. De roet concentratie op plekken met veel verkeer was gemiddeld 0,78 µg/m³; in 2022 was dat 0,95 µg/m³. Op plekken met weinig verkeer werd in 2023 een gemiddelde roet concentratie van 0,51 µg/m³ gemeten; in 2022 was dat 0,60 µg/m³. De roetconcentraties dalen door de jaren heen. Over de afgelopen 10 jaar dalen de concentraties gemiddeld met 0,15 µg/m³ per jaar op plekken met veel verkeer en met 0,05 µg/m³ per jaar op plekken met weinig verkeer.

Sinds 2018 wordt op het meetstation Ookmeerweg (Osdorp) ultrafijn stof (UFP) gemeten. Het meetstation ligt op enkele kilometers van Schiphol en bij een Zuid-Zuidwestenwind waait de lucht vanaf Schiphol richting het meetstation. De UFP-concentratie was in 2023 vergelijkbaar met 2022. De UFP-concentratie was in 2023 gemiddeld 12.880 deeltjes/cm³, in 2022 was dit 12.946 deeltjes/cm³.

Voor roet (Black Carbon) en ultrafijn stof heeft de WHO geen gezondheidkundige advieswaarden opgesteld.

Houtstook

Er staan twee meetapparaten in het Amsterdamse luchtmeetnet waarmee de bijdrage van houtstook aan de roetconcentratie gemeten kan worden. Uit de metingen blijkt dat houtstook op deze twee locaties een belangrijke bijdrage (circa 20%) levert aan de roetconcentratie in de lucht. In de wintermaanden is de bijdrage van houtstook aan de luchtverontreiniging duidelijk hoger dan in de lente en zomer. Deze resultaten zijn vergelijkbaar met 2022.

Ozon (O₃)

Op het meetpunt met veel verkeer (van Diemenstraat) was in 2023 de ozonconcentratie 52,5 µg/m³. Dat is 6,3 µg/m³ hoger dan in 2022. Op de meetpunten met weinig verkeer was in 2023 de concentratie 55,2 µg/m³, dat is 3,6 µg/m³ hoger dan in 2022. Dat de ozonconcentraties in drukke straten hoger zijn dan in rustige straten komt doordat ozon reageert met door het verkeer uitgestoten NO (stikstofmonoxide). Over de afgelopen 10 jaar stijgen de ozonconcentraties gemiddeld met 1,4 µg/m³ per jaar op het verkeersbelaste meetpunt en met 1,3 µg/m³ op de meetpunten met weinig verkeer.

Ozon wordt niet rechtstreeks door bronnen uitgestoten, maar ontstaat in de atmosfeer uit reacties tussen stikstofoxiden en vluchtige organische componenten onder invloed van zonlicht. De weersomstandigheden hebben een belangrijke invloed op de ozonconcentratie. Ozonconcentraties zijn lokaal en op landelijke schaal nauwelijks te beïnvloeden. Ze worden bepaald door grootschalige processen, zoals aanvoer van stikstofoxiden en andere luchtverontreinigende stoffen vanuit Europa en mondiaal.

Aan de gezondheidkundige advieswaarden voor ozon werd op geen van de meetstations voldaan.

Invloed van het weer

Het weer heeft een grote invloed op de luchtkwaliteit. De lucht wordt bijvoorbeeld schoner als het veel waait uit westelijke richting en als het regent. Is het langere tijd droog en is er weinig wind vanuit het (zuid)oosten, dan wordt de lucht viezer. Windrichting, windsnelheid, hoeveelheid neerslag en zonuren bepalen in hoge mate de aanvoer, verspreiding, depositie ('neerslaan') en de vorming en afbraak van verontreinigende stoffen in de lucht. De weersomstandigheden variëren van jaar tot jaar en dit heeft een belangrijke invloed op de luchtkwaliteit.

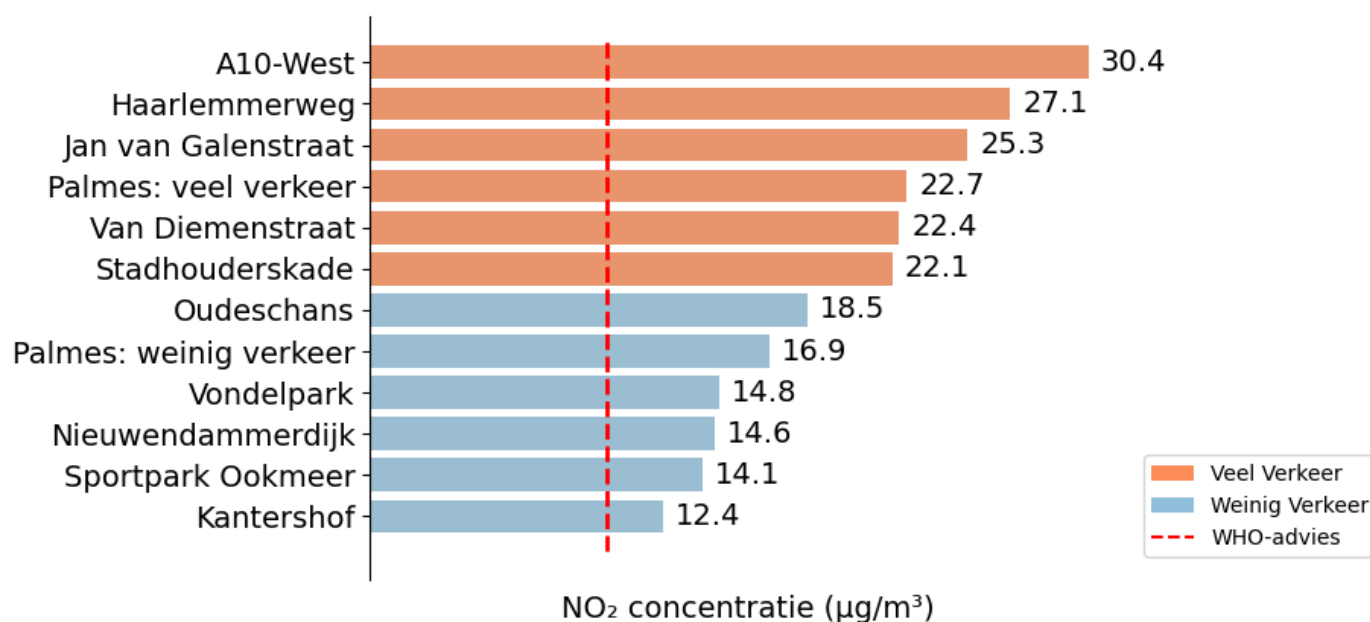
Het jaar 2023 was een bijzonder jaar met betrekking tot het weer. Er viel veel regen. In vergelijking met het voorgaande jaar was 2023 ongeveer even warm en het waaide harder (gebaseerd op KNMI-weerstation Schiphol). Al met al lijken de weersomstandigheden in 2023 gunstiger voor de luchtkwaliteit vergeleken met 2022.

1. Stikstofdioxide (NO₂) concentraties

Stikstofoxiden (NO en NO₂) komen vrij bij verbrandingsprocessen en ontstaan door oxidatie van stikstof in de lucht. Het grootste deel van de stikstofoxiden komt vrij als stikstofmonoxide (NO) maar dit molecuul heeft een korte levensduur en wordt snel omgezet in NO₂. NO is in tegenstelling tot NO₂ niet schadelijk voor de gezondheid. Het verkeer is de belangrijkste bron van NO₂ in Amsterdam.

1.1 Jaargemiddelde concentratie

Figuur 1 toont de jaargemiddelde stikstofdioxideconcentraties zoals die zijn gemeten op de vaste meetlocaties van het Amsterdamse meetnet luchtkwaliteit. In de figuur zijn locaties met veel verkeer oranje gekleurd en met weinig of geen verkeer blauw gekleurd. Stikstofdioxide (NO₂) wordt ook nog eens op 145 locaties met een eenvoudige techniek gemeten (met Palmes buisjes, zie paragraaf 1.4). De gemiddelden daarvan zijn ook verdeeld in locaties met veel en weinig wegverkeer en in de grafiek weergegeven als 'Palmes: veel verkeer' en 'Palmes: weinig verkeer'. Alle jaargemiddelden zijn ruim onder de wettelijke grenswaarde van 40 µg/m³ gebleven, ook op de drukste plekken. Daarentegen wordt de gezondheidkundige advieswaarde van 10 µg/m³ op alle meetpunten overschreden. Dat is overigens in grote delen van Nederland nog het geval. Deze gezondheidkundige jaargemiddelde advieswaarde wordt met de rode stippellijn aangegeven in de figuur.



Figuur 1 Jaargemiddelde NO₂ concentratie 2023

1.2 Daggemiddelde concentratie

De WHO heeft bij de gezondheidkundige advieswaarden voor NO₂ ook een daggemiddelde advieswaarde opgesteld. De WHO adviseert dat een daggemiddelde NO₂ concentratie van 25 µg/m³ maximaal drie dagen per jaar mag voorkomen. Op geen van de meetpunten, ook niet op die met weinig verkeer, wordt hieraan voldaan. Op het meetstation met de meeste daggemiddelde overschrijdingen, meetstation A10-West, waren er 237 dagen met een concentratie boven de 25 µg/m³. Op het meetstation met de minste daggemiddelde overschrijdingen, meetstation Kantershof, waren er 22 dagen met een concentratie boven de 25 µg/m³. Dat is 20 dagen minder dan vorig jaar.

Voor NO₂ geldt als EU-grenswaarde dat er geen uren met concentraties boven de 200 µg/m³ mogen voorkomen. Hier werd aan voldaan.

1.3 Trend afgelopen 10 jaar

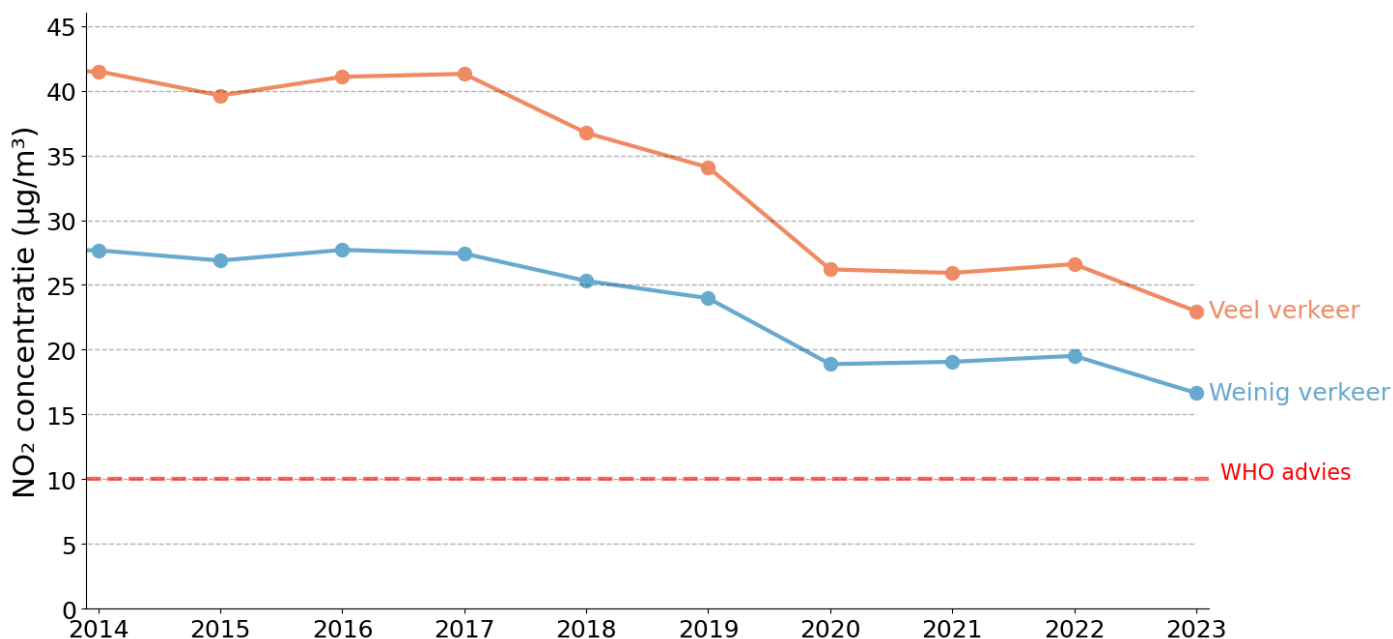
Stikstofdioxideconcentraties tonen over de jaren heen al langer een gestage daling, zowel op locaties met veel verkeer, als op de locaties met minder of geen verkeer. Deze daling over langere tijd is terug te voeren op strengere milieuwetten, zowel voor de uitstoot van auto's als voor de (Europese) industrie. In de stad zijn milieuzones ingesteld en daarbij wordt ook steeds schoner gereden, het wagenpark vernieuwd zich en het aantal elektrische voertuigen neemt toe. Dwars door deze dalende trend lopen de weersomstandigheden die van jaar tot jaar grote

invloed hebben op de jaargemiddelde concentraties. Dat is de reden waarom alleen over langere perioden (10 jaar) kunnen worden vastgesteld.

Figuur 2 toont de trend van de gemiddelde NO₂ concentratie op meetpunten met veel verkeer en weinig verkeer voor de afgelopen 10 jaar. Met een rode stippellijn is de gezondheidkundige advieswaarde van de WHO aangegeven (i.e. 10 µg/m³).

De ontwikkeling van de NO₂ concentratie over de afgelopen 10 jaar is met behulp van een trendanalyse geanalyseerd. De resultaten hiervan staan in tabel 1. De tabel toont dat op ieder meetstation de trend dalende is, een negatieve waarde duidt op een afname in concentratie. De p-waarde helpt om de betekenis van de resultaten te bepalen, zodra deze onder de 0,05 ligt, is de trend statistisch significant. Dit betekent dat het voor 95% zeker is dat ook werkelijk een dalende trend is waargenomen.

De dalende trend is op alle meetstations statistisch significant. Op de meetpunten met veel verkeer dalen de concentraties met gemiddeld 2,31 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar. En op de meetpunten met weinig verkeer dalen de concentraties met gemiddeld 1,34 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar.



Figuur 2 Trend jaargemiddelde NO₂ concentratie in de afgelopen 10 jaar

Tabel 1 Trendanalyse NO₂ concentratie 2014-2023

Meetstation	Gemiddelde (± SE*) daling NO ₂	p-waarde**	Meetstation	Gemiddelde (± SE*) daling NO ₂	p-waarde**
Veel verkeer	-2.31 (± 0.30)	<0.001	Weinig verkeer	-1.34 (± 0.18)	<0.001
A10-West	-2.26 (± 0.25)	<0.001	Nieuwendammerdijk	-1.07 (± 0.19)	<0.001
Haarlemmerweg	-3.07 (± 0.30)	<0.001	Vondelpark	-1.18 (± 0.2)	<0.001
Jan van Galenstraat	-2.40 (± 0.30)	<0.001	Oudeschans	-1.45 (± 0.21)	<0.001
Van Diemenstraat	-1.75 (± 0.29)	<0.001	Kantershof	-1.16 (± 0.15)	<0.001
Stadhouderskade	-1.88 (± 0.22)	<0.001	Sportpark Ookmeer	-0.97 (± 0.14)	<0.001

* SE = standaarderror, een maat voor de onzekerheid (spreiding) in de gemiddelde daling per jaar.

** p-waarde: daling is statistisch significant als p<0.05. Niet statistisch significant is schuingedrukt.

1.4 NO₂ gemeten met Palmesbuisjes

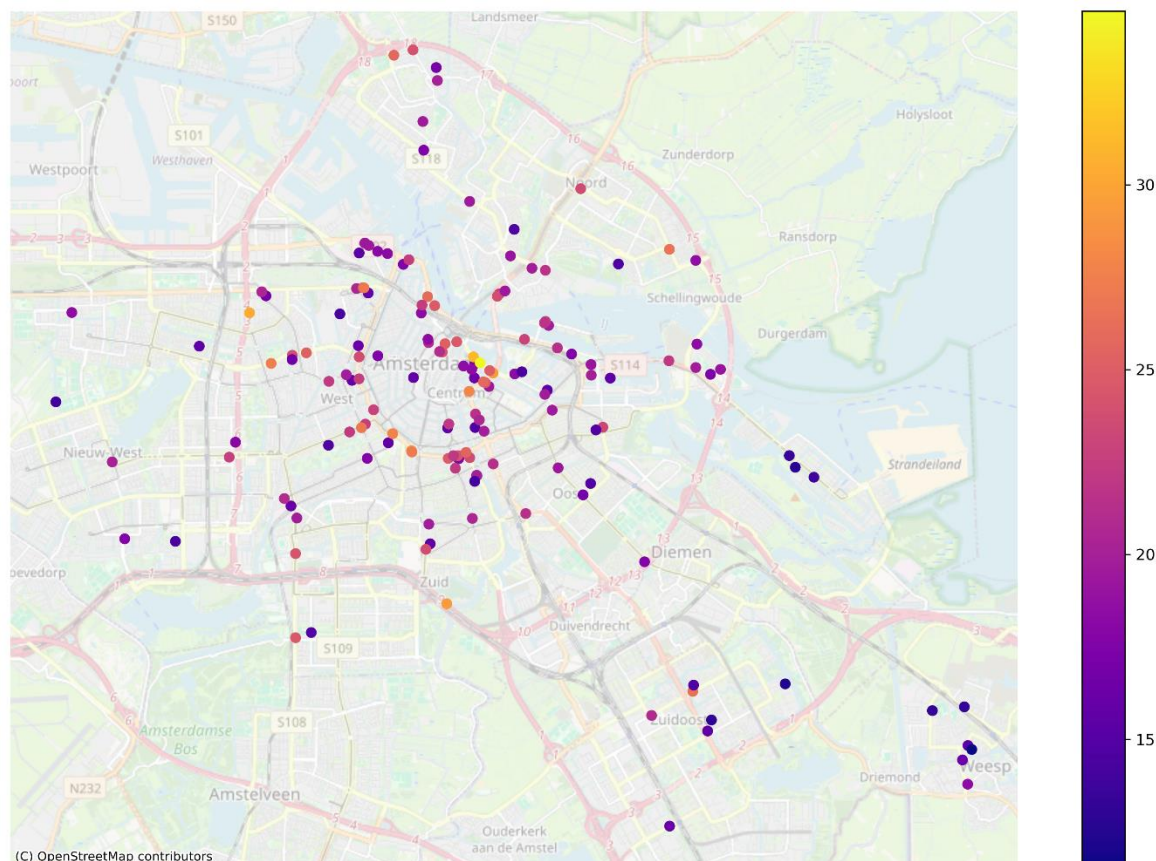
Het meten van stikstofdioxide vindt in het Amsterdamse meetnet op twee manieren plaats. Op vaste meetlocaties uit het automatisch meetnet gaat dit met behulp van continue analyse van de buitenlucht, waarbij doorlopend een kleine, constante hoeveelheid buitenlucht naar een analyse-apparaat wordt gepompt. Op 10 vaste plekken wordt

met deze zogenaamde referentiemethode op locaties met veel en weinig verkeer het gehalte stikstofdioxide bepaald. De meetmethode wordt iedere tweede dag gecontroleerd met een zogenaamd kalibratiegas, waarvan precies bekend is hoeveel stikstofdioxide daarin aanwezig is. Afwijkingen in de apparatuur kunnen zo worden opgespoord en eventueel worden gecorrigeerd. De apparatuur is kostbaar, gevoelig voor omgevingsomstandigheden en daarom ondergebracht in geconditioneerde meetstations.

Soms is er discussie over de juiste meetlocatie, echter het hoofddoel van deze metingen is vaststellen of de lucht in de stad beter wordt, dus het vaststellen van trends. Het verplaatsen van stations, ook al zou een betere plek beschikbaar komen, verstoort het vastleggen van trends. Ook overgaan op een andere, betere of juist goedkopere meetmethode, zou hier invloed op kunnen hebben. We meten daarom zoveel mogelijk op dezelfde plekken al jaren met exact dezelfde methode.

Om toch flexibel te kunnen zijn, en bijvoorbeeld enkele jaren op een bepaalde plek stikstofdioxide te kunnen meten, wordt een tweede methode gehanteerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van zogenaamde Palmes diffusiebuisjes. Deze metingen zijn te bekijken op www.maps.amsterdam.nl/no2.

Buisjes, ongeveer 7 centimeter lang, die speciaal zijn geprepareerd om stikstofdioxide te adsorberen worden op 145 plekken in de stad iedere vier weken gewisseld en daarna geanalyseerd. Op basis daarvan kunnen relatief goedkoop op veel meer plaatsen in de stad stikstofdioxide concentraties worden bepaald (zie figuur 3). Weliswaar iets minder nauwkeurig, maar door slimme vergelijking met de geavanceerde vaste meetstations, nauwkeurig genoeg om probleemplekken in de stad aan te wijzen en lokaal beter inzicht te krijgen hoe de luchtkwaliteit zich ontwikkelt.



Figuur 3 Locaties en concentratie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) NO_2 -Palmesbuisjes 2023

NO_2 - buisjes metingen in 2023

De kaart in figuur 3 toont de verdeling van de NO_2 -buisjes over de stad. In tabel 2 staat een samenvatting van de buisjes metingen in 2023. Per type meetpunt staat in de tabel het aantal meetpunten, de gemiddelde concentratie, de hoogste en laagste gemeten waarden en de percentielen (25-, 50-, 75-percentiel).

Tabel 2 Overzicht van de NO₂ Palmesbuisjesmetingen in 2023

Type meetpunt	Aantal meetpunten	Gemiddelde (± SD)	Laagste	25-percentiel	50-percentiel	75-percentiel	Hoogste
Straat	95	21.6 (± 3.9)	13.3	19.4	21.1	23.8	34.7
Snelweg	6	22.4 (± 4.7)	17.8	18.7	21.6	25.3	29.3
Waterweg	3	20.9 (± 2.2)	18.4	20.0	21.7	22.2	22.6
Achtergrond	41	26.4 (± 2.4)	11.6	14.9	16.0	17.5	24.4

In tabel 3 staan de locaties met de 3 hoogste en de 3 laagste jaargemiddelde concentraties gemeten met buisjes.

Tabel 3 Locaties met hoogste en laagste NO₂ Palmesbuisjes metingen in 2023

3 hoogst gemeten locaties			3 laagst gemeten locaties		
Stadsdeel	NO ₂ (µg/m ³)		Stadsdeel	NO ₂ (µg/m ³)	
Prins Hendrikkade	Centrum	34.7	Kortvoort	Zuid Oost	12.9
Prins Hendrikkade	Centrum	31.3	Zwanenbloemlaan	Oost (IJburg)	12.8
A10 Zuid (Snelweg)	Zuid	29.3	Tuinkade	Weesp	11.6

2. Fijn stof - PM₁₀

Fijn stof is een verzamelnaam voor kleine, met het blote oog niet zichtbare, deeltjes die in de lucht zweven. Bijvoorbeeld roetdeeltjes of kleine stukjes autoband (slijtage). Deze deeltjes verschillen in oorsprong, grootte en samenstelling. Fijn stof is het onderdeel van luchtverontreiniging dat voor de meeste gezondheidseffecten zorgt. Hoe kleiner de deeltjes zijn hoe dieper ze in de longen terecht komen en hoe meer schade ze kunnen aanrichten.

Fijn stof kan gedefinieerd worden als: PM₁₀ - dit zijn deeltjes met een diameter kleiner dan 10 micrometer (0,01 millimeter). En als PM_{2.5} - dit zijn deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 micrometer (0,0025 millimeter). PM staat voor Particulate Matter. Fijn stof is voor het grootste deel afkomstig van menselijke activiteiten zoals verkeer en industrie, maar kan ook een natuurlijke oorsprong hebben (bodemstof, zeezout). Voor een deel worden fijn stof deeltjes rechtstreeks uitgestoten (primaire fijn stof), voor een deel worden ze in de atmosfeer gevormd door chemische reacties van gasvormige verbindingen (secundaire fijn stof). De fijn stof deeltjes kunnen over een grote afstand, tot wel duizenden kilometers, getransporteerd worden.

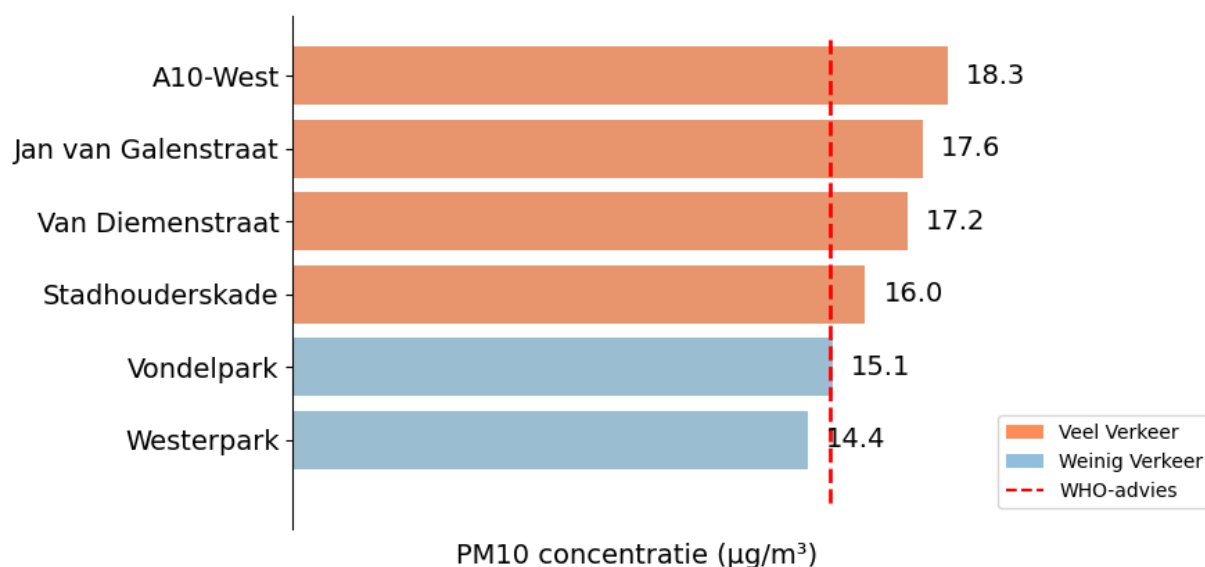
In het algemeen geldt dat fijn stof, dat als gevolg van verbrandingsprocessen wordt uitgestoten, een (veel) kleinere diameter heeft dan stofdeeltjes die als gevolg van mechanische processen (slijtage, verwaaiing) in de lucht komen. Dit heeft tot gevolg dat het brondeel van verbrandingsprocessen in de PM_{2.5} fractie groter is dan in de PM₁₀ fractie.

Uit onderzoek is bekend dat fijn stof ook bij hele lage concentraties schadelijk is voor de gezondheid. Tot op heden is het niet mogelijk gebleken om een 'veilige grenswaarde' vast te stellen waar beneden er geen schade optreedt aan de gezondheid. Desalniettemin heeft de WHO gezondheidkundige advieswaarden voor fijn stof opgesteld.

2.1 Jaargemiddelde concentratie

Figuur 4 toont de jaargemiddelde PM₁₀ concentraties zoals die zijn gemeten op de vaste meetlocaties van het Amsterdamse meetnet luchtkwaliteit. Locaties met veel verkeer zijn oranje gekleurd, met weinig of geen verkeer blauw. Bij PM₁₀ zien we dat het verschil tussen locaties met veel verkeer (oranje), en achtergrondlocaties met weinig of geen verkeer (blauw) relatief klein is. Het verschil is door de jaren heen steeds kleiner geworden en bedraagt nu nog maar enkele microgrammen. De bijdrage van het lokale verkeer aan PM₁₀ is dus vrij beperkt.

Alle jaargemiddelden zijn ruim onder de wettelijke grenswaarde van 40 µg/m³ gebleven. De gezondheidkundige advieswaarde van 15 µg/m³ (rode stippellijn in figuur) wordt bijna op alle meetpunten overschreden. Op meetstation Westerpark wordt voor het eerst aan de jaargemiddelde gezondheidkundige advieswaarde voldaan. Op meetstation Vondelpark werd deze nog net overschreden met 0.1 µg/m³.



Figuur 4 Jaargemiddelde PM₁₀ concentratie

2.2 Daggemiddelde concentratie

De WHO heeft bij de gezondheidkundige advieswaarden voor PM₁₀ ook een daggemiddelde advieswaarde opgesteld. De WHO adviseert dat een daggemiddelde PM₁₀ concentratie van 45 µg/m³ maximaal drie dagen per jaar mag voorkomen. De WHO-advieswaarde voor de daggemiddelde concentratie werd op alle meetstations gehaald, met uitzondering van meetstation Stadhouderskade. Op dit meetstation waren er 5 dagen met concentratie boven de 45 µg/m³.

Voor PM₁₀ is er een wettelijke grenswaarde voor de daggemiddelde concentratie. Die is maximaal 35 dagen met een concentratie hoger dan 50 µg/m³. Deze grenswaarde wordt op elke meetstation ruimschoots gehaald.

2.3 Trend afgelopen 10 jaar

Figuur 5 toont de trend van de gemiddelde PM₁₀ concentratie op meetpunten met veel verkeer en weinig verkeer. Met een rode stippellijn is de gezondheidkundige advieswaarde van de WHO aangegeven (i.e. 15 µg/m³).

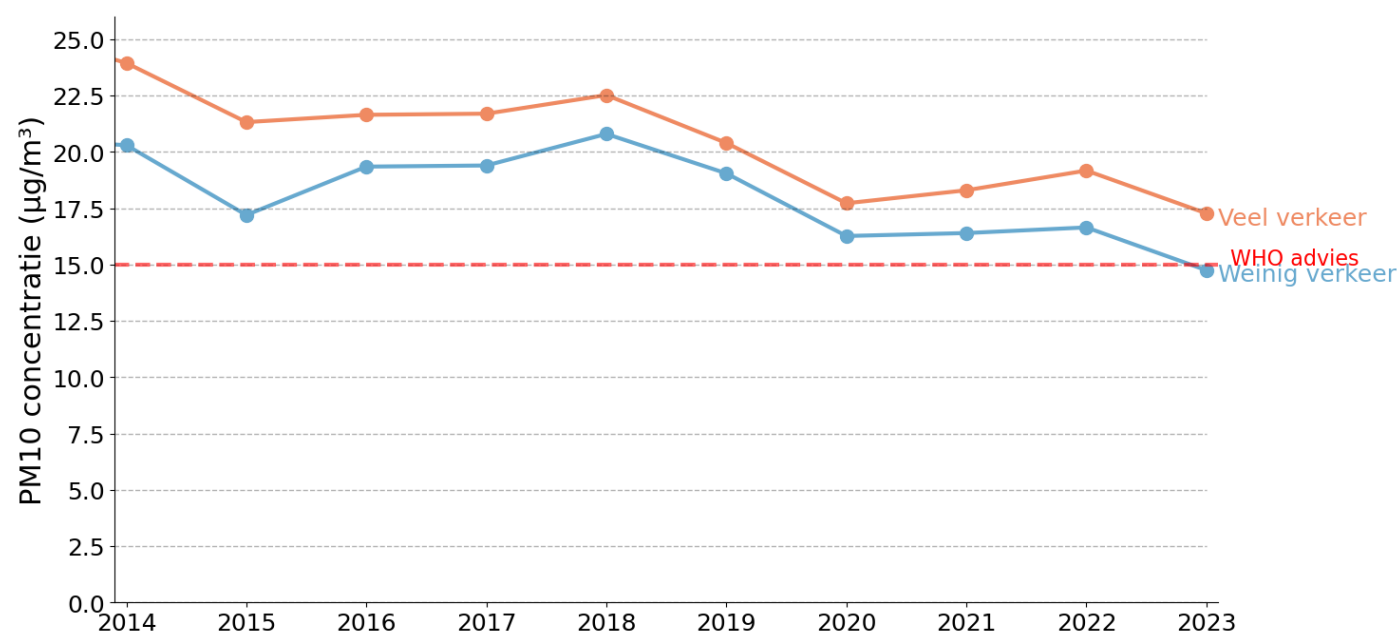
De ontwikkeling van de PM₁₀ concentratie over de afgelopen 10 jaar is met behulp van een trendanalyse geanalyseerd. De resultaten hiervan staan in tabel 4. De dalende trend is op alle meetstations, behalve achtergrondstation Westerpark, statistisch significant. Op de meetpunten met veel verkeer dalen de concentraties met gemiddeld 0,64 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar. En op de meetpunten met weinig verkeer dalen de concentraties met gemiddeld 0,48 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar.

Tabel 4 Trendanalyse PM₁₀ concentratie 2014-2023

Meetstation	Gemiddelde (± SE*) daling PM ₁₀	p-waarde**	Meetstation	Gemiddelde (± SE*) daling PM ₁₀	p-waarde**
Veel verkeer	-0.64 (± 0.12)	0.001	Weinig verkeer	-0.48 (± 0.16)	0.018
A10-West	-0.70 (± 0.16)	0.002	Vondelpark	-0.41 (± 0.15)	0.022
Van Diemenstraat	-0.76 (± 0.13)	<0.001	Westerpark	-0.55 (± 0.24)	0.053
Stadhouderskade	-0.65 (± 0.11)	<0.001			
Jan van Galenstraat	-0.46 (± 0.15)	0.015			

* SE = standaarderror, een maat voor de onzekerheid (spreiding) in de gemiddelde daling per jaar.

** p-waarde: daling is statistisch significant als p<0.05. Niet statistisch significant is schuingedrukt.



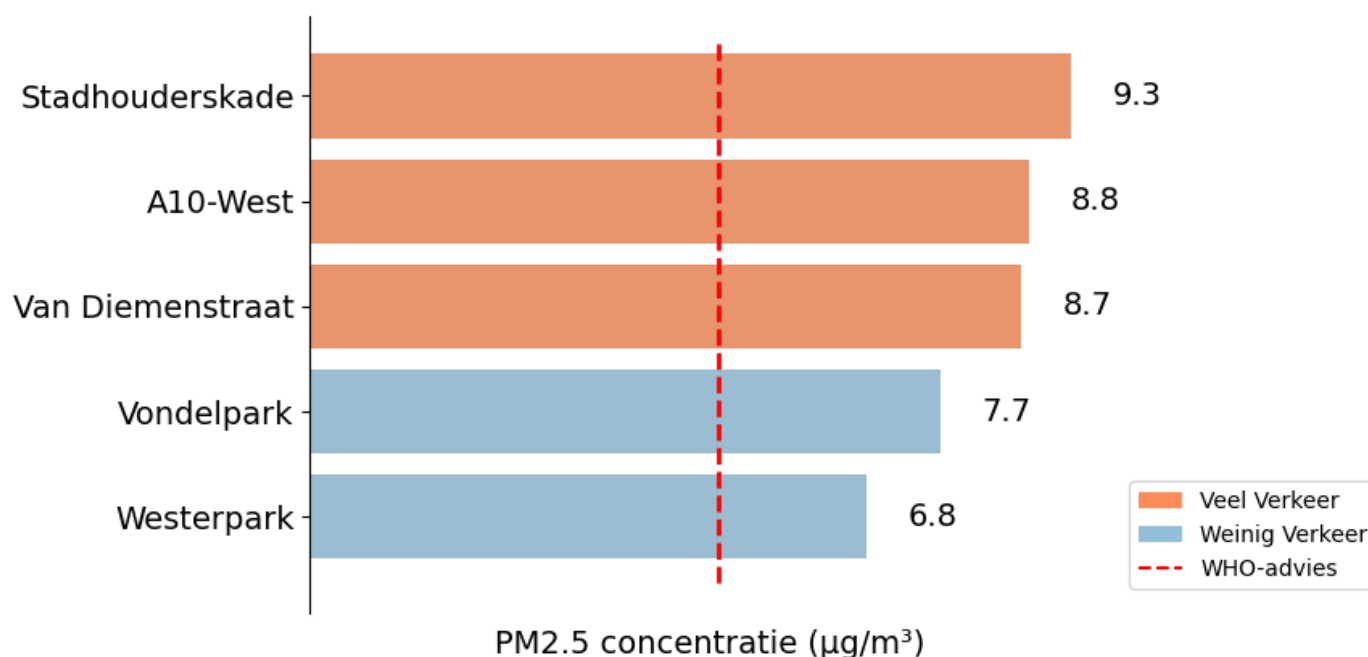
Figuur 5 Trend jaargemiddelde PM₁₀ concentratie in de afgelopen 10 jaar

3. Fijn stof - PM_{2.5}

3.1 Jaargemiddelde concentratie

Figuur 6 toont de jaargemiddelde PM_{2.5} concentraties zoals die zijn gemeten op de vaste meetlocaties van het Amsterdamse meetnet luchtkwaliteit. Locaties met veel verkeer zijn oranje gekleurd, met weinig of geen verkeer blauw. Net als bij PM₁₀ zien we dat het verschil tussen locaties met veel verkeer (oranje), en achtergrondlocaties met weinig of geen verkeer (blauw) relatief klein is. De bijdrage van het lokale verkeer aan PM_{2.5} concentratie is dus vrij beperkt.

Alle jaargemiddelden zijn ruim onder de wettelijke grenswaarde van 25 µg/m³ gebleven. De gezondheidskundige advieswaarde van 5 µg/m³ (rode stippellijn in figuur) wordt op alle meetpunten overschreden. Dit geldt overigens voor grote delen van Nederland.



Figuur 6 Jaargemiddelde PM_{2.5} concentratie

3.2 Daggemiddelde concentratie

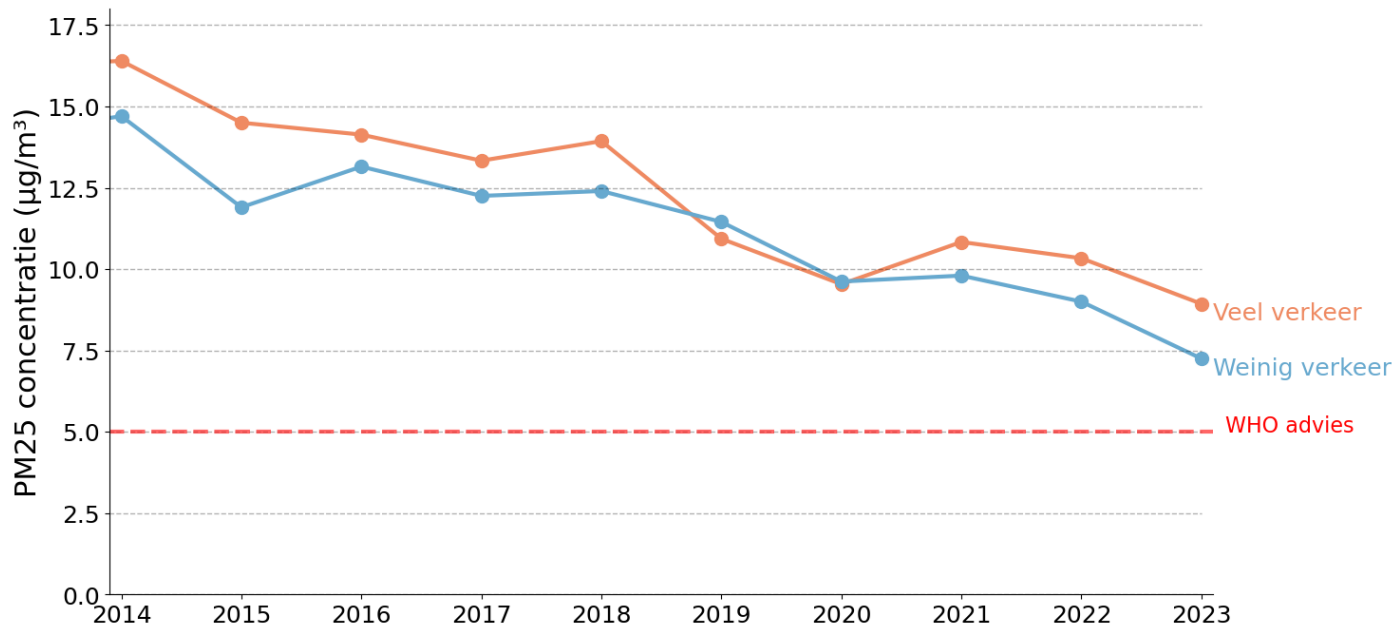
De WHO heeft bij de gezondheidskundige advieswaarden voor PM_{2.5} ook een daggemiddelde advieswaarde opgesteld. De WHO adviseert dat een daggemiddelde PM₁₀ concentratie van 15 µg/m³ maximaal drie dagen per jaar mag voorkomen.

Op geen van de meetpunten werd hieraan voldaan. Het aantal dagen met overschrijding van de WHO-advieswaarde varieerde tussen de 22 dagen (Westerpark) en 42 dagen (Stadhouderskade) op de verschillende meetstations.

3.3 Trend afgelopen 10 jaar

Figuur 7 toont de trend van de gemiddelde PM_{2.5} concentratie op meetpunten met veel verkeer en weinig verkeer. Met een rode stippellijn is de gezondheidskundige advieswaarde van de WHO aangegeven (i.e. 5 µg/m³).

De ontwikkeling van de PM_{2.5} concentratie over de afgelopen 10 jaar is met behulp van een trendanalyse geanalyseerd. De resultaten hiervan staan in tabel 5. De dalende trend is op alle meetstations statistisch significant. Op de meetpunten met veel verkeer dalen de concentraties met gemiddeld 0,77 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar. En op de meetpunten met weinig verkeer dalen de concentraties met gemiddeld 0,68 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar.



Figuur 7 Trend jaargemiddelde PM_{2.5} concentratie in de afgelopen 10 jaar

Tabel 5 Trendanalyse PM_{2.5} concentratie 2014-2023

Meetstation	Gemiddelde (± SE*) daling PM _{2.5}	p-waarde**	Meetstation	Gemiddelde (± SE*) daling PM _{2.5}	p-waarde**
Veel verkeer	-0.77 (± 0.1)	<0.001	Weinig verkeer	-0.68 (± 0.09)	<0.001
A10-West	-0.82 (± 0.11)	<0.001	Vondelpark	-0.60 (± 0.12)	0.001
Van Diemenstraat	-0.85 (± 0.10)	<0.001	Westerpark	-0.77 (± 0.19)	0.003
Stadhouderskade	-0.64 (± 0.14)	0.001			

* SE = standaarderror, een maat voor de onzekerheid (spreiding) in de gemiddelde daling per jaar.

** p-waarde: daling is statistisch significant als $p < 0.05$. Niet statistisch significant is schuingedrukt.

4. Roetconcentraties

Roetdeeltjes komen vooral vrij bij de verbranding van fossiele brandstoffen en maken deel uit van PM₁₀ en PM_{2.5}. Het wegverkeer (met name dieselmotoren) is een belangrijke bron van roet. Bij een uitlaat van een oude dieselauto of oude boot, wordt de zwarting van de rookpluim veroorzaakt door roetdeeltjes. In het Engels wordt roet vaak Black-Carbon genoemd. Uit onderzoek blijkt dat dieselroet schadelijke effecten op de gezondheid heeft.

Roetdeeltjes hebben een kern van koolstof en zitten voor het grootste deel in de ultrafijne fractie van het fijn stof (kleiner dan 0,1 micrometer). Na inademing kunnen deze deeltjes in de longblaasjes terechtkomen en uiteindelijk ook in de bloedbaan waarna ze in het hele lichaam schade kunnen aanrichten.

Roet is een algemene term. De hoeveelheid roet kan op verschillende manieren worden vastgesteld. De GGD Amsterdam meet het roetgehalte sinds 2012 als 'Black Carbon'.

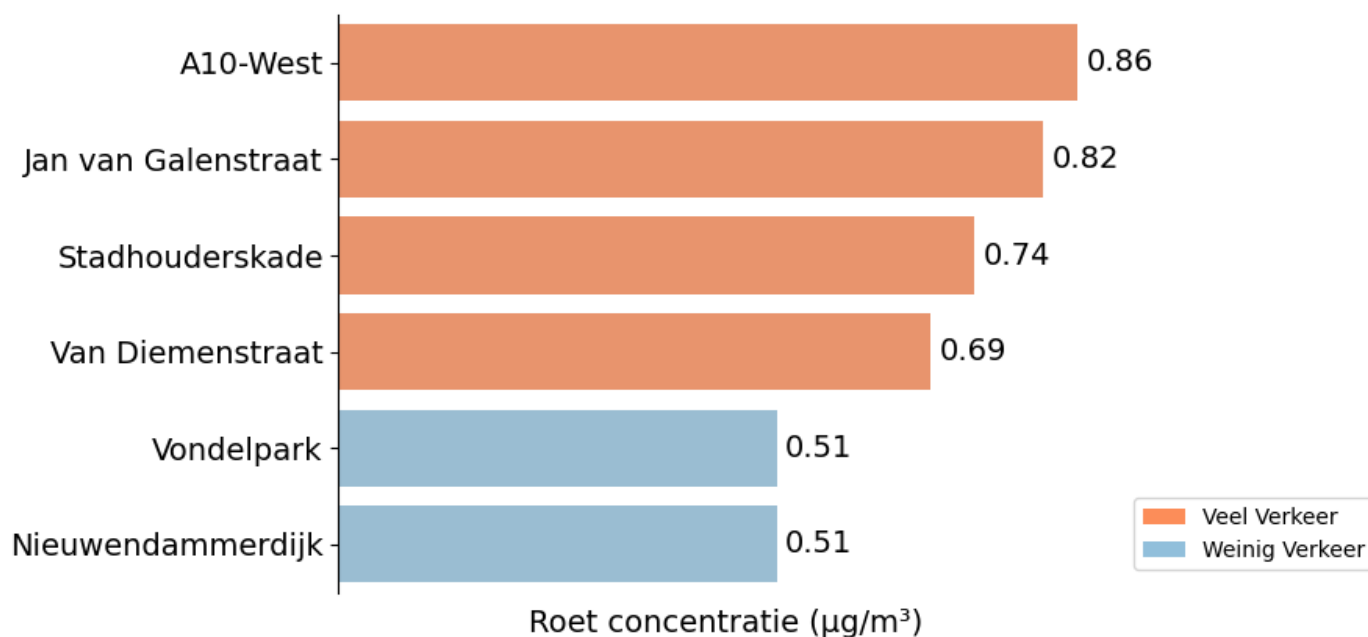
Het dieselverkeer heeft de laatste decennia een grote ontwikkeling doorgemaakt, het roetfilter en steeds strengere Euro-normen voor vrachtverkeer zijn daar voorbeelden van. Het gehalte roet wordt uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dat is eigenlijk wel een beetje vreemd, omdat de meettechniek alleen naar kleuring kijkt, namelijk de zwarting op een (wit) filter. Die zwarting wordt dan omgerekend naar een gewicht. Niet ieder meettoestel doet dat op dezelfde manier. Daarom is er voorzichtigheid geboden als je wilt vergelijken met wat in andere steden buiten Nederland wordt gemeten. Hoe zwaar die deeltjes roet echt zijn is dus niet zo duidelijk. Alhoewel er ook geen wettelijke grenswaarde voor roet bestaat, stelt de WHO zich op het standpunt hoe lager hoe beter. Onder andere, omdat aan roet heel veel schadelijke verbindingen geadsorbeerd kunnen zijn.

4.1 Jaargemiddelde concentratie

Figuur 8 toont de jaargemiddelde roetconcentraties zoals die zijn gemeten op de vaste meetlocaties van het Amsterdamse meetnet luchtkwaliteit. Locaties met veel verkeer zijn oranje gekleurd, met weinig of geen verkeer blauw.

De hoogste roetconcentratie is gemeten op het meetpunt langs de A10-West ($0,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De laagste concentraties zijn gemeten op de achtergrondstations Vondelpark en Nieuwendammerdijk ($0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Voor roet is er geen advieswaarde van de WHO en ook geen wettelijke grenswaarde.



Figuur 8 Jaargemiddelde Roet concentratie

4.2 Daggemiddelde concentratie

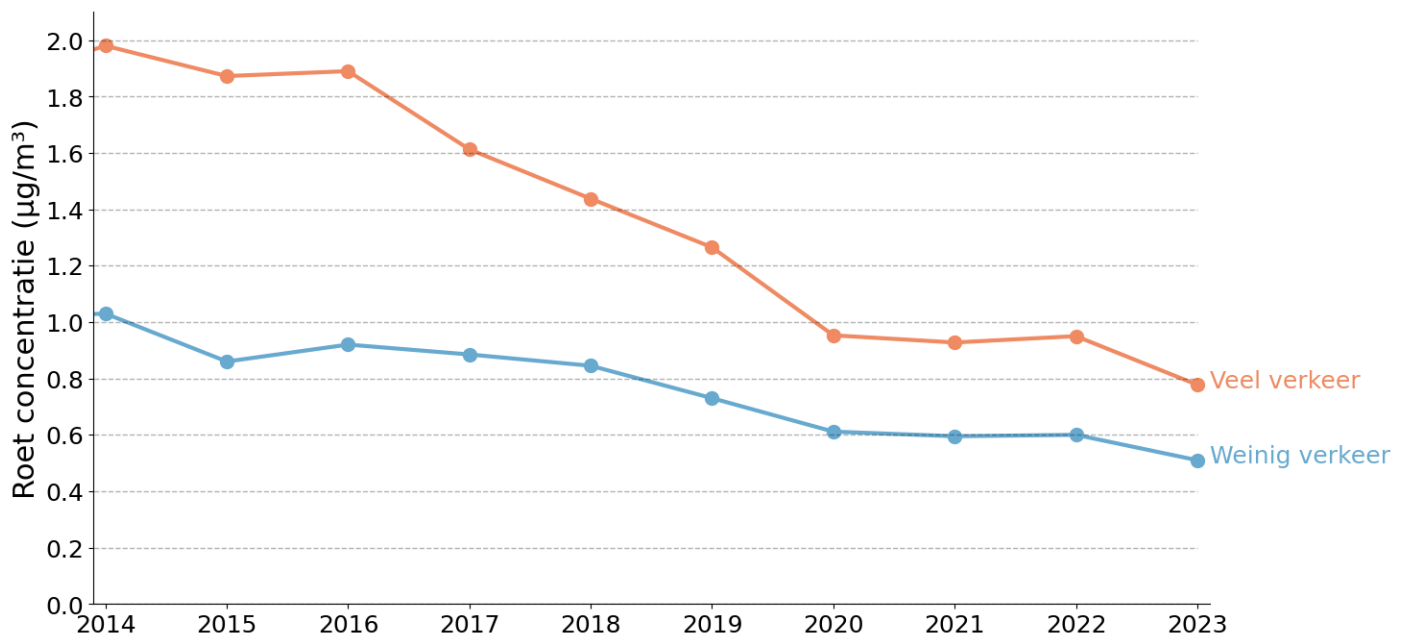
De WHO heeft geen daggemiddelde gezondheidkundige advieswaarden voor roet. Er zijn ook geen wettelijke daggemiddelden grenswaarden.

4.3 Trend afgelopen 10 jaar

Figuur 9 toont de trend van de gemiddelde roetconcentratie op meetpunten met veel verkeer en weinig verkeer. De ontwikkeling van de roetconcentratie over de afgelopen 10 jaar is met behulp van een trendanalyse geanalyseerd. De resultaten hiervan staan in tabel 6. De dalende trend is op alle meetstations statistisch significant.

De sterkste daling is te zien op de door het verkeer beïnvloede locaties. Op de meetpunten met veel verkeer dalen de concentraties met gemiddeld $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ over de afgelopen 10 jaar. Op de meetpunten met weinig verkeer dalen de concentraties met gemiddeld $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ over de afgelopen 10 jaar.

In 2023 zijn de roetconcentraties zijn relatief sterk gedaald ten opzichte van de jaren 2020 tot en met 2022.



Figuur 9 Trend jaargemiddelde roetconcentratie in de afgelopen 10 jaar

Tabel 6 Trendanalyse roetconcentratie 2014-2023

Meetstation	Gemiddelde (\pm SE*) daling Roet	p-waarde**	Meetstation	Gemiddelde (\pm SE*) daling Roet	p-waarde**
Veel verkeer	-0.15 (\pm 0.01)	<0.001	Weinig verkeer	-0.05 (\pm 0.01)	<0.001
A10-West	-0.2 (\pm 0.02)	<0.001	Vondelpark	-0.06 (\pm 0.01)	<0.001
Van Diemenstraat	-0.12 (\pm 0.01)	<0.001	Nieuwendammerdijk	-0.05 (\pm 0.01)	<0.001
Stadhouderskade	-0.11 (\pm 0.01)	<0.001			
Jan van Galenstraat	-0.17 (\pm 0.01)	<0.001			

* SE = standaarderror, een maat voor de onzekerheid (spreiding) in de gemiddelde daling per jaar.

** p-waarde: daling is statistisch significant als $p < 0.05$. Niet statistisch significant is schuingedrukt.

5. Roet door houtstook en fossiele brandstoffen

Houtstook is een bron van luchtvervuiling die een belangrijk probleem vormt voor de luchtkwaliteit en schadelijk is voor de gezondheid. Inmiddels is particuliere houtstook de grootste bron van fijn stof (PM_{2.5}) in Nederland. Bij het verbranden van hout komen verschillende schadelijke stoffen vrij, zoals fijn stof, dioxinen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), koolmonoxide en vluchtige organische stoffen. Verschillende van deze stoffen zijn kankerverwekkend.

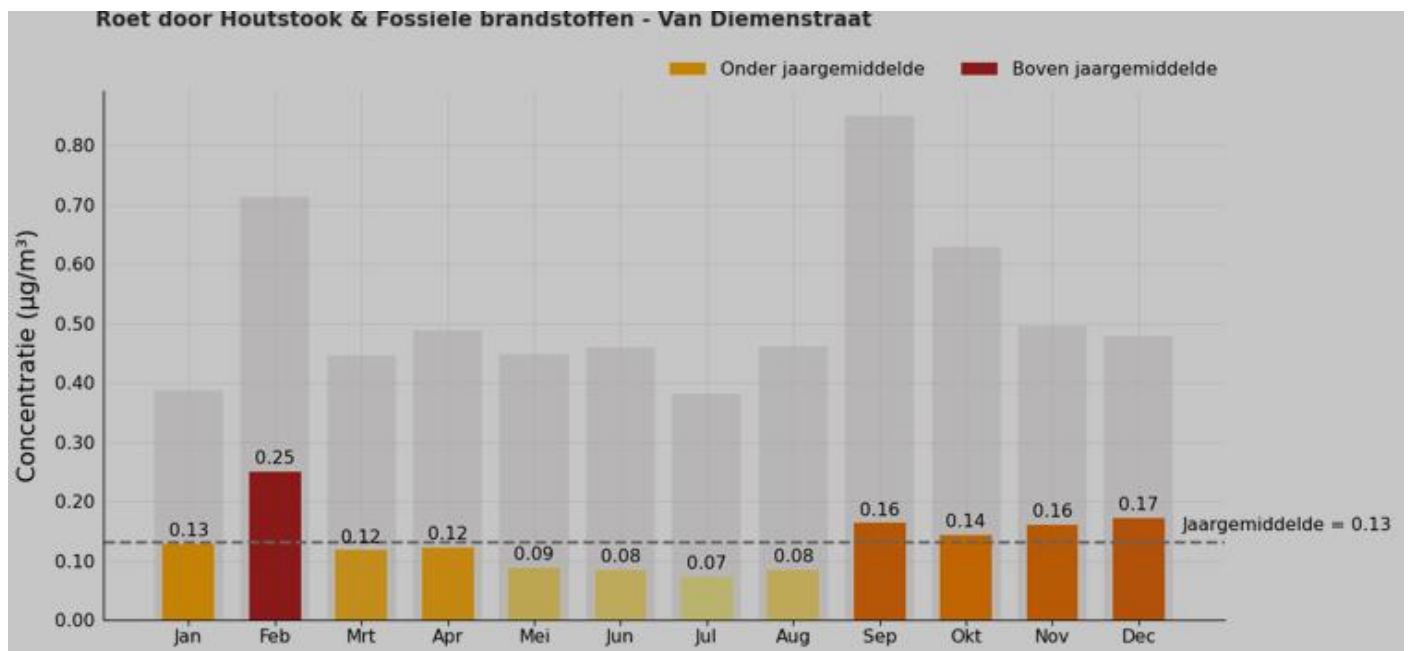
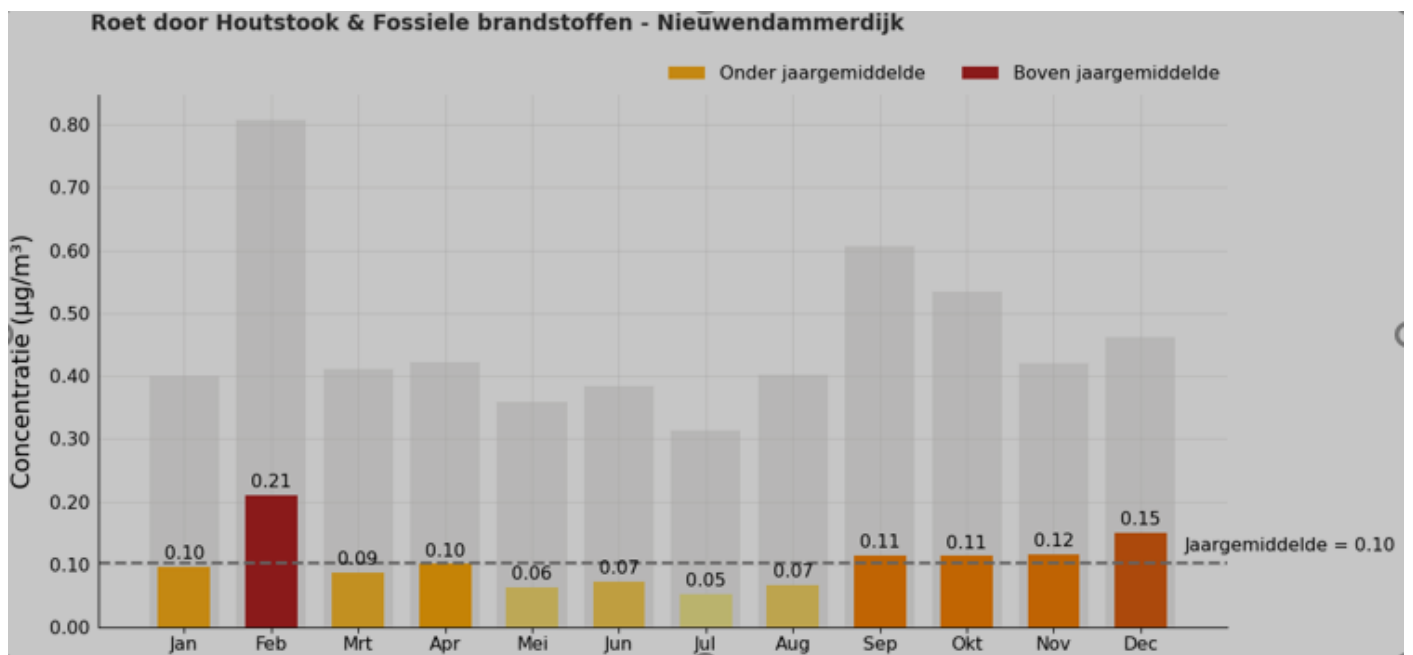
Sinds het Amsterdamse jaarrapport luchtkwaliteit 2022 tonen we de bijdrage van houtstook aan de roetconcentratie op twee plekken in de stad (Van Diemenstraat en Nieuwendammerdijk). De metingen zijn uitgevoerd met het meetapparaat Magee AE33. De AE33 meet roetconcentraties en kan daarbij onderscheid maken tussen de bijdrage van houtstook en fossiele brandstoffen. Hiermee kan een indruk worden gekregen van de bijdrage van houtstook aan de concentratie roet.

5.1 Bijdrage houtstook en fossiele brandstoffen aan de roetconcentratie

Uit de resultaten blijkt dat houtstook een belangrijke bijdrage (circa 20%) levert aan de roetconcentratie in de lucht.

In de wintermaanden is de bijdrage van houtstook groter dan in de zomermaanden (figuur 10). In die periode worden houtkachels en open haarden vaker gestookt. De jaargemiddelde roetconcentratie door houtstook op de Van Diemenstraat is 0,13 µg/m³. Vorig jaar was dat 0,16 µg/m³. Op de Nieuwendammerdijk was de jaargemiddelde roetconcentratie door houtstook 0,10 µg/m³ (vorig jaar 0,13 µg/m³).

In figuur 10 staat de bijdrage van fossiele brandstoffen aan de roetconcentratie in grijze balken weergegeven. Ook bij de fossiele brandstoffen is een verschil tussen de zomer- en wintermaanden te zien. In de winter zijn de concentraties hoger. De grijze balken (bijdrage fossiele brandstoffen) zijn hoger dan de gekleurde balken (bijdrage houtstook). Dat laat zien dat fossiele brandstoffen meer bijdragen aan de roetconcentratie dan houtstook.



Figuur 10 Bijdrage van houtstook (gekleurde balken) en fossiele brandstoffen (grijze balken) aan de roetconcentratie op de Nieuwendammerdijk (boven) en in de van Diemenstraat (onder)

6. Ultrafijn stof (UFP P_{M0.1})

Ultrafijn stof deeltjes (UFP) komen vrij bij verbrandingsprocessen en zijn zo klein (kleiner dan 0,1 micrometer) dat ze nauwelijks bijdragen aan de massaconcentratie fijn stof. De UFP concentratie wordt daarom uitgedrukt als het aantal deeltjes per kubieke centimeter (cm³).

Belangrijke bronnen van UFP zijn vliegverkeer en wegverkeer. In de buurt van drukke wegen hangt het UFP-gehalte sterk samen met het roetgehalte. In de buurt van de luchthaven is dat niet het geval: ultrafijn stof dat door het vliegverkeer wordt uitgestoten bevat vooral zwavel. De concentraties ultrafijn stof kunnen verhoogd zijn tot een afstand van enkele honderden meters van drukke (snel)wegen en enkele tientallen kilometers van een luchthaven.

Het meten van ultrafijn stof is technisch lastig uitvoerbaar en arbeidsintensief en maakte tot 2018 geen deel uit van het automatisch meetnet van de GGD Amsterdam.

In 2023 werd ultrafijn stof in Nederland in 2023 op slechts één meetstation binnen het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit gemeten, namelijk op meetstation Ookmeerweg in Osdorp.

De GGD Amsterdam is de UFP-metingen op dit meetstation gestart in 2018 in opdracht van het RIVM, in het kader van een onderzoek naar de blootstelling aan en gezondheidsrisico's van ultrafijn stof rondom Schiphol. De UFP-metingen op meetstation Osdorp zijn na afronding van dit onderzoek voortgezet. Meer informatie over UFP en de invloed van vlieg- en wegverkeer op de UFP concentraties en gezondheid is te vinden op de website van het RIVM: <https://www.rivm.nl/ultrafijn-stof>

6.1 Jaargemiddelde concentratie

UFP wordt op één meetstation gemeten (meetstation Ookmeerweg). De jaargemiddelde concentratie was 12.882 deeltjes/cm³.

De WHO heeft geen advieswaarde voor de jaargemiddelde UFP-concentratie. Er zijn ook geen wettelijke grenswaarden.

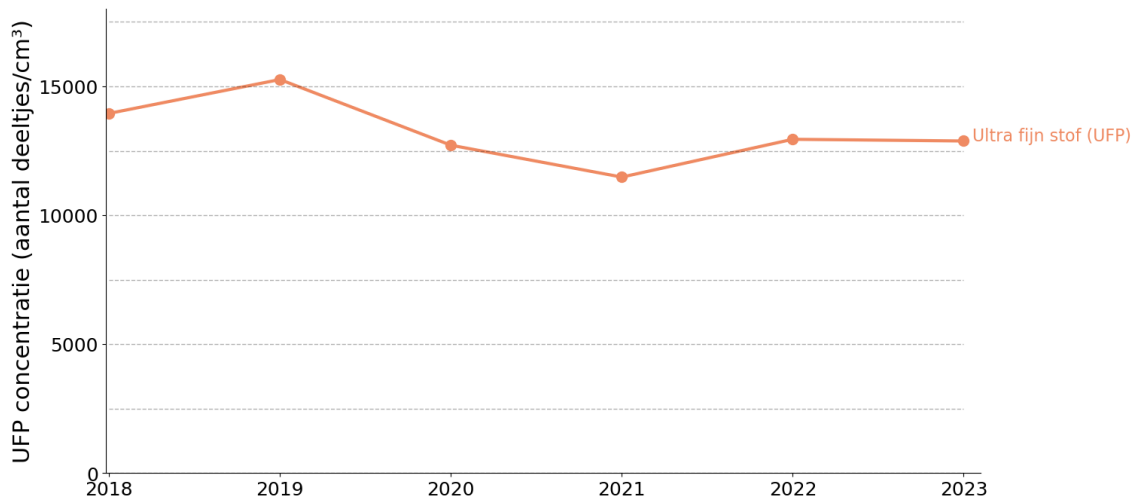
De kennis over UFP-concentraties in Nederland is afkomstig uit onderzoeksprojecten met gerichte meetcampagnes, vaak aangevuld met modelberekeningen. De achtergrondconcentratie UFP in Nederland wordt geschat op ongeveer 8000 deeltjes/cm³ (Gezondheidsraad, 2021).

6.2 Daggemiddelde concentratie

De WHO heeft geen daggemiddelde gezondheidkundige advieswaarden voor ultrafijn stof. De hoogst gemeten daggemiddelde concentratie was 39.068 deeltjes/cm³.

6.3 Trend afgelopen 10 jaar

De ultrafijn stof (UFP) concentratie in 2023 is vergelijkbaar met het jaar 2022 (figuur 11). Het is nog te vroeg om een echte trend te berekenen, omdat er pas sinds 2018 metingen hebben plaatsgevonden. Bij een tijdreeks vanaf 10 jaar kan een trendanalyse worden uitgevoerd.

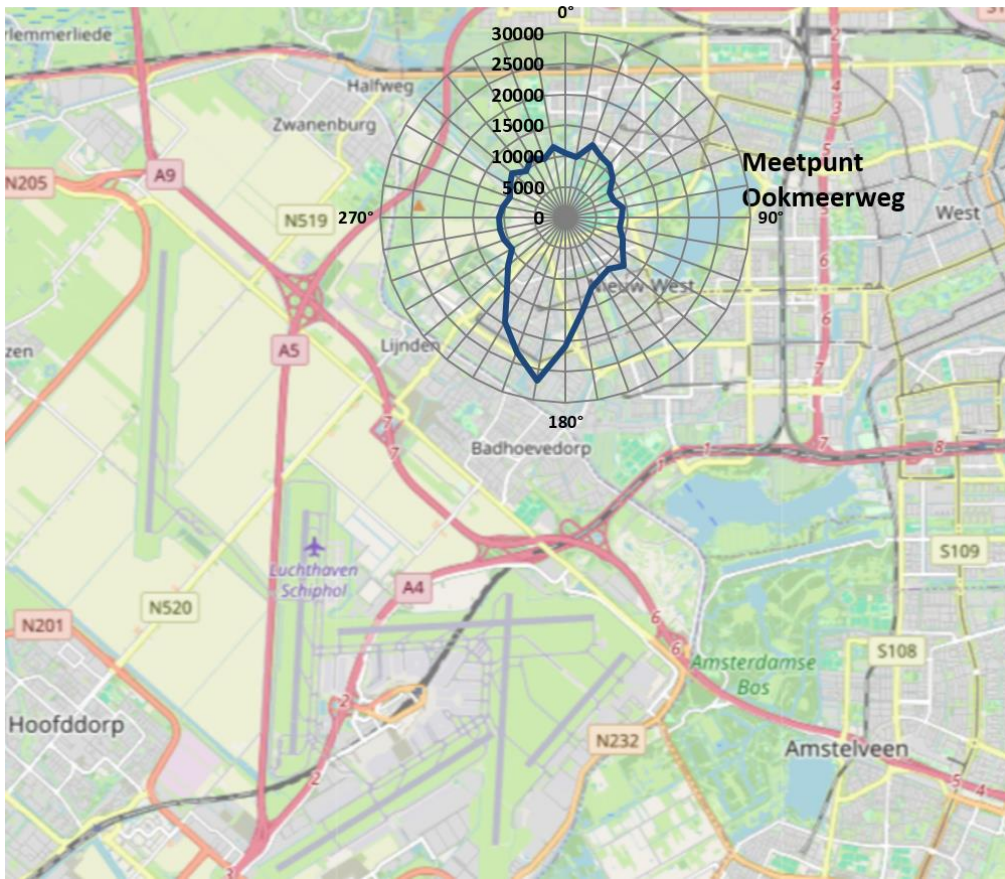


Figuur 11 Trend jaargemiddelde UFP-concentratie sinds 2018

6.4 Windroos UFP

In figuur 12 is de windroos van UFP van het meetpunt Ookmeerweg weergegeven. De windroos laat de gemiddelde concentratie UFP zien per windrichting. Bij zuid-zuidwestenwind waait de wind vanaf Schiphol over het meetstation. De windroos laat zien dat bij deze windrichting een sterke verhoging optreedt van de UFP-concentraties, met een maximum van bijna 27.000 deeltjes/cm³. Bij wind vanuit noordelijke richting is de UFP-concentratie ongeveer 10.000 deeltjes/cm³.

Hoewel de wind bij zuid-zuidwestenwind ook vanaf de snelwegen A4 en A9 waait is het niet waarschijnlijk dat de toename in UFP concentratie bij deze windrichting wordt veroorzaakt door het verkeer op deze snelwegen. Daarvoor is de afstand tot de snelwegen te groot. De concentraties ultrafijn stof kunnen verhoogd zijn tot een afstand van enkele honderden meters van drukke (snel)wegen en enkele tientallen kilometers van een luchthaven (Gezondheidsraad, 2021).



Figuur 12 Ultrafijn stof concentratie (in aantal deeltjes/cm³) per windrichting op meetstation Ookmeerweg

7. Ozon (O₃)

Ozon is vooral bekend door de ozonlaag. Ozon (O₃) is een product van chemische reacties met zuurstof die vooral onder invloed van zonlicht in de atmosfeer plaatsvinden. In de allerhoogste luchtlagen (stratosfeer) is veel ozon aanwezig die het leven op aarde beschermt door de schadelijke straling van de zon deels tegen te houden. Ozon in de lagere luchtlagen (troposfeer), de lucht die wij dagelijks inademen, is echter schadelijk voor de gezondheid.

Ozon wordt niet rechtstreeks door bronnen uitgestoten maar wordt in de atmosfeer gevormd onder invloed van zonlicht, door reacties van stikstofoxiden en vluchtige koolwaterstoffen. Vanwege de invloed van zonlicht zijn de ozonconcentraties in de winter veel lager dan in de zomer. Tijdens smogepisoden in de zomer kunnen kortdurende perioden met hoge ozonconcentraties optreden. In Amsterdam komt dat relatief weinig voor, dit heeft paradoxaal genoeg te maken met de intensiteit van het wegverkeer. Tijdens smogepisoden wordt het reeds gevormde ozon, dat van grote afstand wordt aangevoerd, namelijk 'opgegeten' door stikstofmonoxide dat door het wegverkeer wordt uitgestoten.

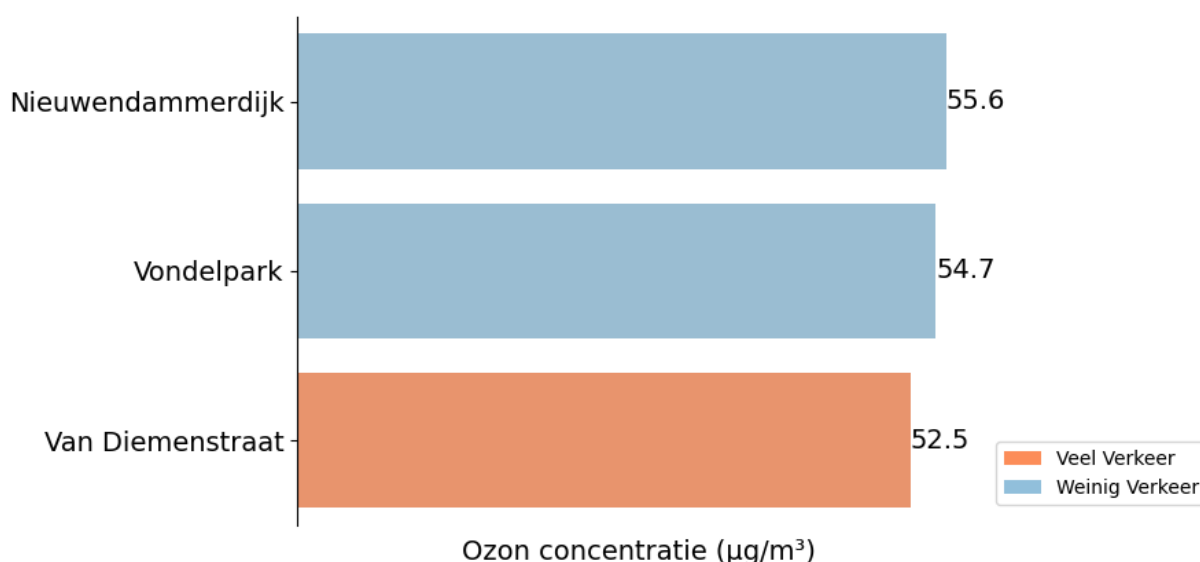
Lokale ozonconcentraties zijn niet en op landelijke schaal nauwelijks te beïnvloeden. Vorming (en afbraak) van ozon hangt van veel factoren af, de aanwezigheid van stikstofmonoxide is daar een illustratie van. Ook atmosferische omstandigheden, aanwezigheid van koolwaterstoffen, stikstofdioxide, stikstofmonoxide, en de hoeveelheid zonlicht spelen een ingewikkeld spel van allerlei chemische (evenwichts)reacties.

7.1 Jaargemiddelde concentratie

Figuur 13 toont de jaargemiddelde ozonconcentraties zoals die zijn gemeten op de vaste meetlocaties van het Amsterdamse meetnet luchtkwaliteit. Locaties met veel verkeer zijn oranje gekleurd, met weinig of geen verkeer blauw.

Wat direct opvalt is dat, in tegenstelling tot de andere luchtvervuilende componenten, de concentraties op de meetpunten met weinig verkeer hoger zijn dan op het meetpunt met veel verkeer. Dit komt door de uitstoot van stikstofmonoxide (NO) van het wegverkeer dat reageert met het aanwezige ozon, waardoor stikstofdioxide ontstaat en ozon verdwijnt.

Voor jaargemiddelde ozonconcentratie heeft de WHO geen gezondheidskundige advieswaarde. Er is ook geen wettelijke grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie.



Figuur 13 Jaargemiddelde ozonconcentratie

7.2 Daggemiddelde concentratie

Er zijn geen gezondheidskundige advieswaarden en wettelijke grenswaarden voor het daggemiddelde. Die zijn er wel voor het gemiddelde van acht uur.

De wettelijke grenswaarde is een 8-uursconcentratie van 120 µg/m³ die maximaal 25 dagen per jaar overschreden mag worden. Deze norm werd niet overschreden.

De WHO hanteert twee gezondheidkundige advieswaarden. Een maximale 8-uursconcentratie van 60 µg/m³ tijdens het piekseizoen mag niet worden overschreden. Op geen van de meetstations werd deze advieswaarde gehaald.

De tweede gezondheidkundige advieswaarde is een 8-uursconcentratie van 100 µg/m³ die maximaal 3 dagen per jaar overschreden mag worden. Op elk meetstation waren er 10 dagen met een concentratie hoger dan 100 µg/m³.

7.3 Trend afgelopen 10 jaar

Figuur 14 toont de trend van de gemiddelde ozonconcentratie op het meetpunt met veel verkeer (i.e. Van Diemenstraat) en meetpunten met weinig verkeer. De ontwikkeling van de ozonconcentratie over de afgelopen 10 jaar is met behulp van een trendanalyse geanalyseerd. De resultaten hiervan staan in tabel 7. De stijgende trend is op alle meetstations statistisch significant.

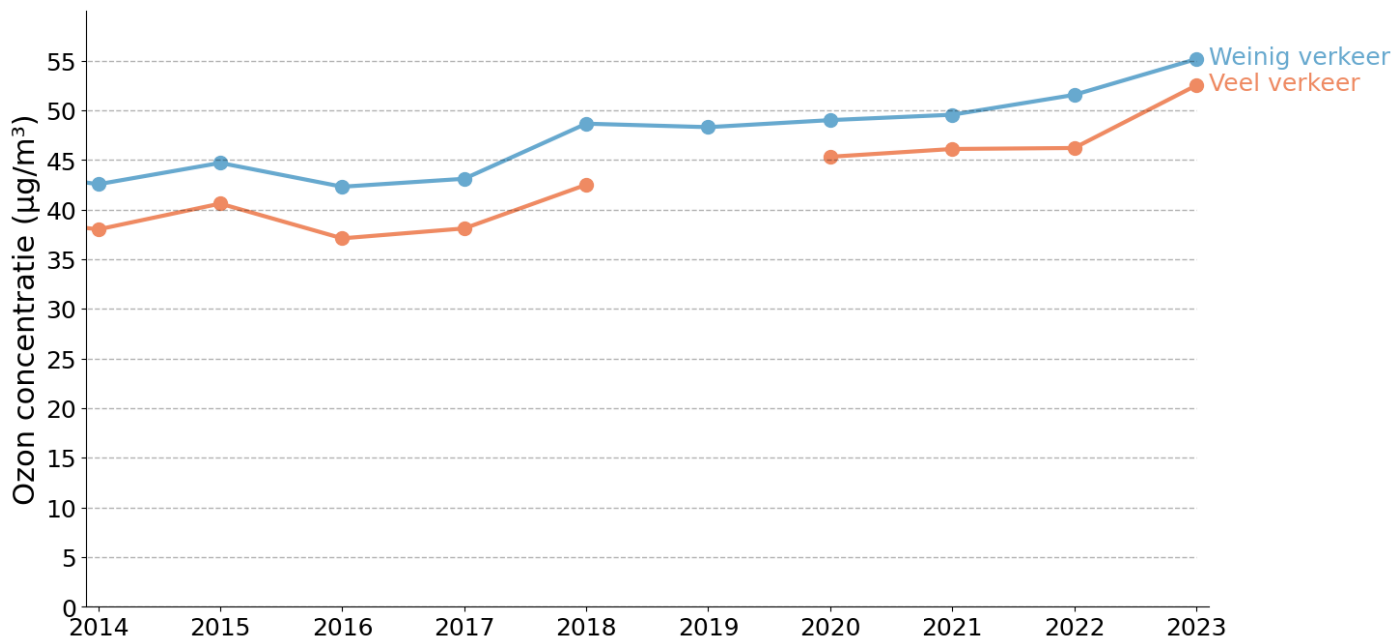
De figuur toont dat door de jaren heen de ozonconcentratie zowel op plekken met weinig verkeer als op één meetplek (Van Diemenstraat) met veel verkeer stijgt. In 2019 waren er veel ontbrekende meetgegevens in de Van Diemenstraat als gevolg van meettechnische problemen. Dit meetpunt is daarom uit de grafiek en trendanalyse weggelaten. Los van deze afwijking, zien we gemiddeld over meerdere jaren ook op de Van Diemenstraat een stijging.

Tabel 7 Trendanalyse ozonconcentratie 2014-2023

Meetstation	Gemiddelde (± SE*) stijging Ozon	p-waarde **	Meetstation	Gemiddelde (± SE*) stijging Ozon	p-waarde **
Van Diemenstraat	1.44 (± 0.25)	0.001	Weinig verkeer	1.30 (± 0.18)	<0.001
			Vondelpark	1.14 (± 0.17)	<0.001
			Nieuwendammerdijk	1.46 (± 0.23)	<0.001

* SE = standaarderror, een maat voor de onzekerheid (spreiding) in de gemiddelde daling per jaar.

** p-waarde: daling is statistisch significant als p<0.05. Niet statistisch significant is schuingedrukt.



Figuur 14 Trend jaargemiddelde ozonconcentratie in de afgelopen 10 jaar

8. Koolmonoxide (CO)

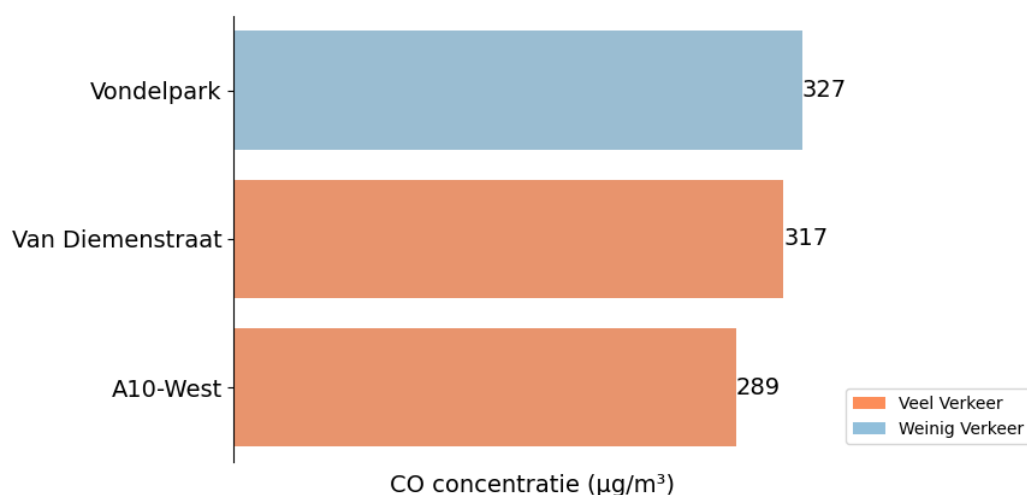
Koolmonoxide (CO) komt vrij bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen. Het verkeer vormt de belangrijkste bron van CO-emissie. In de atmosfeer oxideert CO tot CO₂ maar dit proces verloopt vrij langzaam. CO is bij concentraties zoals deze in de buitenlucht voorkomen niet schadelijk, maar is een goede en stabiele indicator voor de uitstoot van het wegverkeer. Benzinemotoren hebben een hogere CO-emissie dan dieselmotoren, terwijl dieselmotoren juist meer fijn stof en NO_x emitteren. In stedelijk gebied zijn meer koolmonoxide bronnen aan te wijzen dan gemotoriseerd verkeer alleen, vooral de opmars van particuliere houtstook is mogelijk van invloed.

8.1 Jaargemiddelde concentratie

Figuur 15 toont de jaargemiddelde CO-concentraties zoals die zijn gemeten op de vaste meetlocaties van het Amsterdamse meetnet luchtkwaliteit. Locaties met veel verkeer zijn oranje gekleurd, met weinig of geen verkeer blauw.

Meetpunt Vondelpark heeft in 2023 een hogere concentratie (327 µg/m³) dan de Van Diemenstraat en A10-West (317 en 289 µg/m³). De voorgaande jaren waren concentraties op de door verkeer belaste stations hoger (figuur 16). De verschillen zijn echter klein.

Er is geen wettelijke grenswaarde of gezondheidkundige advieswaarde voor de jaargemiddelde CO-concentratie.



Figuur 15 Jaargemiddelde Koolmonoxide concentratie

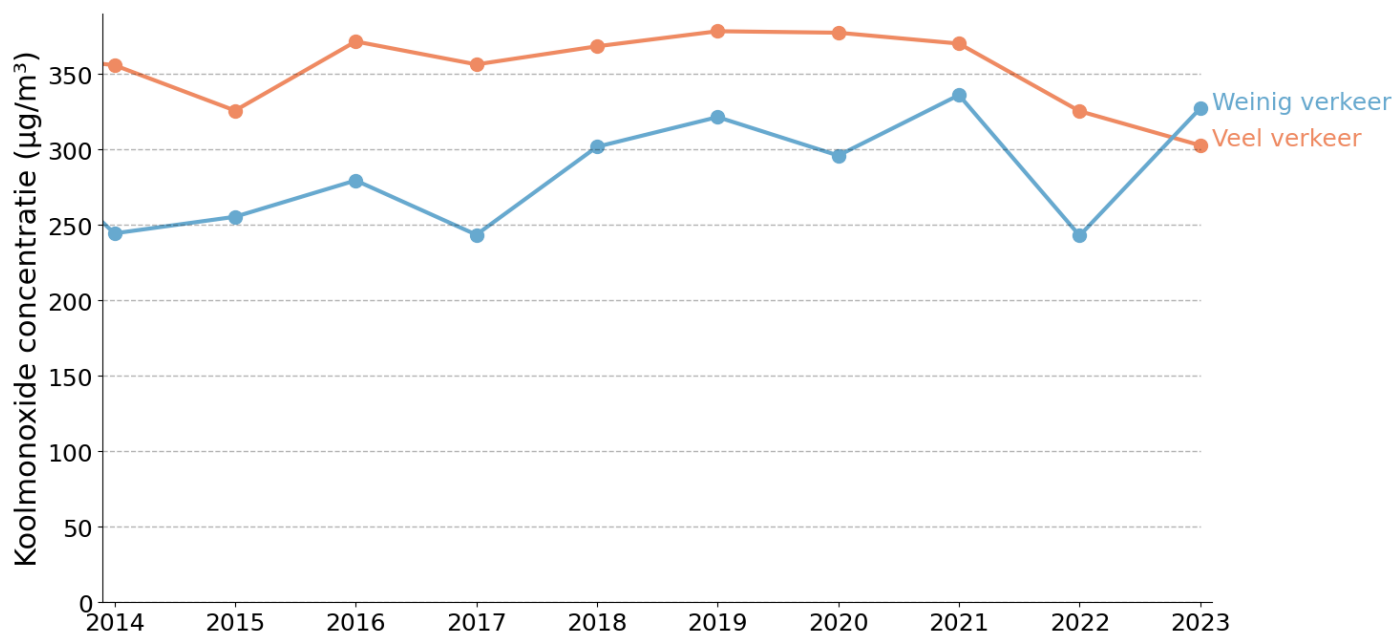
8.2 Daggemiddelde concentratie

De WHO heeft een gezondheidkundige advieswaarde voor CO vastgesteld van 4000 µg/m³ als daggemiddelde die maximaal 3 keer per jaar overschreden mag worden. Hier werd ruim aan voldaan.

De wettelijke grenswaarde voor CO is gebaseerd op het 8-uursgemiddelde. De grenswaarde voor het 8-uursgemiddelde is 10.000 µg/m³ als 99,9 percentiel, wat betekent dat deze waarde maximaal 1 keer per jaar mag worden overschreden. Hier werd ruim aan voldaan.

8.3 Trend afgelopen 10 jaar

Figuur 16 toont de trend van de gemiddelde CO-concentratie op de meetpunten met veel verkeer en het meetpunt met weinig verkeer (i.e. Vondelpark). De ontwikkeling van de CO-concentratie over de afgelopen 10 jaar is met behulp van een trendanalyse geanalyseerd. De resultaten hiervan staan in tabel 8. De CO-concentratie verandert niet statistisch significant over de afgelopen 10 jaar.



Figuur 16 Trend jaargemiddelde CO-concentratie in de afgelopen 10 jaar

Tabel 8 Trendanalyse CO-concentratie 2014-2023

Meetstation	Gemiddelde (\pm SE*) daling CO	p-waarde**	Meetstation	Gemiddelde (\pm SE*) daling CO	p-waarde**
Veel verkeer	-2.52 (\pm 2.92)	0.415	Vondelpark	6.78 (\pm 3.57)	0.094
A10-West	-0.95 (\pm 4.53)	0.838			
Van Diemenstraat	-4.08 (\pm 2.90)	0.198			

* SE = standaarderror, een maat voor de onzekerheid (spreiding) in de gemiddelde daling per jaar.

** p-waarde: daling is statistisch significant als $p < 0.05$. Niet statistisch significant is schuingedrukt

9. Benzeen en zwaveldioxide (SO₂)

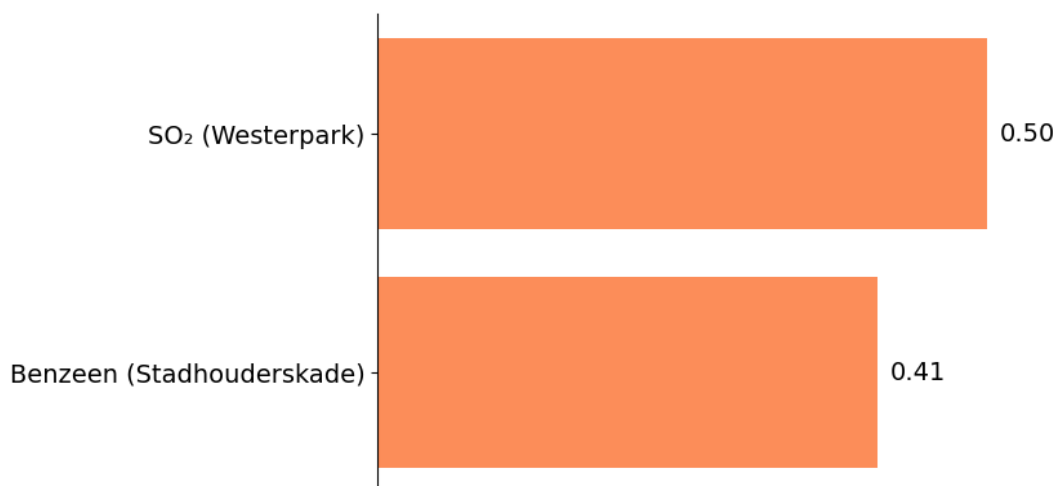
Benzeen is een bestanddeel van benzine. De benzeenconcentraties zijn in de afgelopen decennia sterk gedaald, als gevolg van de invoering van de geregelde driewegkatalysator in begin van de jaren negentig, technische verbeteringen aan personenwagens en de verlaging van het benzeengehalte in benzine. Benzeen is een kankerverwekkende stof.

Zwaveldioxide (SO₂) komt vrij bij de verbranding van zwavelhoudende brandstoffen. Ook de SO₂-concentraties zijn in de afgelopen decennia sterk gedaald. Dat was in eerste instantie te danken aan de overschakeling van fossiele brandstoffen op aardgas en vervolgens aan de toepassing van emissiebeperkende maatregelen in de industrie en scheepvaart.

9.1 Jaargemiddelde concentratie

De jaargemiddelde benzeenconcentratie op de Stadhouderskade (0,41 µg/m³, figuur 17) is hoger dan het door de WHO vastgestelde 'verwaarloosbaar risiconiveau' van 0,17 µg/m³. Daarbij moet worden opgemerkt dat in Nederland deze achtergrondconcentratie nergens wordt gehaald. Voor benzeen is door de WHO het maximaal toelaatbaar risico (een extra kans op kanker bij levenslange blootstelling van 1 op de 100.000) bepaald op een niveau van 1,7 µg/m³, hieraan wordt al meerdere jaren achtereen ruimschoots voldaan. De gemeten concentraties liggen ver onder de Europese grenswaarde van 5 µg/m³.

Zwaveldioxide (SO₂) is in de stad al jaren zeer laag (0,50 µg/m³, figuur 17). De WHO heeft geen jaargemiddelde gezondheidkundige advieswaarde voor SO₂. De SO₂ concentraties zijn in de afgelopen decennia zo sterk gedaald dat deze gezondheidkundig niet meer relevant zijn. Wel kan SO₂ worden gezien als een 'marker' voor de verbranding van zwavelhoudende fossiele brandstoffen.



Figuur 17 Jaargemiddelde SO₂ en benzeen concentratie

9.2 Daggemiddelde concentratie

De WHO heeft geen daggemiddelde gezondheidkundige advieswaarde voor benzeen afgeleid.

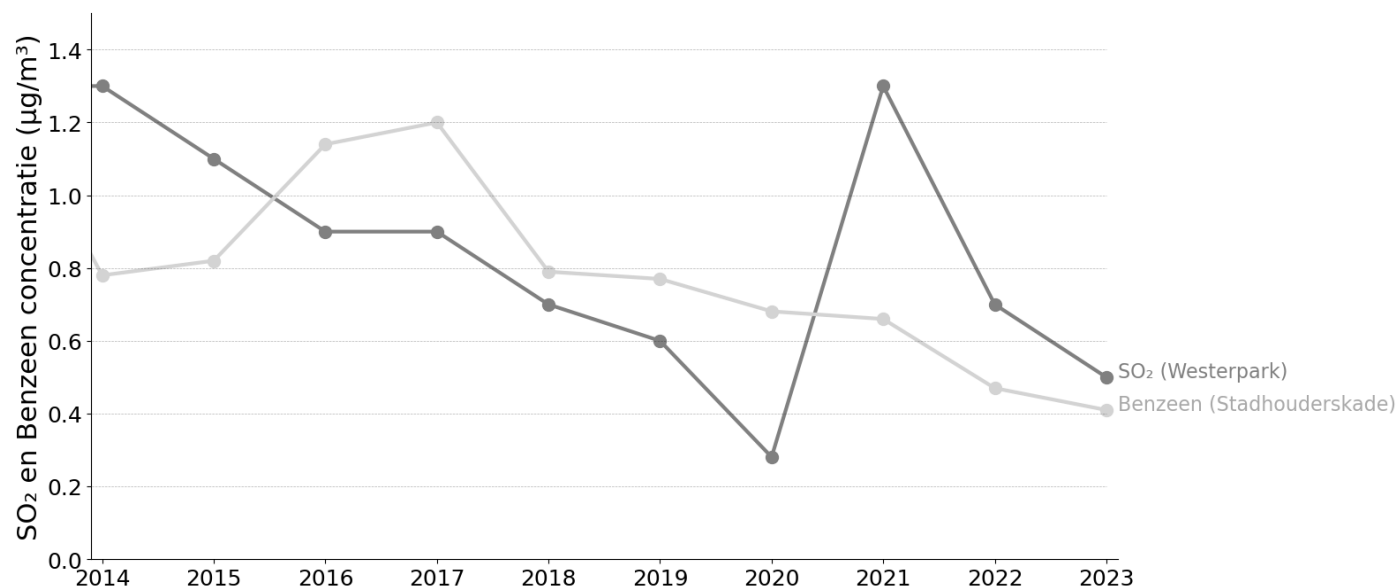
Voor SO₂ is er een daggemiddelde grenswaarde van 125 µg/m³ en een maximale uurgemiddelde waarde van 350 µg/m³. Deze grenswaarden worden ruimschoots gehaald.

De WHO heeft bij de gezondheidkundige advieswaarden voor SO₂ een daggemiddelde advieswaarde opgesteld. De WHO adviseert dat een daggemiddelde SO₂ concentratie van 40 µg/m³ maximaal drie dagen per jaar mag voorkomen. Ook deze advieswaarde wordt ruimschoots gehaald.

9.3 Trend afgelopen 10 jaar

De ontwikkeling van de benzeen en SO₂ concentratie over de afgelopen 10 jaar is met behulp van een trendanalyse geanalyseerd (figuur 18, tabel 9).

De benzeen concentratie daalt gemiddeld met $0,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De daling van de SO_2 concentratie is niet statistisch significant. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door de vreemde plotselinge stijging van de SO_2 concentratie in 2021. We hebben geen duidelijke aanwijsbare oorzaak voor deze piek in 2021. In 2023 is de concentratie ten opzichte van 2022 iets gedaald.



Figuur 18 Trend jaargemiddelde benzeen en SO_2 concentratie in de afgelopen 10 jaar

Tabel 9 Trendanalyse benzeen en SO_2 concentratie 2014-2023

Component	Meetstation	Gemiddelde (\pm SE*) daling SO_2 en benzeen	p- waarde**
SO_2	Westerpark	-0.06 (\pm 0.03)	0.105
Benzeen	Stadhouderskade	-0.06 (\pm 0.02)	0.02

* SE = standaarderror, een maat voor de onzekerheid (spreiding) in de gemiddelde daling per jaar.

** p-waarde: daling is statistisch significant als $p < 0.05$. Niet statistisch significant is schuingedrukt

10. Toelichting en methode

Wettelijk kader

Wettelijke toetsing van de luchtkwaliteit in Nederland, dus ook in Amsterdam, vindt plaats op basis van modelberekeningen. Deze berekeningen worden jaarlijks door het RIVM uitgevoerd, op basis van input over o.a. de verkeersintensiteit die door de diverse overheden worden aangeleverd. Meetgegevens van de GGD Amsterdam (en de meetnetten van het RIVM en DCMR) leveren input voor deze modelberekeningen. In de wetgeving is vastgelegd dat de luchtkwaliteit wordt berekend op wettelijke toetspunten, in de praktijk is dit aan de gevel van woningen of andere gebouwen waar mensen langdurig verblijven. Deze wettelijke toetsing wordt aan het einde van elk jaar uitgevoerd voor het voorgaande kalenderjaar, en is dus nog niet beschikbaar voor het jaar 2023. Uitgebreide informatie over het instrument waarmee de luchtkwaliteit in 2023 wordt berekend is te vinden op [Centraal Instrument Monitoring Luchtkwaliteit \(cimlk.nl\)](https://www.cimlk.nl).

Metingen versus berekeningen

De door de GGD gemeten NO₂ concentraties worden regelmatig vergeleken met de NO₂ concentraties zoals die met het rekenmodel worden berekend. Deze meet-rekenvergelijking wordt in opdracht van de gemeente Amsterdam uitgevoerd (niet door de GGD) en valt buiten het bestek van deze rapportage.

Toetsen aan WHO (luchtkwaliteit en gezondheid)

Hoewel vrijwel overal in Nederland – ook in Amsterdam – aan de wettelijke grenswaarden wordt voldaan, is blootstelling aan luchtverontreiniging verantwoordelijk voor 3,5% van de totale ziektelast in Nederland door risicofactoren. Op een hoog belaste plek als Amsterdam ligt dit percentage nog iets hoger. Dat is minder dan de ziektelast door roken (9,4%), vergelijkbaar met de ziektelast door overgewicht (3,7%) en meer dan de ziektelast die het gevolg is van te weinig bewegen (2,3%) en overmatig alcoholgebruik (1,5%). De wettelijke grenswaarden beschermen dus niet tegen het optreden van schade aan de gezondheid. Daarom is het belangrijk dat de luchtkwaliteit verder verbetert, ook onder de wettelijke grenswaarden. In dit rapport worden de gemeten concentraties vergeleken met de gezondheidskundige advieswaarden zoals die in 2021 door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) zijn opgesteld.

Dit sluit aan bij het advies van de Gezondheidsraad, die in januari 2018 adviseerde om de gezondheidskundige advieswaarden van de WHO – of lagere niveaus - na te streven. Daarbij moet worden opgemerkt dat de gezondheidskundige advieswaarden voor fijn stof, met name voor PM_{2.5}, en NO₂ een stuk strenger zijn dan de wettelijke grenswaarden en in 2021 aanzienlijk zijn aangescherpt.

Uitgebreide informatie over de relatie tussen luchtkwaliteit en gezondheid is te vinden op de website van de GGD <https://ggdleefomgeving.nl/lucht/>.

Meetlocaties

Het automatisch Luchtmeetnet Amsterdam (www.luchtmeetnet.nl) bestaat momenteel uit 11 meetstations. Van de 11 Amsterdamse meetstations zijn er 4 gelegen langs drukke binnenstedelijke wegen, 1 langs de snelweg en 6 op relatief rustige locaties op afstand van lokale bronnen (zogenaamde achtergrondstations). Zie figuur 19 voor een overzicht van de meetstations.

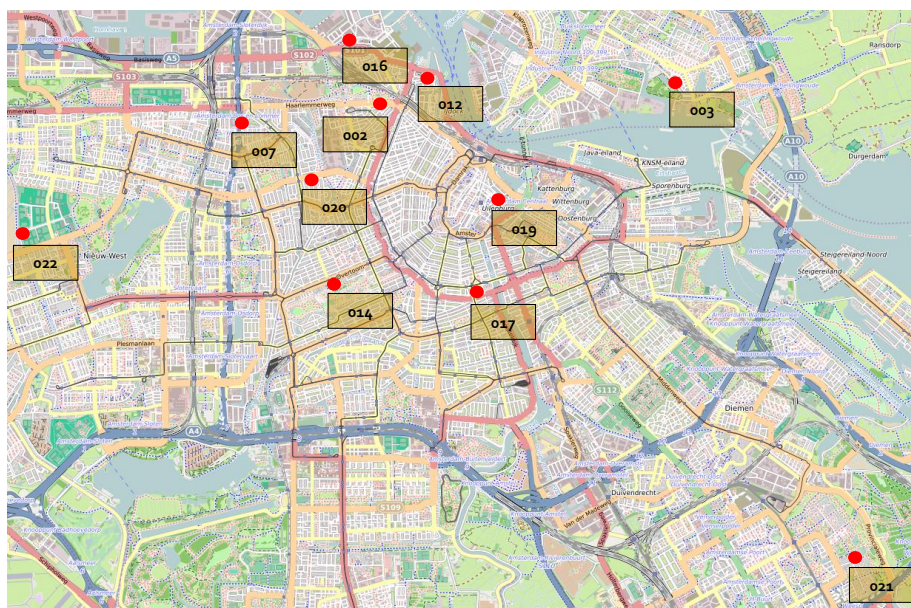
Stadsachtergrondstations geven de achtergrondgehalten in Amsterdam weer zoals deze zich in rustige wijken, parken en achtertuinten voordoen. De achtergrondstations zijn ingericht op een afstand van tenminste enkele tientallen meters van een drukke straat. De meetstations Nieuwendammerdijk, Kantershof, Ookmeerweg, Oudeschans, Vondelpark en Westerpark zijn typische achtergrondlocaties. In deze rapportage worden de stadsachtergrondstations in de grafieken en tabellen gemiddeld weergegeven als 'weinig verkeer'.

Straatstations geven een beeld van de gehalten zoals die worden gemeten in drukke straten. Van de vijf straatstations in Amsterdam ligt er één langs een snelweg (A10-West) en 4 langs drukke binnenstedelijke wegen. De Stadhouderskade en Haarlemmerweg zijn beiden eenzijdig bebouwde straten, waarbij het meetstation op de Stadhouderskade aan de onbebouwde kant is gelegen bij een kruispunt (verkeerslicht) en het meetstation op de Haarlemmerweg aan de bebouwde kant. De meetstations Van Diemenstraat en Jan van Galenstraat liggen aan een

tweezijdig bebouwde weg met aan beide zijden een fietspad en een trottoir. De van Diemenstraat kan worden gekarakteriseerd als een 'street canyon' waar de emissies van het wegverkeer relatief lang blijven hangen. In deze rapportage worden de straatstations in de grafieken en tabellen gemiddeld weergegeven als 'veel verkeer'.

De meetstations Haarlemmerweg (002), Nieuwendammerdijk (003), van Diemenstraat (012), Vondelpark (014), A10-West (007) en Stadhouderskade (017) zijn al tientallen jaren in bedrijf. Westerpark (016) is eind jaren '90 toegevoegd. In 2005 zijn de meetstations Oudeschans (019), Kantershof (021) en Ookmeerweg (022) toegevoegd om een beter beeld te krijgen van de luchtkwaliteit op achtergrondlocaties, ook buiten de ring. Ook straatstation Jan van Galenstraat is in 2005 aan het automatisch meetnet toegevoegd.

In aanvulling op de automatische meetstations wordt verspreid over de stad de jaargemiddelde stikstofdioxide (NO₂) concentratie gemeten met een eenvoudige, passieve meetmethode. Dit zogenaamde Palmes meetnet (NO₂ buisjes) geeft meer inzicht in de ruimtelijke variatie in de NO₂ concentratie (www.maps.amsterdam.nl/no2). Met het palmes meetnet wordt op straatlocaties, achtergrondlocaties, snelweglocaties, bij industrie en langs vaarwegen gemeten.



Data by OpenStreetMap.org contributors under CC BY-SA 2.0 license.

Figuur 19 Locaties meetstations Automatisch Luchtmeetnet Amsterdam

Trendanalyse – ontwikkeling luchtkwaliteit

Voor een trendanalyse is een langjarige meetreeks nodig, omdat de luchtkwaliteit van jaar tot jaar fluctueert als gevolg van variatie in weersomstandigheden. Een te lange meetreeks heeft echter als nadeel dat het toevoegen van nieuwe jaargemiddelden de (lineaire) trend nog maar weinig beïnvloedt. Zo zal een trendanalyse vanaf begin jaren '70 altijd een (fors) dalende trend laten zien, ongeacht de concentraties in de afgelopen jaren. Voor de prognoses in de nabije toekomst is echter vooral de trend in het recente verleden relevant.

In deze rapportage berekenen we trendanalyses over de afgelopen 10 jaar. Voor een analyse van andere periodes verwijzen we naar eerdere jaarrapportages. Meetpunten met een korte tijdreeks dan 10 jaar worden niet in de trendanalyse meegenomen.

Met behulp van lineaire regressieanalyse is de trend in de tijd berekend waarbij de jaargemiddelde concentratie de afhankelijke variabele was en het aantal jaren sinds de start van de analyse de onafhankelijke variabele. De resulterende regressiecoëfficiënt geeft de gemiddelde verandering in concentratie per jaar. Bij de berekening van de trend voor NO₂ worden naast de meetstations ook de metingen uit het Palmes meetnet meegenomen, als er van een locatie minstens 10 jaar gegevens aanwezig zijn.

Gemeten componenten per meetstation

Naam Station	Type Station	NO	NO ₂	CO	O ₃	SO ₂	Benzeen	PM ₁₀	PM _{2,5}	Roet	UFP
2 Haarlemmerweg	Straat										
3 Nieuwendammerdijk	Stadsachtergrond										
7 Einsteinweg A-10 West	Straat / Rijksweg										
12 van Diemenstraat	Straat										
14 Vondelpark	Stadsachtergrond										
16 Westerpark	Stadsachtergrond										
17 Stadhouderskade	Straat										
19 Oude Schans	Stadsachtergrond										
20 Jan van Galenstraat	Straat										
21 Kantershof Z.O.	Stadsachtergrond										
22 Sportpark Ookmeer	Stadsachtergrond										

Opgenomen in meetnet:

Toelichting componenten

Hieronder volgt een nadere beschrijving van de componenten.

Fijn stof (PM₁₀ en PM_{2.5})

Fijn stof is een verzamelnaam voor kleine, met het blote oog niet zichtbare, deeltjes die in de lucht zweven. Bijvoorbeeld roetdeeltjes of kleine stukjes autoband (slijtage). Deze deeltjes verschillen in oorsprong, grootte en samenstelling. Fijn stof is het onderdeel van luchtverontreiniging dat voor de meeste gezondheidseffecten zorgt. Hoe kleiner de deeltjes zijn hoe dieper ze in de longen terecht komen en hoe meer schade ze kunnen aanrichten.

Fijn stof (PM staat voor Particulate Matter) kan gedefinieerd worden als:

- PM₁₀: Dit zijn deeltjes met een diameter kleiner dan 10 micrometer (0,01 millimeter).
- PM_{2.5}: Dit zijn deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 micrometer.

Fijn stof is voor het grootste deel afkomstig van menselijke activiteiten zoals verkeer, houtstook, industrie, intensieve veehouderij maar kan ook een natuurlijke oorsprong hebben (bodemstof, zeezout). Voor een deel worden fijn stof deeltjes rechtstreeks uitgestoten (primair fijn stof), voor een deel worden ze in de atmosfeer gevormd door chemische reacties van gasvormige verbindingen (secundair fijn stof). De fijn stof deeltjes kunnen over een grote afstand, tot wel duizenden kilometers, getransporteerd worden.

In het algemeen geldt dat fijn stof dat als gevolg van verbrandingsprocessen wordt uitgestoten een (veel) kleinere diameter heeft dan stofdeeltjes die als gevolg van mechanische processen (slijtage, verwaaiing) in de lucht komen. Dit heeft tot gevolg dat het bronaandeel van verbrandingsprocessen in de PM_{2.5} fractie groter is dan in de PM₁₀ fractie.

De PM₁₀ en PM_{2.5} concentratie wordt uitgedrukt als het gewicht van de deeltjes per kubieke meter (microgram/m³).

Uit onderzoek is bekend dat fijn stof ook bij hele lage concentraties schadelijk is voor de gezondheid. Tot op heden is het niet mogelijk gebleken om een 'veilige grenswaarde' vast te stellen waar beneden er geen schade optreedt aan de gezondheid.

Roet

Roetdeeltjes komen vooral vrij bij de verbranding van fossiele brandstoffen en maken deel uit van het PM₁₀ en PM_{2.5} stof. Het wegverkeer (met name dieselmotoren) is een belangrijke bron van roet. Uit onderzoek blijkt dat dieselroet schadelijke effecten op de gezondheid heeft. Mede hierom is in het luchtkwaliteitsbeleid van de gemeente Amsterdam sterk ingezet op het terugdringen van de uitstoot van dieselmotoren.

Roetdeeltjes hebben een kern van koolstof en zitten voor het grootste deel in de ultrafijne fractie van het fijn stof (kleiner dan 0,1 micrometer). Na inademing kunnen deze deeltjes in de longblaasjes (alveoli) terecht komen en uiteindelijk ook in de bloedbaan waarna ze in het hele lichaam schade kunnen aanrichten.

Roet is een algemene term, het gehalte roet kan op verschillende manieren worden vastgesteld. De GGD Amsterdam meet het roetgehalte sinds 2012 als 'Black Carbon' in navolging van de DCMR. Inmiddels is ook het RIVM overgegaan op het meten van roet als Black Carbon in het landelijk meetnet.

Houtstook

Houtstook is een belangrijke bron van fijn stof en schadelijk voor de gezondheid. Bij het verbranden van hout komen verschillende schadelijke stoffen vrij, zoals fijn stof, dioxinen, PAK's, koolmonoxide en vluchtige organische stoffen. Verschillende van deze stoffen zijn kankerverwekkend. Sinds 2020 is de GGD Amsterdam gestart met het meten van roet (Black Carbon) concentraties met een Magee AE33. De AE33 meet de lichtabsorptie van op een filter verzamelde deeltjes bij 7 verschillende golflengtes variërend van 370 nm tot 950 nm. De AE33 methode is gebaseerd op het feit dat houtrook ('brown carbon') beter licht absorbeert bij lagere golflengtes dan bij hogere golflengtes. Ook de lichtabsorptie van BC (Black Carbon) afkomstig van fossiele brandstoffen varieert met de golflengte, maar minder sterk dan voor Brown Carbon. Met de AE33 kan de bijdrage van houtrook aan de black carbon concentratie worden berekend. Tevens kan de bijdrage van fossiele brandstoffen aan de roetconcentratie worden berekend. De metingen met de AE33 vallen niet onder scope van de NEN EN ISO/IEC 17025 accreditatie.

Ultrafijn stof

Ultrafijn stof deeltjes (UFP) komen vrij als gevolg van verbrandingsprocessen en zijn zo klein (kleiner dan 0,1 micrometer) dat ze nauwelijks bijdragen aan de massaconcentratie fijn stof. UFP wordt daarom uitgedrukt als het aantal deeltjes per kubieke centimeter (cm³). Belangrijke bronnen van UFP zijn vliegverkeer en wegverkeer. In de buurt van drukke wegen hangt het UFP-gehalte sterk samen met het roetgehalte (zie 'roet' hierboven). In de buurt van de luchthaven is dat niet het geval: ultrafijn stof dat door het vliegverkeer wordt uitgestoten bevat vooral zwavel.

Het meten van ultrafijn stof is technisch lastig uitvoerbaar en arbeidsintensief en maakte t/m 2018 geen deel uit van het automatisch meetnet van de GGD Amsterdam. In het kader van een onderzoek naar ultrafijn stof afkomstig van vliegverkeer heeft de GGD Amsterdam in 2018 ultrafijn stof gemeten op 1 meetstation (sportpark Ookmeer in Osdorp) in opdracht van het RIVM. De UFP-metingen op dit meetstation worden in de periode 2019 t/m 2022 in opdracht van de gemeente Amsterdam voortgezet. De UFP-metingen vallen niet onder scope van de NEN EN ISO/IEC 17025 accreditatie.

Stikstofoxiden (NO en NO₂)

Stikstofoxiden (NO en NO₂) komen vrij bij verbrandingsprocessen en ontstaan door oxidatie van stikstof uit de lucht. Het grootste deel van de stikstofoxiden komt vrij als stikstofmonoxide (NO) maar dit molecuul heeft een korte levensduur en wordt snel omgezet in NO₂. Overigens is NO in tegenstelling tot NO₂ niet schadelijk voor de gezondheid. Het verkeer is de belangrijkste bron van NO₂.

Ozon (O₃)

Ozon (O₃) wordt niet rechtstreeks door bronnen uitgestoten maar wordt in de atmosfeer gevormd onder invloed van zonlicht, door reacties van stikstofoxiden en vluchtige koolwaterstoffen. Vanwege de invloed van zonlicht zijn de ozonconcentraties in de winter veel lager dan in de zomer. Tijdens smogepisoden in de zomer kunnen kortdurende perioden met hoge ozonconcentraties optreden. In Amsterdam komt dat relatief weinig voor, dit heeft paradoxaal genoeg te maken met de intensiteit van het wegverkeer. Tijdens smogepisoden wordt het reeds gevormde ozon, dat van grote afstand wordt aangevoerd, 'opgegeten' door stikstofmonoxide.

Koolmonoxide (CO)

Koolmonoxide (CO) komt vrij bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen. Het verkeer vormt de belangrijkste bron van CO-emissie. In de atmosfeer oxideert CO tot CO₂ maar dit proces verloopt vrij langzaam. CO

is bij concentraties zoals deze in de buitenlucht voorkomen niet schadelijk, maar is een goede en stabiele indicator voor de uitstoot van het wegverkeer. Benzinemotoren hebben een hogere CO-emissie dan dieselmotoren, terwijl dieselmotoren juist meer fijn stof en NO_x emitteren.

Zwavel dioxide (SO₂)

Zwavel dioxide (SO₂) komt vrij bij de verbranding van zwavelhoudende brandstoffen. De SO₂ concentraties zijn in de afgelopen decennia sterk gedaald. Dat was in eerste instantie te danken aan de overschakeling van fossiele brandstoffen op aardgas en vervolgens aan de toepassing van emissie beperkende maatregelen in de industrie en scheepvaart.

Benzeen

Benzeen is een bestanddeel van benzine. Ook de benzeenconcentraties zijn in de afgelopen decennia sterk gedaald, als gevolg van de invoering van de geregelde driewegkatalysator in begin van de jaren negentig, technische verbeteringen aan personenwagens en de verlaging van het benzeengehalte in benzine. Benzeen is echter een kankerverwekkende stof (ZZS), waarvoor geen 'veilige' grenswaarde bestaat.

Bijlage 1

Accreditatie

Op 25 augustus 2005 heeft de Raad voor Accreditatie vastgesteld dat de toenmalige afdeling Luchtonderzoek van de GGD Amsterdam voldoet aan accreditatiecriteria voor testlaboratoria zoals vastgelegd in NEN EN ISO/IEC 17025. De accreditatie omvat het kwaliteitssysteem van het laboratorium evenals de specifieke verrichtingen en onderzoeksgebieden.

De actuele scope is in te zien via www.RvA.nl onder certificaatnummer L426.

Naast de resultaten van het geautomatiseerde luchtmeetnet zijn in deze rapportage de resultaten opgenomen van de locaties waarop met behulp van Palmes diffusiebuizen de stikstofdioxideconcentratie wordt gemeten.

Vanaf 2017 is GGD Leefomgeving geaccrediteerd conform NEN-EN ISO/IEC17025:20 (scope L426) voor het bemonsteren van Palmes diffusiebuisjes gelijkwaardig aan NEN EN 16339:2013. Vanaf april 2022 wordt de Palmes analyse door de GGD in eigen beheer uitgevoerd onder de eigen scope L426.

De gerapporteerde gegevens over ultrafijne stofdeeltjes, houtstook en duiding van de meetresultaten, waaronder de trendanalyses en de interpretaties vallen niet onder de accreditatie van de afdeling Leefomgeving. Hetzelfde geldt voor de trendanalyse en interpretatie van de NO₂ metingen met Palmes diffusiebuizen .

Meetmethoden

Alle meetresultaten zijn tot stand gekomen onder de scope L426 van de NEN EN ISO/IEC 17025) accreditatie van de GGD Amsterdam. Deze accreditatie is afgegeven door de Raad voor Accreditatie.. Interpretaties waaronder trendanalyses en windrozen vallen niet onder de accreditatie.

De automatische metingen van PM₁₀ en PM_{2.5} met de Met-one BAM 1020a monitoren zijn op basis van referentiemetingen gecorrigeerd en getoetst op equivalentie met de referentiemethode (GGD rapport 24-1101). Net als in voorgaande jaren is er voor 2021 gezamenlijk met (o.a.) het RIVM voor de Met-one Bam 1020a een correctie bepaald. In 2023 is voor PM₁₀ gecorrigeerd met een formule $1,01 \cdot \text{BAM}$ voor PM₁₀. De correctiefactor voor PM_{2.5} was 1, wat inhoudt dat er voor PM_{2.5} geen correctiefactor nodig was.

Op alle locaties wordt er vanaf januari 2015 gebruik gemaakt van een EU PM₁₀ afscheider.

Alle hier genoemde verrichtingen worden conform de aangegeven normvoorschriften uitgevoerd. Als nauwkeurigheidseisen zijn de geldende Europese criteria overgenomen, alleen voor de meting van zwaveldioxide kon hieraan niet worden voldaan. De hoogte van de gemeten concentraties zwaveldioxide liggen echter ver onder de geldende grenswaarden, waarmee de grotere meetfout (>15% van de meetwaarde uitgedrukt als 95%BI) voor de toetsing aan normen geen specifiek probleem levert.

Nadere informatie over de meetonzekerheid van de verrichtingen die onder accreditatie zijn gebracht kan op verzoek worden verkregen bij GGD Amsterdam, Cluster leefomgeving, afdeling luchtkwaliteit.

Meetnauwkeurigheid en toegepaste apparatuur

Tabel B1. Meetnauwkeurigheid en toegepaste apparatuur op de meetstations in het automatisch luchtmeetnet Amsterdam.

component	apparatuur	Meetprincipe	Meetfrequentie	nauwkeurigheid bij de jaarlimiet (95%BI)	GGD Document
PM _{2,5}	Met One BAM 1020	Beta verzwakking Controle met gravimetrie NEN EN 16450	uurlijks	± 11,5%	24-1101
PM ₁₀	Met One BAM 1020	Beta verzwakking Controle met gravimetrie NEN EN 16450	uurlijks	± 16,3%	24-1101
PM ₁₀	Palas Fidas 200	Optische lichtverstrooiing Controle met gravimetrie NEN EN 16450	10 seconden	± 17,6%	24-1101
Benzeen, Tolueen en Xyleen	Syntec 955 Envea	Gas Chromatografie NEN EN 14662-3	20 minuten	± 13 % ± 6%	17-1135 18-1179
BC	MAAP	Transmissie MMK-W-018 (eigen methode)	10 seconden**	± 12 %	15-1156
NO/NO ₂	API 200e AC32e	Chemiluminescentie NEN-EN 14211	10 seconden**	± 11,1% ± 9,3%	18-1159
O ₃	Thermo 49i	U.V. absorptie NEN_EN 14625	10 seconden**	± 10.0%	20-1121
CO	API T300	NDIR. Conform NEN-EN 14626	10 seconden**	± 12,2%	14-1134
SO ₂	Thermo 43	U.V-fluorescentie NEN-EN 14212	10 seconden**	± 16,4 % *	21-1145

* Voor SO₂ wordt net niet voldaan aan de Europese eis van 15%, echter, dit is met het oog op de doorgaans zeer lage jaargemiddelde concentraties zwaveldioxide verder niet relevant.

** de meetfrequentie van 10 s is feitelijk de frequentie waarmee het signaal van de monitor wordt opgeslagen in het data-acquisitie systeem en is daarmee geen maat voor de werkelijke responsietijd van het monitorsysteem.

In rapport 24-1117, "Prestatiekenmerken Palmes diffusiebuizen meetjaar 2023" is vastgesteld dat de jaargemiddelde stikstofdioxideconcentratie gemeten in 2023 met een enkelvoudige Palmes diffusiebuis ter hoogte van de wettelijke limietwaarde een meetfout heeft van ±11,6 % (als 95BI).