

Luchtkwaliteitsonderzoek Renkum

maart 2025 – april 2026



Zaaknummer:

ODRA25AV1700

Locatie:

Europaplein
Renkum

Projectcode:

IM-25-07

Aan

W. Ziggers – Omgevingsdienst
Groene Metropool (ODGM)
S. van der Wielen, M. Plantinga,
C. Willems – Provincie Gelderland

Kopie aan

B. Spiertz - ODGM
Archief meten en advies

Datum

10 juni 2026

Auteur

P. Agelink, H. Weststrate - ODGM

Goedgekeurd door:
F.W.T. te Pas
Coördinator meten en advies

Autorisatie:
A. Prent
Adjunct Directeur

Datum : 10 juni 2026

Paraaf : 

Datum : 10 juni 2026

Paraaf : 

Omgevingsdienst Groene Metropool

Eusebiusbuitensingel 75

6828 HZ Arnhem

Postbus 3066

6802 DB Arnhem

T 026 – 377 1600

E postbus@odgm.nl

www.odgm.nl

KvK 99396246

IBAN NL36BNGH0285191055

BTW NL8689.70.876.B01

INHOUD

Samenvatting	4
1. Inleiding	6
2. Luchtkwaliteit	6
2.1 Wat is luchtkwaliteit en hoe is deze opgebouwd?	6
2.2 Grenswaarden voor de luchtkwaliteit	7
2.3 Monitoring van de luchtkwaliteit in Nederland	8
2.4 Luchtkwaliteitsonderzoek in Renkum	9
3. Opzet en uitvoering van het onderzoek	9
3.1 Doel van het onderzoek	9
3.2 Meetlocatie	9
3.3 Opzet van het onderzoek	10
3.4 Meteorologische omstandigheden	12
4. Resultaten	13
4.1 Stikstofdioxide (NO ₂)	13
4.1.1 Meetresultaten	13
4.1.2 Windroosanalyse	14
4.2 Fijnstof (PM ₁₀ en PM _{2,5})	15
4.2.1 Meetresultaten	15
4.2.2 Windroosanalyse	18
4.3 Roet	19
4.3.1 Meetresultaten	19
4.3.2 Windroosanalyse	21
4.4 Benzeen	22
4.4.1 Meetresultaten	22
4.4.2 Windroosanalyse	23
5. Conclusies	24

BIJLAGEN:

- Bijlage 1: Achtergrondinformatie over de opbouw van luchtverontreiniging
- Bijlage 2: Nadere beschrijving van de meetapparatuur.
- Bijlage 3: Grafische weergave NO₂-meetresultaten
- Bijlage 4: Grafische weergave PM10 en PM2,5-meetresultaten
- Bijlage 5: Grafische weergave meetresultaten roet
- Bijlage 6: Grafische weergave meetresultaten Benzeen

Samenvatting

In opdracht van de provincie Gelderland heeft de Omgevingsdienst Regio Arnhem¹ een luchtkwaliteitsonderzoek uitgevoerd met een mobiel meetstation in het centrum van Renkum. De metingen zijn uitgevoerd op verzoek van inwoners van Renkum. Inwoners geven aan zorgen te hebben over de lokale luchtkwaliteit. Factoren zoals de aanwezigheid van industrie, houtstook en verkeer dragen bij aan deze zorgen.

In Renkum is daarom in de periode van 17 maart 2025 tot 14 april 2026 met een mobiel meetstation metingen uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de lokale luchtkwaliteit.

Onderzoeksopzet:

- Meetperiode van 17 maart 2025 tot 14 april 2026, met hierin perioden dat niet gemeten kon worden door defecte monitoren als gevolg een aanrijding met het meetstation;
- Locatie: Europaplein Renkum;
- Onderzochte luchtverontreinigende stoffen: stikstofdioxide (NO₂), fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}), roet (waaronder roet als gevolg van houtverbranding) en benzeen (2^{de} helft van de meetperiode).
- Vergelijking van meetresultaten met wettelijke eisen, WHO-advieswaarden en regionale achtergrondwaarden.

De belangrijkste resultaten zijn:

1. Stikstofdioxide (NO₂)

- De jaargemiddelde NO₂-concentratie was 12 µg/m³. Dit is lager dan de huidige EU-grenswaarde (40 µg/m³), de toekomstige EU-grenswaarde (20 µg/m³), maar wel hoger dan WHO-advieswaarde (10 µg/m³);
- Er zijn geen overschrijdingen van de uurgemiddelde grenswaarde NO₂ (200 µg/m³) gemeten (die tot 2030 maximaal 18 maal per jaar is toegestaan, daarna nog maar 3 keer per jaar). Ook de etmaalgemiddelde grenswaarde NO₂ (50 µg/m³), die vanaf 2030 maximaal 18 maal per jaar mag worden overschreden, is geen enkele maal overschreden.
- De gemiddelde NO₂-concentratie in Renkum is ongeveer 20% hoger dan op een regionaal achtergrondmeetpunt in dezelfde periode;
- In Renkum dragen lokale bronnen niet significant bij aan de jaargemiddelde NO₂-concentratie. Wel blijkt uit de windroosanalyse een licht verhoogde NO₂-bijdrage uit de richting van de steenfabriek in Heteren.

2. Fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5})

- De jaargemiddelde concentraties fijnstof in Renkum waren 14 µg/m³ voor PM₁₀ en 10 µg/m³ voor PM_{2,5}. Hiermee wordt voldaan aan de huidige EU-grenswaarde (40 µg/m³ voor PM₁₀ en 25 µg/m³ voor PM_{2,5}) en de toekomstige EU-grenswaarde (20 µg/m³ voor PM₁₀ en 10 µg/m³ voor PM_{2,5}). Alleen de jaargemiddelde PM_{2,5} concentratie is wel hoger dan de WHO-advieswaarde (5 µg/m³);
- Het aantal etmaalgemiddelde overschrijdingen PM₁₀ op jaarbasis is lager dan de huidige en toekomstige grenswaarde;
- Het aantal etmaalgemiddelde overschrijdingen PM_{2,5} is met 21 maal op jaarbasis, hoger dan de toekomstige grenswaarde (maximaal 18 maal). Wanneer dit aantal

¹ Vanaf 1 januari 2026 zijn Omgevingsdienst Regio Arnhem en Omgevingsdienst Regio Nijmegen samen verder gegaan als Omgevingsdienst Groene Metropool.

overschrijdingen niet daalt, wordt in 2030 niet volledig voldaan aan de wettelijke EU-eis voor PM_{2,5};

- De fijnstofconcentratie in Renkum is vergelijkbaar met die op het regionale achtergrondmeetpunt in Cabauw in dezelfde periode;
- In Renkum dragen lokale bronnen niet significant bij aan de jaargemiddelde fijnstofconcentratie. Wel blijkt uit de windroosanalyse een licht verhoogde fijnstofbijdrage uit de richting van de papierfabriek.

3. Roet (Black Carbon)

- De gemiddelde roetconcentratie in Renkum is 0,76 µg/m³, waarvan gemiddeld 27% als gevolg van houtstook;
- In de typische stookmaanden is zowel de roetconcentratie als het aandeel houtroet hierin hoger, wat wijst op invloed van houtverbranding;
- Er zijn geen wettelijke grenswaarden of advieswaarden voor roet, maar de gemeten concentraties zijn ongeveer 20% hoger dan het regionale achtergrond niveau. Deze bijdrage kan worden beschouwd als de lokale bijdrage.

4. Benzeen

- De jaargemiddelde benzeenconcentratie in Renkum is 0,36 µg/m³;
- De benzeenconcentratie in Renkum is laag in relatie tot de jaargemiddelde EU-grenswaarde en de WHO-advieswaarde.

1. Inleiding

Provincie Gelderland zet zich in voor een gezonde leefomgeving in Gelderland. Provincie Gelderland en de Omgevingsdienst Groene Metropool (hierna ODGM) vinden het belangrijk om de bewoners van Gelderland te betrekken in onderzoek naar de lokale luchtkwaliteit en bieden geïnteresseerden de mogelijkheid om inzicht te krijgen in de luchtkwaliteit in hun directe leefomgeving. Daarom zijn we begin 2025 gestart met het project mobiele meetstations. Met twee meetstations, meten wij de luchtkwaliteit op verschillende plekken in onze provincie. Omdat de meetstations gedurende een half jaar meten op dezelfde locatie, geven ze een goed inzicht in de plaatselijke luchtkwaliteit. De locaties voor deze mobiele meetstations kunnen gemeenten, burgerinitiatieven en inwoners zelf indienen.

Op verzoek van inwoners uit Renkum is gekozen om een luchtkwaliteitsonderzoek uit te voeren. Inwoners geven aan zorgen te hebben over de lokale luchtkwaliteit in Renkum. Factoren zoals de aanwezigheid van industrie, houtstook en verkeer dragen bij aan deze zorgen.

In Renkum is daarom in de periode van 17 maart 2025 tot 14 april 2026 met een mobiel meetstation de luchtkwaliteit op leefniveau onderzocht. In dit rapport worden de uitgevoerde metingen en resultaten beschreven.

2. Luchtkwaliteit

2.1 Wat is luchtkwaliteit en hoe is deze opgebouwd?

De luchtkwaliteit wordt bepaald door de aanwezigheid van verontreinigende stoffen in de atmosfeer. Een aantal van deze stoffen zijn:

- **Stikstofoxiden (NO en NO₂)** – afkomstig van verkeer, industrie en verbrandingsprocessen. Daarnaast ontstaat NO₂ uit een reactie tussen stikstofmonoxide en ozon;
- **Fijnstof (PM₁₀, PM_{2.5})** – Fijnstof is een term voor kleine deeltjes uit verkeer, industrie, landbouw en natuurlijke bronnen in de lucht die je kunt inademen. Fijnstof kan onderverdeeld worden in deeltjesgrootte. Zo zijn PM₁₀- deeltjes maximaal 10 micrometer groot (micrometer is een duizendste millimeter), PM_{2.5}-deeltjes zijn maximaal 2,5 micrometer groot. Overdag is er meestal iets meer fijn stof in de lucht dan in de nacht. Dit komt vooral door het verkeer in de steden overdag. Daarnaast is fijnstof afkomstig van industrie, landbouw en natuurlijke bronnen. Dit is het primaire fijnstof, wat direct door de bronnen wordt uitgestoten. Daarnaast ontstaat er in de atmosfeer secundair fijn stof, bijv. ammoniumsulfaat door reacties van gassen (ammoniak, stikstofoxiden);
- **Roet** – Roet is onderdeel van de PM_{2.5} fijnstof-fractie voornamelijk bestaande uit koolstof, afkomstig van onvolledige verbranding (verkeer, houtkachels) en dient als indicator voor gezondheidsschade door verkeer en industrie. Roetdeeltjes worden gevormd bij verbranding van fossiele brandstoffen en door houtstook en biomassa (houtroet).
- **VOC, waaronder Benzeen** – Benzeen maar ook Toluene, Ethylbenzeen en Xylenen (BTEX) zijn enkele van de vele vluchtige organische componenten (VOC) die normaal gesproken in lage concentraties in de atmosfeer voor komen. Zij kunnen vrijkomen door industrie of wegverkeer. Soms kunnen hogere concentraties voorkomen. Dit kan

een teken zijn van lekkages bij de industrie of een verkeerd gebruik van oplosmiddelen.

De opbouw van verontreinigende stoffen in de lucht op een specifieke locatie is het resultaat van meerdere bijdragen:

- **Regionale achtergrond.** Deze zijn het gevolg van bronnen uit binnen- en buitenland en verspreide bronnen in Nederland. Emissies zoals die van industrie en verkeer worden door de lucht over langere afstanden getransporteerd. Deze achtergrond bepaalt een groot deel van de basisconcentratie, vooral voor fijnstof.
- **Stedelijke achtergrond.** Dit is de extra bijdrage door stedelijke activiteiten zoals verkeer, verwarming en lokale industrie.
- **Lokale bronnen.** Directe invloed van nabijgelegen emissiebronnen zoals drukke verkeersaders, industrieterreinen of bouwactiviteiten. Deze bijdrage kan sterk variëren afhankelijk van afstand, windrichting en meteorologische omstandigheden.

In bijlage 1 is meer uitleg te vinden over de opbouw van luchtverontreiniging, met name fijnstof en stikstofdioxide.

2.2 Grenswaarden voor de luchtkwaliteit

Voor veel luchtverontreinigende stoffen gelden de Europese (EU) - grenswaarden. Daarnaast heeft de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) – advieswaarden vastgesteld voor verschillende stoffen in de lucht.

- EU-grenswaarden:
Deze zijn vastgelegd in de [Europese richtlijn 2024/2881](#). De nieuwe Europese luchtkwaliteitsrichtlijn, goedgekeurd op 14 oktober 2024, introduceert strengere normen voor luchtverontreiniging die in 2030 moeten worden gehaald. Doel van deze wettelijke eisen is de bescherming van de volksgezondheid, rekening houdend met economische haalbaarheid en uitvoerbaarheid;
- WHO-advieswaarden:
Deze zijn gebaseerd op gezondheidswetenschap. De WHO heeft in 2021 de waarden fors aangescherpt. Omdat nieuwe studies hebben aangetoond dat er geen veilige drempel is; elke extra concentratie verhoogt de gezondheidsrisico's.

In onderstaande tabel zijn de huidige en toekomstige EU-grenswaarden en de WHO-advieswaarden (2021) samengevat van de stoffen die deel uit maken van dit onderzoek.

Tabel 2.2.1: EU-grenswaarden en WHO-advieswaarden.

Stof / middelingstijd	EU-huidig	EU-2030	WHO
NO₂			
Jaar	40 µg/m ³	20 µg/m ³	10 µg/m ³
Etmaal	-	50 µg/m ³ , maximaal 18 maal per jaar	
Uur	200 µg/m ³ , maximaal 18 maal per jaar	200 µg/m ³ , maximaal 3 maal per jaar	
PM₁₀			
Jaar	40 µg/m ³	20 µg/m ³	15 µg/m ³
Etmaal	50 µg/m ³ , maximaal 35 maal per jaar	45 µg/m ³ , maximaal 18 maal per jaar	
PM_{2,5}			
Jaar	25 µg/m ³	10 µg/m ³	5 µg/m ³
Etmaal	-	25 µg/m ³ , maximaal 18 maal per jaar	
Benzeen			
Jaar	5 µg/m ³	3,4 µg/m ³	1,7 µg/m ³

Voor roet geldt geen wettelijke grenswaarde of WHO advieswaarde. Roet is een onderdeel van fijnstof (PM_{2,5} en PM₁₀) en wordt daarom indirect gereguleerd via die normen.

Voor toluen, ethylbenzeen en xyleen zijn geen wettelijke buitenluchtgrenswaarden.

Een belangrijk verschil tussen EU-grenswaarden en WHO-advieswaarden:

- EU-normen zijn juridisch bindend en houden rekening met kosten en haalbaarheid. Door onder andere technologische ontwikkelingen worden EU-normen in 2030 aangescherpt;
- WHO-normen zijn niet bindend, maar vormen het gezondheidskundig ideaal. De EU wil deze stapsgewijs in 2050 bereiken (Zero Pollution-doelstelling).

2.3 Monitoring van de luchtkwaliteit in Nederland

Veel van de luchtverontreinigende stoffen worden door het RIVM verspreid over circa 100 meetstations in Nederland permanent gemeten in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. De meetresultaten zijn online te volgen via het luchtmeetnet.nl. Daarnaast worden door middel van een combinatie van modelberekeningen en metingen grootschalig verschillende luchtverontreinigende stoffen gemonitord. Jaarlijks worden concentraties op een grid van 1 x 1 kilometer vastgesteld. De resultaten hiervan zijn zichtbaar in de [Grootschalige Concentratiekaarten Nederland kaarten](#) (GCN), opgesteld door het RIVM. Deze kaarten zijn bedoeld van landelijke en regionale analyses, maar zijn minder geschikt voor het verkrijgen van informatie over mogelijke lokale hotspots.

2.4 Luchtkwaliteitsonderzoek in Renkum

Het luchtkwaliteitsonderzoek in Renkum heeft als doel om informatie te leveren over de lokale luchtkwaliteit op basis van betrouwbare metingen. Hiervoor wordt gedurende een jaar een mobiel meetstation ingezet. Het meetstation is uitgerust met meetapparatuur die fijnstof (waaronder PM10 en PM2,5), stikstofoxiden en roet kan meten. In het tweede half jaar is een BTEX-monitor toegevoegd aan het meetstation, waarmee de benzeenconcentratie is gemeten. Bij de keuze van het type meetapparatuur is aangesloten bij het type apparatuur dat ook in het landelijk meetnet wordt ingezet. Dit is meetapparatuur die meet volgens referentiemethoden of hieraan equivalent is. Hierdoor kunnen de meetresultaten van het mobiele meetstation worden vergeleken met die van het landelijk meetnet. Door meetresultaten te combineren met heersende windrichting wordt informatie verkregen over de bijdrage van mogelijke lokale bronnen die van invloed zijn op de lokale luchtkwaliteit. Met het mobiele meetstation kunnen niet alle verontreinigende stoffen gemeten worden. Er is een selectie gemaakt om door middel van vier verschillende monitoren de luchtkwaliteit te meten.

3. Opzet en uitvoering van het onderzoek

3.1 Doel van het onderzoek

Het doel van het luchtkwaliteitsonderzoek in Renkum is:

- Het verkrijgen van gedetailleerde informatie over de lokale luchtkwaliteit op leefniveau in Renkum;
- Het bieden van inzicht en ondersteuning aan provincie Gelderland, de gemeente Renkum, inwoners, burgerinitiatieven en andere belanghebbenden bij het adresseren van vragen en zorgen met betrekking tot de lokale luchtkwaliteit.

3.2 Meetlocatie

In figuur 3.2.1 is de meetlocatie weergegeven. De locatie is zo gekozen dat deze representatief is voor het leefniveau in de kern van het dorp Renkum. Hierbij is bij de locatiekeuze ook gelet op de afwezigheid van storende elementen zoals bomen in de directe nabijheid van het meetstation. Gekozen is voor plaatsing op het centraal gelegen Europaplein.

De buitenlucht is hier bemonsterd op een hoogte van circa 3 meter boven het maaiveld. Hiermee wordt voldaan aan de specificaties van een geschikt meetpunt volgens EU Richtlijn 2024/2881, bijlage IV.

Figuur 3.2.1: Meetlocatie van het mobiele meetstation in Renkum.



3.3 Opzet van het onderzoek

Voor het meten van de luchtkwaliteit op leefniveau wordt gebruik gemaakt van meetapparatuur die geschikt is voor het meten van concentraties in een laag meetbereik (immissie-niveau).

De stikstofoxiden NO, NO₂ en NO_x worden continu gemeten met een chemiluminescentie-monitor van het merk Envea, type AC32E. Iedere minuut worden de concentraties stikstofoxiden gelogd en op basis daarvan de uurs- en daggemiddelde concentraties berekend. De concentraties NO₂ worden gerapporteerd en getoetst aan grens- en advieswaarden.

Fijnstof wordt continu gemeten met de Palas Fidas_200. Met deze aerosol-spectrometer wordt continu de concentratie van zwevende deeltjes (Particulate Matter) gemeten. De werking van deze monitor berust op optische lichtverstrooiing van individuele deeltjes in de lucht. De meting van fijnstof met dit type monitor is equivalent aan de referentiemethode voor fijnstof en wordt ook toegepast in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. De monitor detecteert en kwantificeert deeltjes in verschillende fracties zoals PM10, PM2,5 en PM1.

Roet wordt gemeten met een aethalometer van het merk Magee Scientific, type AE33. De werking van deze monitor is gebaseerd op optische absorptie van roetdeeltjes op een filter. Doordat bij meerdere golflengtes wordt gemeten, kan onderscheid gemaakt worden tussen roet afkomstig van fossiele bronnen en van biomassa (houtverbranding).

De vluchtige organische componenten (VOC), benzeen maar ook toluen, ethylbenzeen en xylenen (BTEX) worden continu gemeten met een gaschromatograaf van het merk Envea, type VOC72M. De werking van deze monitor is gebaseerd op de gaschromatografische (GC) scheiding van deze componenten in een verzamelmonster. Elke 20 minuten wordt een verzamelmonster geïnjecteerd op een GC-kolom. Na scheiding van de componenten volgt detectie door middel van een foto ionisatie detector (PID). De rapportage van de VOC-metingen spitst zich toe op benzeen, omdat benzeen een relatief lage grens- en advieswaarde kent. De overige VOC zijn wel gemeten maar worden in deze rapportage niet behandeld.

Een uitgebreidere omschrijving van de gebruikte apparatuur is opgenomen in bijlage 2.

De momentane uurgemiddelde meetwaarden van de drie monitoren konden, lopende het onderzoek, online gevolgd worden via [Luchtkwaliteitsmonitor van de provincie Gelderland](#).

De metingen zijn uitgevoerd in de periode van 17 maart 2025 tot 14 april 2026. De BTEX-monitor is vanaf 16 oktober 2025 ingezet.

In eerste instantie was het de bedoeling om het metingen gedurende een half jaar uit te voeren. Maar op 15 april 2025 is het meetstation omvergereden, met als gevolg dat sommige monitoren daarna gedurende lange of korte tijd niet operationeel waren. Om deze reden is de meetperiode verlengd tot april 2026, om toch voldoende meetdata te verzamelen.

Na afloop van de meetperiode zijn de meetgegevens verwerkt en geanalyseerd. De meetwaarden van Renkum worden ook vergeleken met de meetwaarden van een meetstation dat deel uitmaakt van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, dat wordt beheerd door het RIVM. Het meetstation waar de meetwaarden mee worden vergeleken is een regionaal achtergrondstation. Dat wil zeggen dat zo'n meetstation representatief is voor de luchtkwaliteit in een uitgestrekt gebied, zonder directe invloed van directe bronnen zoals verkeer of industrie.

Ook worden de meetresultaten verwerkt in zogenaamde windrozen. In een windroos wordt de concentratie van een bepaalde stof uitgezet tegen de windrichting. Op deze manier wordt inzicht verkregen over de richting van waaruit een betreffende stof bijdraagt aan de luchtkwaliteit. Door zo'n windroos te vergelijken met de regionale achtergrondwaarden, wordt inzicht verkregen in welke mate lokale bronnen bijdragen. Voor de regionale achtergrondwaarden is gebruik gemaakt van de meetgegevens van het RIVM-meetstation Cabauw (PM, NO₂ en roet). Voor BTEX zijn alleen gegevens van een stadsachtergrond meetlocatie in het Rijnmondgebied beschikbaar (Rotterdam-Hoogvliet). Meetstation Rotterdam-Hoogvliet is een stadsachtergrondstation. Op deze locatie wonen veel mensen en er zijn geen drukke wegen, havens of industriegebieden in de buurt.

Bij de analyse van de meetgegevens is ook beoordeeld of er voldoende betrouwbare meetgegevens beschikbaar waren. Door bijvoorbeeld een storing in apparatuur kan er tijdelijk geen betrouwbare data zijn. Zo is in april 2025 het meetstation aangereden, waardoor enkele monitoren beschadigd raakten. Hierdoor is de data beschikbaarheid over bepaalde perioden beperkt. Bij de meetresultaten wordt daarom het percentage betrouwbare (valide) meetgegevens over de gehele meetperiode aangegeven, waarop de meetresultaten zijn gebaseerd.

De meetresultaten van het mobiele meetstation in Renkum worden omgerekend naar jaargemiddelden door gebruik te maken van de meetgegevens van het RIVM-meetstation. Hieruit wordt een correctiefactor berekend.

De correctie naar jaargemiddeldeconcentratie wordt dan als volgt uitgevoerd:

$$C_{\text{jaar,MMS}} = C_{\text{periode,MMS}} * C_{\text{jaar,RIVM}} / C_{\text{periode,RIVM}}$$

Waarin:

$C_{\text{jaar,MMS}}$:	De berekende jaargemiddelde concentratie van het Mobiel Meetstation;
$C_{\text{periode,MMS}}$:	De gemeten gemiddelde concentratie van de valide data van het Mobiel Meetstation;
$C_{\text{jaar,RIVM}}$:	De gemeten jaargemiddelde concentratie van het RIVM meetstation;
$C_{\text{periode,RIVM}}$:	De gemeten gemiddelde concentratie van het RIVM meetstation, van de momenten waarop het Mobiel Meetstation valide data heeft geleverd.

Analoog hieraan wordt de correctie naar het aantal overschrijdingen van een dag- of uurgemiddelde grenswaarde als volgt uitgevoerd:

$$X_{\text{jaar,MMS}} = X_{\text{periode,MMS}} * X_{\text{jaar,RIVM}} / X_{\text{periode,RIVM}}$$

Waarin:

$X_{\text{jaar,MMS}}$:	Het berekende aantal overschrijdingen van een dag- of uurgemiddelde grenswaarde van het Mobiel Meetstation op jaarbasis;
$X_{\text{periode,MMS}}$:	Het aantal overschrijdingen van een dag- of uurgemiddelde grenswaarde van het Mobiel Meetstation op basis van valide meetdata;
$X_{\text{jaar,RIVM}}$:	Het gemeten aantal overschrijdingen van een dag- of uurgemiddelde grenswaarde van het RIVM meetstation, over een geheel jaar;
$X_{\text{periode,RIVM}}$:	Het gemeten aantal overschrijdingen van een dag- of uurgemiddelde grenswaarde van het RIVM meetstation, in de periode waarin het Mobiel Meetstation valide data heeft geleverd.

3.4 Meteorologische omstandigheden

De luchtkwaliteit is ook afhankelijk van de meteorologische omstandigheden. Meteorologische factoren zoals windrichting en -snelheid, temperatuur(inversie) en neerslag spelen een belangrijke rol in de verspreiding en de concentratie van luchtverontreinigende stoffen.

- Windrichting en -snelheid: Wind zorgt voor verspreiding van verontreinigende stoffen. Bij weinig wind blijven stoffen langer hangen, wat leidt tot hogere concentraties;
- Temperatuur: In de winter komt vaak temperatuurinversie in de atmosfeer voor (warme lucht boven koude lucht aan het aardoppervlak). Hierdoor blijft vervuilde lucht dicht bij de grond hangen en stijgt niet goed op. Dit leidt in de winter vaker tot hogere concentraties verontreinigende stoffen in de lucht;
- Neerslag: Regen spoelt verontreinigende stoffen uit de lucht, waardoor lucht schoner wordt. Droge periodes zorgen juist voor hogere concentraties;
- Zoninstraling: In de zomer vinden meer fotochemische reacties plaats, waardoor bepaalde stoffen (zoals ozon) sneller worden gevormd. Ozon zorgt voor hogere concentraties stikstofdioxide in de lucht.

Hoewel het onderzoek naar de luchtkwaliteit in Renkum een periode van meer dan 12 maanden betrof, is met name zomermaanden als gevolg van uitval van het mobiel meetstation minder gemeten. Dit geeft een vertekend beeld. De zomermaanden zijn in het algemeen gunstige maanden voor wat betreft de luchtkwaliteit. De meetresultaten worden daarom vertaald naar jaargemiddelden zodat de seizoensinvloeden worden meegenomen. Voor uitleg over de methodiek hiervoor zie hoofdstuk 3.3.

4. Resultaten

4.1 Stikstofdioxide (NO₂)

4.1.1 Meetresultaten

In de volgende tabel worden de resultaten van de stikstofdioxide-metingen samengevat en vergeleken met EU-grenswaarden en de WHO advieswaarde.

Tabel 4.1.1.1: Resultaten NO₂-metingen MMS in Renkum.

Grens- en advieswaarden	
Jaargemiddelde EU-grenswaarde tot 2030	40 µg/m ³
Jaargemiddelde EU-grenswaarde vanaf 2030	20 µg/m ³
Daggemiddelde EU-grenswaarde vanaf 2030 (maximaal 18 maal per jaar)	50 µg/m ³
Uurgemiddelde EU-grenswaarde (tot 2030 18 maal/jaar, daarna 3 maal per jaar)	200 µg/m ³
Jaargemiddelde advieswaarde WHO	10 µg/m ³
Meetresultaten stikstofdioxide	
Aantal valide meetdagen (18 maart '25 – 13 april '26)	264
% valide meetdagen in periode	67
Gemiddelde gemeten concentratie	13,4 µg/m ³
Dit is omgerekend naar jaargemiddeld	12,4 µg/m ³
Aantal overschrijdingen uurgemiddelde grenswaarde (200 µg/m ³)	0
Aantal overschrijdingen daggemiddelde grenswaarde (vanaf 2030: 50 µg/m ³)	0
RIVM station Cabauw	
Gemiddelde concentratie in de meetperiode	11,4 µg/m ³
Jaargemiddelde concentratie	10,5 µg/m ³

Uit de tabel valt af te leiden dat de gemiddeld gemeten NO₂-concentratie in relatie tot de jaargemiddelde EU-grenswaarden laag is. De uur- en daggemiddelde grenswaarde is in de meetperiode 18 maart 2025 tot 13 april 2026 geen enkele maal overschreden. De jaargemiddelde NO₂-concentratie in Renkum is wel hoger dan de WHO-advieswaarde.

De gemiddelde concentratie in het centrum van Renkum is hoger dan is gemeten ter hoogte van het regionale achtergrond meetpunt in Cabauw. De lokale bijdrage ten opzichte van de regionale achtergrond is circa $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

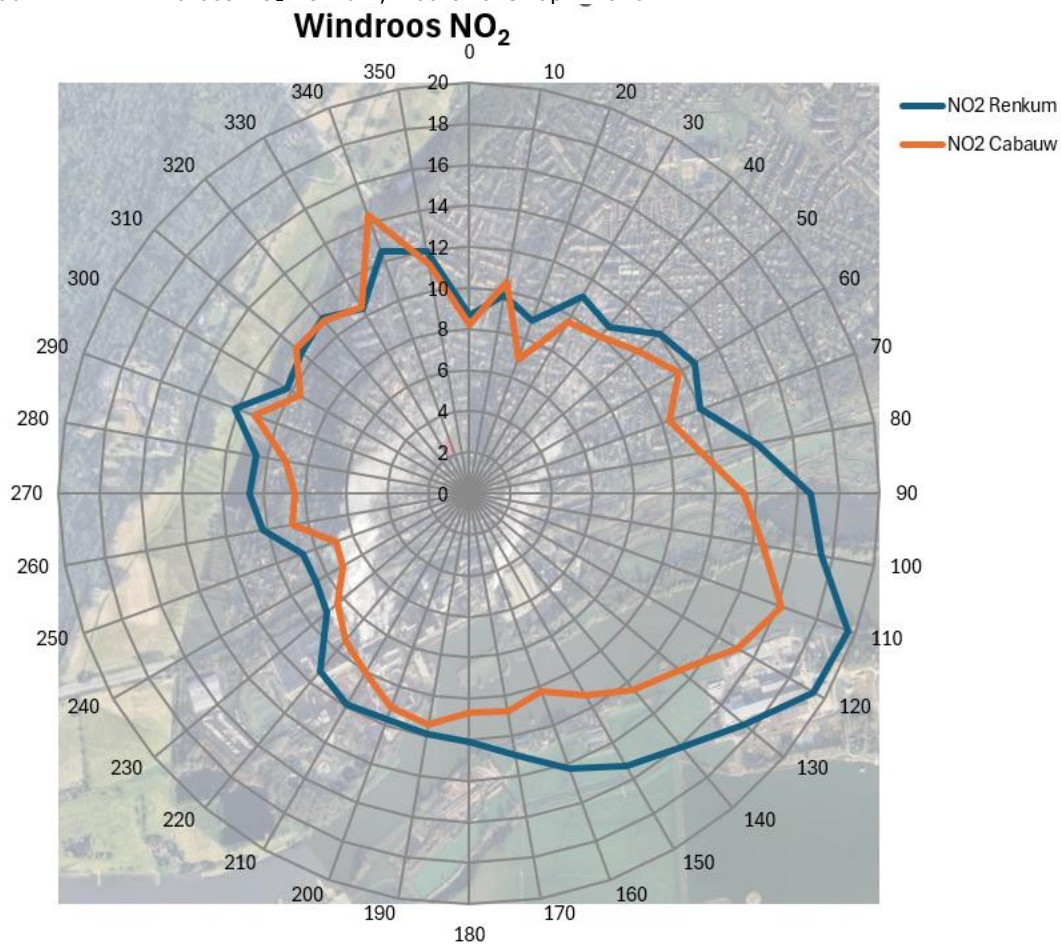
Een grafische weergave van de maandgemiddelde meetwaarden van de gemeten NO_2 -concentraties in Renkum en Cabauw over de gehele periode zijn opgenomen in bijlage 3. Daarnaast is in bijlage 3 een grafiek weergegeven waarin als voorbeeld is ingezoomd op de maand januari 2026. Hierin is een verhoogde NO_2 -concentratie, met name in de episode van 24 tot 26 januari zichtbaar. Deze verhoogde concentraties waren het gevolg van wintersmog. Wintersmog kan optreden bij stabiel winterweer met weinig wind uit het oosten. Op 25 januari meldde het RIVM wintersmog in de noordelijke helft van Nederland met uitbreiding richting midden. Deze wintersmog hield enkele dagen aan.

Ook is te zien dat de NO_2 -concentratie in Renkum de regionale achtergrondconcentratie volgt, met op bepaalde momenten een extra bijdrage. Dit is de stedelijke of lokale bijdrage als gevolg van lokale activiteiten (zoals industrie of verkeer) in de omgeving.

4.1.2 Windroosanalyse

In de volgende figuur zijn de NO_2 meetgegevens over de gehele meetperiode uitgezet tegen de heersende windrichting. Deze grafiek is over de geografische kaart van Renkum gelegd met de positie van de meetlocatie als middelpunt. Op deze manier wordt inzicht verkregen in de concentratie in relatie tot de windrichting. De windroos wijst als het ware de richting aan van waaruit de hoogste concentraties zijn gemeten.

Figuur 4.1.2.1: Windroos NO₂ Renkum, maart 2025- april 2026.



concentraties NO₂ worden gemeten. Een vergelijkbaar patroon is zichtbaar op het regionale achtergrond meetstation in Cabauw. Alleen bij zuidoostelijke windrichting is de NO₂-concentratie in Renkum significant hoger dan de regionale achtergrond. Dit kan duiden op een NO₂-bron aan de zuidoostkant van Renkum. De meest voor de hand liggende bron in deze richting is het wegverkeer op de A50 en de steenfabriek in Heteren.

4.2 Fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5})

4.2.1 Meetresultaten

In de volgende tabel worden de resultaten van de PM₁₀ en PM_{2,5}-metingen samengevat en vergeleken met EU-grenswaarden en de WHO advieswaarde.

Tabel 4.2.1.1: Resultaten fijnstof-metingen MMS in Renkum.

Grens- en advieswaarden	
Jaargemiddelde EU-grenswaarde PM10 tot 2030	40 µg/m ³
Jaargemiddelde EU-grenswaarde PM2,5 tot 2030	25 µg/m ³
Jaargemiddelde EU-grenswaarde PM10 vanaf 2030	20 µg/m ³
Jaargemiddelde EU-grenswaarde PM2,5 vanaf 2030	10 µg/m ³
Daggemiddelde EU-grenswaarde PM10 tot 2030 (maximaal 35 maal per jaar)	50 µg/m ³
Daggemiddelde EU-grenswaarde PM10 vanaf 2030 (maximaal 18 maal per jaar)	45 µg/m ³
Daggemiddelde EU-grenswaarde PM2,5 vanaf 2030 (maximaal 18 maal per jaar)	25 µg/m ³
Jaargemiddelde advieswaarde WHO PM10	15 µg/m ³
Jaargemiddelde advieswaarde WHO PM2,5	5 µg/m ³
Meetresultaten fijnstof	
Aantal valide meetdagen (18 maart 2025 – 13 april 2026)	207
% valide meetdagen PM10 in periode	53
% valide meetdata PM2,5 in periode	53
Gemiddeld gemeten concentratie PM10	18
Dit is omgerekend naar jaargemiddeld	15
Gemiddeld concentratie PM2,5	14
Dit is omgerekend naar jaargemiddeld	10
Aantal overschrijdingen van de huidige daggemiddelde PM10 grenswaarde op jaarbasis	4
Aantal overschrijdingen van de toekomstige daggemiddelde PM10 grenswaarde op jaarbasis	7
Aantal overschrijdingen van de toekomstige daggemiddelde PM2,5 grenswaarde op jaarbasis	21
RIVM station Cabauw	
Gemiddelde concentratie PM10 in de meetperiode	20 µg/m ³
Jaargemiddelde concentratie PM10	15 µg/m ³
Gemiddelde concentratie PM2,5 in de meetperiode	12 µg/m ³
Jaargemiddelde concentratie PM2,5	8 µg/m ³

Uit de tabel valt af te leiden dat de huidige en toekomstige jaargemiddelde EU-grenswaarden voor PM10- en PM2,5 niet worden overschreden. De jaargemiddelde PM2,5 concentratie, is wel hoger dan de WHO-advieswaarde.

De huidige daggemiddelde PM10 grenswaarde wordt op jaarbasis 7 maal overschreden, terwijl maximaal 35 maal per jaar is toegestaan.

De daggemiddelde gemiddelde PM10 grenswaarde die vanaf 2030 van kracht is (45 µg/m³), wordt op jaarbasis 12 maal overschreden, terwijl vanaf 2030 18 maal per jaar is toegestaan.

De daggemiddelde gemiddelde PM_{2,5} grenswaarde die vanaf 2030 van kracht is (25 µg/m³), wordt op jaarbasis 21 maal overschreden, terwijl vanaf 2030 18 maal per jaar is toegestaan. Wanneer dit aantal etmaaloverschrijdingen niet daalt, wordt in 2030 niet volledig voldaan aan de wettelijke EU-eis voor PM_{2,5}.

Omdat de jaargemiddelde PM₁₀ en PM_{2,5} concentratie in het centrum van Renkum lager is dan de regionale achtergrondconcentratie, kan gesteld worden dat lokale bronnen gemiddeld niet significant bijdragen.

Een grafische weergave van de maandgemiddelde gemeten fijnstof-concentraties in Renkum en Cabauw (regionale achtergrond) over de gehele periode is opgenomen in bijlage 4.

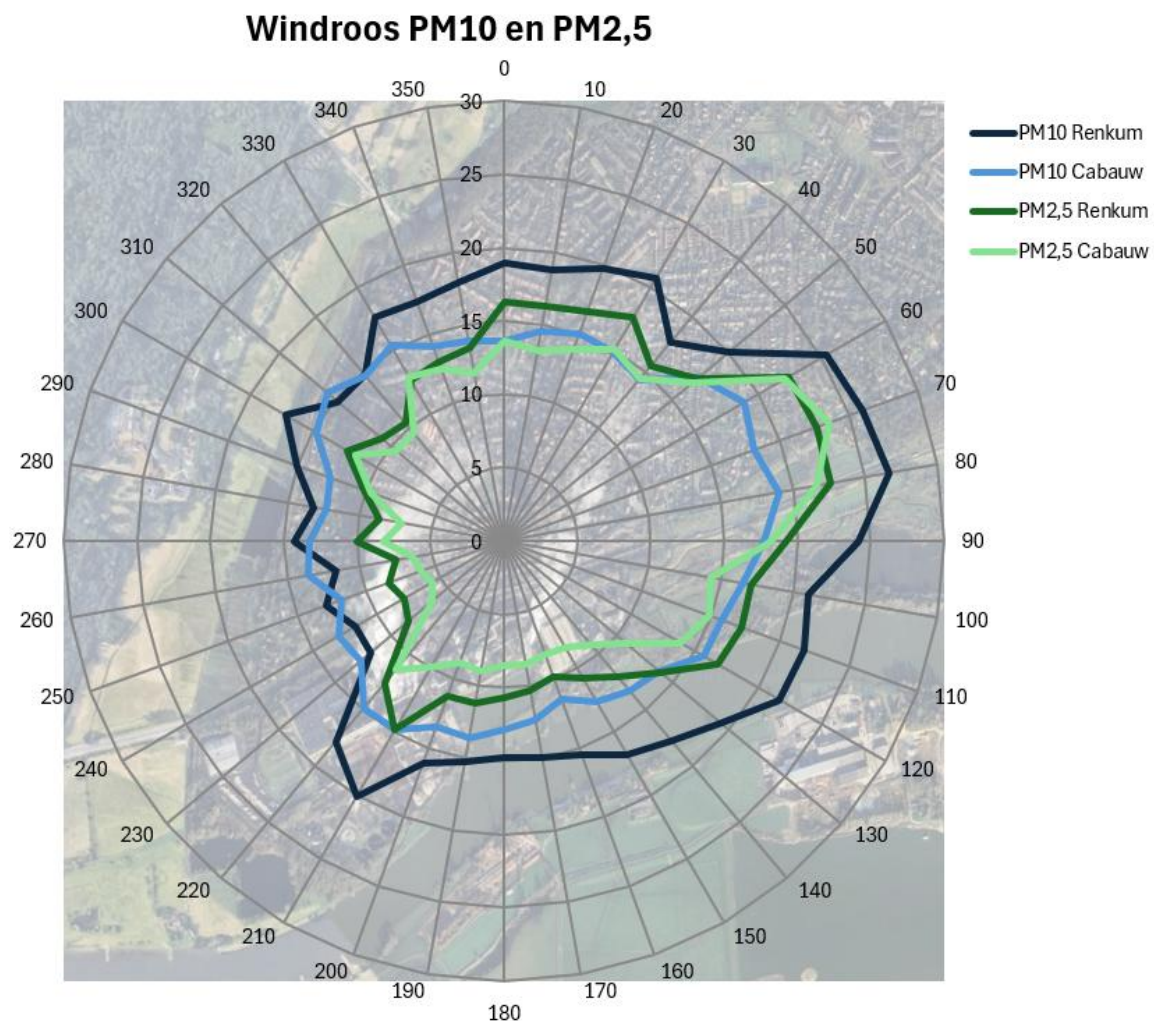
Daarnaast is in bijlage 4 een grafiek weergegeven waarin als voorbeeld is ingezoomd op de maand januari 2026. Hierin is een verhoogde fijnstofconcentratie, met name in de episode van 24 tot 26 januari 2026, goed zichtbaar. Deze verhoogde concentraties waren het gevolg van wintersmog. Wintersmog kan optreden bij stabiel winterweer met weinig wind uit het oosten. Op 25 januari meldde het RIVM wintersmog in de noordelijke helft van Nederland met uitbreiding richting midden. Deze wintersmog hield enkele dagen aan.

Ook is te zien dat de fijnstofconcentratie in Renkum de regionale achtergrondconcentratie volgt. Hieruit blijkt, dat de stedelijke of lokale bijdrage fijnstof in Renkum niet hoog is. Opvallend is ook de piek rondom de jaarwisseling, zowel in Renkum als bij de regionale achtergrond.

4.2.2 Windroosanalyse

In de volgende figuur zijn de PM10 en PM2,5 meetgegevens over de gehele meetperiode uitgezet tegen de heersende windrichting. Deze grafiek is over de geografische kaart van Renkum gelegd met de positie van de meetlocatie als middelpunt. Op deze manier wordt inzicht verkregen in de concentratie in relatie tot de windrichting. De windroos wijst als het ware de richting aan van waaruit de hoogste concentraties zijn gemeten.

Figuur 4.2.2.1: Windroos fijnstof Renkum, maart 2025 – april 2026.



Uit de windroosanalyse blijkt, dat bij oostelijke windrichting de hoogste concentraties fijnstof worden gemeten, zowel in Renkum als op het regionale achtergrondpunt. Dit komt overeen met het landelijke beeld en heeft daarmee geen lokale oorzaak. Hoewel in mindere mate dan bij oosten wind, is bij zuidwesten wind (windhoek van 210°) zuidwesten wind) in Renkum ook een licht verhoogde concentratie aan PM10 en PM2,5 waarneembaar. Voor wat betreft Renkum is de papierfabriek hiervoor de meest voor de hand liggende bron.

4.3 Roet

4.3.1 Meetresultaten

In de volgende tabel worden de resultaten van de roetmetingen samengevat. Hierbij wordt het aandeel aan roet als gevolg van houtverbranding (houtroet) ook weergegeven. Voor roet geldt geen wettelijke grenswaarde of WHO advieswaarde. Ter vergelijking is over dezelfde periode ook de roetconcentratie van het regionaal achtergrond RIVM-metstation Cabauw weergegeven (Dit meetstation meet niet het aandeel houtroet).

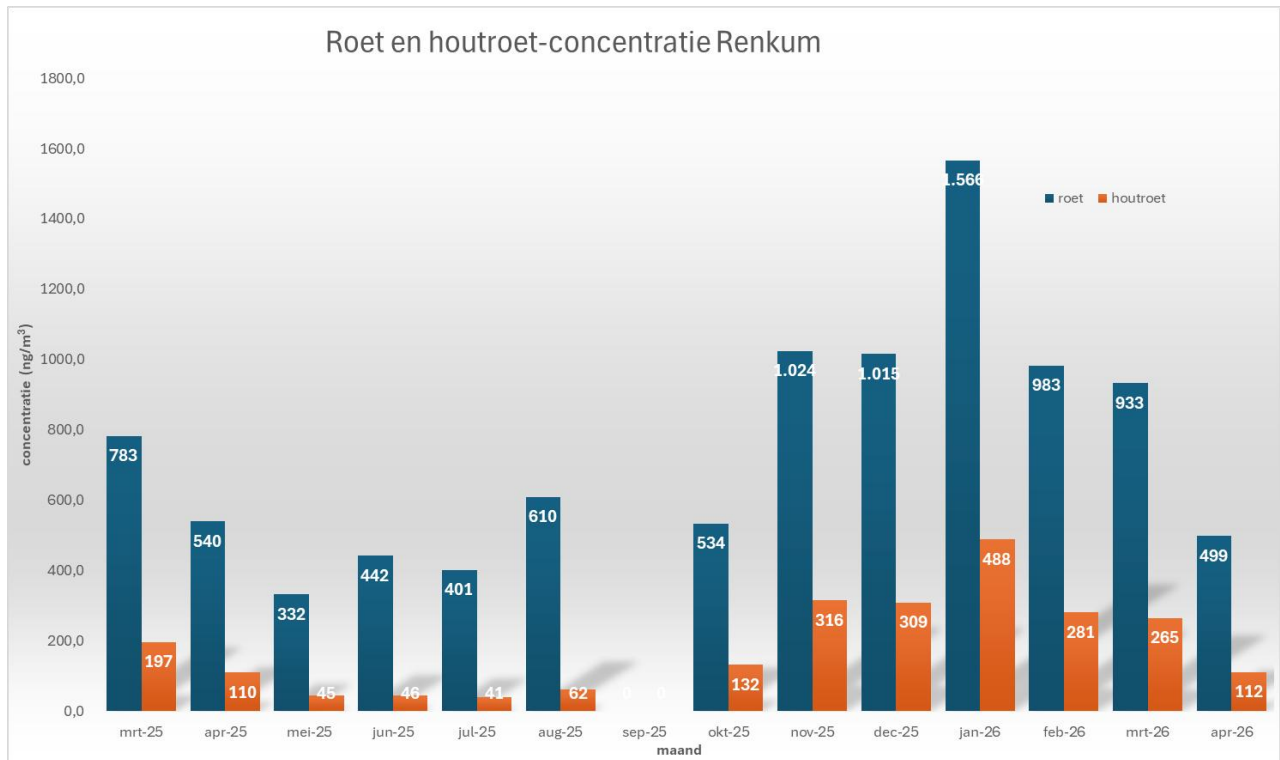
Tabel 4.3.1.1: Resultaten roetmetingen MMS in Renkum.

Meetresultaten Roet	
Aantal valide meetdagen (18 maart 2025 – 13 april 2026)	315
% valide meetdata	80
Gemiddelde gemeten concentratie	0,76 µg/m ³
Dit is omgerekend naar jaargemiddeld	0,71 µg/m ³
Gemiddeld aandeel houtroet	27%
RIVM station Cabauw	
Gemiddelde concentratie in de meetperiode	0,62 µg/m ³
Jaargemiddelde concentratie	0,58 µg/m ³

De gemiddelde roetconcentratie over de meetperiode is in Renkum ongeveer 20% hoger dan op het regionale achtergrondpunt. Dit kan worden beschouwd als de bijdrage als gevolg van de stedelijke achtergrond (zie bijlage 1 voor uitleg hierover).

In de volgende figuur is de roetconcentratie en het aandeel houtroet per maand grafisch weergegeven:

Figuur 4.3.1.1: Concentratie roet en bijdrage houtroet Renkum, maart 2025 – april 2026.



Uit deze figuur valt af te leiden dat in de stookmaanden het aandeel houtroet hoger is dan in andere maanden.

Een grafische weergave van de gemeten roetconcentraties in Renkum over de gehele periode is opgenomen in bijlage 5. Daarnaast is in bijlage 5 een grafiek weergegeven waarin als voorbeeld is ingezoomd op de maand januari 2026.

Hierin is een verhoogde roetconcentratie, met name in de episode van 24 tot 26 januari, goed zichtbaar. Deze verhoogde concentraties waren het gevolg van wintersmog. Wintersmog kan optreden bij stabiel winterweer met weinig wind uit het oosten. Op 25 januari meldde het RIVM wintersmog in de noordelijke helft van Nederland met uitbreiding richting midden. Deze wintersmog hield enkele dagen aan.

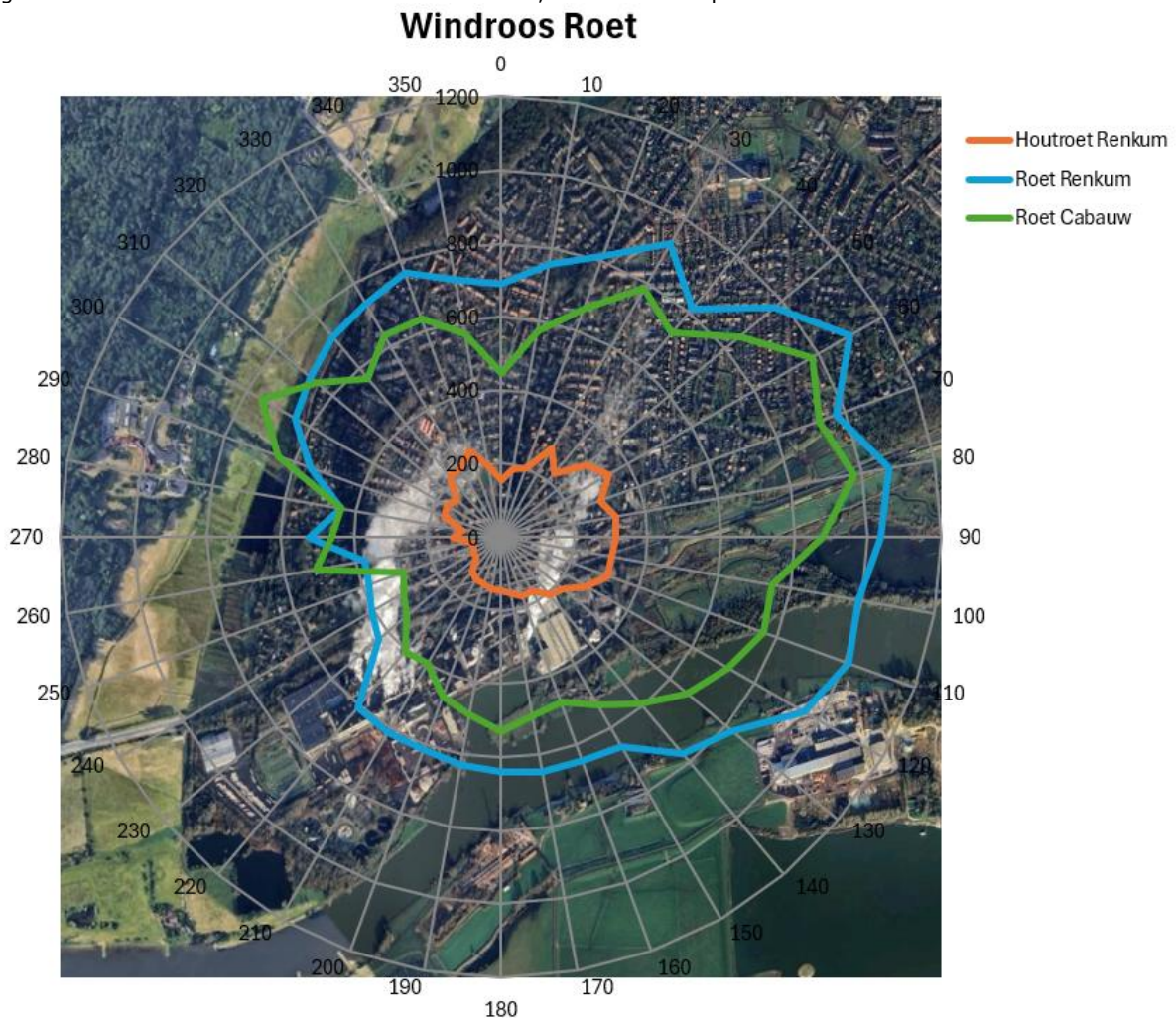
Ook is te zien dat de roetconcentratie in Renkum de regionale achtergrondconcentratie volgt, met op bepaalde momenten een extra bijdrage. Dit is de stedelijke of lokale bijdrage.

De drie hoogste pieken in (hout)roetconcentraties gemeten op weekendavonden in november en december 2025. De combinatie van houtstook met ongunstige meteo-omstandigheden kunnen op deze momenten hinder veroorzaken in de leefomgeving.

4.3.2 Windroosanalyse

In de volgende figuur zijn de roetmeetgegevens van Renkum en die van het regionale achtergrondmeetstation in Cabauw over de gehele meetperiode uitgezet tegen de heersende windrichting. De grafieken zijn over de geografische kaart van Renkum gelegd met de positie van de meetlocatie als middelpunt zodat inzicht wordt verkregen in de concentratie in relatie tot de windrichting. De windroos wijst als het ware de richting aan van waaruit de hoogste concentraties zijn gemeten.

Figuur 4.3.2.1: Windroos roetconcentraties Renkum, maart 2025– april 2026.



Net als uit de windrozen van NO_2 en fijnstof blijkt ook voor roet, dat bij oostelijke windrichting de hoogste concentraties roet worden gemeten. Een vergelijkbaar patroon is zichtbaar op het regionale achtergrond meetstation. Hierdoor is het aannemelijk dat de concentratieverschillen in de verschillende windhoeken geen lokale oorzaak hebben.

4.4 Benzeen

4.4.1 Meetresultaten

In de volgende tabel worden de resultaten van de benzeenmetingen samengevat en vergeleken met EU-grenswaarden en de WHO advieswaarde.

Tabel 4.4.1.1: Resultaten benzeenmetingen MMS in Renkum.

Grens- en advieswaarden	
Jaargemiddelde EU-grenswaarde tot 2030	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jaargemiddelde EU-grenswaarde vanaf 2030	3,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jaargemiddelde advieswaarde WHO	1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Meetresultaten stikstofdioxide	
Aantal meetdagen (18 maart '25 – 13 april '26)	197
Gemiddelde gemeten concentratie	0,44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dit is omgerekend naar jaargemiddeld	0,36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
% valide meetdata	86
DCMR meetstation Rotterdam-Hoogvliet	
Gemiddelde concentratie in de meetperiode	0,46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jaargemiddelde concentratie	0,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Uit de tabel valt af te leiden dat de gemiddelde benzeenconcentratie in relatie tot de jaargemiddelde EU-grenswaarde en de WHO-advieswaarde laag is.

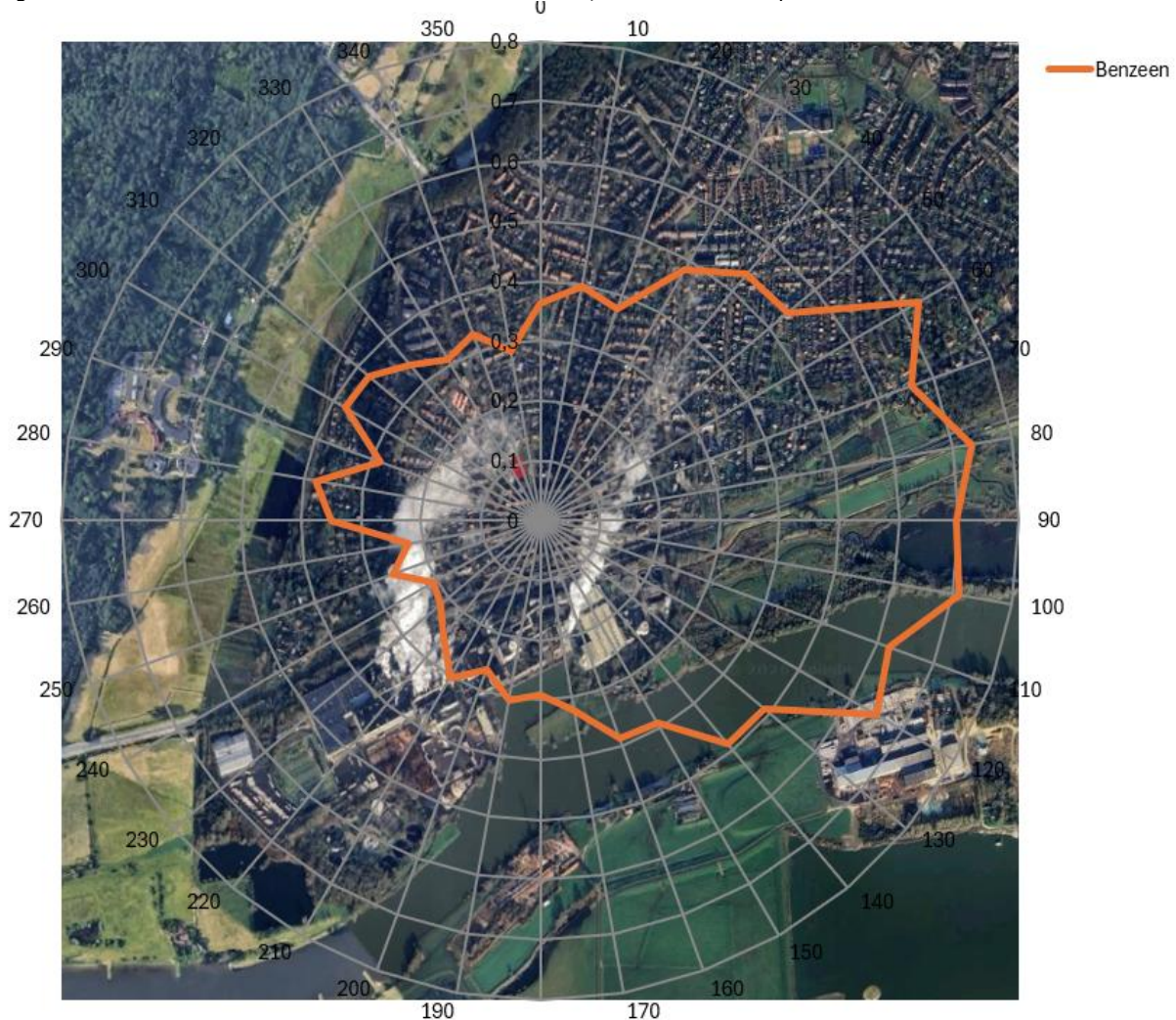
De gemiddelde benzeenconcentratie in het centrum van Renkum is vergelijkbaar met die op het DCMR-stadsachtergrond meetstation Rotterdam-Hoogvliet.

Een grafische weergave van de gemeten benzeenconcentraties in Renkum over de gehele periode is opgenomen in bijlage 6. Daarnaast is in bijlage 6 een grafiek opgenomen waarin is ingezoomd op de maand januari 2026. Hierin is een verhoogde concentraties benzeen, met name in de episode van 24 tot 26 januari 2026, goed zichtbaar. In deze periode meldde het RIVM wintersmog in de noordelijke helft van Nederland met uitbreiding richting midden. Wintersmog kan optreden bij stabiel winterweer met weinig wind uit het oosten. Deze wintersmog hield enkele dagen aan. De verhoogde benzeenconcentraties in deze periode waren waarschijnlijk het gevolg van deze wintersmog.

4.4.2 Windroosanalyse

In de volgende figuur zijn de benzeenmeetgegevens van Renkum over de gehele meetperiode uitgezet tegen de heersende windrichting. De grafiek is over de geografische kaart van Renkum gelegd met de positie van de meetlocatie als middelpunt zodat inzicht wordt verkregen in de concentratie in relatie tot de windrichting. De windroos wijst als het ware de richting aan van waaruit de hoogste concentraties zijn gemeten.

Figuur 4.3.2.1: Windroos benzeenconcentraties Renkum, oktober 2025– april 2026.



Net als uit de windrozen van NO₂, fijnstof en roet blijkt ook voor benzeen, dat bij oostelijke windrichting de hoogste concentraties benzeen worden gemeten.

5. Conclusies

Uit de resultaten van de luchtkwaliteit metingen met het mobiele meetstation van maart 2025 tot april 2026 in Renkum blijkt, dat:

1. Stikstofdioxide (NO₂)

- De jaargemiddelde NO₂-concentratie was 12 µg/m³. Dit is lager dan de huidige EU-grenswaarde (40 µg/m³), de toekomstige EU-grenswaarde (20 µg/m³), maar wel hoger dan WHO-advieswaarde (10 µg/m³);
- Er zijn geen overschrijdingen van de uurgemiddelde grenswaarde NO₂ (200 µg/m³) gemeten (die tot 2030 maximaal 18 maal per jaar is toegestaan, daarna nog maar 3 keer per jaar). Ook de etmaalgemiddelde grenswaarde NO₂ (50 µg/m³), die vanaf 2030 maximaal 18 maal per jaar mag worden overschreden, is geen enkele maal overschreden.
- De gemiddelde NO₂-concentratie in Renkum is ongeveer 20% hoger dan op een regionaal achtergrondmeetpunt in dezelfde periode;
- In Renkum dragen lokale bronnen niet significant bij aan de jaargemiddelde NO₂-concentratie. Wel blijkt uit de windroosanalyse een licht verhoogde NO₂-bijdrage uit de richting van de steenfabriek in Heteren.

2. Fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5})

- De jaargemiddelde concentraties fijnstof in Renkum waren 14 µg/m³ voor PM₁₀ en 10 µg/m³ voor PM_{2,5}. Hiermee wordt voldaan aan de huidige EU-grenswaarde (40 µg/m³ voor PM₁₀ en 25 µg/m³ voor PM_{2,5}) en de toekomstige EU-grenswaarde (20 µg/m³ voor PM₁₀ en 10 µg/m³ voor PM_{2,5}). Alleen de jaargemiddelde PM_{2,5} concentratie is wel hoger dan de WHO-advieswaarde (5 µg/m³);
- Het aantal etmaalgemiddelde overschrijdingen PM₁₀ op jaarbasis is lager dan de huidige en toekomstige grenswaarde.
- Het aantal etmaalgemiddelde overschrijdingen PM_{2,5} is met 21 maal op jaarbasis, hoger dan de toekomstige grenswaarde (maximaal 18 maal). Wanneer dit aantal overschrijdingen niet daalt, wordt in 2030 niet volledig voldaan aan de wettelijke EU-eis voor PM_{2,5}.
- De fijnstofconcentratie in Renkum is vergelijkbaar met die op het regionale achtergrondmeetpunt in Cabauw in dezelfde periode;
- In Renkum dragen lokale bronnen niet significant bij aan de fijnstofconcentratie. Wel blijkt uit de windroosanalyse een licht verhoogde fijnstof-bijdrage uit de richting van de papierfabriek in Renkum.

3. Roet (Black Carbon)

- De gemiddelde roetconcentratie in Renkum is 0,76 µg/m³, waarvan gemiddeld 27% als gevolg van houtstook;
- In de typische stookmaanden is zowel de roetconcentratie als het aandeel houtroet hierin hoger, wat wijst op invloed van houtverbranding;
- Er zijn geen wettelijke grenswaarden of advieswaarden voor roet, maar de gemeten concentraties zijn ongeveer 20% hoger dan het regionale achtergrond niveau. Deze bijdrage kan worden beschouwd als de lokale bijdrage.

4. Benzeen

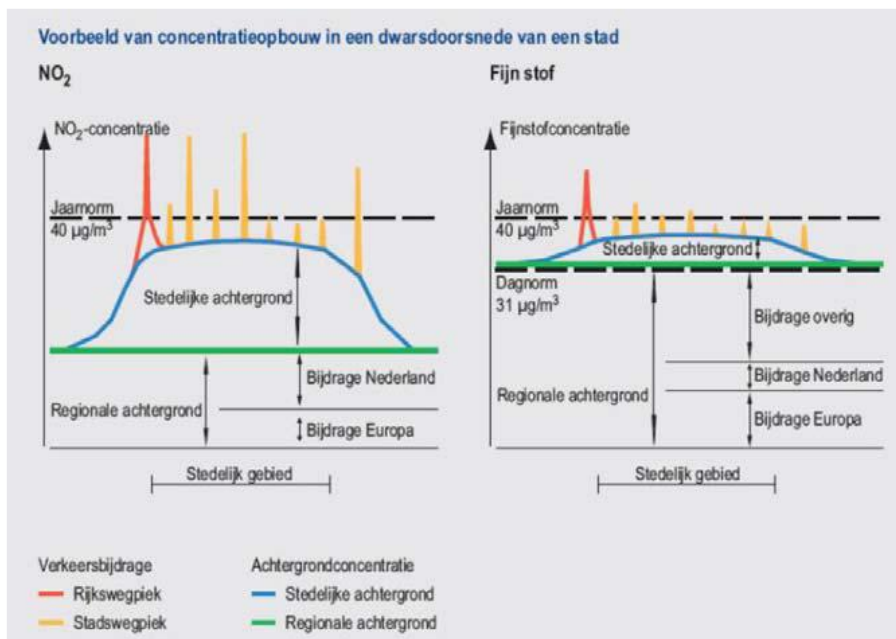
- De jaargemiddelde benzeenconcentratie in Renkum is 0,36 µg/m³.
- De benzeenconcentratie in Renkum is laag in relatie tot de jaargemiddelde EU-grenswaarde en de WHO-advieswaarde.

Bijlage 1: Achtergrondinformatie over de opbouw van luchtverontreiniging

De concentratie aan NO₂ en fijnstof (PM₁₀, PM_{2,5}) in de Nederlandse buitenlucht is schematisch als volgt opgebouwd, gebaseerd op de herkomst (geografisch) van de verontreiniging (zie figuur 1).

1. Regionale achtergrondconcentratie: dit is de "basislast" aan verontreiniging die aanwezig is in een bepaalde regio, exclusief de bijdrage van lokale bronnen. Deze "basislast" is afkomstig uit de Europese landen om ons heen, vermeerderd met de bijdrage van bronnen in Nederland buiten het stedelijke gebied;
2. Stadsachtergrondconcentratie: alle activiteiten in de stedelijke omgeving leiden tot verhoogde concentraties van verontreiniging. Dit is de zogenaamde stedelijke achtergrond. Deze vertoont een sterke gradiënt aan de rand van de stad en vltakt af verder naar het centrum. Voor fijnstof is de gradiënt veel minder groot dan voor NO₂;
3. Bijdrage van lokaal (weg-)verkeer: in de directe nabijheid van een drukke weg, zijn concentraties van verkeersgebonden emissies sterk verhoogd. Dit is vooral het geval voor NO₂ en roet, en in mindere mate voor fijnstof.

Figuur 1 – Schematische opbouw van luchtverontreinigingsconcentraties voor NO₂ en fijnstof in Nederland



Zoals bovenstaande figuur laat zien, is voor fijnstof de concentratie-opbouw verschillend ten opzichte van de opbouw voor NO₂. Voor fijnstof ligt als het ware een "deken" over heel Nederland, en is de bijdrage van lokale bronnen gering ten opzichte van NO₂. Voor NO₂ is de landelijke achtergrondconcentratie relatief laag ten opzichte van de stedelijke bijdrage en is de lokale bijdrage van drukke wegen sterk bepalend voor de uiteindelijke concentratie op een bepaalde locatie.

Bijlage 2: Nadere beschrijving van de meetapparatuur.

Technische beschrijving NO_x-monitor

De Envea AC32e NO_x-monitor is een referentieklasserende analyzer voor het meten van stikstofoxiden (NO, NO₂ en NO_x) in omgevingslucht. Het instrument maakt gebruik van het chemiluminescentie principe, de standaardmethode volgens EN 14211.

Het chemiluminescentie principe werkt als volgt:

Wanneer stikstofmonoxide (NO) in een luchtmonster reageert met ozon (O₃), ontstaat stikstofdioxide (NO₂) in een aangeslagen energietoestand: $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2^*$

Dit aangeslagen NO₂* valt vrijwel direct terug naar de grondtoestand en zendt daarbij licht (fotonen) uit. Dit licht wordt gedetecteerd door een fotomultiplicator en zet dit om in een elektrisch signaal. De intensiteit van dit licht is recht evenredig met de hoeveelheid NO in het monster.

Voor NO₂ wordt eerst een katalytische omzetting naar NO uitgevoerd, daarna volgt dezelfde procedure als voor NO.

Het verschil tussen NO_x en NO levert de concentratie NO₂. De monitor is continu registrerend. De meetonzekerheid (95% betrouwbaarheidsinterval) volgens de EN 14211 bedraagt maximaal 15% van de gemeten waarde. De detectiegrens van de analyzer (2σ) bedraagt < 0,2 ppb.

De Envea AC32e NO_x-monitor:



Technische beschrijving van fijnstofmonitor

De Palas Fidas 200 is een fijnstofmonitor die continu en gelijktijdig de concentraties van onder andere PM10 en PM2.5 meet. De monitor is equivalent aan de Europese norm voor fijnstofmeting in de buitenlucht (EN 12341 EN 14907).

Het werkingsprincipe is gebaseerd op het optische lichtverstrooiingsprincipe (ISO 21501-1) op individuele deeltjes.

Buitenlucht wordt aangezogen via een Sigma-2 bemonsteringskop (VDI 2119) voor representatieve bemonstering, ook bij sterke wind. De aangezogen lucht passeert een meetkamer met een LED-lichtbron. Elk deeltje verstrooit licht onder een hoek van 90°.

De intensiteit en het patroon van de verstrooiing worden gedetecteerd door een optisch systeem. Op basis van verstrooiingsintensiteit wordt de deeltjesgrootte bepaald.

Door telling van individuele deeltjes wordt de concentratie berekend.

Conform de Europese richtlijn wordt deze methode met een optische aërosolspectrometer geaccepteerd indien kan worden aangetoond dat vergelijkbare resultaten worden behaald binnen 25% van de referentiewaarde. Voor de Palas Fidas 200 is dat het geval.



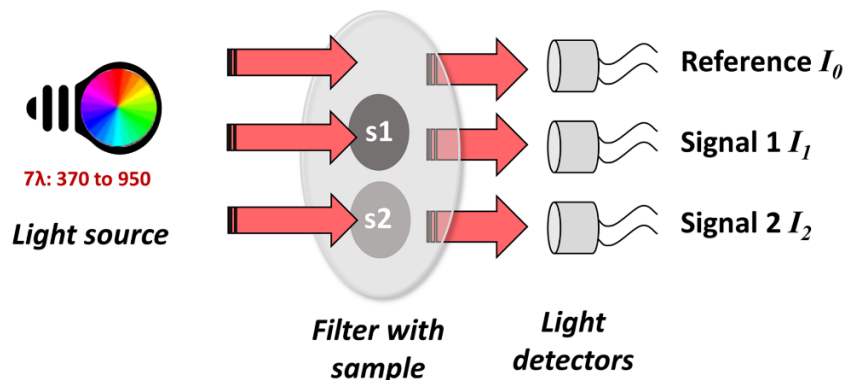
Technische beschrijving roet-monitor (Magee Scientific, AE33)

De AE33 Aethalometer van Magee Scientific is een real-time monitor voor het continu meten van roetdeeltjes (Black Carbon aerosol) in de buitenlucht.



Omgevingslucht wordt met een constante flow continu op een filterband bemonsterd. Hierbij zet fijnstof met hierin de fractie aan Black Carbon zich af op het filter. De continue meting is gebaseerd op een optische meettechniek op 7 golflengten variërend van 370 nm tot 950 nm. De filterband wordt belicht met licht met deze golflengten. Het eventuele Black Carbon op de filterband absorbeert in meer of mindere mate het opvallend licht. De afname van de lichtintensiteit door het filter is een maat voor de hoeveelheid Black Carbon dat zich op de filterband heeft afgezet. Een verhoogde toename van optische absorptie bij lage golflengten in vergelijking met hogere golflengten is bovendien een maat voor de aanwezigheid van zogenaamd bruine koolstof. Bruine koolstof in omgevingslucht is een maat voor emissies door verbranding van biomassa. Doordat dit onderscheid kan worden gemaakt, is het mogelijk om het aandeel 'Biomass Burn' in Black Carbon (Biomass Burn + overige verbrandingsemissies) vast te stellen.

Schematische weergave van het meetprincipe van de AE33



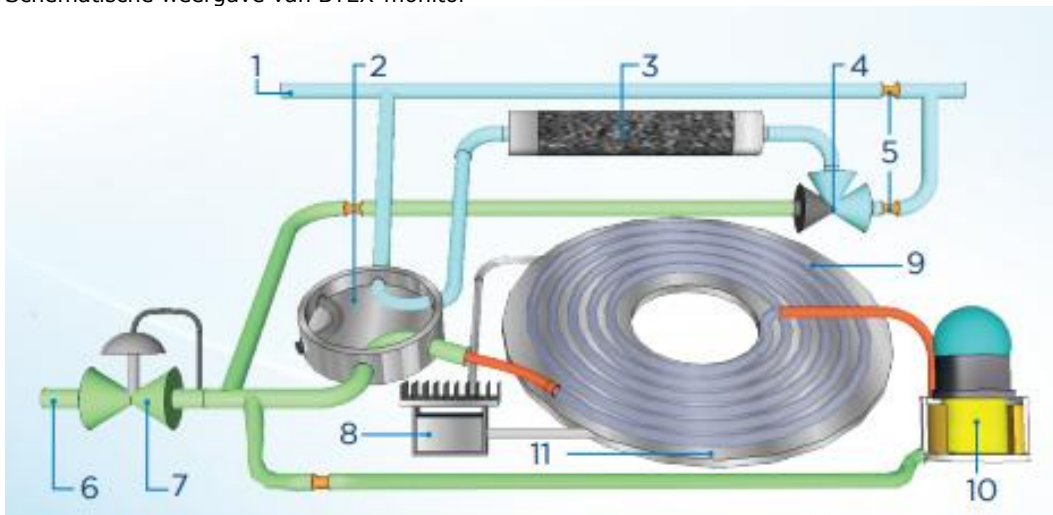
Technische beschrijving BTEX-monitor

De Envea VOC72M is een geautomatiseerde analyzer voor het semi-continu meten van benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen in omgevingslucht.

De analyzer meet volgens het principe van gaschromatografie met een foto-ionisatiedetector (PID) als detectie. Met de analyzer kan op ppb-niveau BTEX in omgevingslucht gemeten worden.

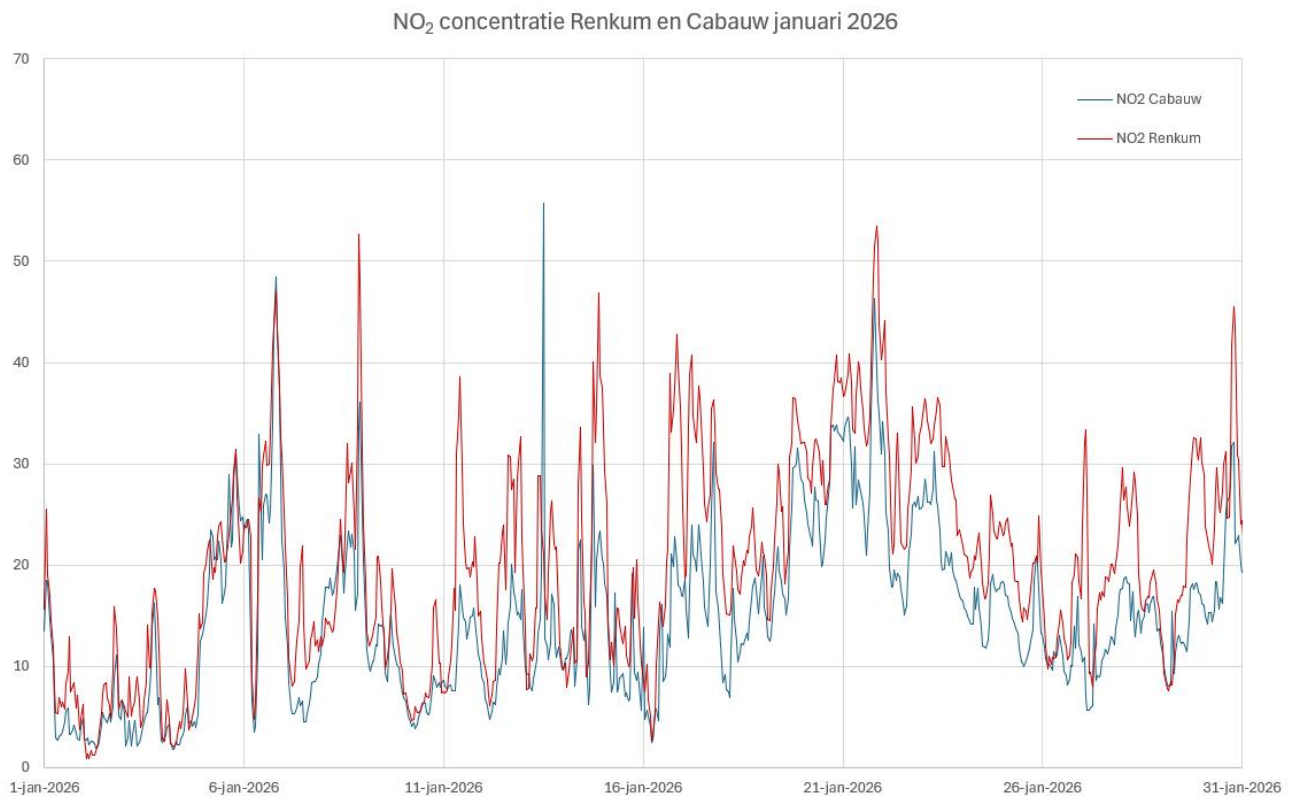
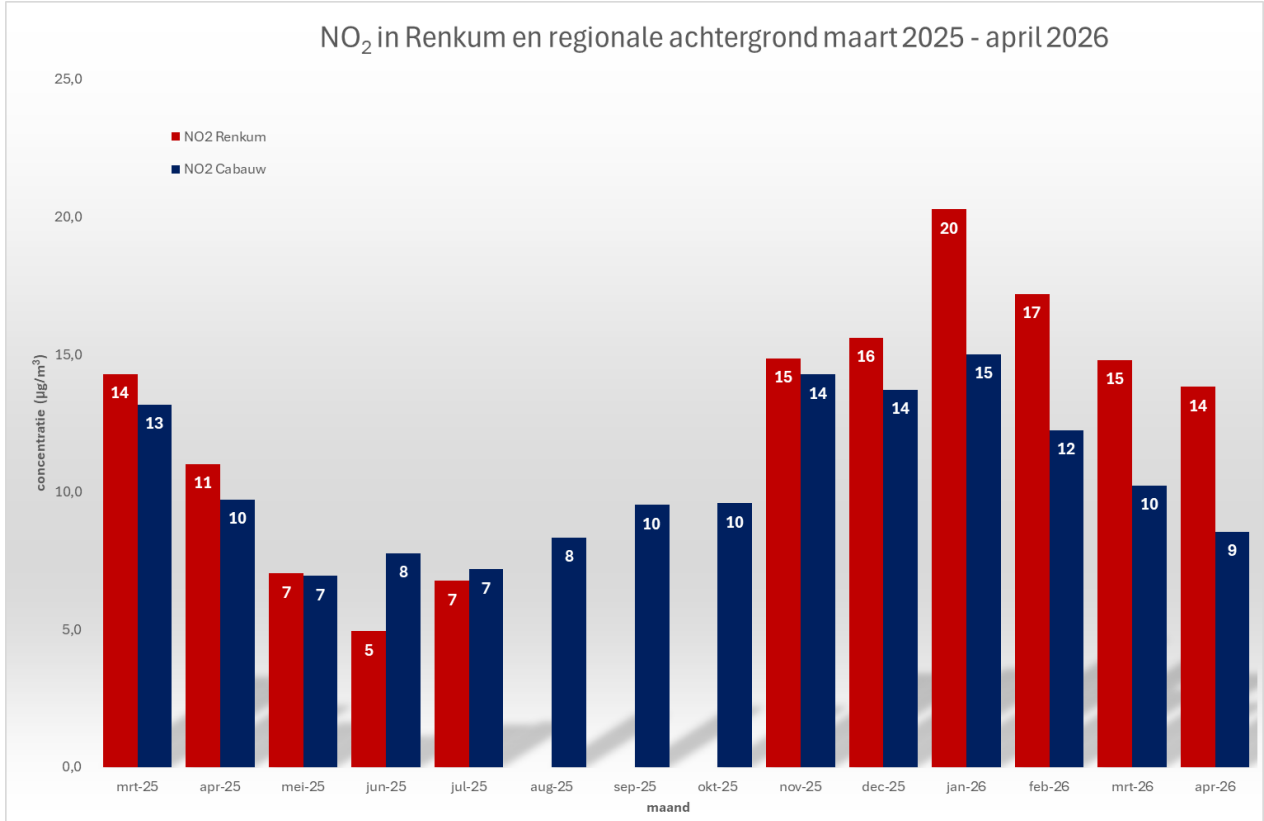
Omgevingslucht wordt gedurende circa 20 minuten verzameld op een preconcentratie-kolom. Daarna wordt het monster geïnjecteerd op een GC-kolom. De kolom scheidt de verschillende BTEX-componenten op basis van hun interactie met het kolommateriaal en hun vluchtigheid. Elke component verlaat de kolom op een specifieke retentietijd en wordt gedetecteerd door de PID, dat resulteert in een elektrisch signaal. Het piek oppervlak van elke component is een maat voor de concentratie van de desbetreffende component. De kalibratie van de BTEX-monitor wordt uitgevoerd met een kalibratiegas dat herleidbaar is naar een primaire standaard.

Schematische weergave van BTEX-monitor

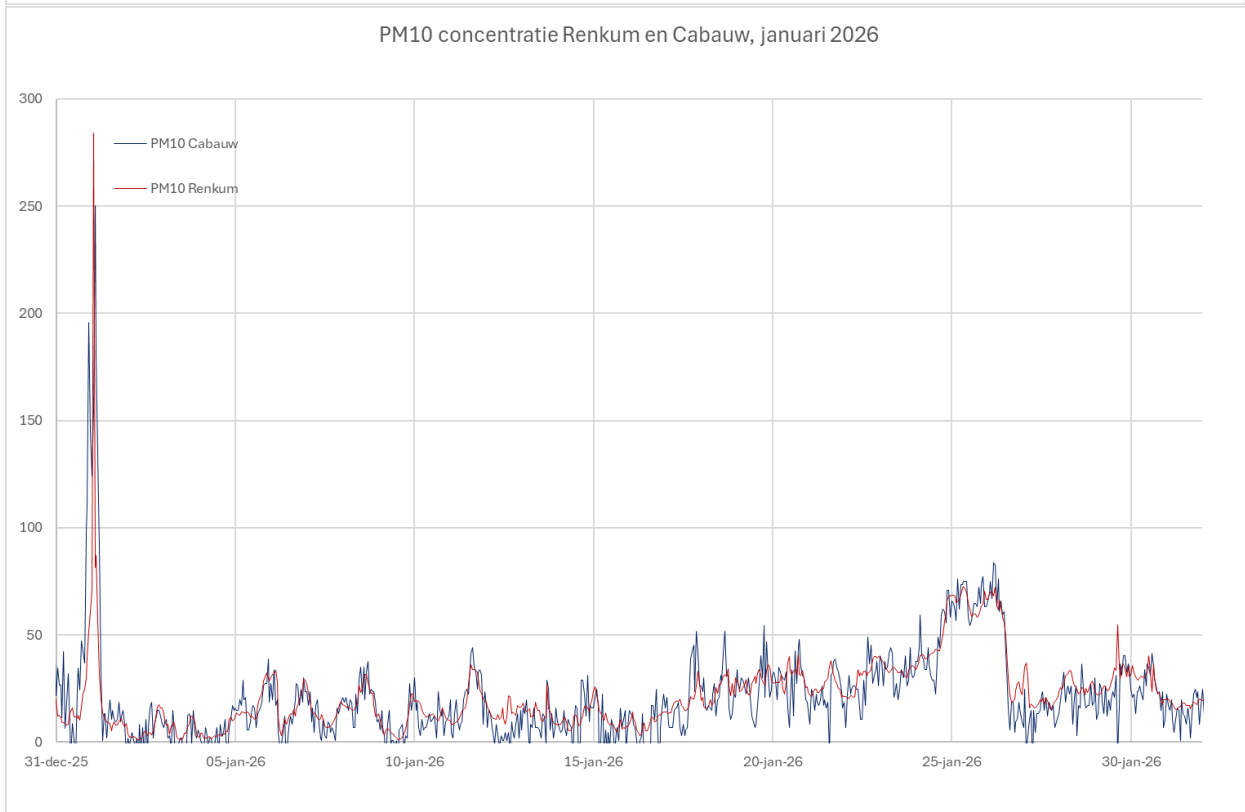
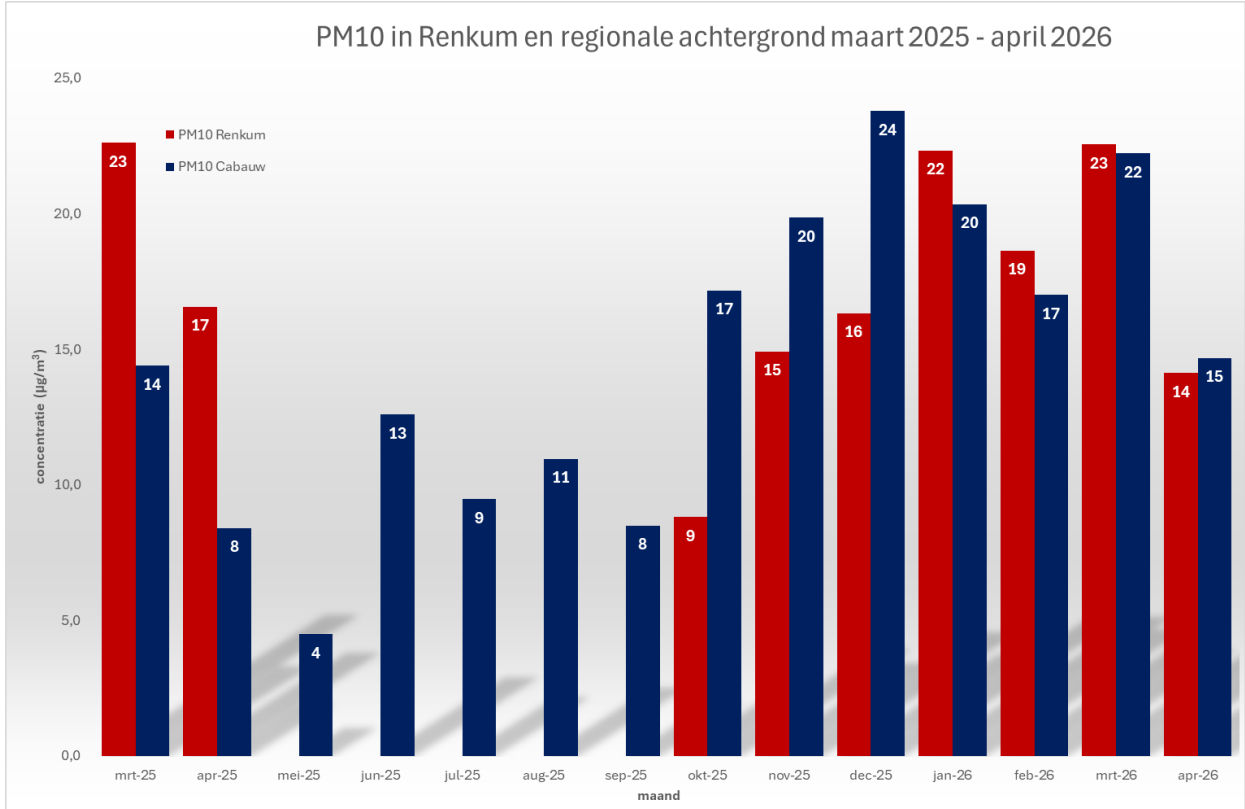


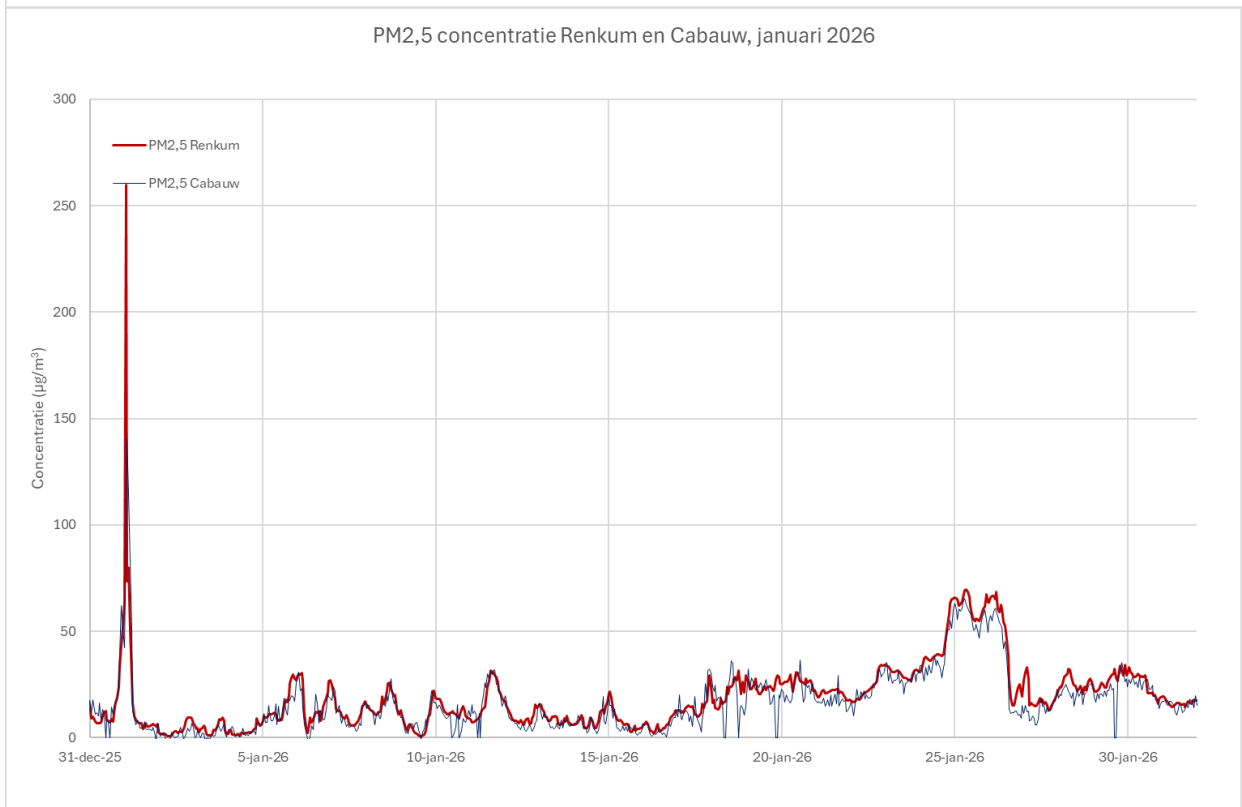
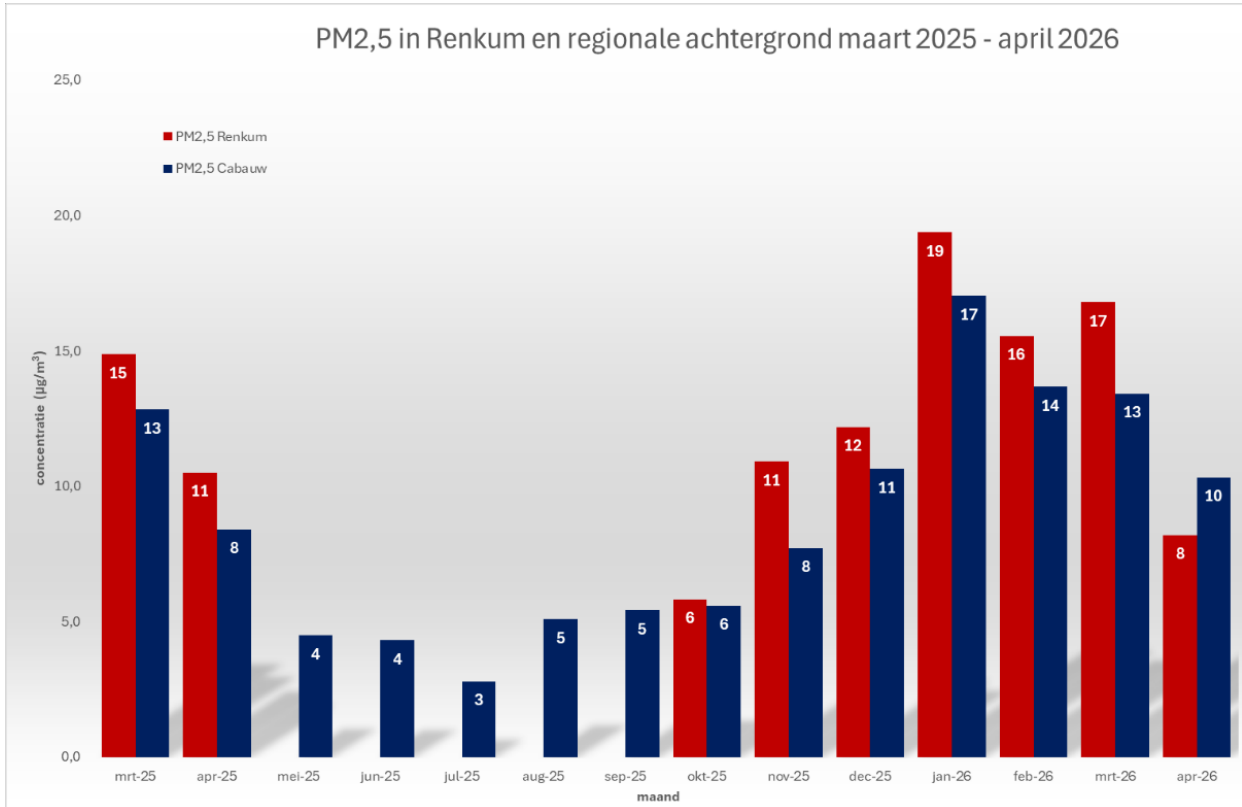
1. Ingaande monsterstroom (buitenlucht)
2. 6-poorts injectie-kraan
3. Preconcentratie-kolom
4. Klep
5. Capillair voor flowregeling
6. Ingaande Dragergas (N_2) stroom
7. Proportionele klep
8. Koeler
9. GC-kolom
10. PID
11. Een andere component, mogelijk een detector of koeler, die is aangegeven met nummer 11.

Bijlage 3: Grafische weergave NO₂-meetresultaten

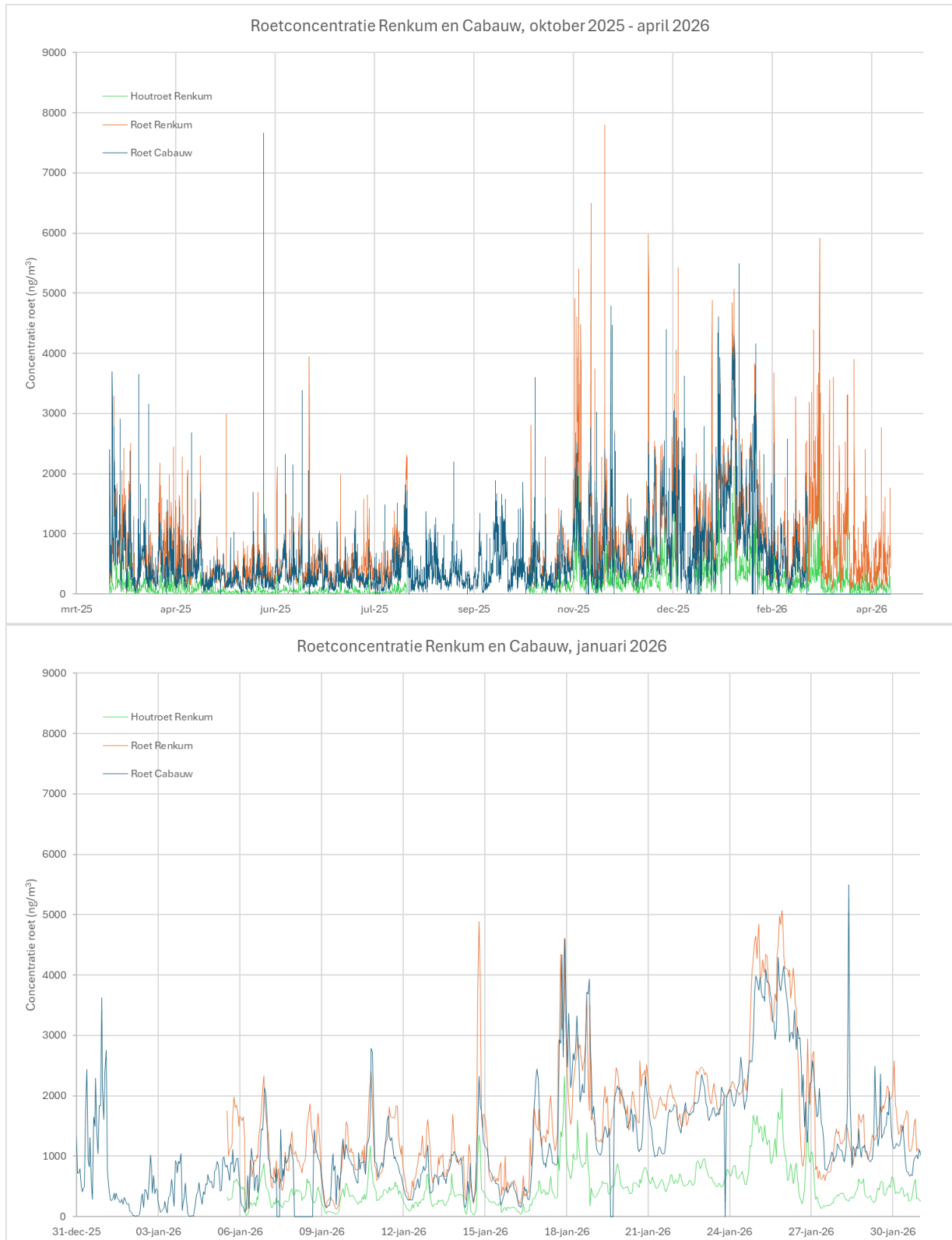


Bijlage 4: Grafische weergave PM10 en PM2,5-meetresultaten





Bijlage 5: Grafische weergave meetresultaten roet



Bijlage 6: Grafische weergave meetresultaten Benzeen

