Regionaal Meetnet ILM2 in Zuidoost-Brabant

Jaarrapportage 2025



TNO Publiek ⟩ TNO-2026-18323

21 oktober 2026

Energy & Materials Transition
www.tno.nl
+31 88 866 42 56
info@tno.nl

TNO-2026-18323 – 21 oktober 2026

Regionaal Meetnet ILM2 in Zuidoost-Brabant

Jaarrapportage 2025

Auteurs	Daniëlle van Dinther, Ruben Goudriaan, Gerrit Jan de Bruin, Marc van Dijken, Bastiaan Wit
Rubricering rapport	TNO Publiek
Titel	TNO Publiek
Rapporttekst	TNO Publiek
Bijlagen	TNO Publiek
Aantal pagina's	61 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	4
Opdrachtgever	AiREAS - Consortium Regionaal Meetnet Zuidoost-Brabant
Projectnaam	AiREAS - ILM2
Projectnummer	060.34603

Alle rechten voorbehouden
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfILM2 of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2026 TNO

Terminologie

CAIREBox	De CAIREBox is het meetplatform waarmee het Regionaal Meetnet is opgebouwd. De CAIREBox bevat sensoren voor metingen aan fijnstof en stikstofdioxide welke elke 10 minuten een meting uitvoeren.
Daggang	De daggang vertoont de gemiddelde gang van luchtvervuilende stoffen per uur over de dag.
EU-grenswaarden (huidig)	Normen geven aan tot welke concentraties luchtvervuilende stoffen, zoals fijnstof en stikstofdioxide, beperkt moeten worden. De huidige wettelijke EU-grenswaarden betreffen maximale jaargemiddelde concentraties van: PM2.5: 25 µg m^{-3}, PM10: 40 µg m^{-3}, NO_2: 40 µg m^{-3}.
EU-grenswaarden (2030)	In 2030 worden de normen aangescherpt voortkomend uit de Europese AQ Directive 2024/2881 van 23 oktober 2024. De toekomstige wettelijke EU-grenswaarden betreffen maximale jaargemiddelde concentraties van: PM2.5: 10 µg m^{-3}, PM10: 20 µg m^{-3}, NO_2: 20 µg m^{-3}.
Fijnstof (PM)	Fijnstof is een vorm van luchtvervuiling die bestaat uit deeltjes die blijven zweven en niet zichtbaar zijn met het blote oog. De afkortingen PM1, PM2.5 en PM10 staan voor de fijnstoffracties met deeltjesgroottes kleiner dan respectievelijk 1; 2,5; en 10 µm. De deeltjesgrootte is mede illustratief voor de bijdragende bron.
Grenslaag (hoogte)	Ook wel menglaag genoemd. In deze onderste laag van de atmosfeer is de invloed van het aardoppervlak direct merkbaar en zorgen turbulente wervels voor transport en menging van luchtverontreinigende stoffen. De grenslaag(hoogte) is de bovenkant van de grenslaag.
ILM1	Het ILM1 sensornetwerk is de voorloper van het huidige Regionaal Meetnet waarbij op 35 locaties in Eindhoven van 2013 tot en met 2018 de luchtkwaliteit gemeten werd.
ILM2	Dit is het Regionaal Meetnet in Zuidoost-Brabant in bedrijf van 2021 tot en met 2025. Hierbij wordt op zo'n 50 locaties de luchtkwaliteit gemeten en is aandacht voor zowel het stedelijk gebied, de invloed van de luchthaven als het buitengebied.
ILM3	Vernieuwd regionaal meetnet dat in 2026 van start is gegaan in de regio Zuidoost-Brabant. De focus binnen dit meetnet is op de bronnen: wegverkeer, veehouderij, houtstook en luchtverkeer. Naast sensorkasten voor meten van fijnstof en stikstofdioxide (zoals in ILM1 en ILM2) wordt ammoniak aan de metingen toegevoegd.
Jaarprofiel van daggemiddelde	In het jaarprofiel staan de daggemiddelde gemeten concentraties per stof getoond verdeeld over het jaar.
LML	Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, het referentie meetnet voor luchtkwaliteit van het RIVM.
Meetlocatie	De meetlocatie geeft de plek aan waar de luchtkwaliteit bemeten wordt. Deze locaties hebben een uniek ID gevormd door de letters ILM2 plus een volgnummer.
NO_2	Stikstofdioxide concentratie (in µg m^{-3}). Deze stof komt vooral in de lucht terecht door uitlaatgassen van verkeer en industrie.

Percentiel waarde	Waarde die aangeeft hoeveel procent van de metingen hieronder ligt. Waardevol voor bijvoorbeeld bepaling van achtergrondconcentratie (10-percentiel) of om te kijken naar piekconcentraties (95-percentiel).
PM1	Fijnstofconcentraties (in µg m^{-3}) voor deeltjes met een diameter tot 1 µm.
PM2.5	Fijnstofconcentraties (in µg m^{-3}) voor deeltjes met een diameter tot 2,5 µm.
PM10	Fijnstofconcentraties (in µg m^{-3}) voor deeltjes met een diameter tot 10 µm.
UFP	Ultrafijnstof (in # cm^{-3}), met deeltjesgroottes tot aan 0,1 µm (ofwel 100 nm).
Weekgang	De weekgang vertoont de gemiddelde gang van luchtvervuilende stoffen per uur over de week. Hierdoor wordt bijvoorbeeld het verschil in luchtkwaliteit tussen week- en weekenddagen inzichtelijk.
Windroosanalyses	Windroosanalyses onderzoeken hoe de concentraties per stof variëren over het jaar in relatie tot variaties in windrichting en windsnelheid. Daardoor wordt het mogelijk eventuele bronnen in de regio te identificeren.
WHO-advieswaarden	De WHO-advieswaarden uit 2021 zijn strenger dan de geldende wettelijke EU-grenswaarden en de nieuwe EU-grenswaarden vanaf 2030. De WHO-advieswaarden van 2021 betreffen maximale jaargemiddelde concentraties van: PM2.5: 5 µg m^{-3}, PM10: 15 µg m^{-3}, NO_2: 10 µg m^{-3}.

Achtergrond

Het consortium ILM2 bestaat uit AiREAS, gemeente Eindhoven, Provincie Noord-Brabant, GGD Brabant-Zuidoost, RIVM, TNO, het IRAS-instituut van de Universiteit Utrecht (UU-IRAS) en Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant. ILM2 wordt uitgevoerd met financiële steun van de Provincie Noord-Brabant, gemeente Eindhoven, Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant en deelnemende regiogemeenten: Asten, Bergeijk, Best, Boxtel, Cranendonck, Deurne, Eersel, Eindhoven (partner en deelnemer), Geldrop-Mierlo, Gemert-Bakel, Heeze-Leende, Helmond, Laarbeek, Meierijstad, Nuenen, Oirschot, Reusel-De Mierden, Someren, Son en Breugel, Valkenswaard, Veldhoven en Waalre.

Sinds de aanleg van het Innovatief Luchtmeetnet 2.0 (ILM2) in 2020 wordt de luchtkwaliteit in de regio Zuidoost-Brabant bemeten op ongeveer 50 meetlocaties. De aandachtsgebieden zijn het stedelijk gebied, het gebied rond de luchthaven en het buitengebied met veel veehouderij. Alle data zijn daarbij openbaar beschikbaar, zoals via Dustmonitor en Samen Meten. ILM2 draagt hiermee bij aan onderzoek naar en het werken aan een gezonde leefomgeving in Zuidoost-Brabant. Door bewustwording van de heersende luchtkwaliteit, het bieden van handelingsperspectieven en/of verschillende samenwerkingsvormen wordt in co-creatie gewerkt aan een gezondere regio.

Het ILM2 is door het consortium geïnitieerd ter ondersteuning van beleid voor een gezondere leefomgeving. Met dat doel in het achterhoofd is het logisch dat ook veel van de deelnemende overheden aan het ILM2 deelnemer zijn aan het Schone Lucht Akkoord[1]. Het doel van dit akkoord is om de luchtkwaliteit in Nederland permanent te verbeteren. Concreet streven de deelnemende partijen naar een gezondheidswinst van minimaal 50 procent in 2030 ten opzichte van 2016. Om dit te bereiken zijn er themagroepen ingericht en heeft het RIVM gezondheids-indicatoren ontwikkeld waarmee het rijk, provincies en gemeenten hun ambitie kunnen monitoren. Een belangrijk onderdeel in de rekenketen is het vaststellen van concentraties en blootstelling. Op regionaal niveau kan het ILM2 hier aanvullende inzichten in geven.

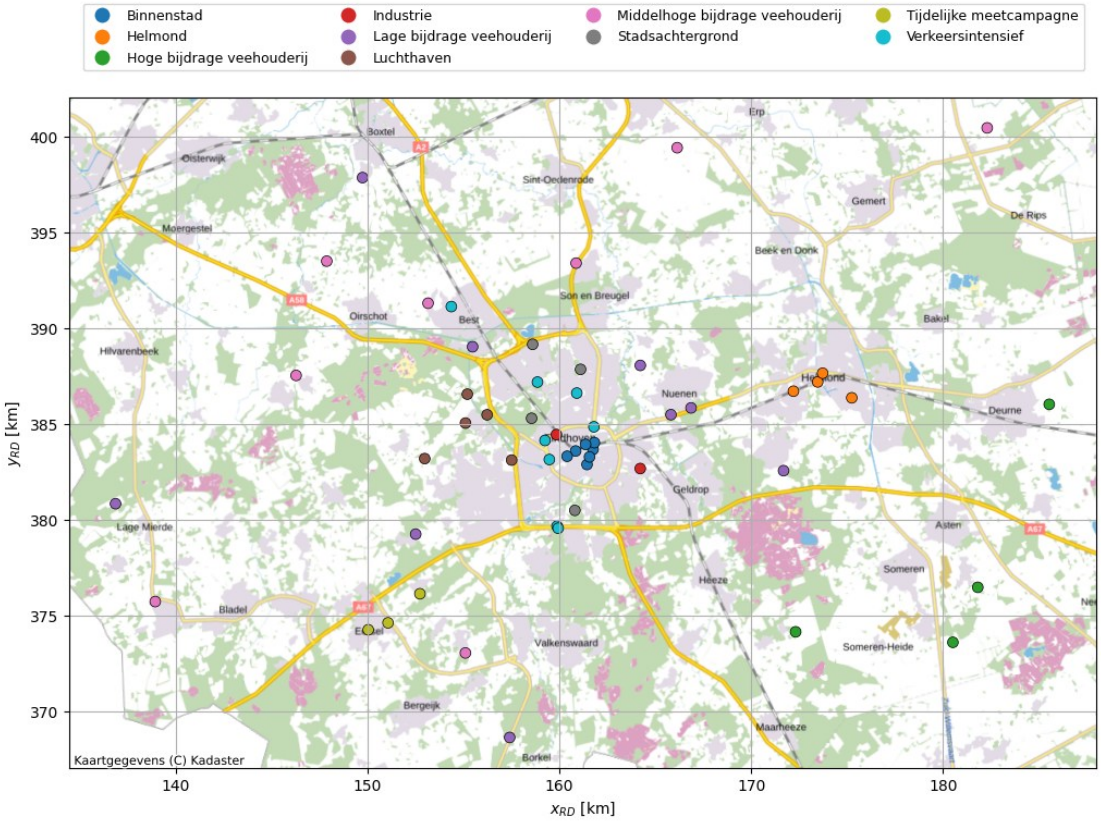
Dit rapport betreft de vijfde en laatste jaarrapportage van het ILM2 en beschrijft het jaar 2025.

Rol RIVM en UU-IRAS in het onderzoek
Dit rapport geeft de visie van TNO weer, zoals door de auteurs beschreven. Het RIVM en UU-IRAS waren als kennispartner bij het onderzoek betrokken en hebben vooraf geadviseerd over de opzet en uitvoering van het ILM2-meetnet. Als tegenlezer heeft het RIVM feedback gegeven op de conceptversie van dit rapport. De eindverantwoordelijkheid voor de inhoud van deze rapportage ligt bij TNO.

[1] https://schoneluchtakkoord.nl/sla/deelnemers/

Samenvatting

Het Regionaal Meetnet Zuidoost-Brabant in 2025
Het Innovatief Luchtmeetnet 2.0 (ILM2) onderzoekt de luchtkwaliteit in Zuidoost-Brabant. Op 55 meetlocaties zijn in 2025 de concentraties fijnstof in verschillende groottes (PM1, PM2.5 en PM10) en stikstofdioxide (NO_2) gemeten met sensoren. Ook wordt in het luchthavengebied ultrafijnstof (UFP) gemeten. Deze stoffen zijn voor een belangrijk deel verantwoordelijk voor de regionale luchtkwaliteit en de daaraan gerelateerde gezondheidslast. Het ILM2 richt zich op stedelijke luchtkwaliteit, luchtkwaliteit rond de luchthaven en de luchtkwaliteit in het buitengebied, waar ook de invloed van veehouderij onder valt.

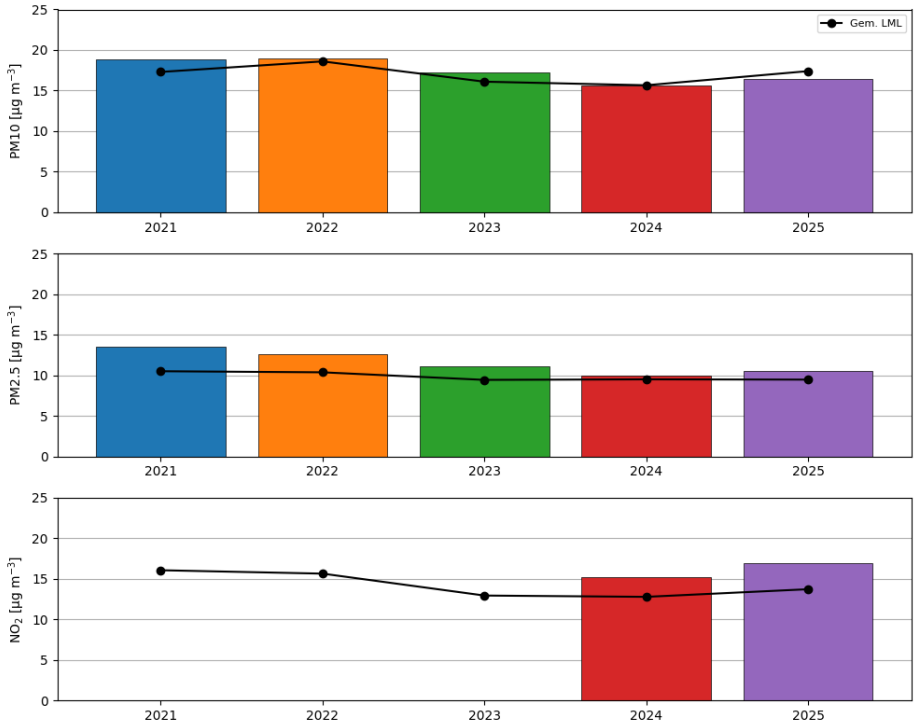


Het ILM2 meetnet in Zuidoost-Brabant in 2025. Alleen operationele meetlocaties staan getoond.

In deze laatste rapportage van ILM2 beschrijven we 2025 en overzien we de afgelopen vijf meetjaren. Daarnaast verkennen we waar, op basis van de huidige situatie, mogelijke knelpunten zouden ontstaan als de nieuwe EU-grenswaarden van 2030 nu al zou gelden.

Analyse metingen van regionale luchtkwaliteit
Het ILM2 netwerk was actief vanaf 2021 tot en met 2025. In het figuur hieronder staan de gemeten jaargemiddelde concentraties van PM2.5, PM10 en NO_2 gepresenteerd, gemiddeld over alle ILM2 meetlocaties. Hetzelfde is gedaan voor alle meetlocaties van het LML in en nabij de regio Zuidoost-Brabant. De jaargemiddelde concentraties luchtvervuilende stoffen vielen in 2025 iets hoger uit dan de afgelopen jaren. Dit geldt voor zowel fijnstof als NO_2. Dit

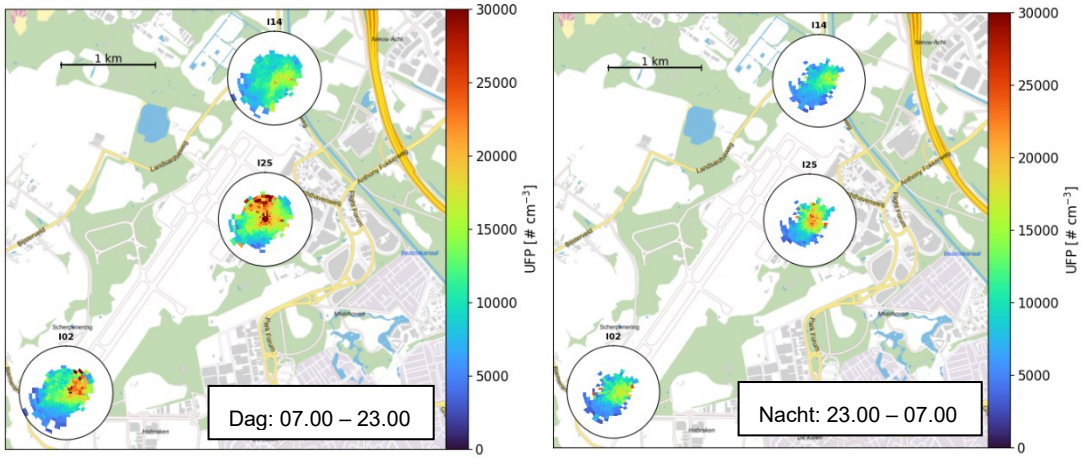
kan verklaard worden doordat 2023 en 2024 zeer natte jaren waren, terwijl 2025 juist een erg droog jaar was. Ook 2021 en 2022 waren droge jaren, maar minder droog dan 2025. Toch laat 2025 lagere gemiddelde concentraties zien dan 2021 en 2022, wat erop wijst dat de regionale luchtkwaliteit over de jaren beter is geworden. Voor 2021, 2022 en 2023 hebben we geen betrouwbare jaargemiddelde concentratie voor NO_2 vanuit het ILM2 netwerk kunnen bepalen. De sensoren zijn over de jaren sterk verbeterd en daarom gebruiken we hier enkel de informatie van 2024 en 2025.



Jaargemiddelde concentraties van het volledige ILM2 meetnetwerk (gekleurde balken) en alle meetlocaties van het LML (zwarte lijn met stippen) in en om de regio tussen 2021 en 2025 voor PM10, PM2.5 en NO_2.

Voor de jaren 2021 tot en met 2025 is gekeken hoe gemeten concentraties zich verhouden tot de toekomstige EU-grenswaarden van 2030. Aangezien we met sensoren meten is dit indicatief, maar het geeft wel een inkijkje in hoe de regio ervoor staat. Naast het ILM2 zijn ook de meetgegevens van het LML bestudeerd. Voor PM10 lijkt het onwaarschijnlijk dat de EU-grenswaarden van 2030 knelpunten op gaan leveren. Voor NO_2 zitten in de meer recente jaren vrijwel alle ILM2 meetlocaties onder de EU-grenswaarden van 2030, op enkele drukkere verkeerslocaties na. Gezien de dalende trend in NO_2 concentraties en het schoner worden van het wagenpark nemen deze concentraties waarschijnlijk verder af. Enkel op zeer drukke verkeerslocaties is mogelijk extra aandacht nodig. Het LML toont geen overschrijdingen voor NO_2 in de recente jaren. PM2.5 lijkt een aandachtspunt, een groot deel van de ILM2 meetlocaties meet jaargemiddelde PM2.5 concentraties rond de 10 µg m^{-3} of hoger. Ook de dagelijkse EU-grenswaarde wordt op veel ILM2 meetlocaties vaker overschreden dan toegestaan in 2030, variërend van net boven de maximale 18 dagen tot zelfs boven de 40 dagen. In een scenario waarbij we rekening houden met meetonzekerheden tot 20% blijven er een zestal ILM2 meetlocaties over waar voor PM2.5 in 2025 de EU grenswaarden van 2030 een knelpunt zouden zijn. De PM2.5 meetgegevens van het LML in de regio, op een stadsachtergrond-locatie en twee achtergrondlocaties, laten eenzelfde beeld zien over de afgelopen vijf meetjaren: gemeten PM2.5 concentraties die variërend per jaar net onder, op of boven de EU-grenswaardes liggen die vanaf 2030 gaan gelden.

Luchthavengebied
In het luchthavengebied zien we net als voorgaande jaren invloeden van luchtvaart en wegverkeer terug in de ILM2 metingen van ultrafijnstof (UFP). Ook nu is onderzocht hoeveel UFP wordt gemeten in het luchthavengebied bij variaties in windrichting en windsnelheid. Hierbij is specifiek gekeken naar de tijden waarop er gevlogen wordt (tussen 07.00 en 23.00) en wanneer dit niet het geval is (tussen 23.00 en 07.00), zie de figuur hieronder. De windrozen laten gedurende de dag verhoogde deeltjesaantallen UFP zien bij wind vanaf de start/landingsbaan. In de nacht wordt er niet gevlogen en is deze verhoging bij wind vanaf de start/landingsbaan er niet. Wel zien we op die momenten nog steeds een verhoging bij wind vanaf de snelweg A2. Dit is zowel voor NO_2 als UFP het geval. Voor PM2.5 en PM10 is er weinig verschil zichtbaar tussen de windrozen van de ILM2 meetlocaties, wat laat zien dat de luchthaven zelf hier waarschijnlijk een geringe bijdrage in heeft. Dit komt overeen met bevindingen uit eerdere studies dat vliegtuigen relatief weinig regulier fijnstof uitstoten (Fanning et al., 2007; Tromp et al., 2024).



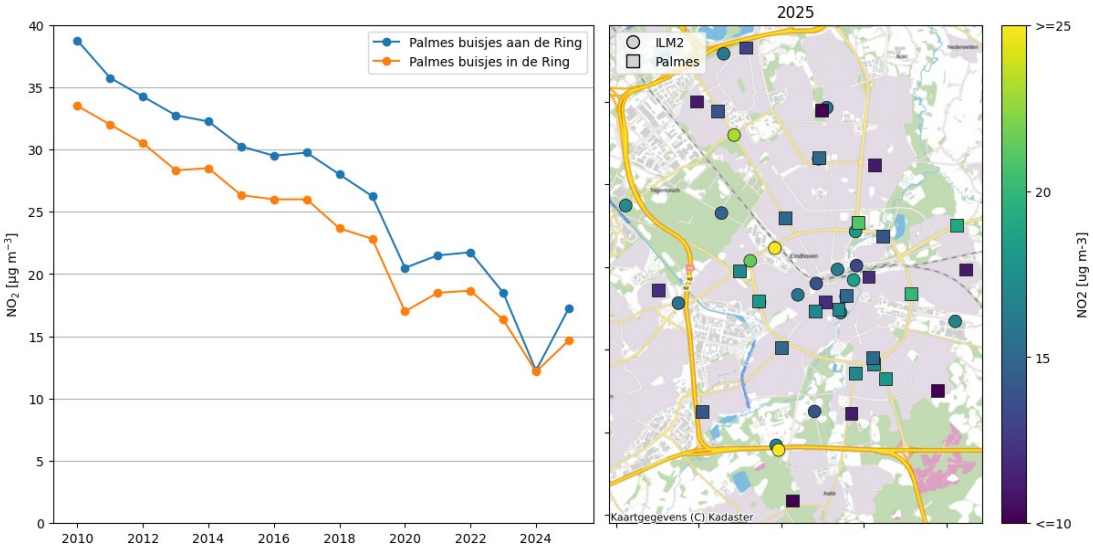
Windrozen van jaargemiddelde UFP-deeltjesaantallen in 2025 in het luchthavengebied. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de uren waarop de luchthaven wel (links) en niet (rechts) open is voor burgerluchtvaart.

De meetlocatie aan de Luchthavenweg is in 2025 meer verhoogd ten opzichte van de andere locaties in het luchthavengebied dan in voorgaande jaren. De frequentere oostelijke en noordelijke wind in 2025 en de verhoogde UFP concentraties die daarmee op deze locatie komen dragen hier aan bij. Met name in het voorjaar van 2025 zien we een combinatie van droge omstandigheden met regelmatig oostelijke of noordelijke wind wat leidt tot hogere UFP concentraties op deze meetlocatie.

Stedelijk gebied
In het stedelijk gebied zien we voor fijnstof, net als voorgaande jaren, vergelijkbare patronen over de dag en week tussen de verschillende meetlocaties. Wel liggen concentraties op verkeersintensieve locaties gemiddeld hoger dan op stadsachtergrondlocaties. Ook meten we op bepaalde locaties af en toe concentratiepieken, zogenaamde events. Zo zien we in 2025 opnieuw pieken in PM10 welke samenhangen met vuurwerk tijdens de huldiging van PSV als landskampioen. NO_2 concentraties in stedelijk gebied zijn hoger dan in het buitengebied en het luchthavengebied, wat samenhangt met de grotere bijdrage van wegverkeer. NO_2 concentraties worden in de stedelijke omgeving zowel door het ILM2 met sensoren als met Palmes buisjes, uitgezet door de gemeente Eindhoven, gemeten (zie figuur hieronder). Deze metingen met Palmes buisjes, welke vanaf 2010 beschikbaar zijn, laten zien dat NO_2

concentraties een dalende trend volgen over de tijd. In 2024 is daarbij een grotere dip te zien, waarbij concentraties in 2025 weer wat omhoog gaan. Dit hangt, zoals eerder al benoemd, samen met de weersomstandigheden in beide jaren.

Gemeten NO_2 concentraties binnen de Ring zijn in alle jaren lager dan aan de Ring. Dit komt waarschijnlijk doordat de Ring drukker is qua wegverkeer dan het gebied daarbinnen. Wel is zichtbaar dat tussen 2020 en 2022 NO_2 concentraties in beide gebieden stagneren, waarna deze vanaf 2023 verder afnemen. Mogelijk hangt dit samen met de getrapte invoering van de milieuzone gevolgd door de zero-emissiezone in de binnenstad van Eindhoven in 2025. In deze zero-emissiezone mogen bestelvoertuigen met een emissieklasse van 4 of lager en vrachtwagens ouder dan 8 jaar (toetsdatum 1 januari 2025) niet rijden. De gemiddelde NO_2 concentratie in de zero-emissiezone gemeten door het ILM2 ligt 4,6 µg m^{-3} lager dan de concentraties gemeten aan de Ring in 2025. De Palmesbuisjes meten een verschil van 2,6 µg m^{-3}. Ook fijnstofconcentraties liggen binnen de zero-emissiezone lager dan aan de Ring. In 2025 was dit verschil gemeten vanuit het ILM2 1,6 µg m^{-3} voor zowel PM2.5 als PM10. Het is niet eenduidig om deze verschillen alleen toe te kennen aan de milieu/zero-emissiezone, omdat er meerdere elementen van invloed kunnen zijn op de gemeten concentraties.



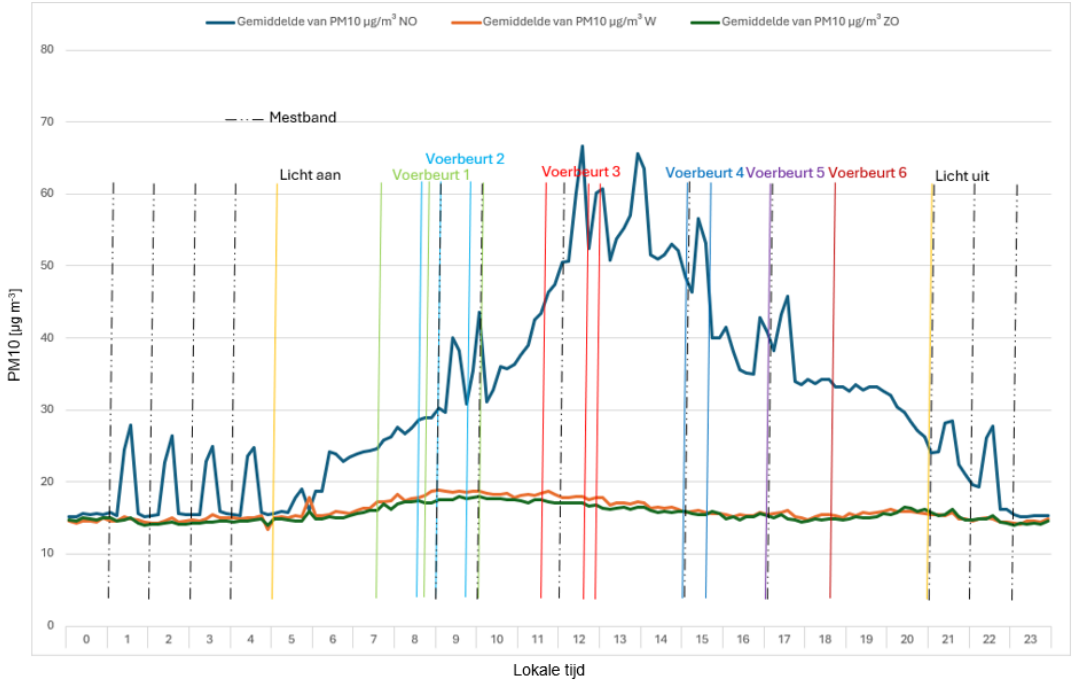
Vergelijking tussen NO_2 metingen van ILM2 sensoren en Palmes buisjes in Eindhoven. Links: tijdreeks van Palmes NO_2 metingen sinds 2010. Rechts: kaartje van ILM2 en Palmes metingen in 2025. Bron: Palmes data: https://data.eindhoven.nl/explore/dataset/stikstofdioxide-metingen/table/

Buitengebied

Voor het buitengebied zien we vergelijkbare patronen voor fijnstof als voorgaande jaren. Als het gaat om gemiddeld gemeten fijnstofconcentraties, is er geen eenduidig verschil zichtbaar tussen meetpunten in een gebied met veel veehouderij en meetpunten met minder veehouderij in de nabije omgeving. Tegelijk zien we op enkele meetlocaties met regelmaat concentratiepieken van fijnstof, vooral PM10, voorbij komen. In eerdere rapportages zijn als mogelijke oorzaken genoemd dat deze samenhangen met (pluim-)veehouderij, onverharde wegen, landbewerking in de nabije omgeving of een combinatie van deze factoren.

Om meer duiding te kunnen geven aan de bijdrage van veehouderij aan fijnstof is in 2025 een verdiepende campagne uitgevoerd rondom een leghennenboerderij. Deze boerderij is eind 2025 gestopt met haar activiteiten, welke vanaf september 2025 stapsgewijs werden afgebouwd. Rond deze boerderij is gemeten op 2 meetlocaties bovenwinds en 1 meetlocaties

benedenwinds van het stallencomplex. In onderstaande figuur van de daggemiddelde gang van PM10 concentraties is duidelijk zichtbaar dat wanneer de boerderij in bedrijf is er een sterke link is tussen de activiteiten en de gemeten PM10 concentratie op het benedenwindse punt. Voor PM1 of PM2.5 zijn deze invloeden veel minder zichtbaar. Na het stoppen van het leghennenbedrijf in september 2025 zijn de gemeten PM10 concentraties op het benedenwindse punt vergelijkbaar met de bovenwindse meetpunten. Deze campagne geeft hiermee duiding aan wat in eerdere jaren binnen ILM2 rapportages al werd gezien maar niet volledig kon worden bevestigd, namelijk dat nabijgelegen veehouderijen een directe oorzaak kunnen zijn van pieken in PM10 concentraties in de nabije omgeving. Uit de metingen van het ILM2 meetnetwerk als geheel lijkt het daarnaast zo dat deze PM10 bijdrages zich wel snel verdunnen en opgaan in de heersende concentraties fijnstof in de regio.



Gemiddeld dagverloop van PM10 concentraties gemeten op het noordoostelijk gelegen meetpunt (NO - blauw), westelijk gelegen meetpunt (W - oranje) en zuid-zuidoostelijk gelegen meetpunt (ZO - groen) nabij het leghennenbedrijf met daarbij de activiteiten in de stal (figuur gemaakt door Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant).

Voor het verlagen van PM2.5 concentraties in de regio is houtstook een relevante bron om naar te kijken. Om meer inzicht te krijgen in de bijdrage van houtstook aan PM2.5 concentraties is een verdiepende campagne uitgevoerd in de gemeente Eersel. Hiervoor zijn 3 meetlocaties ingericht, en is ook gebruik gemaakt van de nabijgelegen metingen van het LML in Veldhoven. Daar zijn roetmetingen beschikbaar welke een goede indicator zijn voor houtstook (Bronsveld et al., 2025). Voor de analyse is ingezoomd op een drietal periodes met lage temperaturen en relatief windstille omstandigheden. De PM2.5 metingen in Eersel van de drie extra meetlocaties laten op deze momenten vergelijkbare trends zien als de roetmetingen in Veldhoven, met concentratiepieken in de avonduren op momenten dat ook in Veldhoven hoge roetconcentraties worden gemeten. Houtstook is de meest aannemelijke bron van deze pieken in PM2.5 concentratie. Dit hangt samen met de ligging van de meetpunten in woonwijken, de lokale verschillen in gemeten concentraties tussen meetpunten, de tijdstippen en dan met name de abrupte sterke verhogingen in PM2.5 concentraties rond de avonduren en de overlap met verhogingen in PM2.5 en roet concentraties op het LML Veldhoven.

Aanbevelingen

In de jaarrapportage 2025 is naast een analyse van de meetgegevens uit 2025 gekeken naar trends van 2021 tot en met nu. Deels worden hiermee patronen onderbouwd die we in terugkerende jaren hebben gesignaleerd, maar ook worden enige regionale trends over de tijd heen zichtbaar. Uit de analyse van de meetgegevens van 2025 komen overeenkomstige aandachtspunten naar voren als in voorgaande jaren wat betreft het verbeteren van de regionale en lokale luchtkwaliteit. Een aantal van deze aanbevelingen kan wel verder onderbouwd worden door de analyses gepresenteerd binnen deze rapportage:

- Vooruitblikkend op de EU-grenswaarden van 2030 laten de analyses uit dit rapport zien dat PM2.5 een mogelijk aandachtspunt is. Houtstook is een belangrijke bron van PM2.5. Voorlichting rond houtstook en gebruik van de stookwijzer (waarbij hout stoken in geval van ongunstige meteorologische condities wordt afgeraden) kunnen eerste stappen zijn voor gemeentes om hier actie op te ondernemen. Naast voorlichting behoort bijvoorbeeld een verbod op stoken bij ongunstige weersomstandigheden tot de mogelijkheden (zie ook https://ggdghor.nl/onderwerp/houtstook/ voor andere mogelijke maatregelen). Aanvullend kan het toewerken naar schone(re) verwarmingsbronnen en het reduceren van de uitstoot van verkeer ook een bijdrage leveren aan reductie van PM2.5-emissies. Secundair fijnstof komt voort uit een combinatie van uitstoot van ammoniak en NO_2 (verkeer). In de meetresultaten is het effect van het verminderen van deze uitstoot minder makkelijk te herleiden, omdat secundaire vorming ver van de bronnen kan plaatsvinden. In ILM3 gaat hier verder naar gekeken worden.
- In stedelijke gebieden is verkeer een belangrijke bron van NO_2. Er zijn verschillende routes denkbaar om de NO_2 concentratie te verminderen. Allereerst kan het verkeersvrij, of als tussenstap verkeersluw, maken van delen van de stad resulteren in verbeterde luchtkwaliteit doordat de uitstoot hierdoor wordt gereduceerd. Ten tweede kan het instellen/verscherpen van een milieu- of zero-emissiezone, waarmee de meest vervuilende voertuigen worden geweerd, bijdragen aan het verminderen van emissies. De analyses in deze rapportage geven een eerste beeld van de invloed van de zero-emissiezone in Eindhoven en zullen worden doorgetrokken naar ILM3. Ten slotte kan het scheiden van verkeersstromen, waarbij fietsers en voetgangers een andere route volgen dan auto's, ook helpen de blootstelling van burgers te verminderen. Het doorvoeren van dergelijke maatregelen is met name relevant op plekken waar veel mensen blootgesteld worden aan ongezonde lucht en in de buurt van scholen en andere gevoelige bestemmingen.
- Vliegverkeer draagt bij aan verhogingen van UFP in het luchthavengebied. Wat nog niet kan worden vastgesteld is hoe ver deze invloed reikt naar de bewoonde gebieden in de regio. Binnen de regio lopen initiatieven om deze invloeden verder in beeld te brengen, met name rond de sluiting van de luchthaven in de eerste helft van 2027. Rondom deze periode worden zowel mobiele als vaste metingen beoogd om verschillen in beeld te brengen van UFP-concentraties wanneer het vliegveld wel en niet open is. De UFP-metingen van het ILM2 laten daarnaast ook de invloed van het wegverkeer zien. Voor UFP wordt daarom aangeraden om ook te meten bij drukke wegen waar mensen potentieel langdurig blootgesteld worden, zoals drukke verkeersroutes/pleinen in de buurt van woningen en gevoelige bestemmingen.
- In het buitengebied worden op een aantal meetlocaties regelmatig PM10 concentratiepieken gemeten. De verdiepende campagne beschreven in deze rapportage laat zien dat (pluim-)veehouderijen hier een rol in kunnen spelen. Met name op korte afstand kan dit op momenten leiden tot behoorlijke concentratiepieken, en zijn maatregelen om deze uitstoot te verminderen en daarmee mogelijke blootstelling te reduceren wenselijk. Ook stofvorming in droge perioden bij onverharde wegen en verstuiving van akker(bewerking) kan een bron zijn van PM10 in het buitengebied. Als

gevolg van klimaatverandering komen langere droge perioden naar verwachting vaker voor. In de toekomst kan deze stofvorming dan ook een aandachtspunt zijn. Mogelijke maatregelen zijn bijvoorbeeld het beperken van de toegankelijkheid van onverharde wegen voor gemotoriseerd verkeer, en dichte begroeiing langs dergelijke wegen. Bij akkers zijn er maatregelen mogelijk om meer vocht in de bodem te behouden, zoals niet-kerende grondbewerking. De bovenste centimeter grond droogt echter in warme en droge periodes zeer snel uit en tijdens bewerking van akkers is het praktisch zeer complex om stofvorming volledig te voorkomen.

Inhoudsopgave

Terminologie 4
Achtergrond 6
Samenvatting 7
1 Inleiding 15
2 Meten en analyseren 17
2.1 Meten met sensoren 17
2.2 Meetlocaties ILM2 18
2.3 Aanpak analyse regionale luchtkwaliteit 20
3 Regionale luchtkwaliteit 22
3.1 Jaaroverzicht 2025 22
3.2 Zichtbare trends na vijf jaar meten 23
3.3 Vergelijking met grenswaarden 24
4 Het luchthavengebied 28
5 Het stedelijk gebied 31
6 Het buitengebied 35
7 Conclusies en aanbevelingen 42
7.1 Conclusies 42
7.2 Aanbevelingen 44
8 Referenties 46
9 Ondertekening 48

Bijlagen
Bijlage A: Meetlocaties ILM2 48
Bijlage B: Data beschikbaarheid 52
Bijlage C: Datakwaliteit 54
Bijlage D: Jaargemiddelden 59

1 Inleiding

Deze rapportage betreft de laatste van vijf jaarrapportages geschreven als onderdeel van het Innovatief Lucht Meetsysteem 2.0 (ILM2). Het is daarmee het sluitstuk van meer dan vijf jaar meten met hoogwaardige sensoren in de regio Zuidoost-Brabant. Dit rapport zal naast de metingen van 2025 een beschouwing geven op de bevindingen van vijf jaar meten. Daarnaast verkennen we net als in de rapportage over 2024 mogelijke knelpunten als de nieuwe EU-grenswaarden, die vanaf 2030 ingaan, nu al zouden gelden. Ook is er een toelichting op twee kortdurende onderzoeksprojecten, één rond houtstook en één rond veehouderij.

Voor de oorsprong van het regionale meetnet in Zuidoost Brabant moeten we terug naar 2013. Op initiatief van AiREAS, een burgerinitiatief voor samenwerking aan een gezonde leefomgeving, werd samen met de gemeente Eindhoven, provincie Noord-Brabant en ECN (tegenwoordig TNO) een start gemaakt met het meten van luchtkwaliteit met sensoren in Eindhoven. Dit Innovatief Lucht Meetsysteem 1.0 (ILM1) was gericht op ‘het onzichtbare van omgevingsvervuiling’ zichtbaar maken met een sterke nadruk op burgerparticipatie en bewustwording. Het was daarmee één van de eerste sensormeetnetwerken voor luchtkwaliteit in Nederland.

Eind 2019 startte ILM2 ter ondersteuning van het werken aan een gezondere leefomgeving. Het meetnet werd uitgebreid naar de gehele regio Zuidoost-Brabant met specifieke aandacht voor de stedelijke gebieden, het luchthavengebied en de invloed van intensieve veehouderij in het buitengebied op de luchtkwaliteit. De meetlocaties van het ILM2 zijn ingericht met sensoren die fijnstof (PM10, PM2.5 en PM1) en stikstofdioxide (NO_2) meten. Deze stoffen zijn voor een belangrijk deel verantwoordelijk voor de regionale luchtkwaliteit en de daaraan gerelateerde gezondheidslast (Fischer et al., 2015; Denissen, 2022). Ook vinden er op drie meetlocaties in het luchthavengebied metingen van ultrafijnstof (UFP, deeltjes kleiner dan 100 nm) plaats, omdat vliegtuigen een belangrijke bron zijn van UFP (o.a. Voogt et al., 2019; Esveld et al., 2024; Korstanje et al., 2026). De meetgegevens zijn via verschillende webapplicaties publiek toegankelijk, zoals https://ilm2.site.dustmonitoring.nl/ van TNO en het Samen Meten dataportaal van RIVM (https://samenmeten.rivm.nl/).

Inmiddels is er vanuit ILM1 en ILM2 meer dan 10 jaar aan ervaring opgedaan met het meten van de luchtkwaliteit via sensoren in regionaal verband. Er is gewerkt aan technische vraagstukken zoals het optimaliseren en kalibreren van de sensoren en het tot stand brengen en onderhouden van een regionaal meetnetwerk. Ook buiten de regio vinden er allerhande ontwikkelingen plaats en worden sensornetwerken inmiddels op grote schaal in Nederland toegepast. Dit is goed te zien op het Samen Meten dataportaal waar heel Nederland inmiddels bedekt is met bolletjes waar PM2.5 gemeten wordt via sensoren. Toch zijn er nog steeds unieke componenten aan het ILM. Vrijwel nergens in Nederland wordt NO_2 met sensoren bemeten en ook de langjarige tijdserie aan UFP-metingen kom je op weinig andere plekken tegen. Naast het meten zelf, is het regionaal meetnet bovenal ook een innovatieve samenwerking tussen beleidsmakers, burgers en wetenschap voor een gezonde leefomgeving.

Over de looptijd van ILM2 zijn er de afgelopen vijf jaar ook veel veranderingen geweest die de luchtkwaliteit beïnvloedden. In 2021 begon ILM2 in de nasleep van de coronapandemie, met daardoor in bepaalde periodes verminderd weg- en luchtverkeer. Hiernaast is de samenstelling van verkeer de afgelopen jaren veranderd, met een geleidelijk schoner en meer elektrisch

wagenpark. Ook zijn er in de regio maatregelen genomen zoals de zero-emissiezone in de stad Eindhoven. Tegelijk werd er met beleid ook meer ingezet op luchtkwaliteit zoals via het Schone Lucht Akkoord uit 2020. Het doel van het Schone Lucht Akkoord is om samen de luchtkwaliteit in Nederland blijvend te verbeteren en een gezondheidswinst van 50 procent te behalen in 2030 vergeleken met 2016. Ook groeide de aandacht voor bepaalde bronnen zoals houtstook, terwijl de stikstofproblematiek de discussie over de intensieve veehouderij in het buitengebied op scherp zette. Deze ontwikkelingen vormen de achtergrond waartegen we de metingen van de afgelopen vijf jaar beschouwen.

Zowel het meten als deze samenwerking zal binnen de kaders van ILM3.0 verder worden uitgebouwd. Deze rapportage wordt geschreven terwijl de overgang van ILM2 naar ILM3.0 wordt vormgegeven. ILM3.0 gaat zich richten op wegverkeer, veehouderij, houtstook en vliegverkeer. We verdichten het netwerk van $PM_{2,5}$-metingen, onder andere met extra meetpunten in dorpskernen. In het buitengebied komen meetbuisjes voor ammoniak om meer inzicht te krijgen in de effecten van veehouderij op de luchtkwaliteit. Bij de luchthaven gaan we meten tijdens de tijdelijke onderhoudssluiting in 2027 om de impact op onder andere UFP vast te stellen. Daarnaast volgen we langjarige trends in de regio en onderzoeken we waar mogelijke knelpunten kunnen ontstaan in aanloop naar de nieuwe EU-grenswaarden in 2030, zodat hier tijdig actie op genomen kan worden.

2 Meten en analyseren

2.1 Meten met sensoren

Op de meetlocaties van het ILM2 wordt de luchtkwaliteit bemeten via het meetplatform CAIREBox. Dit meetplatform is eigendom van TNO en ontwikkeld door haar rechtsvoorganger ECN.



Het meetplatform kan verschillende typen sensoren bevatten: de CAIREBoxen gebruikt in het ILM2 zijn uitgerust met sensoren voor het meten van fijnstof in 3 fracties: PM1, PM2.5 en PM10 (deeltjes met een diameter tot respectievelijk 1, 2,5, en 10 µm) en NO_2. Daarnaast wordt op drie locaties UFP gemeten via een additionele sensor (type NanoMonitor). Elke CAIREBox bevat ook sensoren om de luchtvochtigheid en temperatuur in de box te meten. De CAIREBox is uitgerust met een accu waarmee deze volgeladen minimaal 18 uur kan werken zonder stroomvoorziening. Daardoor kan de CAIREBox op uiteenlopende locaties worden opgehangen. Binnen het ILM2 is dit meestal aan een lichtmast. Op iedere meetlocatie wordt per 10 minuten voor iedere component de meetwaarde vastgesteld. Via het GSM-netwerk worden de meetgegevens vervolgens verzonden naar een server van TNO en ontsloten via verschillende webinterfaces.

Er vindt op verschillende manieren monitoring plaats van de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van meetgegevens en de werking van de CAIREBoxen, om de uptime en kwaliteit van het ILM2 meetnet te optimaliseren. Dit gebeurt via automatische controles op afwijkende meetresultaten (zoals negatieve waardes) of condities (temperatuur of luchtvochtigheid buiten de specificaties van de sensor) en door handmatige controles. De meetapparatuur en manier van kalibreren staat uitgebreid omschreven in de eerste jaarrapportage over 2021 van het Regionaal Meetnet Zuidoost-Brabant (Goudriaan et al., 2022). In Bijlage C van deze rapportage staat een vergelijking tussen de CAIREBoxen en de referentieapparatuur van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) uitgewerkt.

2.2 Meetlocaties ILM2

In totaal is er in 2025 op 55 meetlocaties gemeten. Binnen het ILM2 meetnet wordt aandacht besteed aan het stedelijk gebied, het vliegveld en het buitengebied. Het volledige operationele ILM2 meetnet in 2025 is zichtbaar in Figuur 2.1.

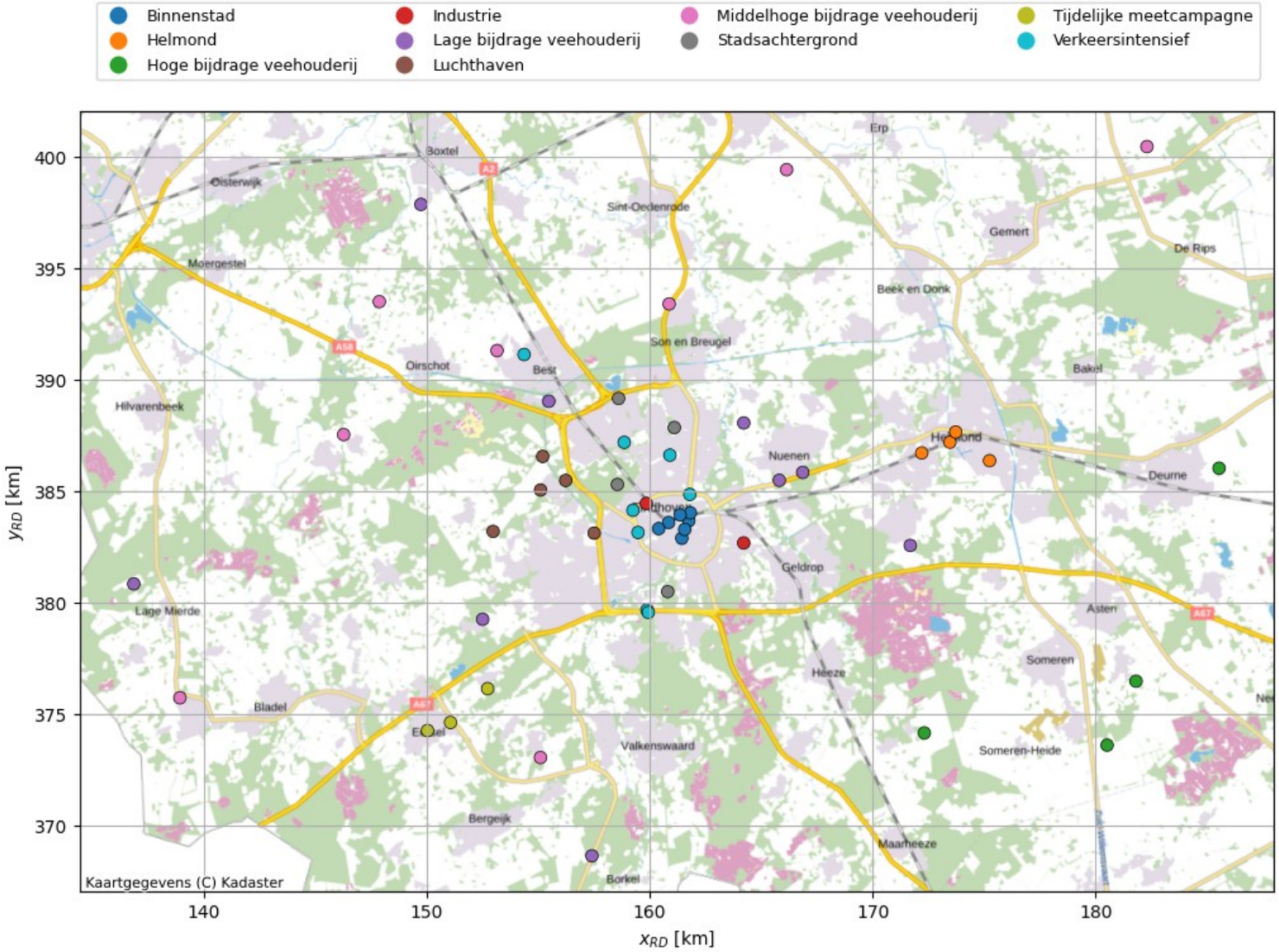
De meetlocaties zijn eerder geselecteerd door TNO, RIVM en UU-IRAS en staan in detail toegelicht in Bijlage A. Een overzicht van de beschikbare meetgegevens per locatie in 2025 is zichtbaar in Bijlage B. Per deelgebied zijn verschillende soorten meetlocaties te onderscheiden:

- *Stedelijk gebied*: In 2024 waren er 26 meetlocaties in stedelijk gebied. Dit betreffen 22 meetlocaties in Eindhoven en vier meetlocaties in Helmond. De meetlocaties in Eindhoven zijn onderverdeeld in verschillende subcategorieën: Stadsachtergrond (4), Binnenstad (7), Verkeersintensief (5), Industrie (2) en Snelweg (4).

- *Luchthavengebied:* Binnen het luchthavengebied in Eindhoven zijn drie meetlocaties. Op alle drie de meetlocaties wordt ook UFP gemeten. Ultrafijnstofmetingen zijn een belangrijk onderdeel in het vaststellen van luchtkwaliteit rond vliegvelden. Dit wordt bijvoorbeeld bevestigd in eerdere onderzoeken rond Schiphol (Tromp et al., 2021; Voogt et al., 2019; van Dinther et al., 2019; Voogt et al., 2023).

- *Buitengebied*: In 2024 waren er buiten de stedelijke agglomeraties van Helmond en Eindhoven 20 meetlocaties actief in de regio. Voor het selecteren van de vaste meetlocaties is gebruik gemaakt van de GCN-kaart voor fijnstof afkomstig van veehouderijstallen van het jaar 2019 (beschikbaar gesteld door RIVM). De verdeling hiervan wordt verder toegelicht in Bijlage A.

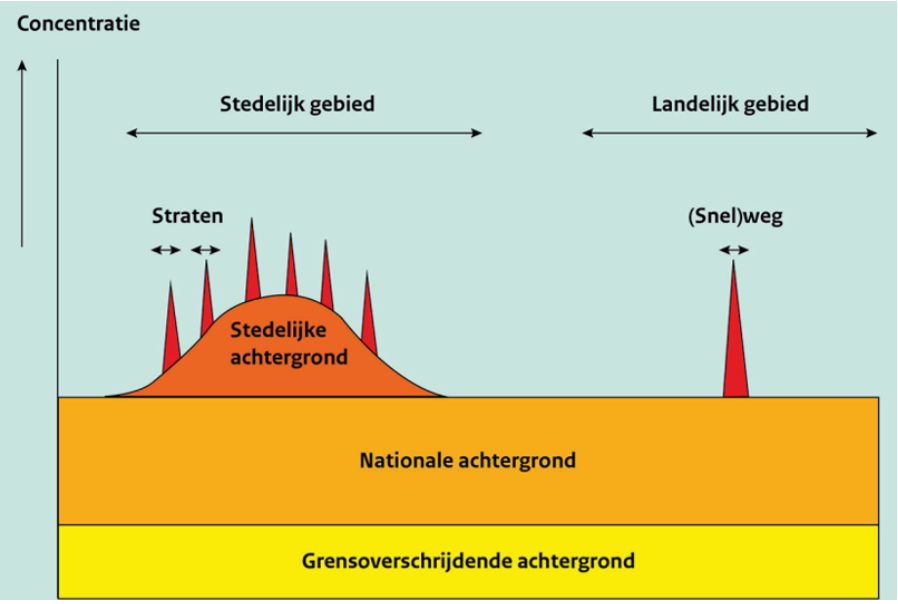
- *Tijdelijke meetlocaties*: Binnen het ILM2 zijn zes mobiele meetboxen beschikbaar om vraagstukken van individuele gemeentes te onderzoeken. Alle zes de boxen zijn in 2025 ingezet. De inzet betreft een campagne met drie meetboxen in Eersel van december 2024 tot juli 2025, gericht op de invloeden van houtstook in de winterperiode. Aanvullend is een campagne gestart met drie meetboxen gericht op fijnstofemissies uit pluimveehouderij in Oirschot, vanaf april 2025. De resultaten van beide campagnes worden besproken in het hoofdstuk Buitengebied (hoofdstuk 6)



Figuur 2.1 Het ILM2 meetnet in Zuidoost-Brabant in 2025.

2.3 Aanpak analyse regionale luchtkwaliteit

Het doel van het ILM2 is de regionale luchtkwaliteit in Zuidoost-Brabant te onderzoeken, met daarbij aandacht voor het stedelijke gebied, het vliegveld en het buitengebied met veehouderij. Waar mogelijk worden ook bronnen van luchtvervuilende stoffen onderzocht. De analyse van de regionale luchtkwaliteit wordt uitgevoerd op verschillende schaalniveaus. Deze sluiten aan bij de opbouw getoond in Figuur 2.2. De huidige rapportage betreft de laatste rapportage in het kader van ILM2. Inclusief 2025 hebben we vijf meetjaren beschikbaar om analyses op uit te voeren en trends door de tijd heen zichtbaar te maken. Binnen deze rapportage leggen we daarmee niet enkel de nadruk op 2025, maar juist ook op patronen die over de jaren heen zichtbaar zijn geworden en waar verdere onderbouwing aan gegeven kan worden.



Figuur 2.2 Generieke opbouw van concentraties van luchtvervuilende stoffen. Bron: RIVM

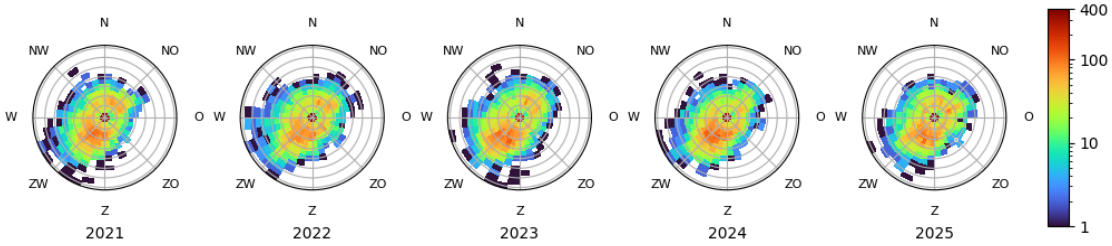
Naast het analyseren van de trends in de jaargemiddelde concentraties vergelijken we de gemeten concentraties met bestaande normen voor luchtvervuilende stoffen. Omdat het om sensormetingen gaat zijn deze gemiddeldes indicatief. We kunnen de ILM2 metingen wel vergelijken met grenswaarden, maar het is geen daadwerkelijke toetsing met juridische basis. De EU heeft grenswaarden opgesteld voor concentraties fijnstof en NO_2. Deze grenswaarden worden aangescherpt in 2030. De World Health Organization (WHO) heeft advieswaarden voor dezelfde stoffen die strenger zijn. Deze EU-grenswaarden en WHO-advieswaarden zijn te vinden in Tabel 2.1.

Het is hierbij ook belangrijk om te onderscheiden in hoeverre gemeten concentraties beïnvloed worden door de heersende weersomstandigheden van dat jaar of juist samenhangen met veranderingen in uitstoot van luchtvervuiling. Voor deze weersinvloeden, en ook voor bijvoorbeeld het maken van windrozen, gebruiken we meteorologische informatie van het KNMI-station op Eindhoven Airport. De aanname is dat dit station representatief is voor de hele regio vanwege het veelal vlakke terrein. Het kan zijn dat deze aanname leidt tot een onder- of overschatting van de windsnelheid of een aangepaste windrichting op sommige meetlocaties, omdat windcondities mede afhankelijk zijn van gebouwen, bossen of juist open gebied. In Figuur 2.3 is zichtbaar hoe de windrichting en windsnelheid varieert over de actieve jaren van

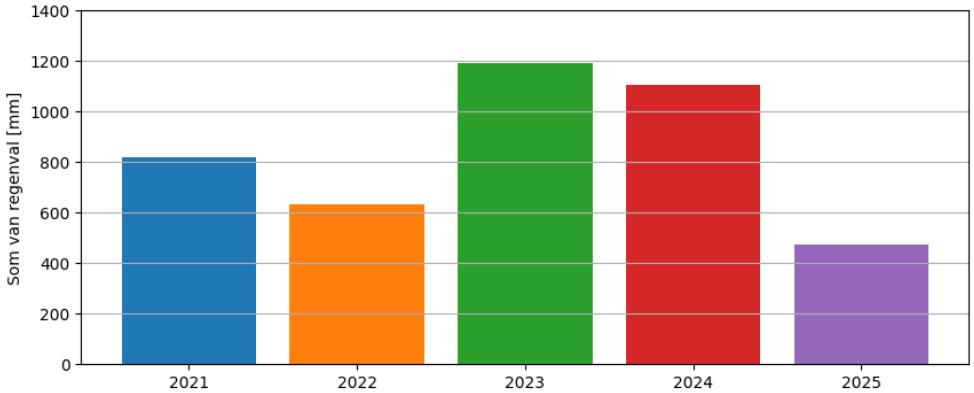
het ILM2 netwerk. Over het algemeen zijn vergelijkbare patronen zichtbaar. Figuur 2.4 toont daarnaast de regenval over deze jaren. Hierin is te zien dat 2023 en 2024 natte jaren waren (respectievelijk 1191 mm en 1105 mm regen), terwijl 2025 juist een droog jaar was (475 mm). Het langjarig gemiddelde (2000-2025) op het KNMI-meetstation bij Eindhoven Airport is 773 mm neerslag per jaar (via https://www.daggegevens.knmi.nl/klimatologie/daggegevens).

Tabel 2.1 Huidige EU-grenswaarden en toekomstige EU-grenswaarden van 2030[2] en ook de advieswaardes van de WHO uit 2021[3]

Waarde	Middelings-tijdschaal	PM2.5 [µg m^{-3}]	PM10 [µg m^{-3}]	NO_2 [µg m^{-3}]	Aantal overschrijdingen toegestaan
EU-grenswaarde	Jaar	25	40	40	-
EU-grenswaarde 2030	Jaar	10	20	20	-
WHO-advies 2021	Jaar	5	15	10	-
EU-grenswaarde	Dag		50		35
EU-grenswaarde 2030	Dag	25	45	50	18
WHO-advies 2021	Dag	15	45	25	4
EU-grenswaarde	Uur			200	18
EU-grenswaarde 2030	Uur			200	3



Figuur 2.3 Windroos van windsnelheden per windrichting per jaar, gemeten op het KNMI-meetstation in Eindhoven. Elke ring is 2 m/s, met een maximum van 14 m/s. Hoe verder van het centrum, hoe hoger de windsnelheid. De kleur van elk blokje hangt samen met het aantal uren dat de wind uit die richting blies met de aangegeven snelheid. De kleurenschaal is logaritmisch. Bij windsnelheden onder de 1 m/s is de windrichting niet goed gedefinieerd, deze liggen allemaal in het centrum van de plot.



Figuur 2.4 Totale regenval per jaar in millimeters gemeten op het KNMI-meetstation in Eindhoven voor de jaren 2021-2025.

[2] DIRECTIVE (EU) 2024/2881 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 October 2024 on ambient air quality and cleaner air for Europe
[3] https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228

3 Regionale luchtkwaliteit

3.1 Jaaroverzicht 2025

Via het ILM2 brengen we de regionale luchtkwaliteit op jaarlijkse basis in beeld. De gemiddelde PM en NO_2 concentraties per jaar en kwartaal in 2025, berekend op basis van alle ILM2 meetlocaties, staan in Tabel 3.1. Net als in voorgaande jaren is zichtbaar dat de concentraties luchtvervuilende stoffen in de winterperiode hoger zijn dan in de zomermaanden. Atmosferische omstandigheden spelen hierin een rol, zo ligt de grenslaag in de wintermaanden lager dan in de zomer waardoor er minder verdunning van luchtvervuilende stoffen plaats vindt.

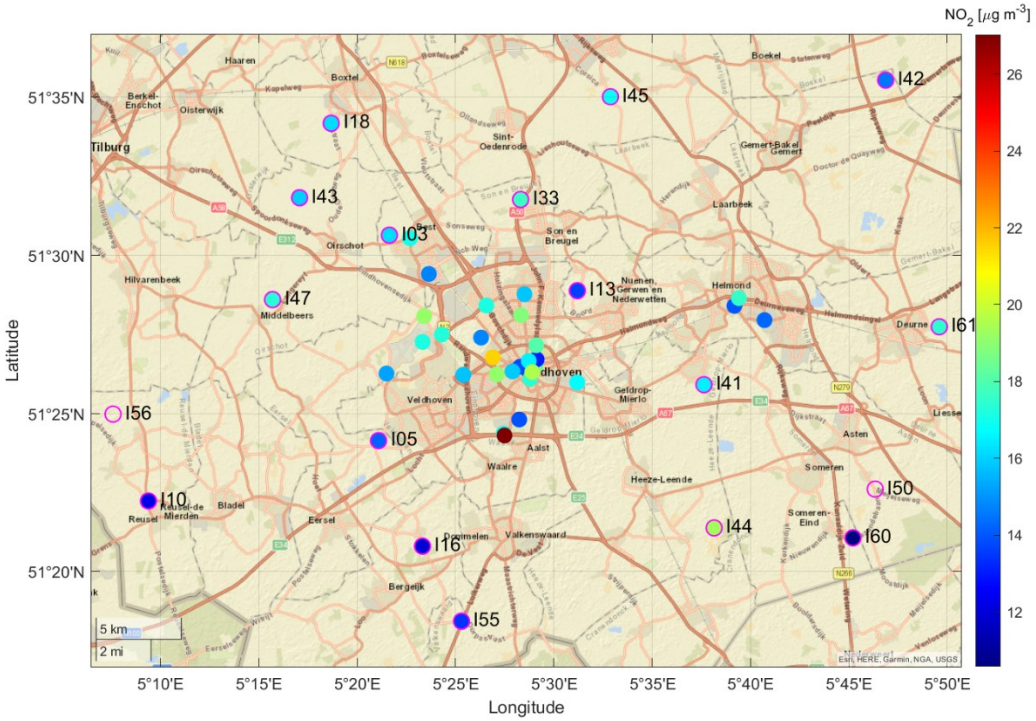
Tabel 3.1 Jaarlijkse en kwartaal gemiddelde concentraties van fijnstof en NO_2 gemeten door het ILM2 in 2025, gemiddeld over alle meetlocaties. Onder de jaargemiddelde concentraties zijn tussen haakjes achtereenvolgens de 25 en 75 percentiel voor de concentratiewaarden weergegeven om de spreiding in de metingen te laten zien.

Periode	Gemiddelde meetnet ILM2 (25- en 75-percentiel over alle metingen)				Deeltjesgrootteverdeling (%)	
	PM1 [µg m^{-3}]	PM2.5 [µg m^{-3}]	PM10 [µg m^{-3}]	NO_2 [µg m^{-3}]	PM1/P10	PM2.5/PM10
Jaar 2025	8,5 (2,8-11,7)	10,6 (4,0-13,8)	16,4 (9,0-20,7)	16,9 (8,1-22,0)	51,5 (29,4-60,9)	64,3 (43,3-71,1)
Q1 2025 (Jan-Mar)	14,1 (5,0-22,4)	17,7 (5,0-27,0)	23,7 (12,4-32,6)	22,3 (10,8-30,0)	59,6 (39,0-70,3)	74,8 (54,4-83,0)
Q2 2025 (Apr-Jun)	6,7 (2,7-8,9)	8,4 (3,8-11,1)	14,6 (9,0-18,4)	13,7 (7,1-17,5)	45,9 (27,3-56,5)	57,1 (40,7-65,7)
Q3 2025 (Jul-Sep)	5,0 (1,9-6,4)	6,4 (2,9-8,0)	12,2 (7,6-14,7)	13,1 (6,8-16,7)	41,1 (22,6-50,3)	52,3 (34,8-60,1)
Q4 2025 (Okt-Dec)	7,7 (3,2-10,2)	9,5 (4,4-12,5)	14,9 (8,9-18,9)	18,2 (9,9-23,8)	52,0 (32,8-61,1)	64,0 (47,5-70,0)

Daarnaast valt op dat kleinere deeltjes (tot PM2.5) een hoger aandeel vormen van totaal PM10 in de wintermaanden dan in de zomerperiode. De grove fractie (>2.5 µm) binnen PM10 is over het hele jaar vrij constant (ongeveer 6 µg m^{-3}), de fractie tot PM2.5 is juist veel hoger in de winter. Ook dit was in vorige meetjaren van ILM2 het geval. Waarschijnlijk komt dit doordat in de winter andere bronnen dominant zijn dan in de zomer. Houtstook is daarbij een belangrijke bron van PM2.5. Op de LML meetlocaties aan de Noord Brabantlaan in Eindhoven, de Europalaan in Veldhoven en de Vredeweg in Vredepeel, wordt ook een hogere concentratie roet in de lucht gemeten in de winter, wat op een hogere bijdrage van houtstook wijst. In de stedelijke gebieden ligt de hoeveelheid roet hoger dan in het landelijk gebied.

De jaargemiddelde NO_2 concentratie binnen het gehele netwerk voor 2025 staat in Figuur 3.1. Duidelijk is, net als in 2024 (van Dinther et al., 2025), dat de NO_2 concentraties in het buitengebied lager liggen dan in het stedelijk gebied. Wel zijn er ook binnen het buitengebied verschillen in NO_2 concentratie zichtbaar. Zo zijn de concentraties voor I33 en I47 relatief hoog ten opzichte van de overige locaties in het buitengebied. Bij locatie I33 in Son wordt de verhoogde NO_2 concentratie waarschijnlijk veroorzaakt door verkeer van de snelweg A50 die

ten zuiden van het meetpunt loopt. Op deze locatie waren in 2024 ook relatief hoge NO_2 concentraties zichtbaar (van Dinther et al., 2025). Het is onduidelijk waarom I47 gemiddeld een hogere NO_2 concentratie heeft ten opzichte van de overige meetpunten in het buitengebied. Het punt ligt op enige afstand van de provinciale weg N395 (ongeveer 600-800 m), dus directe verhoging veroorzaakt door verkeer van deze weg is niet aannemelijk. Bovendien was er in 2024 geen duidelijke NO_2 verhoging zichtbaar op dit meetpunt.



Figuur 3.1 Jaargemiddelde NO_2 concentraties in µg m^{-3} over het gehele ILM2 netwerk. Voor locaties in het buitengebied is de meetlocatie aangeduid. Databeschikbaarheid moest minimaal 75% zijn om meegenomen te worden.

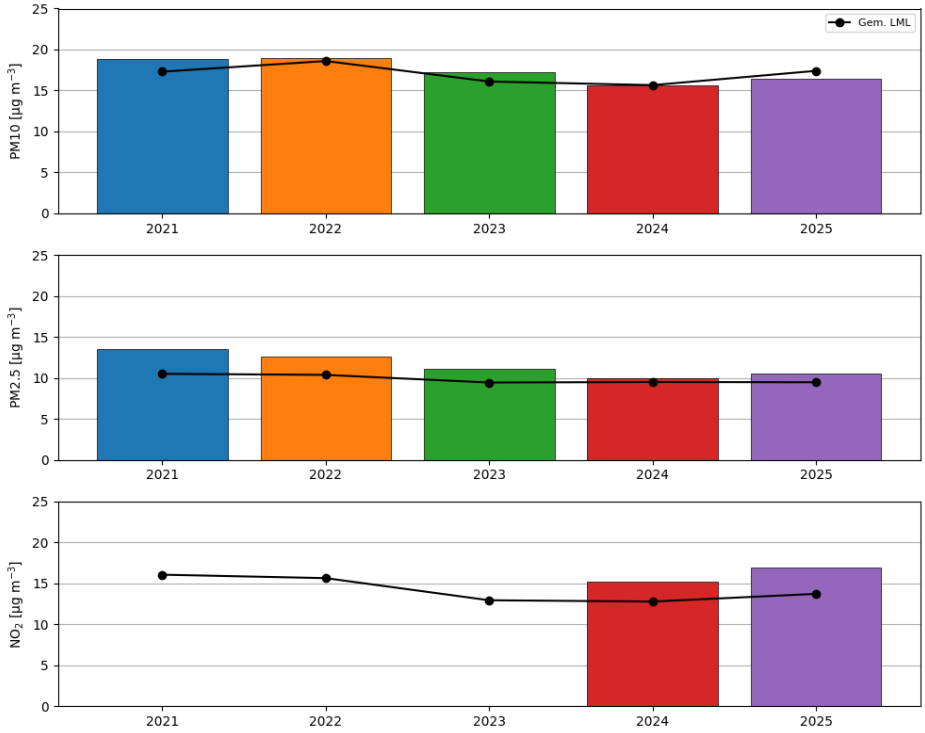
In Bijlage D is voor alle individuele ILM2 meetlocaties zichtbaar wat de jaargemiddelde concentraties van fijnstof en NO_2 per meetlocatie zijn in 2025. De resultaten per individuele meetlocatie van de voorgaande jaren zijn beschikbaar in de bijbehorende rapportages (Goudriaan et al. 2022; van Dinther et al 2023; van Dinther et al 2024; van Dinther et al 2025).

3.2 Zichtbare trends na vijf jaar meten

Het ILM2 netwerk was actief vanaf 2021 tot en met 2025. Dit betekent dat we in totaal vijf volle jaren aan meetgegevens beschikbaar hebben. Van deze jaren hebben we ook data van de vijf LML meetlocaties in en aangrenzend aan de regio beschikbaar. Voor PM10 en NO_2 betreffen dit de LML meetlocaties Vredepeel-Vredeweg, Veldhoven-Europalaan, Eindhoven-Genovevalaan, Eindhoven-Noordbrabantlaan en Biest Houtakker-Biestsestraat. Voor PM2.5 zijn dit de LML meetlocaties Vredepeel-Vredeweg, Veldhoven-Europalaan en Biest Houtakker-Biestsestraat.

Figuur 3.2 toont de jaargemiddelde concentraties van PM10, PM2.5 en NO_2 gemeten door het ILM2 netwerk en het gemiddelde van de verschillende meetlocaties van het LML. Voor 2021, 2022 en 2023 hebben we geen jaargemiddelde concentratie voor NO_2 vanuit het ILM2, de sensoren zijn over de jaren sterk verbeterd en daarmee gebruiken we enkel de informatie van 2024 en 2025 om jaargemiddeldes te berekenen. De gemeten fijnstofconcentraties via het ILM2 netwerk en het LML laten een afnemende trend zien. Waar de gemiddelde PM10

concentratie gemeten door het LML in 2021 nog 18,8 µg m^{-3} was, was dit in 2025 16,4 µg m^{-3}. De concentraties fijnstof in 2025 zijn wel hoger dan in 2024. Dit komt doordat 2025 aanzienlijk droger was dan 2024 (zie ook Figuur 2.4). Neerslag zorgt voor natte depositie van luchtvervuilende stoffen en daarmee de verwijdering van deze stoffen uit de atmosfeer (RIVM, 2013; Mijnen-Visser et al., 2024). Als we 2025 vergelijken met 2021 en 2022, wat ook relatief droge jaren waren (maar niet zo droog als 2025), wordt een licht dalende trend van fijnstofconcentraties zichtbaar.



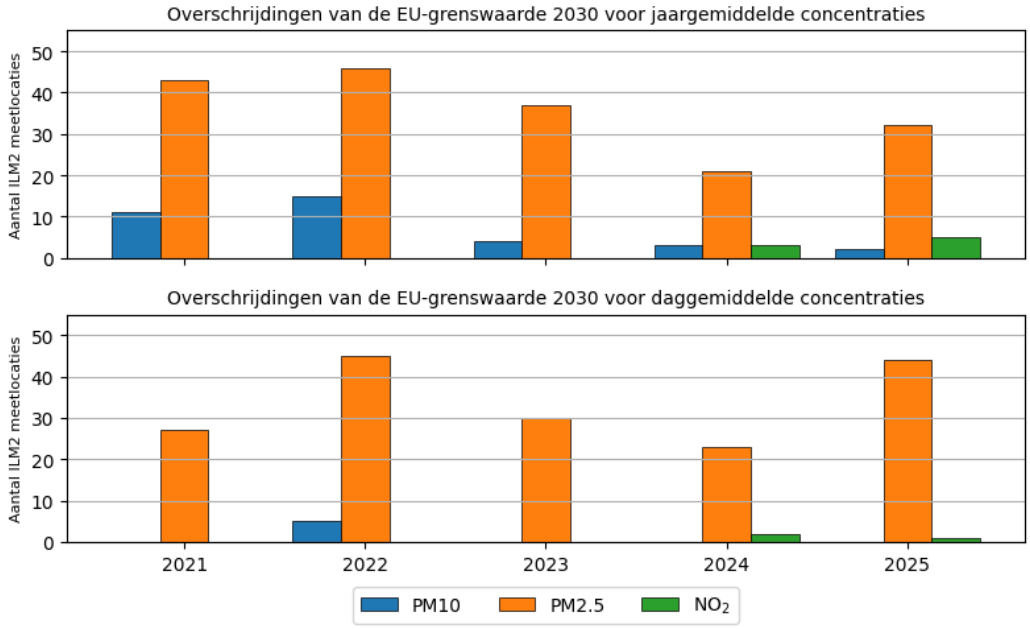
Figuur 3.2 Jaargemiddelde concentraties van het volledige ILM2 meetnetwerk (gekleurde balken) en alle meetlocaties van het LML (zwarte lijn met stippen) in en om de regio tussen 2021 en 2025 voor PM10, PM2.5 en NO2.

De jaargemiddelde NO_2 concentratie van het ILM2 ligt in 2025 met 16,9 µg m^{-3} meer dan 2 µg m^{-3} hoger dan in 2024. Ook dit komt door de grotere hoeveelheid neerslag in 2024 want ook NO_2 regent uit (Mijnen-Visser et al., 2024). De gemiddeld gemeten NO_2 concentraties door ILM2 liggen hoger dan van het LML in de regio. Het ILM2 kent relatief veel locaties gericht op wegverkeer, en daardoor waarschijnlijk beter vergelijkbaar is met het LML Genovevalaan en LML Noordbrabantlaan. De jaargemiddelde concentraties NO_2 gemeten op deze meetlocaties (respectievelijk 15,0 µg m^{-3} en 16,6 µg m^{-3}) zijn hoger dan op achtergrondstations zoals Veldhoven (12,6 µg m^{-3}) of Vredepeel (11,2 µg m^{-3}). Kijkend naar de metingen van het LML zien we net als voor fijnstof een dalende trend over de afgelopen 5 jaar. Binnen het LML is dit zowel zichtbaar in de achtergrond- als straatstations.

3.3 Vergelijking met grenswaarden

Metingen van de sensoren zijn niet geschikt om op geaccrediteerde wijze onder- of overschrijdingen van normen aan te geven. Daarvoor moet gebruik worden gemaakt van geaccrediteerde meetapparatuur per component. Desalniettemin is het toch interessant te zien of de ILM2 sensoren een indicatie geven of concentraties boven of onder een vastgestelde norm liggen. Daarbij is zichtbaar dat alle ILM2 sensoren en LML meetlocaties in de regio concentraties meten die onder de huidige EU-grenswaarden zitten voor PM10, PM2.5 en NO_2.

De tekst hieronder gaat specifiek in op een vergelijking tussen de metingen met de EU-grenswaarden die vanaf 2030 gaan gelden (deze grenswaarden staan in Tabel 2.1).

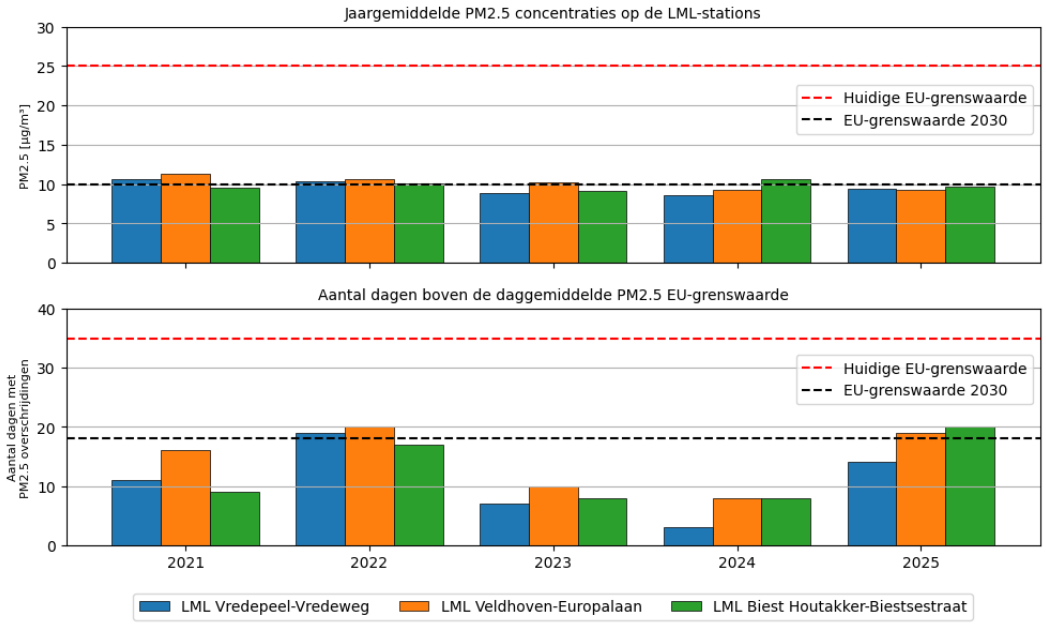


Figuur 3.3 Aantal ILM2 sensoren dat de 2030 EU-grenswaarden overschrijdt in elk meetjaar. Boven: aantal meetlocaties met overschrijdingen van de jaargemiddelde grenswaarde die in 2030 gaat gelden. Onder: aantal meetlocaties met teveel overschrijdingen van de daggemiddelde grenswaarde die in 2030 gaat gelden.

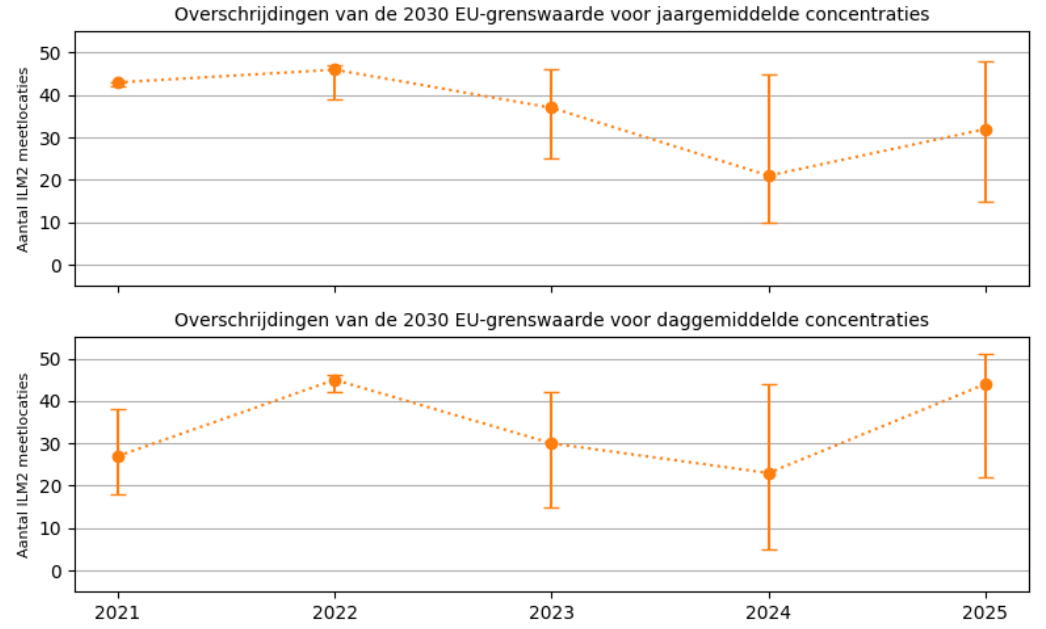
Figuur 3.3 toont hoeveel sensoren in het ILM2 netwerk hoger meten dan de toekomstige EU-grenswaarden van 2030, uitgezet per meetjaar. Voor de EU-grenswaarde 2030 van PM10 (20 µg m^{-3}) zien we een sterke verbetering door de jaren heen: waar in 2021 en in 2022 deze respectievelijk 11 en 15 meetlocaties hoger maten, waren dit in 2023 vier meetlocaties, drie meetlocaties in 2024 en twee meetlocaties in 2025. De vijf meetlocaties van het LML in de regio waar PM10 gemeten wordt voldoen consequent aan de jaargemiddelde EU-grenswaarden voor 2030. Voor PM10 worden de toekomstige EU-grenswaarden voor daggemiddelde concentraties nu al gehaald afgaande op de LML en ILM2 metingen in de regio. Alle meetlocaties van het LML zitten elk jaar ruim onder de genoemde overschrijdingslimiet van 18 dagen, en voor het ILM2 geldt dat alleen in 2022 vijf meetlocaties hierboven kwamen. Ook voor NO_2 zien we dat het grootste deel van de boxen onder de 2030 grenswaarde blijft. Voor slechts drie boxen in 2024 en vijf boxen in 2025 ligt het jaargemiddelde te hoog. Voor de meetlocaties van het LML kwam enkel het LML Noord Brabantlaan (gelegen op een drukke verkeerslocatie) in 2021 en 2022 boven de 2030 grenswaarde uit. Wat betreft daggemiddelde overschrijdingen heeft geen van de meetlocaties van het LML tussen 2021 en 2025 te veel overschrijdingsdagen voor NO_2 uitgaande van de 2030 grenswaarden. Binnen ILM2 tellen alleen meetlocaties I06 (2024) en I28 (2024 en 2025) meer dan 18 overschrijdingsdagen. I06 staat direct langs de snelweg A2, terwijl I28 op het klokgebouw in de rook van de biomassacentrale op Strijp-S staat.

Voor PM2.5 zien we vanuit de metingen meer potentiële knelpunten. Elk meetjaar meten meer dan de helft van de sensoren hogere jaargemiddelde PM2.5 concentraties dan de EU-grenswaarde 2030 van 10 µg m^{-3}. Van de drie meetlocaties van het LML die we hier beschouwen, alle drie op achtergrondlocaties, zijn alleen in 2025 de jaargemiddelde grenswaardes nipt gehaald op elke locatie (Figuur 3.4). Daarnaast hebben in elk jaar tenminste 20 meetlocaties in het ILM2 netwerk op meer dan de toegestane 18 dagen de dagelijkse EU-grenswaarde 2030 overschreden. Dit varieert van meetlocaties die net boven de maximale 18

dagen zitten tot meetlocaties die meer dan 40 overschrijdingsdagen tellen in 2025. Ook de meetlocaties van het LML laten dit patroon zien: in zowel 2022 als 2025 overschrijden twee van de drie meetlocaties de dagelijkse EU-grenswaarde die in 2030 gaat gelden. We kunnen uit Figuur 3.4 ook opmaken dat het effect van regen op de dagelijkse overschrijdingen van PM2.5 groot is: hoewel het aantal meetlocaties van het LML dat de dagelijkse grenswaarde te vaak overschreed in 2023 en 2024 daalde, steeg het in 2025 weer naar het niveau van 2022.



Figuur 3.4 Meetlocaties van het LML in de regio ten opzichte van de huidige en 2030 EU-grenswaarden voor PM2.5. Boven: jaargemiddelde PM2.5 concentraties ten opzichte van de jaarlijkse grenswaarden. Onder: aantal overschrijdingsdagen van de dagelijkse grenswaarden voor PM2.5 per LML meetlocatie.



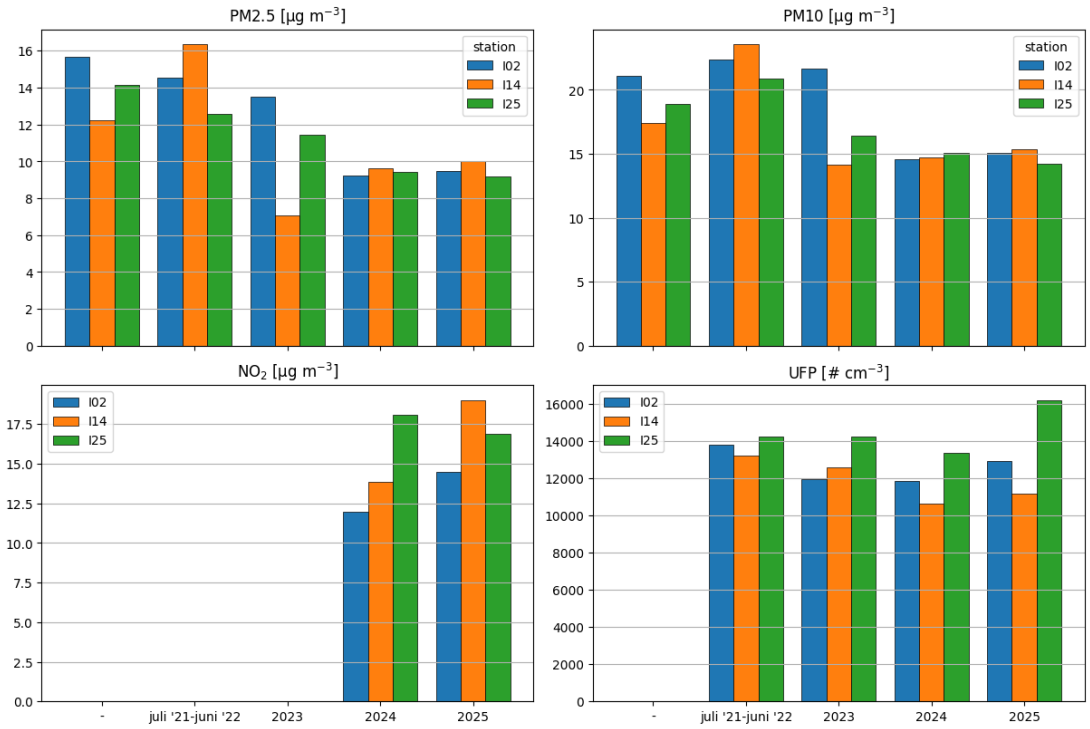
Figuur 3.5 Aantal ILM2 sensoren dat de 2030 EU-grenswaarden voor PM2.5 overschrijdt in elk meetjaar, inclusief een weergave van onzekerheid in de metingen van +/-10%. Boven: aantal meetlocaties met overschrijdingen van de jaarlijkse grens. Onder: aantal meetlocaties met overschrijdingen van de dagelijkse grens.

Omdat de metingen van de ILM2 sensoren slechts indicatief zijn, tonen we in Figuur 3.5 nogmaals het aantal boxen waarvoor de EU-grenswaarden 2030 voor PM2.5 worden overschreden, met hierin de toevoeging van een onzekerheidsmarge van 10% op de metingen (zowel naar boven als beneden). We zien dat in het scenario met 10% hogere metingen zowel de jaarlijkse als dagelijkse grenswaarde in elk jaar door bijna alle sensoren wordt overschreden. In het scenario met 10% lagere metingen is er in elk jaar nog steeds een groot aantal sensoren dat de EU-grenswaarden 2030 overschrijdt, hoewel dit in 2025 lager ligt dan in 2021 en 2022. Ook in de nattere jaren 2023 en 2024 zie je een daling. Over het algemeen zien we dat 10% meer of minder PM2.5 met name in deze latere jaren een groot verschil uitmaakt, omdat de jaargemiddeld gemeten concentraties zeer dicht rond de EU-grenswaarden liggen. Overigens blijven er ook in een scenario met 20% lagere PM2.5 concentraties dan gemeten via het ILM2 in 2025 een zestal meetlocaties over met hoger gemeten concentraties dan de EU-grenswaarden van 2030.

In Maas et al. (2023) zijn de gevolgen van de nieuwe Europese AQ Directive voor Nederland onderzocht. Hieruit volgt dat voor Zuidoost Brabant, ervan uitgaande dat bestaand en voorgenomen beleid onverminderd wordt doorgevoerd, in 2030 vrijwel geen overschrijdingen voor PM10 zullen ontstaan. Voor PM2.5 blijkt uit de berekeningen hetzelfde, ook al laten de ILM2 en LML-metingen zien dat PM2.5 bezien vanuit de situatie in 2025 wel een potentieel knelpunt zou kunnen zijn. Vanuit het voorgenomen en bestaande beleid zouden de concentraties in de aankomende vijf jaren dus verder moeten gaan dalen. Voor NO_2 zijn met name locaties langs drukke wegen mogelijke knelpunten. Als aandachtspunt wordt daarbij genoemd: “Locatie-specifieke verkeersmaatregelen zullen voor mensen die relatief gevoelig zijn of worden blootgesteld aan hoge concentraties, gezondheidswinst opleveren, maar het omleiden van verkeersstromen kan wel leiden tot meer verkeersemissies, daarmee de gemiddelde blootstelling elders verhogen en per saldo zelfs leiden tot meer gezondheidsverlies” (Maas et al., 2023). Maatwerk op regionaal tot lokaal niveau blijft daarmee van essentieel belang. De metingen van het LML en het toekomstige ILM3 in de regio kunnen daarbij ondersteunen in de monitoring zodat tijdig bijgestuurd kan worden waar nodig.

4 Het luchthavengebied

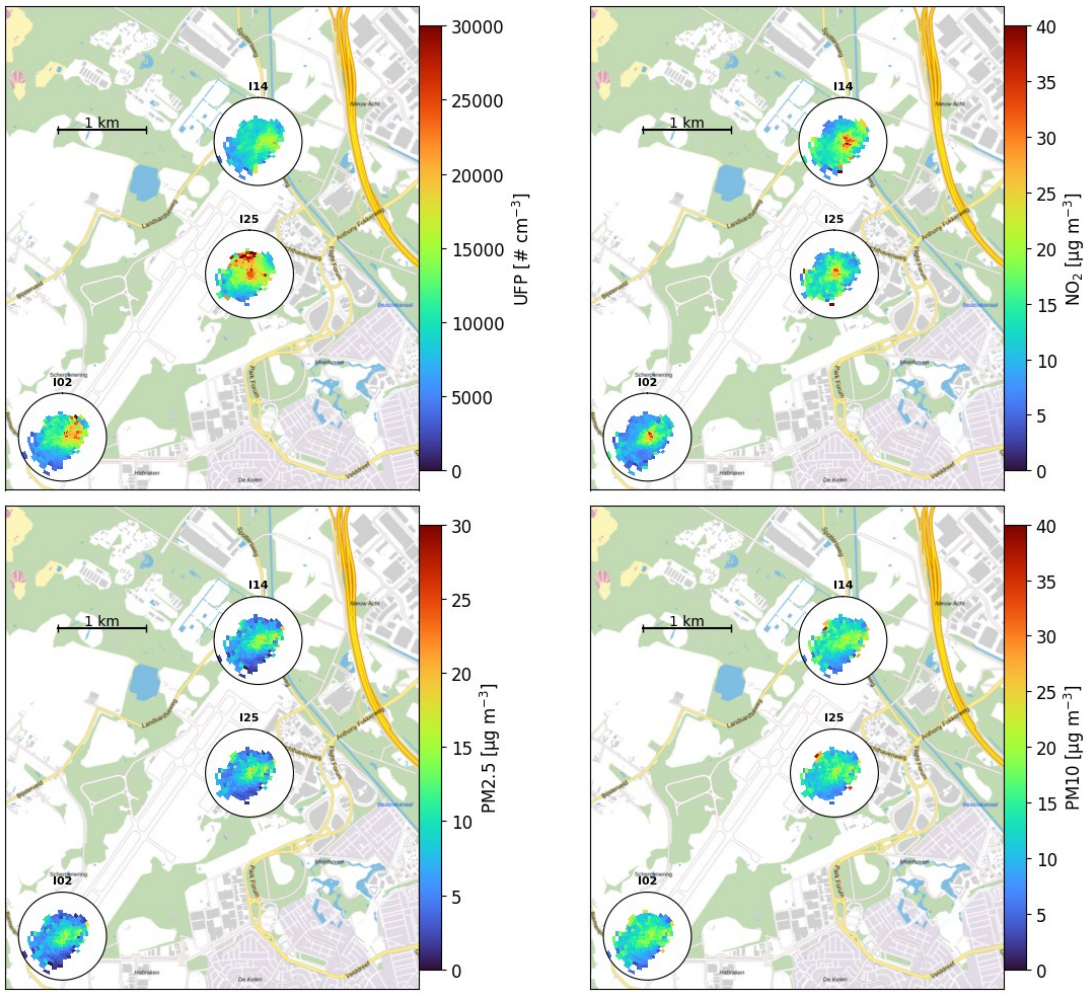
Binnen het luchthavengebied wordt naast fijnstof en NO_2 ook ultrafijnstof gemeten. In Figuur 4.1 zijn de jaargemiddelde concentraties gemeten door ILM2 tussen 2021 en 2025 zichtbaar per meetlocatie voor het luchthavengebied Voor NO_2 kijken we net als in voorgaande figuren enkel naar 2024 en 2025. De fijnstofconcentraties in 2024 en 2025 liggen lager dan in de eerdere jaren en zijn ongeveer gelijk over de verschillende meetlocaties binnen het luchthavengebied. De windrozen in Figuur 4.2 van PM2.5 en PM10 zijn daarbij vergelijkbaar op de verschillende meetlocaties. Dit duidt erop dat het vliegverkeer slechts een zeer geringe bijdrage levert aan de heersende PM concentraties in het luchthavengebied. Binnen ILM2 is dit ook in eerdere rapportages opgemerkt en ook in andere studies is dit gevonden (Fanning et al, 2007; Tromp et al., 2024). Hogere NO_2 concentraties vinden we aan de Landardseweg en de Luchthavenweg. De Luchthavenweg kent het meeste lokale wegverkeer. Op de windrozen in Figuur 4.2 is zichtbaar dat NO_2 concentraties met name bij wind vanuit het oosten, over de nabijgelegen A2, op de Landardseweg verhoogd zijn. De hogere concentratie NO_2 in 2025 op dit meetpunt hangt mogelijk samen met het grotere aandeel oostelijke wind in dit jaar (zie Tabel 2.1).



Figuur 4.1 De jaargemiddelde concentratie PM2.5, PM10 en NO_2 in µg m^{-3} en de UFP-deeltjesaantallen tussen 2021 en 2025. Enkel jaargemiddelde concentraties NO_2 zijn beschikbaar voor 2024 en 2025. Voor de UFP-deeltjesaantallen is de periode juli 2021 tot en met juni 2022 gepresenteerd.

In het luchthavengebied zijn er gemiddeld ongeveer 13.000 deeltjes UFP per cm^3 gemeten in 2025. Dit is licht hoger dan in 2024 toen er gemiddeld ongeveer 12.000 deeltjes UFP per cm^3 gemeten zijn (van Dinther et al., 2025). Mogelijk hangt dit samen met de drogere omstandigheden in 2025 ten opzichte van de relatief hoge neerslag in 2024. Het aantal

vliegbewegingen tussen deze jaren is namelijk vergelijkbaar, net als in de jaren daarvoor (2022 – 40.252; 2023 – 41.496; 2024 – 40.826; 2025 – 41.011)[4]. Het jaar 2021 had met 21.704 minder vliegbewegingen vanwege corona[5], in 2021 hebben we echter enkel UFP-metingen van de tweede helft van het jaar toen het herstel in vluchten al was ingezet. Het is bekend dat vliegverkeer en wegverkeer beide belangrijke bronnen zijn van UFP (Korstanje et al., 2026). De bijdrage van vliegverkeer en wegverkeer op verhogingen van UFP is, net als in voorgaande jaren, zichtbaar in de windrozen in Figuur 4.2. Op alle drie de locaties nemen we UFP-verhogingen waar in de richting van de start- en landingsbaan en de platforms van Eindhoven Airport. Voor I02 Scherpenering is dit bij wind vanuit het noordoosten het geval. Bij deze windrichting zien we ook enige verhoging van NO_2. Voor I25 Luchthavenweg vinden we de hoogste UFP-concentraties bij wind vanuit het noorden waar de platforms zich bevinden. Voor I14 valt met name op dat ook bij wind vanaf de snelweg ten oosten van de meetlocatie verhogingen worden waargenomen voor zowel UFP als NO_2.



Figuur 4.2 De kaarten tonen de windroosplots van UFP (linksboven), NO_2 (rechtsboven), PM2.5 (linksonder) en PM10 (rechtsonder) voor de 3 meetlocaties rond het vliegveld in 2025.

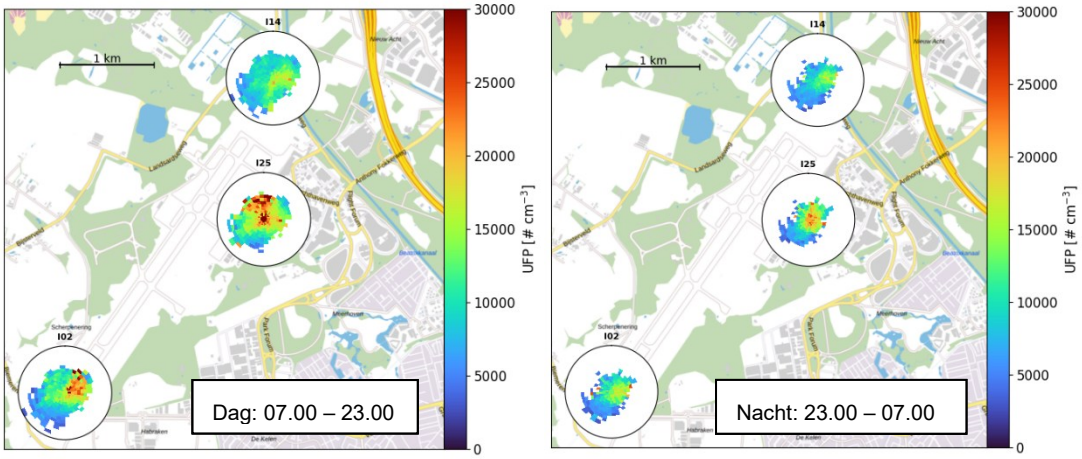
[4] https://www.eindhovenairport.nl/nl/nieuws-en-media/eindhoven-airport-verwelkomde-in-2025-recordaantal-passagiers
[5] https://www.eindhovenairport.nl/nl/nieuws-en-media/2021-eindhoven-airport-had-een-slecht-eerste-half-jaar-waarna-herstel-volgde

Zoals blijkt uit Figuur 4.1 zijn de UFP-deeltjesaantallen over de jaren heen consequent het hoogste aan de Luchthavenweg. Dit hangt waarschijnlijk samen met dat deze locatie het meeste lokale wegverkeer in het luchthavengebied kent. In 2025 is deze meetlocatie echter meer verhoogd dan in de jaren daarvoor. De frequentere oostelijke en noordelijke wind in 2025, zichtbaar in Tabel 2.1, en de verhoogde UFP concentraties die daarmee op deze locatie komen dragen hier aan bij. Met name in het voorjaar van 2025 zien we een combinatie van droge omstandigheden met regelmatige oostelijke of noordelijke wind.

Tabel 2.1 Overzicht van windhoeken per jaar in percentages aan het KNMI station op Eindhoven Airport.

Windhoek	2021	2022	2023	2024	2025
N	13%	10%	10%	7%	12%
NO	11%	10%	10%	9%	10%
O	6%	8%	7%	7%	10%
ZO	6%	9%	6%	8%	8%
Z	22%	20%	21%	23%	21%
ZW	23%	23%	28%	27%	21%
W	13%	14%	13%	14%	11%
NW	8%	7%	5%	7%	8%

Figuur 4.3 laat de windrozen voor dag en nacht zien voor UFP. Met dag beschouwen we de periode tussen 07.00 en 23.00, dit staat gelijk aan de uren waarop Eindhoven Airport open is voor burgerluchtvaart[6]. Er is gedurende de dag een duidelijk verschil te zien tussen de verschillende meetlocaties als het gaat om bij welke windrichting gemiddeld hogere deeltjesaantallen worden gemeten. Op de drie meetlocaties zijn verhogingen zichtbaar bij wind uit de richting van de start- en landingsbaan en gezien de focus op de uren waarin gevlogen mag worden zal dit samenhangen met het vliegverkeer. In de nachtelijke uren zijn de verschillen in de windrozen tussen de meetlocaties minder duidelijk en zijn sowieso UFP-deeltjesaantallen op alle locaties lager. Vervolgvragen zijn in hoeverre deze deeltjes zich verspreiden door de regio, met name tot in de bewoonde gebieden, en hoe de bijdrage van wegverkeer en vliegverkeer zich hierin tot elkaar verhouden. Naar alle waarschijnlijkheid wordt hier in ILM3 aan verder gewerkt.

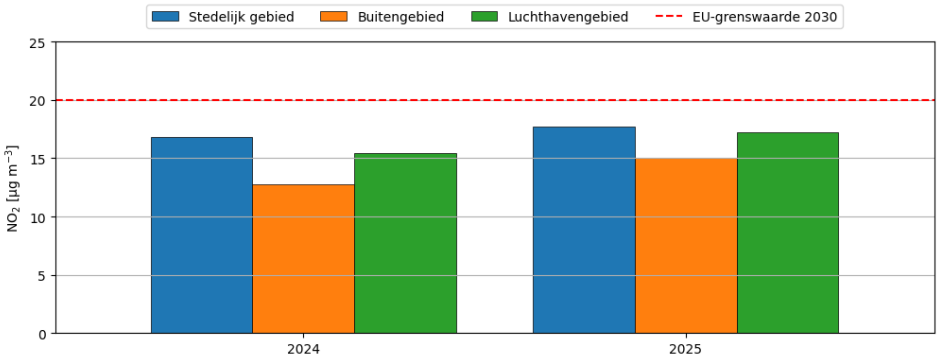


Figuur 4.3 Windrozen van jaargemiddelde UFP-deeltjesaantallen in 2025 in het luchthavengebied. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de uren waarop de luchthaven wel (links) en niet open is (rechts) voor burger-luchtvaart.

[6] https://www.luchtvaartindetoekomst.nl/regionale-luchthavens/eindhoven-airport

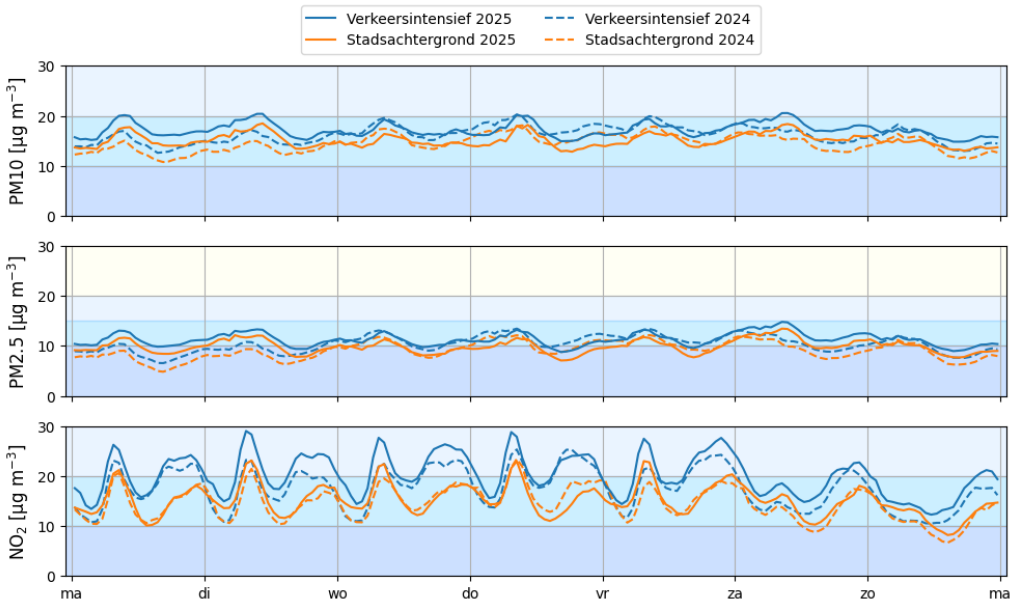
5 Het stedelijk gebied

Net als in 2024 is er in 2025 ruim voldoende NO_2 data beschikbaar (93,2%) om een goed beeld te krijgen van de verschillen in concentraties in verschillende gebieden binnen het ILM2. Figuur 5.1 toont de gemiddelde NO_2 concentraties in 2024 en 2025 van het stedelijke gebied, buitengebied en luchthavengebied. Hierin zien we dat het stedelijk gebied gemiddeld de hoogste NO_2 concentraties meet in beide jaren, wat voornamelijk samenhangt met de grote bijdrage hierin van wegverkeer. In het buitengebied, waar minder verkeer is, liggen de concentraties het laagst.



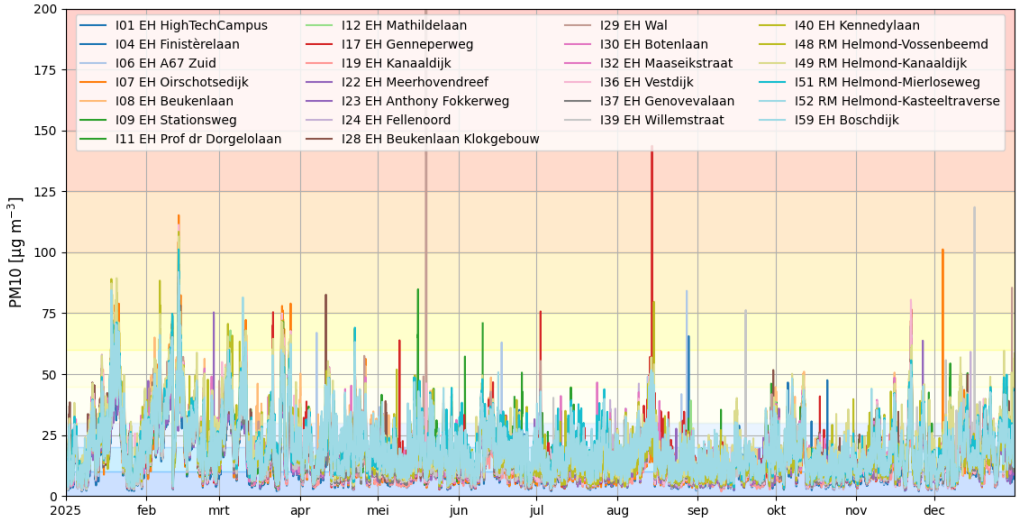
Figuur 5.1 Jaargemiddelde NO_2 concentraties van alle meetlocaties van het ILM2 in het stedelijk, buiten- en luchthavengebied in 2024 en 2025.

Binnen het stedelijk gebied is het interessant om de verkeersintensieve locaties te vergelijken met meetlocaties geclassificeerd als stadsachtergrond. Figuur 5.2 toont de wekelijkse gang van PM10, PM2.5 en NO_2 voor deze twee soorten meetlocaties in Eindhoven, in zowel 2024 als 2025. Als we de ononderbroken lijnen met elkaar vergelijken en de stippellijnen met elkaar vergelijken, zien we dat de concentraties elkaar in beide jaren goed volgen. De concentraties voor alle drie de stoffen liggen op stadsachtergrondlocaties over het algemeen onder die in verkeersintensieve gebieden. Voor fijnstof volgen de patronen over de week elkaar nauwgezet, fijnstof beweegt zich als een deken over de regio en ook de concentraties in de stad worden hier sterk door beïnvloedt. Voor NO_2 is het verschil met name in de middagen en avonden groter, met op stadsachtergrond tot 8 µg m^{-3} (2024) en 11 µg m^{-3} (2025) lagere concentraties op piekmomenten dan op de verkeersintensieve locaties. In beide gebieden zien we de concentratiepieken terug die met de verkeersspits samenhangen. Daarnaast zien we in deze figuur, als we blauw met blauw en oranje met oranje vergelijken, dat de patronen tussen 2024 en 2025 elkaar goed volgen. Voor fijnstof zien we dat de concentraties in 2025 iets hoger waren dan in 2024, zowel voor de stadsachtergrond als verkeersintensieve locaties. Met name op de maandagen en dinsdagen is een verschil te zien, waardoor dit komt is onduidelijk. In zijn algemeenheid hangen de hogere concentraties fijnstof in 2025 samen met de drogere weersomstandigheden. Voor NO_2 zijn de concentraties in het verkeersintensieve gebied over het algemeen iets hoger in 2025, terwijl ze voor de stadsachtergrond vergelijkbaar zijn tussen de twee jaren.



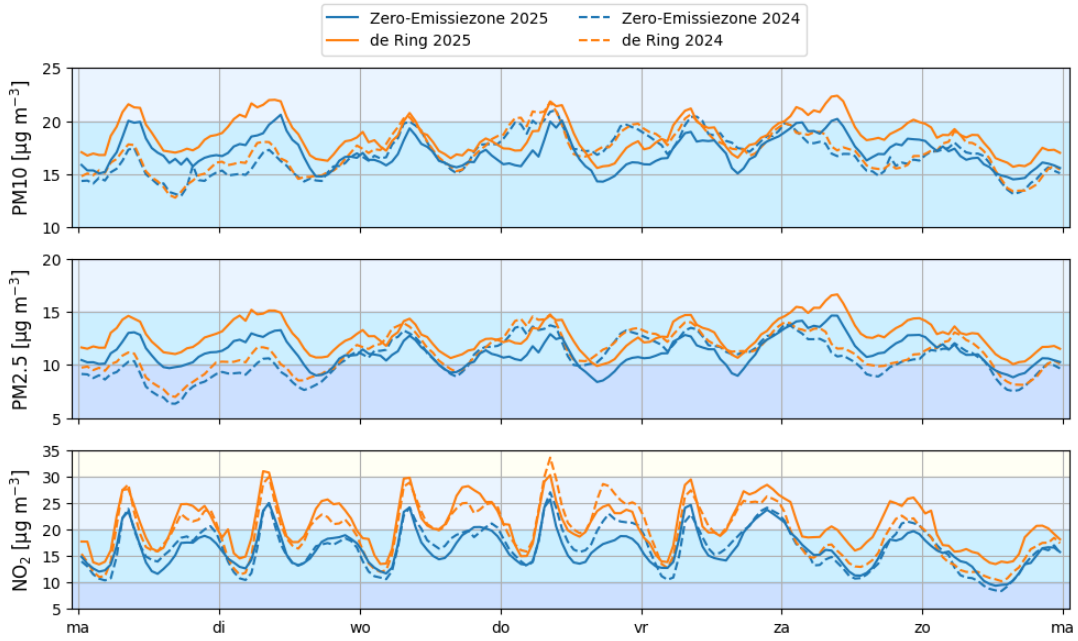
Figuur 5.2 Gemiddelde wekelijkse gang van PM10 (boven), PM2.5 (midden) en NO2 (onder) voor verkeersintensieve en stadsachtergrond locaties in Eindhoven in 2024 en 2025.

Figuur 5.3 toont de gemeten PM10 concentraties van alle meetlocaties gelegen in het stedelijk gebied gedurende het gehele jaar 2025. Ook hier ze we terug dat de verschillende stedelijke meetlocaties binnen ILM2 over het algemeen hetzelfde patroon vertonen, waarbij ze meebewegen met de achtergrondconcentraties fijnstof in de regio. Daarnaast zien we ook individuele PM10 pieken die worden veroorzaakt door lokale events. Zo zien we bijvoorbeeld in mei 2025, net als in mei 2024, een hoge PM10 piek gemeten op station I29 (Stadhuisplein), veroorzaakt door stadionfakkels afgestoken bij de huldiging van PSV op het Stadhuisplein na het winnen van de landstitel. Dit toont aan dat de sensoren zowel geschikt zijn om algemene trends van de concentraties in een specifiek gebied aan te tonen, als om bijzondere momenten met hoge pieken op te merken.



Figuur 5.3 Jaarprofiel van de uurgemiddelde PM10 concentratie van alle ILM2 meetlocaties in de stedelijke omgeving in 2025.

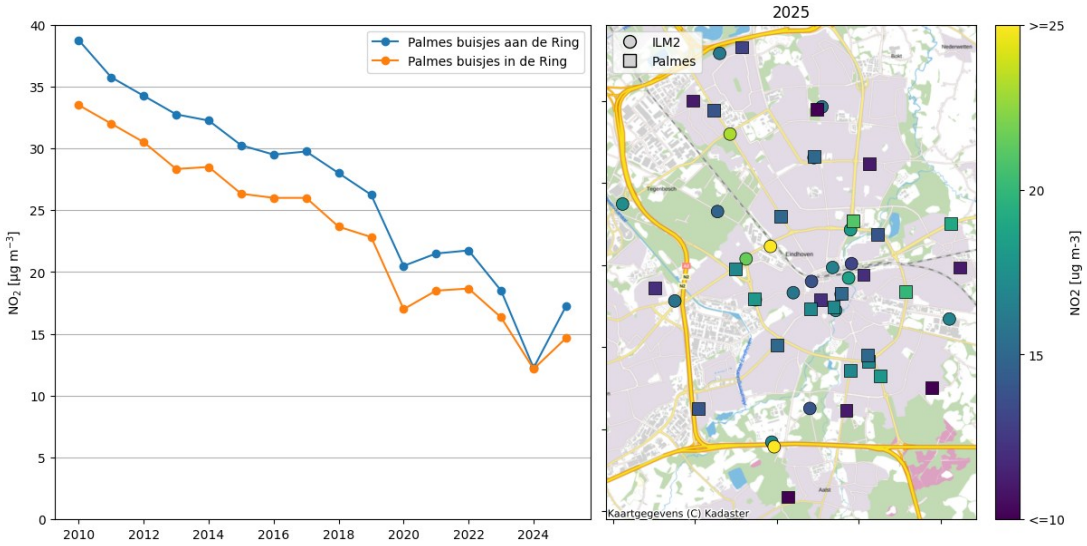
Sinds 1 januari 2025 heeft Eindhoven een zero-emissiezone waarbij bestelvoertuigen met een emissieklasse van 4 of lager en vrachtwagens ouder dan 8 jaar (toetsdatum 1 januari 2025) dit gebied niet in mogen. Hierop werd pas vanaf de tweede helft van 2025 daadwerkelijk gehandhaafd. De exacte locatie van de zero-emissiezone is te zien in Figuur 5.6. Figuur 5.4 toont de gemiddelde wekelijkse gang van PM10, PM2.5 en NO_2 concentraties bezien over alle relevante ILM2 meetlocaties binnen de zero-emissiezone en aan de Ring voor zowel 2024 als 2025. De jaargemiddelde NO_2 concentraties in 2025 binnen de zero-emissiezone zijn daarbij 4,6 µg m^{-3} lager dan aan de Ring (voor de Palmesbuisjes (Figuur 5.5) is het gemiddelde verschil 2,6 µg m^{-3}). Ook gemeten fijnstofconcentraties zijn binnen de zero-emissiezone lager dan aan de Ring, in 2025 is het verschil 1.6 µg m^{-3} voor zowel PM2.5 als PM10. In 2024 zijn deze verschillen in fijnstof tussen beide gebieden minder zichtbaar. Als we 2024 met 2025 vergelijken (blauw met blauw en oranje met oranje) zien we net als eerder dat de concentraties fijnstof in 2025 met name op maandagen en dinsdagen hoger waren dan in 2024. De reden is onbekend. Voor NO_2 zien we dat de concentraties aan de Ring in de weekenddagen van 2025 hoger liggen, op de werkdagen is weinig verschil zichtbaar.



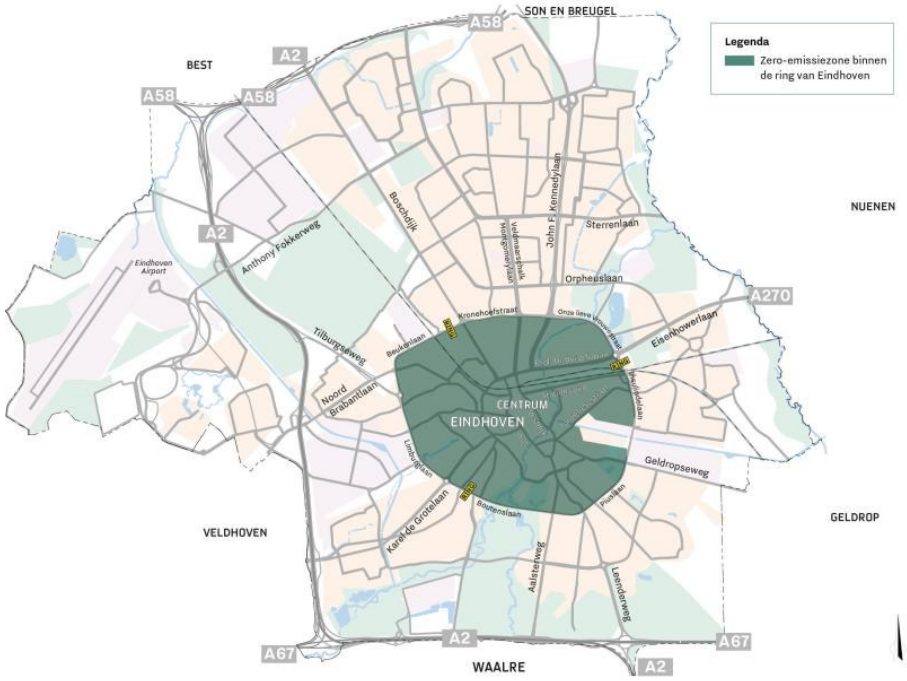
Figuur 5.4 Gemiddelde wekelijkse gang van PM10 (boven), PM2.5 (midden) en NO_2 (onder) voor de zero-emissiezone en de Ring in 2024 en 2025.

Naast het ILM2 meetnetwerk wordt in Eindhoven ook NO_2 gemeten door de gemeente met een netwerk van Palmes buisjes. Deze Palmes buisjes worden sinds 2010 ingezet om op maandelijkse basis de NO_2 concentratie te bepalen. Figuur 5.5 laat zowel het verloop van de jaargemiddelde NO_2 concentraties gemeten met deze Palmes buisjes zien en een vergelijking ten opzichte van de ILM2 metingen in Eindhoven in 2025. Over het algemeen zien we gelijkende ruimtelijke patronen terug tussen beide meetnetwerken, met verhoogde concentraties NO_2 langs drukkere wegen. De jaargemiddelde concentraties gemeten door de Palmes buisjes laten twee dingen zien: gemeten concentraties NO_2 binnen de Ring zijn over de jaren heen lager dan aan de Ring. Dit komt waarschijnlijk doordat de Ring door de jaren heen drukker is qua wegverkeer. Daarnaast lopen NO_2 concentraties af. Daarbij is zichtbaar dat tussen 2020 en 2022 NO_2 concentraties in beide gebieden stagneren, waarna deze vanaf 2023 verder afnemen (hoewel 2025 hoger ligt dan 2024, wat samenhangt met de weersomstandigheden). Er zijn veel verschillende factoren van invloed op de gemeten

concentraties van NO_2, zoals de weersomstandigheden, en ook dat in 2020 en 2021 de effecten van de coronapandemie op mobiliteit meespeelden. Het is dus moeilijk om eenduidige conclusies te trekken over het effect van de milieu- en zero-emissiezone op de gemeten NO_2 concentraties. Het ligt echter wel in de lijn der verwachting dat de getrapte invoering van de milieuzone, gevolgd door de zero-emissiezone in de binnenstad van Eindhoven, een positief effect heeft hierop. Naast dat er minder uitstoot plaatsvindt in de binnenstad stimuleert dit in zijn algemeenheid de overgang naar schoner vervoer waar ook de rest van de stad van profiteert.



Figuur 5.5 Vergelijking tussen NO_2 metingen van ILM2 sensoren en Palmes buisjes in Eindhoven. Links: tijdreeks van Palmes NO_2 metingen sinds 2010. Rechts: kaartje van ILM2 en Palmes metingen in 2025. Bron: Palmes data: https://data.eindhoven.nl/explore/dataset/stikstofdioxide-metingen/table/

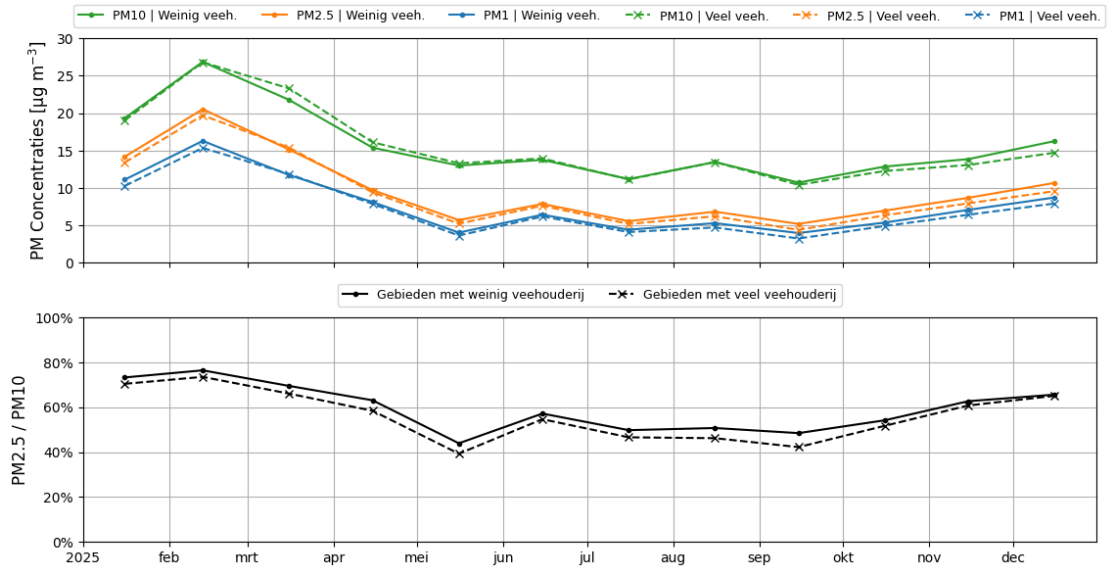


Figuur 5.6 Kaart met in donkergroen de zero-emissiezone aangegeven geldend in Eindhoven (bron: https://www.eindhoven.nl/stad-en-wonen/verkeer/zero-emissiezone-en-milieuzone)

6 Het buitengebied

Binnen dit hoofdstuk richten we ons met name op fijnstof. Figuur 3.1 liet eerder al zien dat NO_2 concentraties, op enkele locaties naast drukke doorgaande wegen na, over het algemeen in het buitengebied aanzienlijk lager zijn dan in het stedelijk gebied. In eerdere rapportages hebben we binnen het buitengebied eventuele invloeden van veehouderij en houtstook op fijnstofconcentraties onderzocht. Op beide bronnen zijn verdiepende campagnes in 2025 uitgevoerd om meer zicht te krijgen op de mogelijke invloeden hiervan.

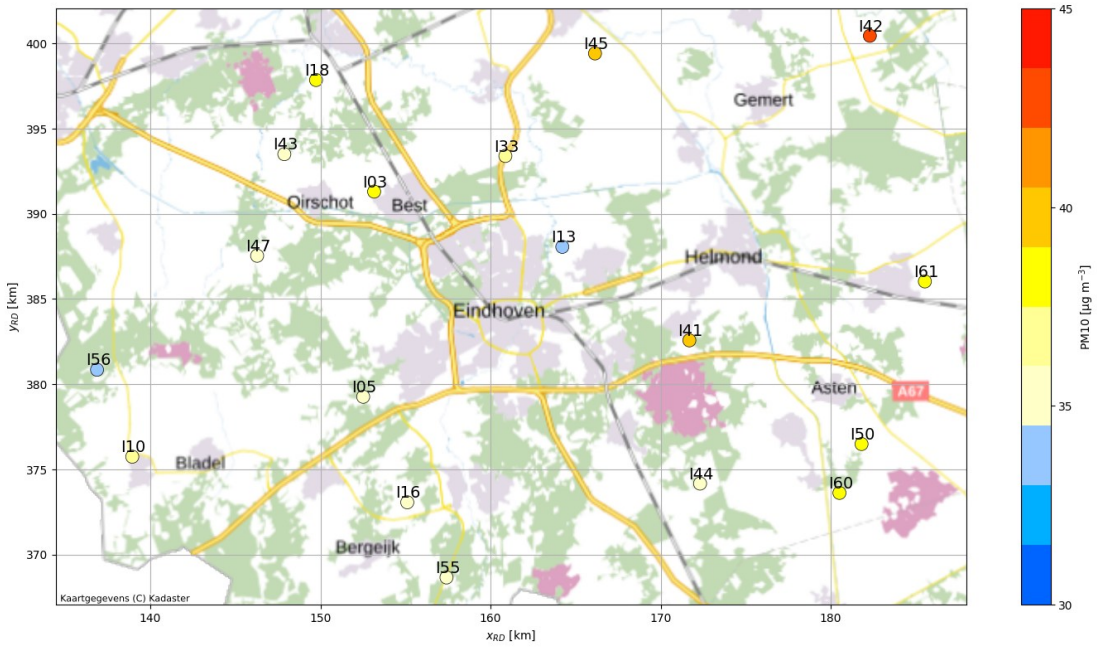
Verdiepende campagne veehouderij
Eén van de wensen binnen ILM2 was het zichtbaar maken van de invloeden van veehouderij op de fijnstofconcentraties in de regio. Op basis van de GCN kaarten zijn aan de start van ILM2 in 2020 meetlocaties gekozen waar de verwachte bijdrage aan PM10 concentraties vanuit veehouderijen varieert tussen laag (<1 µg m^{-3}), middel (< 1-5 µg m^{-3}) en hoog (>5 µg m^{-3}) (zie Bijlage A). In Figuur 6.1 is zichtbaar dat de gemiddeld gemeten fijnstofconcentraties zeer vergelijkbaar zijn en dit was ook in eerdere jaren al zichtbaar (Goudriaan et al., 2022; van Dinther et al., 2023; van Dinther et al., 2024; van Dinther et al., 2025). Wanneer naar de verhouding PM2.5/PM10 gekeken wordt is zichtbaar dat het aandeel grove deeltjes (>2.5 µm) in de hoger belaste gebieden groter is in PM10 dan in de laag belaste gebieden.



Figuur 6.1 Vergelijking in gemeten PM1, PM2.5 en PM10 concentraties over, naar verwachting, laag en hoog belaste meetlocaties binnen de regio. De onderste grafiek laat de ratio zien tussen PM2.5 en PM10. De naar verwachting hoger belaste locaties door veehouderij kennen iets grovere deeltjes dan de naar verwachting lager belaste locaties.

Hoewel gemiddeld geen duidelijke verschillen in heersende fijnstofconcentraties tussen de verschillende typen meetlocaties zichtbaar wordt, hebben we in eerdere ILM2 rapportages gezien dat er in het buitengebied meetlocaties zijn waar met regelmaat PM10 pieken voorkomen. In eerdere rapportage kwamen onder andere I42, I43 en I44 als locaties naar voren waar deze pieken zichtbaar, wat mogelijk verband houdt met de nabijheid van

pluimveehouderijen bij deze meetlocaties en de aanwezigheid van onverharde wegen (onder andere van Dinther et al., 2023). In deze rapportage kijken we hier opnieuw naar met zogenaamde 95-percentiel waardes voor PM10 (zie Figuur 6.2).

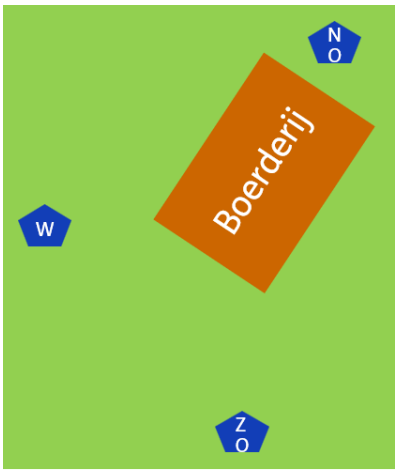


Figuur 6.2 Jaarlijks 95-percentiel PM10 concentraties (µg m^{-3}) in het buitengebied. Databeschikbaarheid moest minimaal 75% zijn om meegenomen te worden.

De 95-percentiel houdt in dat 95% van de metingen onder deze waarde zit, oftewel 5% van de metingen boven deze waarde. Een hoge 95-percentiel-waarde betekent dus dat er veel (hoge) pieken in de metingen zitten. Net als vorig jaar vallen I42 en I45 op met verhoogde waarden. I42 ligt benedenwinds van twee pluimveehouderijen van gemiddelde tot grotere omvang, op een afstand van enkele honderden meters, met enkel open akkerland tussen bron en meetlocatie. Ook dit akkerland kan bijdragen aan de pieken door verstuiving bij droogte en bij bewerking van de akkers. Bij I45 echter ligt binnen een kilometer afstand slechts 1 kleine pluimveehouderij, op een afstand van ca 500 meter. Voor met name I42 is de meest waarschijnlijke oorzaak van de hogere PM10 pieken agrarische activiteiten. Voor I45 speelt landbewerking en een onverharde weg nabij de CAIREBox een rol. Naast deze twee locaties laten I03 en I18 in het noorden van het gebied hogere piekwaarden zien, dit geldt ook voor I41, I50, I60 en I61 in het oosten van het gebied. Deze laatste 3 meetlocaties zijn gericht op het bemeten van eventuele fijnstof uit veehouderij.

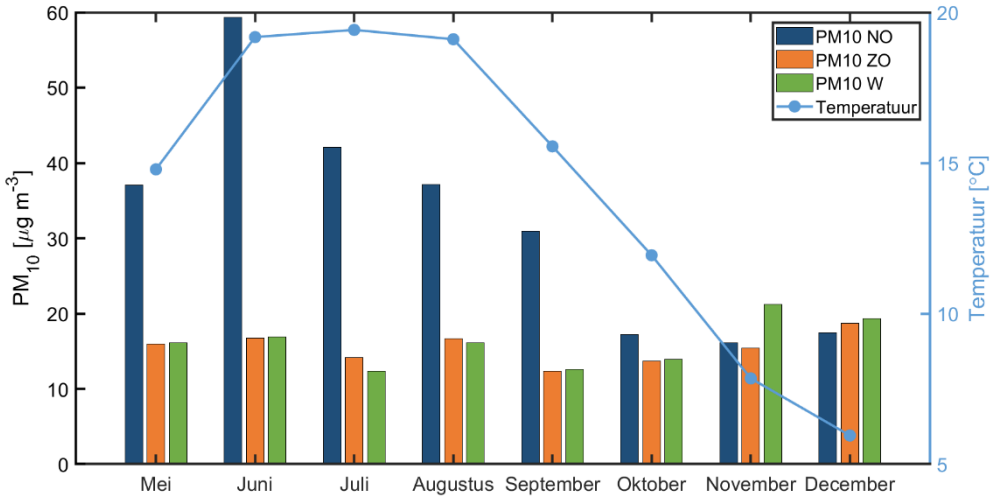
Om meer duiding te kunnen geven over de exacte invloed van pluimveehouderij aan gemeten concentratiepieken van PM10 heeft een verdiepende campagne in Oirschot plaatsgevonden. De metingen vonden plaats van 25 april 2025 tot en met 18 mei 2026. Op het bedrijf waren in totaal rond de 108.000 leghennen aanwezig verdeeld over drie naast elkaar gelegen stallen. Vanaf september 2025 zijn de drie stallen achtereenvolgens leeg komen staan. In Figuur 6.3

staat een schematische weergave van de opstelling. Met overwegend zuidwestenwind in Nederland wordt met name punt NO belast vanuit de boerderij. Dit punt lag relatief dicht bij de boerderij (in verband met ruimtelijke beperkingen) en is op een rek geplaatst (geen lantaarnpaal beschikbaar). Punt NO lag op 7 meter van het voornaamste emissiepunt, een droogtunnel. De andere twee meetpunten liggen op minimaal 140 meter van de emissiepunten.



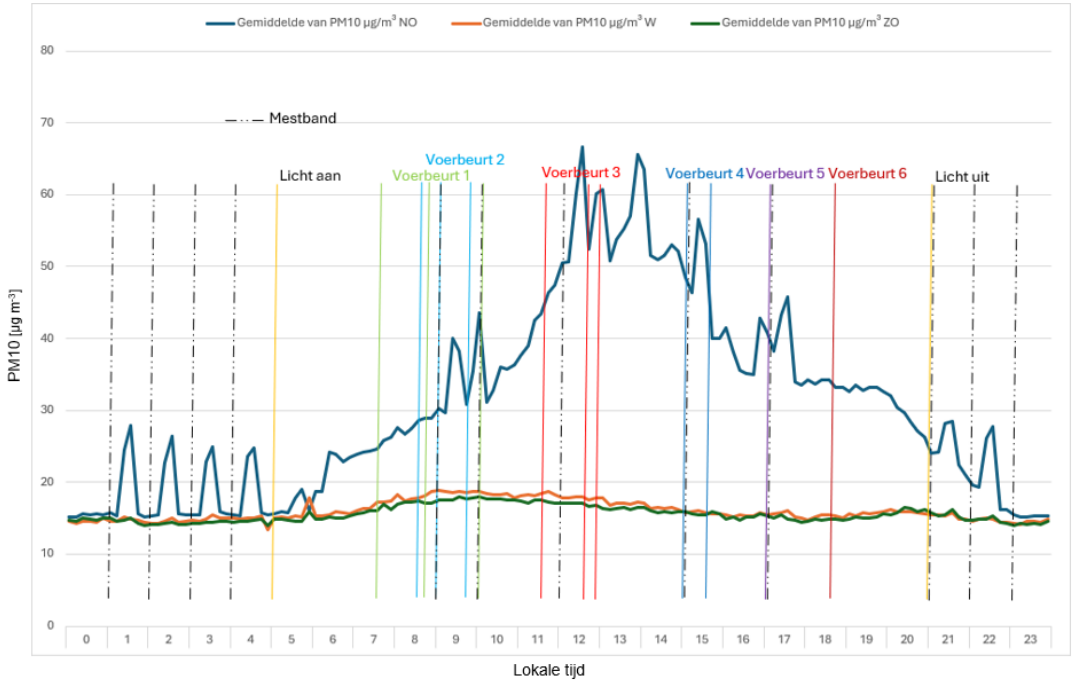
Figuur 6.3 Schematische weergave van de meetopstelling in Oirschot.

Maandelijks gemiddelde PM10 concentraties voor de drie meetstations om de boerderij in Oirschot heen zijn zichtbaar in Figuur 6.4. De verhogingen die we voor PM10 zien bij het leghennenbedrijf zijn niet duidelijk zichtbaar voor PM1 en PM2.5. Dit is in lijn met de literatuur waaruit blijkt dat leghenstallen met name de grove fractie van fijnstof (>2,5 µm) uitstoten (Cambra-Lopez et al., 2011). Voor de eerste maanden (mei tot en met september) wanneer de boerderij in bedrijf is zien we duidelijk dat op punt NO de hoogste PM10 concentraties gemeten worden. In oktober, toen daadwerkelijk alle stallen leeg waren is er geen duidelijk verhoging meer meetbaar op punt NO ten opzichte van de andere twee punten. Naast het in bedrijf zijn van de boerderij heeft ook de meteorologie invloed op de gemeten PM10 concentraties. Bij hogere temperaturen neemt de ventilatie in de stal toe, waardoor ook de emissies normaliter toenemen. Wordt de temperatuur echter zeer hoog (>30°C) dan wordt de activiteit van de kippen over het algemeen minder (Lara & Rostagno, 2013) waardoor emissies af kunnen nemen. Dit is één van de redenen dat in de maand juni de grootste PM10 verhoging wordt gemeten. In deze maand is de temperatuur het vaakst tussen de 25 en 30°C (47 uren tegen 17 en 21 uren voor de maanden juli en augustus). Daarnaast was de windrichting ook relatief vaak naar punt NO (windrichting tussen 190 en 240°) (43% van de tijd in juni waar het in de maanden juli en augustus respectievelijk 31 en 33% van de tijd het geval was).



Figuur 6.4 Gemiddelde maandelijkse PM10 (linker y-as) voor de drie meetpunten in Oirschot en gemiddelde temperatuur in KNMI-meetstation in Eindhoven (rechter y-as).

Vanuit de ondernemer is informatie gekomen over de activiteiten die per dag op de boerderij plaatsvonden. Deze activiteiten werden geautomatiseerd uitgevoerd volgens een bepaald tijdschema. In Figuur 6.5 staat de dagelijkse gang van PM10 voor de tijd dat de boerderij in bedrijf was. Ook hier zijn de hogere concentraties PM10 gemeten op het meetpunt NO zichtbaar. In de figuur zien we daarnaast dat de gemeten PM10 concentraties op dit meetpunt duidelijk reageren op de activiteiten. Na het aangaan van de mestband richting droogtunnel zien we in de nacht duidelijk pieken van PM10. Hiernaast zie je ook dat wanneer de lichten aangaan de PM10 concentratie oploopt, waarschijnlijk doordat de kippen actief worden. Ook na voerbeurten in de ochtend gaat de PM10 concentratie omhoog. Gemiddeld wordt de maximale PM10 concentratie gemeten tussen 12 en 13 uur 's middags.



Figuur 6.5 Dagelijkse PM10 concentraties gemeten op de punten NO (blauw), W (oranje) en ZO (groen) nabij het leghennenbedrijf met de activiteiten op de boerderij aangegeven *(figuur gemaakt door Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant)*.

Het is belangrijk te realiseren dat de CAIREBoxen niet gekalibreerd zijn voor dit specifieke boerderijstof. Hierdoor kan het zijn dat de absolute PM10 concentratie afwijkt van wat de CAIREBox meet. De patronen die we zien zijn waarschijnlijk wel juist, ook gezien de overlap tussen bedrijfsactiviteiten en gemeten PM10 concentraties. Met deze campagne is zichtbaar gemaakt dat pluimveehouderijen inderdaad bij kunnen dragen aan gemeten concentratiepieken van PM10 op meetlocaties in de nabije omgeving van de veehouderij. Het benedenwinds verblijven in de nabijheid van stallen kan daardoor zorgen voor relatief hoge blootstelling aan PM10. Uit de metingen van het ILM2 meetnetwerk als geheel blijkt daarnaast dat deze PM10 bijdrages zich wel snel verdunnen en opgaan in de heersende concentraties fijnstof in de regio.

Verdiepende campagne houtstook

Door atmosferische omstandigheden vindt er in de winter minder verdunning plaats van luchtvervuilende stoffen en kunnen concentraties daardoor hoger oplopen. Bij gelijkblijvende uitstoot zijn fijnstofconcentraties in de wintermaanden daardoor hoger dan in de zomerperiode. Binnen deze winterperiode is houtstook een belangrijke bron van fijnstof, en meer specifiek PM2.5. In de ILM2 jaarrapportage van 2023 is eerder al gekeken naar

eventuele invloeden van houtstook in de regio. Via een verdiepende campagne in Eersel is dit verder uitgewerkt.

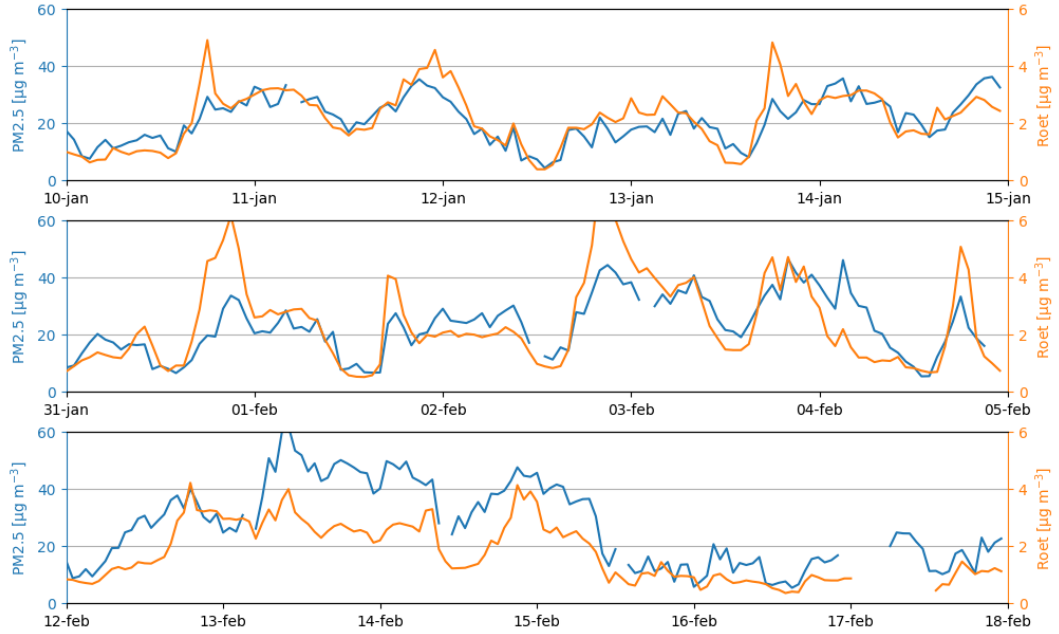
In de gemeente Eersel zijn van 17 december 2024 tot 4 juli 2025 drie CAIREBoxen geplaatst. Doel van de metingen was te onderzoeken of de bijdrage van houtstook gedurende de winterperiode in Eersel via metingen inzichtelijk kan worden gemaakt. De meetlocaties van deze tijdelijke campagne zijn zichtbaar in Figuur 6.6 Twee CAIREBoxen zijn geplaatst in Eersel (I62 en I63), beiden op locaties waar de verwachting was dat er houtstook plaatsvindt. I64 is geplaatst in Steensel, hier werd weinig tot geen houtstook verwacht en met overwegende zuidwestenwind zijn er ook geen andere bronnen in de nabije omgeving. Deze locatie kan dus verondersteld worden als een achtergrondstation.



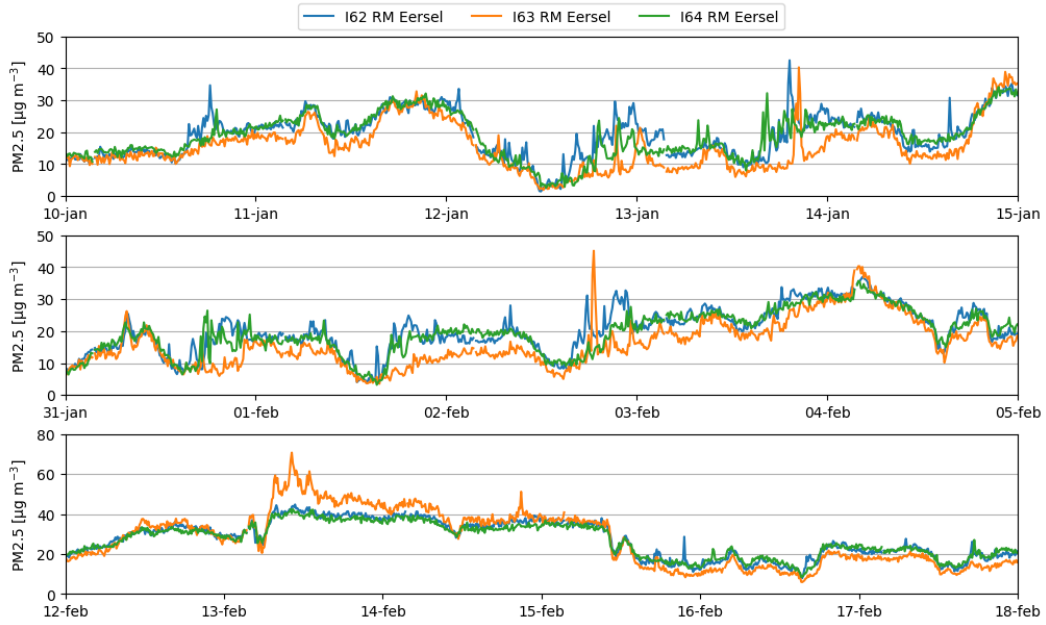
Figuur 6.6 Meetlocaties van de drie CAIREBoxen tijdens de tijdelijke meetcampagne in Eersel en omgeving.

Met alleen fijnstofmetingen is het lastig te bepalen of verhogingen veroorzaakt worden door houtrook. In een studie van Bronsveld et al. (2025) is gebleken dat een combinatie van roet met PM2.5 metingen geschikt is om houtrookmomenten te bepalen. Roet wordt gemeten op het nabijgelegen LML-meetstation in Veldhoven aan de Europalaan. In Figuur 6.7 drie tijdseries geplot van PM2.5 en roet voor periodes met relatief lage temperaturen (vorst in de nachten) en lage windsnelheden. De roetconcentraties in Veldhoven komen geregeld boven de 2 µg m^{-3}, een waarde binnen Bronsveld et al. (2025) gesteld als limiet om houtrookmomenten te identificeren. Meer algemeen zien we dat het patroon van PM2.5 veelal meeloopt met de roetconcentratie, wat ook een indicatie is dat in deze periodes houtstook heeft bijgedragen aan oplopende concentraties.

De PM2.5 concentraties over dezelfde periode in Eersel en Steensel zijn geplot in Figuur 6.8. Hier valt allereerst op dat alle drie de meetboxen over het algemeen met elkaar meelopen. Dit laat zien dat de meetboxen over het algemeen vergelijkbaar meten op momenten dat er geen specifieke lokale bronnen actief zijn. Daarbij zien we dat de fijnstofconcentraties gemeten op de ILM2 meetlocaties over het algemeen vergelijkbare patronen vertonen als op het LML-station in Veldhoven. Gezien de overeenstemming tussen roet en PM2.5 op het LML-station, is dit een indicatie dat mogelijk ook houtrook vanaf buiten Eersel invloed heeft op de gemeten PM2.5 concentraties.



Figuur 6.7 Tijdseries van PM2.5 (blauw, linker y-as) en roet (oranje, rechter y-as) gemeten op LML-station in Veldhoven aan de Europalaan, tijdens koudere periodes in 2025.



Figuur 6.8 Tijdseries van PM2.5 voor de ILM2 meetboxen in Eersel en omgeving. De bovenste tijdreeks betreft vrijdag 10 tot en met dinsdag 14 januari 2025. De middelste tijdreeks van vrijdag 31 tot en met dinsdag 4 februari 2025. De onderste tijdreeks van woensdag 12 tot en met maandag 17 februari 2025.

Hiernaast zijn er tijdsstippen waar we wel lokale verschillen zien in PM2.5 concentraties tussen de drie ILM2 meetpunten. Op de, naar verwachting, meer belaste meetlocaties zijn bijvoorbeeld de volgende momenten te onderscheiden:

- Op meetlocatie I62, aan de Gebroeders Hoekstraat in Eersel, zien we geregeld verhogingen in PM2.5 concentraties, met name in de avonduren. Dit is bijvoorbeeld zichtbaar op 10, 11, 12 en 13 januari in de bovenste grafiek. In de middelste grafiek geldt dit voor 31 januari en 1, 2 en 3 februari. Dit zijn in Veldhoven periodes waarin roetconcentraties aanzienlijk zijn verhoogd, ook in Eersel kijken we hier waarschijnlijk naar houtstook.
- Op meetlocatie I63, aan de Dreef in Eersel, zien we verhogingen in PM2.5 concentraties op 12, 13 en 14 januari in de avond in de bovenste grafiek en 2 en 3 februari in de avond in de middelste grafiek. In de onderste grafiek is een verhoging zichtbaar over de periode van 13 tot en met 15 februari. In vergelijking tot het LML-station in Veldhoven zijn dit periodes waar ook daar concentraties PM2.5 en roet verhoogd zijn.
- Op locatie I64, aan de Boterbocht in Steensel zien we ook enkele pieken van PM2.5, ondanks dat deze vooraf was gekozen als achtergrondlocatie met waarschijnlijk weinig bronnen in de buurt. Zowel op 12 en 13 januari als op 31 januari zien we concentratiepieken van PM2.5. Op het moment van deze piek komt de wind vanuit het zuidzuidoosten. Er is geen duidelijke bron uit deze windhoek, hoewel ook hier het tijdstip en vorm van de piek houtstook suggereert.

We kunnen enkel vanuit de PM2.5 concentraties niet met zekerheid herleiden of de gevonden pieken op deze meetlocaties door houtstook veroorzaakt worden. Het is wel de meest aannemelijke bron gezien de ligging van de meetlocaties in woonwijken, de lokale verschillen, de tijdstippen en dan met name de abrupte sterke verhogingen in PM2.5 concentraties rond de avonduren en de overlap met verhogingen in PM2.5 en roet concentraties aan het nabijgelegen LML-station in Veldhoven. Voor het verlagen van PM2.5 concentraties in de regio lijkt houtstook daarmee een relevante bron om naar te kijken.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

De jaargemiddelde concentraties luchtvervuilende stoffen vielen in 2025 iets hoger uit dan in 2023 en 2024. Dat geldt voor zowel fijnstof als NO_2. Dit is verklaarbaar: 2025 was een erg droog jaar, waar 2023 en 2024 zeer natte jaren waren. Het is bekend dat neerslag zorgt dat luchtvervuilende stoffen uit de lucht worden gehaald door natte depositie. Voor een goede langjarige vergelijking kan daarom beter gekeken worden naar 2021 en 2022, jaren die ook droog waren, maar iets natter dan 2025. In 2025 waren de gemiddeld gemeten concentraties fijnstof lager dan in 2021 en 2022, ondanks nog minder neerslag. Dit geeft aan dat de uitstoot in 2025 waarschijnlijk lager was dan in 2021 en 2022. Voor NO_2 heeft het ILM2 enkel jaargemiddelde gegevens van 2024 en 2025 en kunnen we dit langjarig vergelijk niet maken. De metingen van het LML in de regio laten ook voor NO_2 een licht dalende trend zien tussen 2021 en 2025, zowel voor achtergrondstations als stations gelegen nabij veel wegverkeer. Dit duidt erop dat de regionale luchtkwaliteit in de afgelopen jaren beter is geworden.

In 2030 worden de nieuwe normen voor luchtkwaliteit op basis van de Europese Revised Ambient Air Quality Directive van kracht. Het RIVM heeft modelmatig berekend dat deze nieuwe normen in 2030 voor 98% van Nederland haalbaar zijn bij uitvoering van vastgesteld en voorgenomen beleid op luchtkwaliteit. Dit is een modelmatige voorspelling. Het is belangrijk om dit te valideren via metingen en waar nodig bij te sturen. In dit rapport is voor de jaren 2021 tot en met 2025 gekeken hoe gemeten concentraties zich verhouden tot de toekomstige EU-grenswaarden van 2030. Aangezien we met sensoren meten is dit indicatief, maar geeft het wel een inkijkje in hoe de regio ervoor staat. Naast het ILM2 zijn hiervoor ook de meetgegevens van het LML over deze jaren bestudeerd. Voor PM10 lijken de grenswaarden van 2030 geen knelpunten op te leveren. Ook voor NO_2 liggen het overgrote deel van zowel de ILM2 als LML meetlocaties in de laatste jaren onder de EU-grenswaarden van 2030. Voor PM2,5 zijn er op dit moment echter wel veel potentiële knelpunten te vinden: de gemeten concentraties en EU-grenswaarden van 2030 liggen voor PM2.5 erg dicht bij elkaar waarbij we vanuit ILM2 op veel plekken hogere concentraties vinden. Ook binnen de metingen van het LML zien we dit terug.

In het luchthavengebied zien we net als voorgaande jaren invloeden van luchtvaart en wegverkeer terug in de ILM2 metingen van ultrafijnstof (UFP). De meetlocatie aan de Luchthavenweg is in 2025 meer verhoogd ten opzichte van de andere locaties in het luchthavengebied dan in voorgaande jaren. De frequentere oostelijke danwel noordelijke wind in 2025 en de verhoogde UFP concentraties die daarmee komen op deze locatie dragen hier aan bij. Met name in het voorjaar van 2025 zien we een combinatie van droge omstandigheden met regelmatige oostelijke of noordelijke wind wat leidt tot hogere UFP concentraties op deze meetlocatie. De wind komt dan precies over de start- en landingsbaan naar dit meetpunt. De windrozen laten verder zien dat gedurende de dag verhoogde deeltjesaantallen UFP te zien zijn bij wind vanaf de start-/landingsbaan. In de nacht wordt er niet gevlogen en is deze verhoging er niet. We zien op die momenten wel nog steeds een verhoging bij wind vanaf de snelweg A2. Dit is zowel voor NO_2 als UFP het geval. Voor PM2.5

en PM10 is er weinig verschil zichtbaar tussen de windrozen van de ILM2 meetlocaties, wat laat zien dat de luchthaven zelf hier waarschijnlijk een geringe bijdrage in heeft. Dit komt overeen met bevindingen uit eerdere studies dat vliegtuigen relatief weinig regulier fijnstof uitstoten (Fanning et al., 2007; Tromp et al., 2024).

Het stedelijk gebied kent gemiddeld hogere concentraties NO_2 dan het buitengebied en luchthavengebied. De meest belangrijke bron hiervan is verkeer. Binnen het stedelijk gebied maken we onderscheid tussen verkeersintensieve locaties en stadsachtergrond locaties. De gemeten concentraties PM10, PM2.5 en NO_2 tonen dezelfde wekelijkse gang, maar liggen duidelijk lager op meetlocaties geclassificeerd als stadsachtergrond. Met name voor NO_2 is dit verschil groot. In zijn algemeenheid nemen concentraties NO_2 binnen Eindhoven af over de jaren, goed zichtbaar vanuit het netwerk van Palmes buisjes van de gemeente. In 2025 is daarnaast de zero-emissiezone in het centrum van Eindhoven officieel ingevoerd, waar bestelvoertuigen en vrachtwagens enkel nog mogen rijden met de juiste classificering. Daarvoor was er al een milieuzone voor autobussen. Er is zichtbaar dat de meetlocaties binnen de zero-emissiezone lagere NO_2 concentraties laten zien dan de meetlocaties aan De Ring, zowel vanuit ILM2 als vanuit de Palmes buisjes. Ook fijnstofconcentraties binnen de zero-emissiezone liggen lager dan aan de Ring. Het is niet eenduidig om deze verschillen alleen toe te kennen aan de milieu/zero-emissiezone, omdat er meerdere elementen kunnen zijn die van invloed zijn op de gemeten concentraties.

In het buitengebied zien we vergelijkbare patronen voor fijnstof als voorgaande jaren. Er is geen eenduidig verschil zichtbaar tussen meetpunten in gebieden met veel veehouderij en meetpunten met minder veehouderij in de nabije omgeving als het gaat om gemiddeld gemeten fijnstofconcentraties over alle sensoren bezien. Tegelijk zien we op enkele meetlocaties met regelmaat concentratiepieken van fijnstof, met name van PM10, voorbij komen. In eerdere rapportages zijn als mogelijke oorzaken genoemd dat deze samenhangen met (pluim-)veehouderij, onverharde wegen, landbewerking in de nabije omgeving danwel een combinatie van deze factoren. Om meer duiding te kunnen geven aan de bijdrage van veehouderij aan fijnstof is een verdiepende campagne uitgevoerd rondom een leghennenboerderij in Oirschot. De resultaten van deze campagne laten zien dat er een sterke link te leggen is tussen de activiteiten in de stal en de benedenwinds gemeten PM10 concentraties. Deze campagne geeft hiermee duiding aan wat in eerdere jaren binnen ILM2 rapportages al werd gezien maar nooit helemaal kon worden verklaard, namelijk dat nabijgelegen veehouderijen een directe oorzaak kunnen zijn van pieken in PM10 concentraties in de nabije omgeving. Uit de metingen van het ILM2 meetnetwerk als geheel lijkt het daarnaast zo dat deze PM10 bijdrages zich wel snel verdunnen en opgaan in de heersende concentraties fijnstof in de regio.

Om meer gevoel te krijgen van de bijdrage van houtstook aan PM2.5 concentraties in de regio is een verdiepende campagne uitgevoerd in de gemeente Eersel met drie extra meetlocaties. Daarnaast is gebruik gemaakt van metingen van LML-station Veldhoven, waar ook roet wordt gemeten. Er is ingezoomd op een aantal koude weken in de meetperiode, met relatief weinig wind. In deze periode zien we PM2.5 concentratiepieken in de avonduren. Houtstook is de meest aannemelijke bron van deze pieken in PM2.5 concentraties. Dit hangt samen met de ligging van de meetpunten in woonwijken, de lokale verschillen in gemeten concentraties tussen meetpunten, de tijdstippen en dan met name de abrupte sterke verhogingen in PM2.5 concentraties rond de avonduren en de overlap met verhogingen in PM2.5 en roet concentraties bij het nabijgelegen LML-station in Veldhoven. Voor het verlagen van PM2.5 concentraties in de regio is houtstook daarmee een relevante bron om naar te kijken.

7.2 Aanbevelingen

In de jaarrapportage 2025 is naast een analyse van de meetgegevens uit 2025 gekeken naar trends van 2021 tot en met nu. Deels worden hiermee patronen onderbouwd die we in terugkerende jaren hebben gesignaleerd, maar ook worden enige regionale trends over de tijd heen zichtbaar. Uit de analyse van de meetgegevens van 2025 komen overeenkomstige aandachtspunten naar voren als in voorgaande jaren wat betreft het verbeteren van de regionale en lokale luchtkwaliteit. Een aantal van deze aanbevelingen kan wel verder onderbouwd worden door de analyses gepresenteerd binnen deze rapportage:

- Vooruitblikkend op de EU-grenswaarden van 2030 laten de analyses uit dit rapport zien dat PM2.5 een mogelijk aandachtspunt is. Houtstook is een belangrijke bron van PM2.5. Voorlichting rond houtstook en gebruik van de stookwijzer (waarbij hout stoken in geval van ongunstige meteorologische condities wordt afgeraden) kunnen eerste stappen zijn voor gemeentes om hier actie op te ondernemen. Naast voorlichting behoort bijvoorbeeld een verbod op stoken bij ongunstige weersomstandigheden tot de mogelijkheden (zie ook https://ggdghor.nl/onderwerp/houtstook/ voor andere mogelijke maatregelen). Aanvullend kan het toewerken naar schone(re) verwarmingsbronnen en het reduceren van de uitstoot van verkeer ook een bijdrage leveren aan reductie van PM2.5-emissies. Secundair fijnstof komt voort uit een combinatie van uitstoot van ammoniak en NO_2 (verkeer). In de meetresultaten is het effect van het verminderen van deze uitstoot minder makkelijk te herleiden, omdat secundaire vorming ver van de bronnen kan plaatsvinden. In ILM3 gaat hier verder naar gekeken worden.
- In stedelijke gebieden is verkeer een belangrijke bron van NO_2. Er zijn verschillende routes denkbaar om de NO_2 concentratie te verminderen. Allereerst kan het verkeersvrij, of als tussenstap verkeersluw, maken van delen van de stad resulteren in verbeterde luchtkwaliteit doordat de uitstoot hierdoor wordt gereduceerd. Ten tweede kan het instellen/verscherpen van een milieu- of zero-emissiezone, waarmee de meest vervuilende voertuigen worden geweerd, bijdragen aan het verminderen van emissies. De analyses in deze rapportage geven een eerste beeld van de invloed van de zero-emissiezone in Eindhoven en zullen worden doorgetrokken naar ILM3. Ten slotte kan het scheiden van verkeersstromen, waarbij fietsers en voetgangers een andere route volgen dan auto's, ook helpen de blootstelling van burgers te verminderen. Het doorvoeren van dergelijke maatregelen is met name relevant op plekken waar veel mensen blootgesteld worden aan ongezonde lucht en in de buurt van scholen en andere gevoelige bestemmingen.
- Vliegverkeer draagt bij aan verhogingen van UFP in het luchthavengebied. Wat nog niet kan worden vastgesteld is hoe ver deze invloed reikt naar de bewoonde gebieden in de regio. Binnen de regio lopen initiatieven om deze invloeden verder in beeld te brengen, met name rond de sluiting van de luchthaven in de eerste helft van 2027. Rondom deze periode worden zowel mobiele als vaste metingen beoogd om verschillen in beeld te brengen van UFP-concentraties wanneer het vliegveld wel en niet open is. De UFP-metingen van het ILM2 laten daarnaast ook de invloed van het wegverkeer zien. Voor UFP wordt daarom aangeraden om ook te meten bij drukke wegen waar mensen potentieel langdurig blootgesteld worden, zoals drukke verkeersroutes/pleinen in de buurt van woningen en gevoelige bestemmingen.
- In het buitengebied worden op een aantal meetlocaties regelmatig PM10 concentratiepieken gemeten. De verdiepende campagne beschreven in deze rapportage laat zien dat (pluim-)veehouderijen hier een rol in kunnen spelen. Met name op korte afstand kan dit op momenten leiden tot behoorlijke concentratiepieken, en zijn maatregelen om deze uitstoot te verminderen en daarmee mogelijke blootstelling te reduceren wenselijk. Ook stofvorming in droge perioden bij onverharde wegen en verstuiving van akker(bewerking) kan een bron zijn van PM10 in het buitengebied. Als

gevolg van klimaatverandering komen langere droge perioden naar verwachting vaker voor. In de toekomst kan deze stofvorming dan ook een aandachtspunt zijn. Mogelijke maatregelen zijn bijvoorbeeld het beperken van de toegankelijkheid van onverharde wegen voor gemotoriseerd verkeer, en dichte begroeiing langs dergelijke wegen. Bij akkers zijn er maatregelen mogelijk om meer vocht in de bodem te behouden, zoals niet-kerende grondbewerking. De bovenste centimeter grond droogt echter in warme en droge periodes zeer snel uit en tijdens bewerking van akkers is het praktisch zeer complex om stofvorming volledig te voorkomen.

8 Referenties

Bronsveld P.C.P., van Dinther D., Blom M.J., van Mansom H., de Bruin-Hoegee G.J., Kaandorp S., Fabriek J. (2025). Houtrookpilot IJmond 2023-2024. Een meetaanpak voor het bepalen van de verspreiding van houtrook in gemeenten. TNO 2024 R12308.

Cambra-López M., Torres A.G., Aarnink, A.J.A., Ogink N.W.M. (2011). Source analysis of fine and coarse particulate matter from livestock houses. *Atmospheric Environment, 45*(3), 694–707. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.10.018

Denissen, S. (2022). Luchtkwaliteit en gezondheid in de provincie Noord-Brabant. GGD West-Brabant/ GGD Hart voor Brabant/ GGD Brabant-Zuidoost, mei 2022.

Esveld J.C., le Feber M., Tromp P.C., Lollinga J.P., Fabriek S., Spaan S., Korstanje T.J. (2024). Onderzoek naar blootstelling aan ultrafijnstof op Eindhoven Airport. TNO 2023 R11648.

Fanning E., Yu R.C., Lu R., Froines J. (2007). Monitoring and Modeling of Ultrafine Particles and Black Carbon at the Los Angeles International Airport. *California Air Resources Board*.

Fischer P.H., Marra M., Ameling C.B. (2015). Air Pollution and Mortality in Seven Million Adults: The Dutch Environmental Longitudinal Study (DUELS). Environ Health Perspect 123(7):697-704 doi:10.1289/ehp.1408254

Goudriaan R., Zhang J., Tokaya J., Hensen A., van Dinther D., Kaandorp S., Blom M., Plomp A. (2022). Regionaal Meetnet ILM2 in Zuidoost-Brabant: Jaarrapportage 2021. TNO-Rapport R12396.

López M.C., Hermosilla T., Lai H.T., Aarnink A.J.A., Ogink N.W.M. (2011). Particulate matter emitted from poultry and pig houses: source identification and quantification. Transactions of the ASABE, 54(2), 629-642.

Korstanje T.J., el Malki M., Visschedijk A.J.H., Kuenen J.P., Goudriaan R. (2026). Ultrafijnstof in de provincie Noord-Brabant. Uitstoot en het effect van maatregelen. TNO 2026 R17706.

Lara, L.J., Rostagno, M.H. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals, 3*(2), 356–369. https://doi.org/10.3390/ani3020356

Maas R.J.M., Hoekstra J., Huitema M., de Vries W., Ruyssenaars P.G. (2022). Inventarisatie van benodigde maatregelen om WHO-advieswaarden voor luchtkwaliteit in 2030 te realiseren. RIVM Rapportnummer 2022-0094.

Maas R.J.M., Ruyssenaars P.G., Berkhout H., Gerlofs-Nijland M.E., Huitema M., Stefess G.C., Teeuwisse S., Wessling J. (2023). Gevolgen van de voorgestelde Europese luchtkwaliteitsrichtlijn voor Nederland. RIVM Rapportnummer 2023-0167.

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

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) (2013). Dossier 'Fijn stof'. Versie 1 © RIVM, Bilthoven, januari 2013. https://www.rivm.nl/sites/default/files/2018-11/Dossier%20fijn%20stof.pdf

Tromp P.C., van Dinther D., de Bie S.E., Duyzer J., Lollinga J.P., Moerman M.M., Henke S.J. (2021). Verkennend onderzoek ultrafijnstof op het Schiphol terrein met behulp van mobiele metingen. TNO 2021 R11745, pp 66, https://nieuws.schiphol.nl/download/1093199/tnorapportr11745ufp-schiphol.pdf.

Tromp P.C., Esveld J.C. (2024). Luchtkwaliteitsonderzoek omgeving Vliegbasis Leeuwarden rondom Operation Frisian Flag 2023. TNO 2024 R10528, pp45.

Van Dinther D., Blom M.J., van den Bulk W.C.M., Kos G.P.A., Voogt M. (2019). Metingen van aantallen ultrafijnstofdeeltjes rond Schiphol gedurende ruim één jaar. Met medewerking van GGD Amsterdam, Leefomgeving team Luchtkwaliteit. TNO Rapport 10591.

Van Dinther D., Moerman M.M., Lollinga J.P., van Doorn L.B., Korstanje T.J. (2022). Concentraties ultrafijnstof op het platform van Eindhoven Airport. TNO Rapport 11315.

Van Dinther D., Goudriaan R., de Bruin G.J., Zhang J., Tokaya J., Kaandorp S., Blom M. (2023). Regionaal Meetnet ILM2 in Zuidoost-Brabant: Jaarrapportage 2022. TNO-Rapport R11852.

Van Dinther D., Goudriaan R., de Bruin G.J., Kaandorp S., Blom M. (2024). Regionaal Meetnet ILM2 in Zuidoost-Brabant: Jaarrapportage 2023. TNO-Rapport R12806.

Van Dinther D., Goudriaan R., de Bruin G.J., van Dijken M.J.C., Kaandorp M.J.N., Wit B. (2025). Regionaal Meetnet ILM2 in Zuidoost-Brabant: Jaarrapportage 2024. TNO-Rapport R12915.

Voogt M., Zandveld P., Wesseling J., Janssen N. (2019). Metingen en berekeningen van ultrafijn stof van vliegverkeer rond Schiphol: voor onderzoek naar de gezondheid van omwonenden. RIVM Rapport 2019-0074.

Voogt M., Zandveld P., Erbrink H., van Dinther D., van den Bulk P., Kos G., Blom M., de Jonge D., Helmink H., Meydam J., Visser J., Middel J., Hoek G., van Ratingen S., Wesseling J., Janssen N.A.H. (2023). Assessment of the applicability of a model for aviation-related ultrafine particle concentration for use in epidemiological studies. Atmospheric Environment, 309, https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.119884.

Wouters I.M., van Ratingen S.W., Hendricx W.P., Bult P.M., Haaima M., Scherpenisse P., Nijdam R., Overbeek B.A. (2024). Onderzoek naar luchtkwaliteit en beleving in een agrarisch gebied in Zuidoost-Brabant. RIVM Rapport 2024-0080.

9 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:

AiREAS B.V.
Klaverhoekseweg 12B
5681 PX Best

In naam van het consortium Regionaal Meetnet Zuidoost-Brabant

Namen van de projectmedewerkers:

Daniëlle van Dinther, Ruben Goudriaan, Gerrit Jan de Bruin, Marc van Dijken, Bastiaan Wit

Tijdsbestek waarin het onderzoek heeft plaatsgevonden:

Januari – December 2025

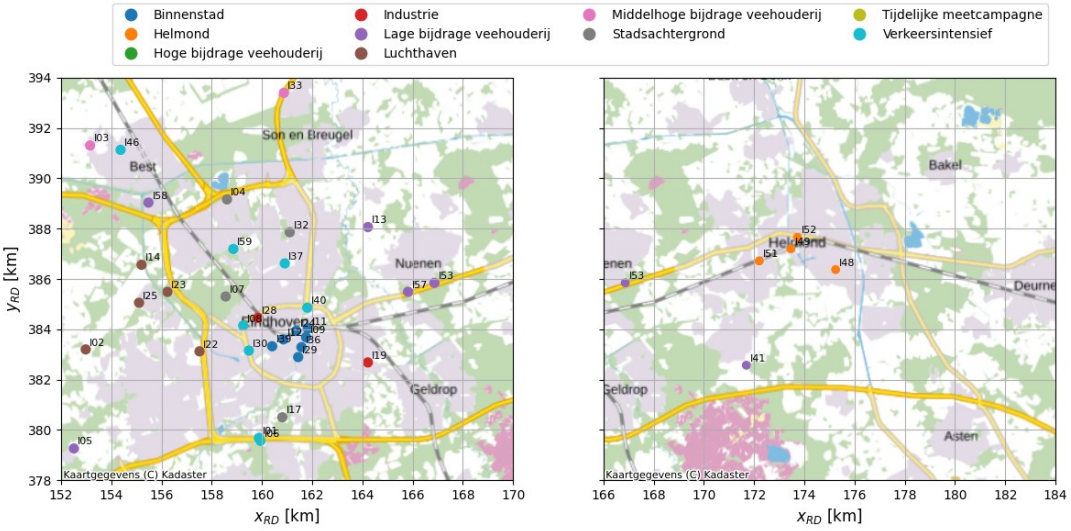
ValidSigned by Marieke van Milligen-Versluis
on 26-10-2026

Autorisatie vrijgave
Namens:
Marieke van Milligen
Research Manager

Bijlage A
Meetlocaties ILM2

In totaal is er in 2025 op 55 meetlocaties gemeten. In deze bijlage staan de meetlocaties van het ILM2 gepresenteerd met toelichting waarom voor die locaties is gekozen.

Stad en luchthavengebied Eindhoven: In 2025 waren 25 meetlocaties actief in Eindhoven. Deze meetlocaties zijn voorgesteld door TNO, RIVM en UU-IRAS en vervolgens in afstemming met de gemeente Eindhoven vastgesteld. De meetlocaties in Eindhoven en Helmond staan getoond in de kaart hieronder.



Overzicht van de meetlocaties in het stedelijke gebied van Eindhoven en Helmond in 2024.

Binnenstad: Op basis van voorziene grootschalige ruimtelijke verdichtingen (tot 2040 naar verwachting 35.000 woningen extra binnen De Ring) en rondom het station (zowel aan de zuidzijde als de noordzijde 10.000-12.000 woningen erbij in woontorens in 2025) zijn diverse meetlocaties binnen De Ring ingericht. Dit zijn relatief drukke locaties wat betreft verkeer.

Meetlocatie	Locatie	Plaatsing
I09	EH Stationsweg	11-12-2020
I11	EH prof dr. Dorgelolaan	21-12-2020
I12	EH Mathildelaan	11-12-2020
I24	EH Fellenoord	21-12-2020
I29	EH Wal	16-12-2020
I36	EH Vestdijk	14-10-2020
I39	EH Willemstraat	12-10-2020

Verkeersintensief: Als resultaat van de ontwikkeling naar een autoluw en emissievrij stadscentrum zal het autoverkeer (deels) uit het stadscentrum naar buiten worden gedrukt. Het kan dus op de Ring drukker gaan worden waardoor de emissies mogelijk zullen

toenemen. De Genovevalaan is een relatief drukke weg noordelijk van de ring. Hier heeft TNO een meetrek naast een referentie station van het LML. Aan dit meetrek kunnen meerdere CAIREBoxen parallel worden geplaatst, zowel ter referentie als reserve.

Meetlocatie	Locatie	Plaatsing
I08	EH Beukenlaan	25-1-2021
I30	EH Botenlaan	7-1-2021
I37	EH Genovevalaan	8-10-2020
I40	EH Kennedylaan	12-10-2020
I59	EH Boschdijk	11-12-2023

Luchthaven: Langs de luchthaven zijn 3 meetlocaties ingericht waar ook UFP gemeten wordt. Recente metingen rond Schiphol laten zien dat UFP een belangrijk onderdeel is wat betreft het vaststellen van luchtkwaliteit rond vliegvelden (Tromp et al., 2021; Voogt et al., 2019; van Dinther et al., 2019; Voogt et al., 2023). Op dit moment wordt verondersteld dat de NO_2 emissies vanuit vliegtuigen relatief laag zijn in vergelijking met de emissies vanuit stadsverkeer; dit kan mede onderzocht worden via deze metingen.

Meetlocatie	Locatie	Plaatsing
I02	EH Scherpenering	8-10-2020
I25	EH Luchthavenweg	9-10-2020
I14	EH Landardseweg	20-1-2021

Industrie: Daarnaast zijn een aantal meetlocaties ingericht om bepaalde puntbronnen te bemeten. Aan de Kanaaldijk is een meetlocatie geplaatst benedenwinds van de DAF-fabriek. Op het Klokgebouw (dit is de enige meetlocatie in het meetnet op hoogte) is een meetlocatie ingericht tegenover de biomassacentrale op Strijp-T.

Meetlocatie	Locatie	Plaatsing
I19	EH Kanaaldijk	6-1-2021
I28	EH Klokgebouw	4-2-2021

Stadsachtergrond: Op de achtergrondlocaties wordt weinig invloed van lokale bronnen, zoals verkeer, verwacht. Daardoor kan het verschil met meer drukke locaties, zoals in het centrum of bij De Ring, worden onderzocht. Er zijn twee achtergrondlocaties in parken en twee meetlocaties waar eerder lage concentraties zijn gemeten tijdens ILM1 ingericht.

Meetlocatie	Locatie	Plaatsing
I04	EH Finistérelaan	7-1-2021
I07	EH Oirschotsedijk	11-1-2021
I17	EH Genneperweg	11-1-2021
I32	EH Maaseikstraat	16-12-2020

Snelweg: Een onderzoeksdoel is om de impact en de reikwijdte van de invloed van de snelwegen rond Eindhoven te onderzoeken: daarbij wordt gemeten op meetlocaties loodrecht

op de rijbaan (beneden- en bovenwinds) van de A67. De gemeente Eindhoven houdt er daarnaast rekening mee dat in de toekomst de luchtvaart opnieuw zou kunnen gaan groeien. Lucht- en landzijdige bereikbaarheid zijn onlosmakelijk aan elkaar verbonden. Meer/minder vliegverkeer betekent meer/minder autoverkeer. De invloed van het wegverkeer van en naar de luchthaven wordt op twee locaties gemonitord.

Meetlocatie	Locatie	Plaatsing
I01	EH High Tech Campus	07-06-2022
I06	EH A67 Zuid	04-11-2022
I23	EH Anthony Fokkerweg	25-1-2021
I22	EH Meerhovendreef	11-1-2021

Meetlocaties in de regio: In 2025 waren er 16 meetlocaties actief in de regio. Voor het selecteren van deze locaties is gebruik gemaakt van de GCN-kaart voor fijnstof afkomstig van veehouderij van het jaar 2019 (beschikbaar gesteld door RIVM). De te verwachten bijdrage aan PM10 concentraties vanuit veehouderijen was leidend in de locatiekeuze. Er is daarnaast gekeken naar de ruimtelijke verdeling over het gebied en over de deelnemende gemeentes. Ook zijn er meetlocaties die binnen bovenstaande voorwaarden invloed van verkeersstromen in beeld kunnen brengen.

Hoge bijdrage (> 5 µg m^{-3}**)**: Deze meetlocaties staan op plekken waar een hoge bijdrage aan concentraties PM10 vanuit emissies gerelateerd aan veehouderij wordt verwacht op basis van de GCN kaart. De locatie in Someren is in 2024 geplaatst na bevestiging van deelname van deze gemeente aan het Regionaal Meetnet. Ook is een nieuwe locatie geplaatst aan de Merlenbergseweg in Deurne ter vervanging van de eerdere locatie aan de Paardekopweg.

Meetlocatie	Locatie	Plaatsing
I44	Heeze-Leende – Ronde Bleek	7-6-2021
I50	Asten – Meijelseweg	19-01-2022
I60	Someren - Gezandebaan	3-12-2024
I61	Deurne - Merlenbergseweg	16-12-2024

Middelhoge bijdrage (1-5 µg m^{-3}**):** Daarnaast zijn er meerdere meetlocaties geselecteerd met een naar verwachting middelhoge bijdrage van veehouderij in de nabije omgeving. Bij de meetlocatie in Son en Breugel kan mogelijk ook de invloed van de nabijgelegen snelweg in beeld worden gebracht.

Meetlocatie	Locatie	Plaatsing
I03	Best – Kapelweg	10-3-2021
I10	Reusel – Mierdseweg	17-3-2021
I33	Son - Sonniuswijk	15-3-2021
I42	Gemert-Bakel – Keizersven	7-6-2021
I43	Oirschot – Krukkerd	20-10-2021
I45	Meijerijstad – Zonveldstraat	28-5-2021

Lage bijdrage (< 1 µg m^{-3}**)**: Als contrast zijn meetlocaties ingericht op locaties waar een lage bijdrage aan PM10 vanuit stallen wordt verwacht (<1 µg m^{-3}). Deze locaties fungeren als regionale achtergrondlocaties en geven inzicht in de heersende luchtkwaliteit zonder, momenteel bekende, uitgesproken lokale bronnen. De meetlocatie in Valkenswaard kent mogelijk invloed van verkeer over de N69.

Meetlocatie	Locatie	Plaatsing
I05	Eersel – Zandoerleseweg	17-3-2021
I13	Nuenen – Soeterbeekseweg	7-6-2021
I16	Bergeijk – Dorpsstraat	19-3-2021
I18	Boxtel – Mijlstaat	28-5-2021
I41	Geldrop Mierlo – Voortje	16-3-2021
I55	Valkenwaard – Bergeijkse Dijk	25-11-2021

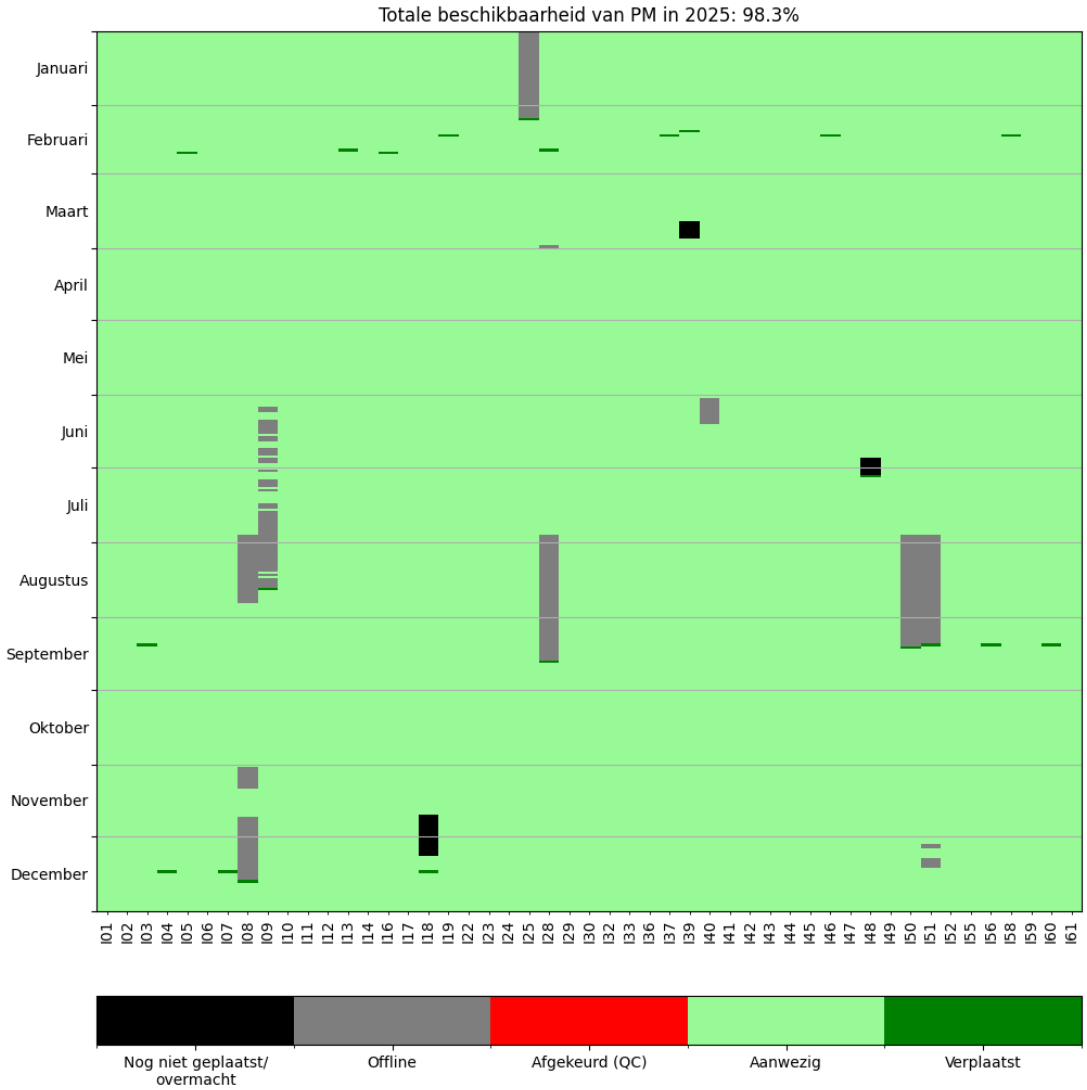
Extra meetlocaties: Binnen het ILM2 zijn er 8 extra meetlocaties zelf gefinancierd door deelnemende gemeentes. De meetlocaties zijn geselecteerd op mogelijke lokale vraagstukken dan wel ondersteunend aan onderzoek naar de regionale luchtkwaliteit. De locaties in Helmond en Best staan langs (doorgaande) wegen. Op de locaties in Oirschot en Reusel wordt waarschijnlijk vooral de regionale achtergrond bemeten.

Meetlocatie	Locatie	Plaatsing
I46	Best – Ringweg	6-8-2021
I47	Oirschot - Neereindsweg	6-8-2021
I48	Helmond – Vossenbeemd	8-6-2021
I49	Helmond – Kanaaldijk	8-6-2021
I51	Helmond – Mierloseweg	8-6-2021
I52	Helmond – Kasteeltraverse	8-6-2021
I56	Reusel – Beekakkersweg	5-8-2021
I58	Best - Looierstraat	6-8-2021

Tijdelijke meetlocaties: Binnen het ILM2 zijn zes mobiele meetboxen beschikbaar om vraagstukken van individuele gemeentes te onderzoeken. Zes boxen zijn in 2025 ingezet. De inzet betreft een campagne met drie meetboxen in Eersel van december 2024 tot juli 2025, gericht op de invloeden van houtstook in de winterperiode. Aanvullend is een campagne gestart met drie meetboxen gericht op fijnstofemissies uit pluimveehouderij in Oirschot, vanaf april 2025.

Bijlage B
Data beschikbaarheid

De figuur toont de beschikbaarheid per meetlocatie tussen 1 januari en 31 december 2025 voor fijnstof. Groen staat daarbij voor succesvolle metingen; grijs zijn metingen die wel hadden kunnen plaatsvinden maar waarbij de meetapparatuur niet goed functioneerde; zwart staat voor meetlocaties die of nog niet konden worden geplaatst danwel uitval van metingen door overmacht (bijvoorbeeld door wegwerkzaamheden of uitval openbare verlichting). Donkergroen zijn dagen waarop boxen zijn verwisseld op een meetlocatie voor onderhoud. Voor NO_2 vindt er ook nog een aanvullende kwaliteitscontrole plaats, beschikbaarheid per meetlocatie na deze controle is weergegeven in Bijlage C.



Overzicht van beschikbare meetgegevens per meetlocatie in 2025 voor fijnstof. Er is een onderscheid gemaakt tussen downtime als gevolg van overmacht danwel omdat de meetlocatie nog niet was geplaatst, en downtime door een defect aan de meetapparatuur zelf. De uptime is berekend op basis van hoe lang er maximaal gemeten had kunnen worden.

In onderstaande tabel staat weergegeven op welke meetlocaties in 2025 meetgegevens verloren zijn gegaan door overmacht.

	Meetlocatie	Van	Tot	Reden	Downtime [dagen]
I39	EH Willemstraat	21-3-2025	24-3-2025	Uitval verlichting	4
I48	Helmond Vossenbeemd	27-6-2025	3-7-2025	Uitval verlichting	7
I18	Boxtel Mijlstraat	18-11-2025	8-12-2025	Uitval verlichting	21

Daarnaast vindt er ook uitval plaats door problemen met de meetapparatuur zelf. Deze uitval staat in onderstaande tabel gepresenteerd. Opvallend is hierbij de uitval van vier boxen vanaf 28 juli 2025. Deze uitval werd veroorzaakt door een kortdurende uitval van het gsm-netwerk, waarna deze boxen niet meer uit zichzelf online kwamen. Dit is uiteindelijk opgelost door de boxen op de verschillende meetlocaties te vervangen.

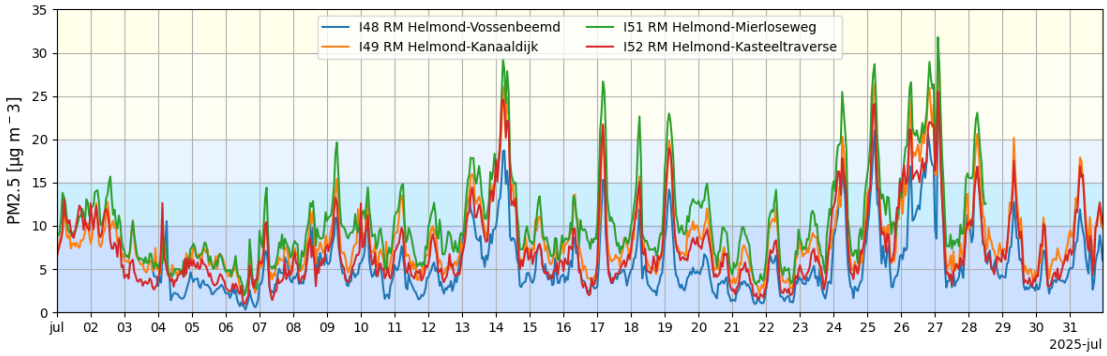
	Meetlocatie	Van	Tot	Downtime [dagen]
ILM025	EH Luchthavenweg	1-1-2025	6-2-2025	37
ILM040	EH Kennedylaan	1-6-2025	12-6-2025	12
ILM009	EH Stationsweg	5-6-2025	20-8-2025	77
ILM008	EH Beukenlaan	28-7-2025	26-8-2025	30
ILM028	EH Klokgebouw	28-7-2025	19-9-2025	54
ILM050	Asten Meijelseweg	28-7-2025	12-9-2025	47
ILM051	Helmond Mierloseweg	28-7-2025	12-9-2025	47
ILM008	EH Beukenlaan	2-11-2025	10-11-2025	9
ILM008	EH Beukenlaan	22-11-2025	19-12-2025	28

Bijlage C
Datakwaliteit

In alle jaarrapportages van het ILM2 van de afgelopen jaren is de kwaliteit van de metingen in detail beschreven. Ook in deze rapportage wordt de kwaliteit van de metingen besproken, namelijk de consistentie van de metingen over tijd en de verhouding tot de metingen van referentieapparatuur. Dit laatste doen we door de metingen van de ILM2 box op de locatie Genovevalaan te vergelijken met die van het LML-station Genovevalaan. Voor een uitgebreide analyse van de ILM2 boxen onderling, zie het rapport van 2024. Naast de datakwaliteit van 2025 reflecteren we ook op de verbeteringen in de sensoren over de jaren van het ILM2 heen, en blikken we vooruit naar het ILM3.

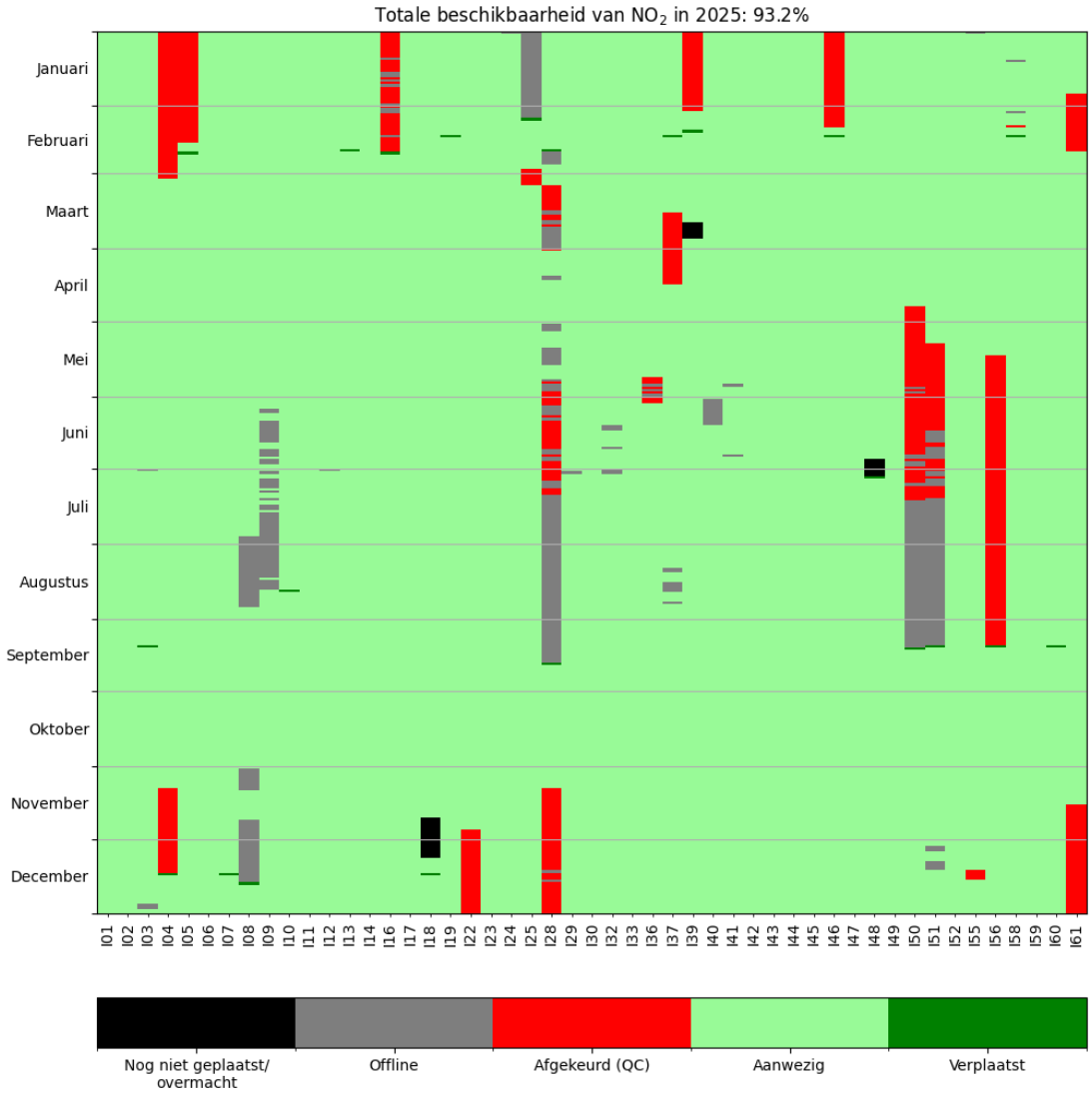
C.1 Consistentie van metingen

Fijnstof: De fijnstofsensoren vertonen veelal consistente meetresultaten gedurende 2025 over het gehele meetnetwerk ILM2. Net zoals in de afgelopen rapportages is hieronder een voorbeeldgrafiek van de PM2.5 metingen in juli 2025 van de meetlocaties in Helmond getoond. Doordat fijnstof zich als een deken over de regio verplaatst vertonen de meetlocaties vergelijkbare patronen over de tijd heen. Dit zagen we ook al in eerdere jaren van het ILM2 (Goudriaan et al., 2022; van Dinther et al., 2023; van Dinther et al., 2024).



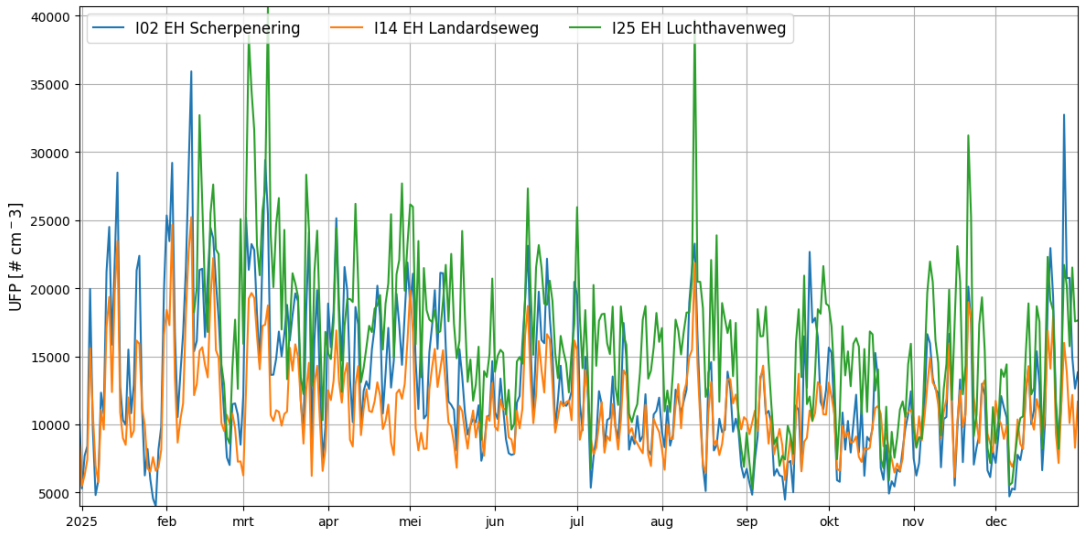
Tijdseries van de uurgemiddelde PM2.5 meetresultaten van de meetlocaties in Helmond voor juli 2025.

NO_2: In 2021 zijn er in de zomerperiode afwijkingen gesignaleerd in het NO_2 signaal welke samenvielen met hoge correlaties tussen de gegeven NO_2 meetgegevens en dynamiek in luchtvochtigheid en ozonconcentraties in de atmosfeer (Goudriaan et al., 2022). In 2022 is een selectieprocedure ontwikkeld en toegepast op basis van correlaties met O_3 en luchtvochtigheid om metingen gericht af te kunnen keuren (van Dinther et al., 2023). Deze zelfde selectieprocedure is toegepast op NO_2 data van 2025. Na deze kwaliteitscheck blijven 93% van de metingen over voor de analyse uitgevoerd binnen deze rapportage.



Selectie van NO_2 meetgegevens gebruikt voor analyse in 2025 na selectieprocedure.

UFP: In 2025 hebben de drie UFP-sensoren bij het vliegveld het volledige jaar gemeten. Benedenstaande figuur toont de jaarronde daggemiddelde UFP-concentraties van deze drie meetlocaties. Zichtbaar is dat de globale gang over het jaar voor alle drie de locaties vergelijkbaar is. Wel lijken de metingen voor het meetstation aan de Luchthavenweg (I25) gedurende het jaar iets hoger dan de metingen op de andere twee locaties. Dit laatste lijkt met name samen te hangen met frequentere noordelijke tot oostelijke wind in 2025, waardoor wind over de luchthaven heen over dit meetpunt komt.



Daggemiddelde UFP-meetresultaten in aantal deeltjes per cm^3 in 2025 voor de drie meetlocaties rond het vliegveld.

C.2 ILM2 vergelijking met het LML

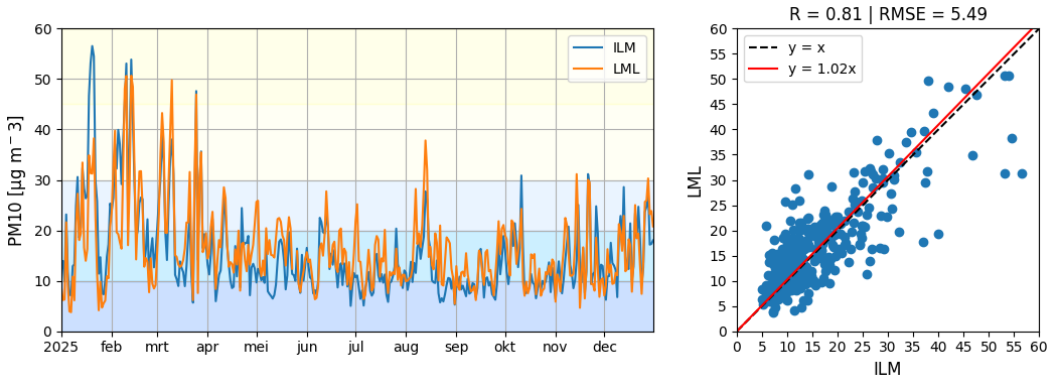
In deze sectie omschrijven we de vergelijking tussen de LML-meetwaarden aan de Genovevalaan en de metingen van het ILM2 voor PM10 en NO_2. Er zijn aan het LML-station Genovevalaan geen metingen voor PM1, PM2.5, en UFP beschikbaar. Deze stoffen kunnen hier dan ook niet worden vergeleken.

Fijnstof: Het LML-meetinstrument (PM10; FH-62) is equivalent aan het referentie-instrument voor dagwaarden (filtermetingen door Leckel of Derenda). Een tijdsserie van de daggemiddelde PM10 concentraties voor meetlocatie I37 en het LML Genovevalaan is zichtbaar in de figuur hieronder, net als een spreidingdiagram waarin de gemeten concentraties op de genoemde locaties wordt vergeleken.

- De correlatiecoëfficiënt van de daggemiddelde waarde van het LML-station en I37 is 0,81. Dit is iets hoger dan afgelopen jaren. Deze waarde duidt aan dat dynamiek in de daggemiddelde waarden van het ILM2 zich goed verhouden met die van de referentieapparatuur van het LML-station.
- De RMSE tussen het LML-station en de meetlocatie I37 ligt op 5,5 µg m^{-3}. De RMSE kan worden vertaald naar een percentage afwijking (de variatiecoëfficiënt (CV) van de RMSE) door de RMSE te delen door de gemiddelde gemeten waarde van het LML. Dit resulteert in een gemiddelde afwijking van 33,5%. In andere woorden, de dagelijkse PM10 waarden gemeten door het ILM2 verschillen gemiddeld 33,5% van die gemeten door het LML. Het verschil in jaarlijks gemiddelde van I37 ten opzichte van het LML is 5,9%, waarbij het LML gemiddeld hoger meet dan het ILM2. Opvallend is dat het ILM2 in 2025 lager mat dan het LML terwijl dit in 2023 en 2024 andersom was, vermoedelijk omdat de concentraties in 2025 over het algemeen hoger waren dan de voorgaande jaren door mindere regenval.
- De PM metingen aan I37 ten opzichte van het LML liggen daarbij, voor de factoren waarop we ze vergeleken hebben, in de range van de klasse 1 sensoren van CEN/TS 17660-2:2024 (de beste klasse voor sensoren). Belangrijk om hierbij in acht te nemen is dat het meetprincipe van de apparatuur van het LML (BAM) een volledig ander meetprincipe is dan die van de sensoren. De BAM meet de afname van bètastraling op

een filter terwijl de sensoren gebruik maken van optische laser. Een deel van de afwijking wordt hierdoor verklaart.

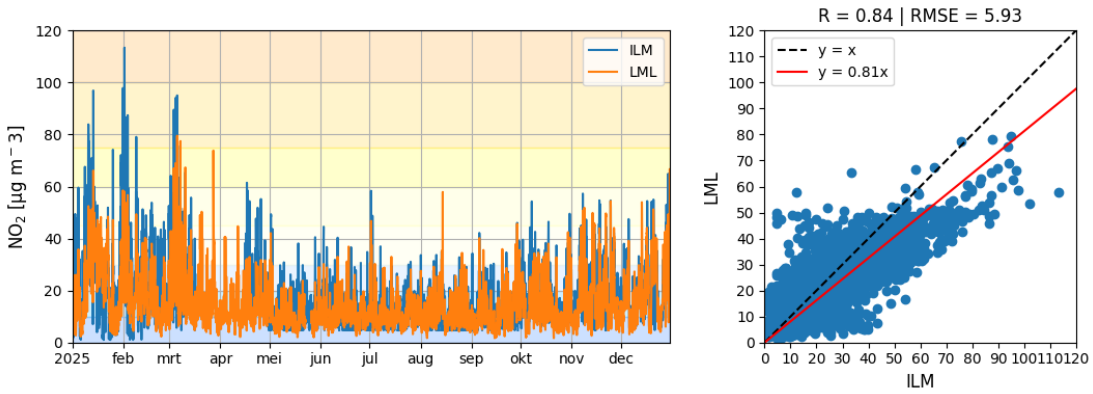
- Kijkend naar het jaarprofiel is zichtbaar dat de generieke gang van concentraties door het jaar heen gelijkend is. In het spreidingsdiagram is te zien dat de meeste punten rondom de één-op-één lijn liggen, met wat uitzonderingen voor hogere waarden voor het ILM2.



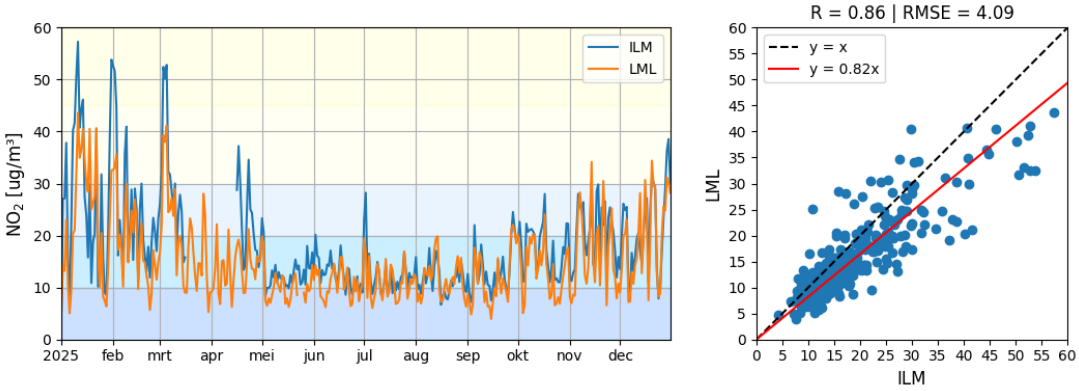
Daggemiddelde concentraties van PM10 gemeten aan de Genovevalaan door zowel LML als ILM2 (meetlocatie I37) over 2025.

NO_2: In benedenstaande figuren wordt de selectie van zowel dag- als uurgemiddelde NO_2 metingen voor meetlocatie I37 ten opzichte van de meetgegevens van het LML-station Genovevalaan getoond. Daar zijn een aantal observaties uit te halen:

- In de spreidingsdiagrammen is te zien dat er een sterke correlatie is tussen de NO_2 metingen van het ILM2 en het LML. De correlatiecoëfficiënt is 0,86 voor de daggemiddelde waarden (ten opzichte van 0,67 in 2024) en 0,84 voor de uurgemiddelde waarden (ten opzichte van 0,78 in 2024).
- De RMSE is ten opzichte van 2024 ook verbeterd voor zowel uur- als daggemiddelde waarden, namelijk van 5,6 naar 4,1 voor de daggemiddelde waarden, en van 6,2 naar 5,9 voor de uurgemiddelde waarden. De variatiecoëfficiënt voor de daggemiddelde waarden is 27,1%, wat betekent dat het ILM2 gemiddeld 27.1% afwijkt van het LML. Het verschil in jaargemiddelde waarde is 26,3%.
- In zowel de figuren voor de dag- als uurgemiddelde waarden is duidelijk te zien dat het ILM2 gemiddeld hoger meet dan het LML. Ditzelfde zagen we in de data van 2024, en de verklaring hiervoor is een aangepaste sensor vanaf medio april 2024 die schijnbaar over het algemeen hoger meet dan het LML.



Uurgemiddelde concentraties van NO_2 gemeten aan de Genovevalaan door zowel LML als ILM2 (meetlocatie I37) over 2024.



Daggemiddelde concentraties van NO_2 gemeten aan de Genovevalaan door zowel LML als ILM2 (meetlocatie I37) over 2024.

C.3 Sensorontwikkelingen over tijd

In de vijf jaar dat het ILM2 netwerk actief heeft gemeten in Eindhoven zijn de sensoren verder doorontwikkeld. Vanaf 2023 hebben we in elk rapport de data beschikbaarheid gerapporteerd, waarbij wordt gekeken naar de hoeveelheid dagen waarop er metingen beschikbaar waren voor fijnstof en NO_2. Data kan onbeschikbaar zijn geweest door verschillende factoren, zoals het verplaatsen van een CAIREBox, offline door overmacht, offline door problemen met de sensor, of afkeuring vanwege te lage kwaliteit. Voor fijnstof was het percentage beschikbare data altijd al hoog, met vanaf 2022 een constante beschikbaarheid van meer dan 95%. De NO_2 sensor heeft grote verbeteringen ondergaan, waardoor vanaf 2024 ook voor deze stof meer dan 90% van de meetgegevens kon worden gebruik voor analyse. In de analyses en vergelijkingen in dit rapport is enkel rekening gehouden met de NO_2 data van 2024 en 2025. Voor de eerdere metingen is geen garantie dat ze genoeg variatie over het hele jaar bevatten, en zijn daarom niet geschikt voor analyses over jaargemiddeldes en patronen.

Percentage beschikbare data over elk meetjaar van zowel de fijnstof als NO_2 sensoren. De percentages geven de beschikbaarheid van meetgegevens weer ten opzichte van de maximale beschikbaarheid in dat specifieke jaar. De totale hoeveelheid meetgegevens zal per jaar verschillen afhankelijk van het aantal actieve meetlocaties en de periode dat deze actief waren binnen het jaar. Gedurende 2021 werd het regionaal meetnet ILM2 bijvoorbeeld nog opgebouwd. Voor de beschikbaarheid van NO_2 data is rekening gehouden met de QC zoals eerder toegelicht in deze bijlage.

	2021	2022	2023	2024	2025
PM	99%	98%	95%	99%	98%
NO_2	29%	63%	66%	95%	93%

Bijlage D
Jaargemiddelden

Metingen van de sensoren zijn niet geschikt om op geaccrediteerde wijze onder- of overschrijdingen van normen aan te geven. Daarvoor moet gebruik worden gemaakt van geaccrediteerde meetapparatuur per component. Desalniettemin is het toch interessant te zien of sensoren een indicatie geven dat de atmosferische gehaltes boven of onder een afgesproken norm liggen. Het ligt niet voor de hand dat er op een van de ILM2 meetlocaties de EU-grenswaarden wordt overschreden. De gemeten concentraties in het ILM2 liggen over het algemeen wel boven de WHO-advieswaarden van 2021. Dit geldt overigens ook voor vele andere delen van Nederland (Maas et al., 2022). Bij een installatiedatum later dan 1 januari 2025 is het gemiddelde over de periode van installatie tot en met 31 december 2025 beschouwd. Eventuele onzekerheden zoals beschreven in Bijlage C kunnen hier niet in meegenomen worden omdat de exacte onzekerheid per sensor zal verschillen.

Om van ruwe 10-minuten data naar een jaargemiddelde statistiek te gaan, wordt rekening gehouden met een minimale beschikbaarheid van de data. Dit doen we om te zorgen dat de data die gebruikt wordt in de berekening van de statistiek representatief is. Het specifieke criterium dat is gebruikt om tot de resultaten in onderstaande tabel te komen is als volgt. Eerst wordt de ruwe data geaggregeerd naar uurgemiddelde data, waarbij meer dan 50% van de 10-minuten data beschikbaar moet zijn om het uurgemiddelde te berekenen. In andere woorden, wanneer minimaal vier van de zes 10-minuten waarden beschikbaar is wordt het uurgemiddelde berekend, en anders is er geen data voor dat uur. Vervolgens wordt de beschikbare uurgemiddelde data geaggregeerd naar een jaargemiddelde waarde.

Naast dit criterium op de beschikbaarheid van de data, dat geldt voor zowel fijnstof als NO_2, is de gemiddelde NO_2 waarde per meetlocatie bepaald op enkel de geselecteerde meetgegevens over 2025 (zie Appendix C).

EU-grenswaarden en WHO-advieswaarden voor jaargemiddelde PM2.5, PM10 en NO_2 concentraties.[7]

Jaargemiddelde concentraties	PM2.5 [µg m^{-3}]	PM10 [µg m^{-3}]	NO_2 [µg m^{-3}]
EU-Grenswaarde	25	40	40
EU-grenswaarde 2030	10	20	20
WHO-advieswaarde	5	15	10

Gemiddeld gemeten concentraties per meetlocatie in 2025.

	Locatie	Type	PM1 [µg m^{-3}]	PM2.5 [µg m^{-3}]	PM10 [µg m^{-3}]	NO_2 [µg m^{-3}]
I02	EH Scherpenering	Luchthaven	7,4	9,5	15,1	15.2
I14	EH Landardseweg[8]	Luchthaven	8,1	10,0	15,4	19.1
I25	EH Luchthavenweg	Luchthaven	7,3	9,2	14,2	17
I04	EH Finistérelaan	Stadsachtergrond	6,6	8,3	13,4	16.1

7 Bron: https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-luchtkwaliteit-en-gezondheid/wet-en-regelgeving-luchtkwaliteit/europese-wetgeving-luchtverontreiniging

	Locatie	Type	PM1 [µg m^{-3}]	PM2.5 [µg m^{-3}]	PM10 [µg m^{-3}]	NO_2 [µg m^{-3}]
I07	EH Oirschotsedijk	Stadsachtergrond	8,6	10,2	14,6	14.8
I17	EH Genneperweg	Stadsachtergrond	8,1	10,1	16,5	14
I32	EH Maaseikstraat	Stadsachtergrond	9,0	10,9	15,8	15.8
I09	EH Stationsweg	Centrum	9,0	11,1	17,0	18.5
I11	EH Pr. Dr. Dorgelolaan	Centrum	9,5	11,6	17,2	13
I12	EH Mathildelaan	Centrum	10,1	12,3	18,0	13.8
I24	EH Fellenoord	Centrum	8,7	11,0	17,2	16.5
I29	EH Wal	Centrum	8,5	10,6	16,9	17.4
I36	EH Vestdijk	Centrum	9,6	11,7	17,1	19.5
I39	EH Willemstraat	Centrum	8,0	10,1	15,7	15.8
I08	EH Beukenlaan	Verkeersintensief	11,1	13,3	19,8	21.4
I30	EH Botenlaan	Verkeersintensief	10,7	12,8	18,3	19
I37	EH Genovevalaan	Verkeersintensief	8,0	10,3	15,5	18.9
I40	EH Kennedylaan	Verkeersintensief	9,9	12,2	17,6	18
I59	Eindhoven Boschdijk	Verkeersintensief	9,9	12,2	18,5	23.2
I22	EH Meerhovendreef	Aanrijroute	7.4	9.2	14.2	15.7
I23	EH Anthony Fokkerweg	Aanrijroute	8.8	10.6	15.9	17.3
I01	EH HTC 1	Snelweg	7.4	9.9	16	16.9
I06	Waalre A67 Zuid	Snelweg	7.9	10.2	16.5	27
I19	EH Kanaaldijk	Industrie	7.5	9.3	14.1	16.7
I28	EH Klokgebouw	Industrie	10.3	12.7	18.6	25.9
I05	Eersel Zandoerleseweg	Regio laag	7.9	10.1	15.5	14.1
I13	Nuenen Soeterbeekseweg	Regio laag	7.8	9.8	14.9	13.6
I16	Bergeijk Dorpsstraat	Regio laag	6.6	8.4	13.4	12
I18	Boxtel Mijlstraat	Regio laag	7.6	9.6	15.2	16.1
I41	Geldrop Mierlo Voortje	Regio laag	8.8	11	17.8	16.7
I55	Valkenswaard Bergeijksedijk	Regio laag	5.5	7.4	15.5	13.4
I03	Best Kapelweg	Regio midden	8.1	10.2	16.6	16.2
I10	Reusel Mierdseweg	Regio midden	7.4	9.2	14.7	12.3
I33	Son & Breugel Sonniuswijk	Regio midden	7.7	9.9	15.3	17.6
I42	Gemert-Bakel Keizersven	Regio midden	10.7	12.9	19.3	14.5
I43	Oirschot Krukkerd	Regio midden	7.6	9.4	14.5	15.8
I45	Meierijstad Zonveldstraat	Regio midden	9.5	11.7	18.2	16.8
I44	Heeze-Leende Ronde Bleek	Regio hoog	5.7	7.6	13.9	19.3
I50	Asten Meijelseweg	Regio hoog	8.1	10.2	16.2	12.5
I60	Someren	Regio hoog	8	10	16.3	10.5
I61	Deurne	Regio hoog	7.5	9.4	16.4	17.5

	Locatie	Type	PM1 [µg m^{-3}]	PM2.5 [µg m^{-3}]	PM10 [µg m^{-3}]	NO_2 [µg m^{-3}]
I48	Helmond Vossenbeemd	Extra (Stad)	8.1	11	18.5	22.5
I49	Helmond Kanaaldijk	Extra (Stad)	11.6	14.3	21	14
I51	Helmond Mierloseweg	Extra (Stad)	11.1	14	20.6	18.3
I52	Helmond Kasteel-traverse	Extra (Stad)	9.5	12.3	19.6	20.5
I46	Best Ringweg	Extra (Regio)	8.1	10.1	16.3	17
I47	Oirschot Neereindsweg	Extra (Regio)	7.4	9.4	14.7	17.4
I56	Reusel Beekakkersweg	Extra (Regio)	8	10	15.6	15.6
I58	Best Looierstraat	Extra (Regio)	8.1	10	15.1	14.7

Energy & Materials Transition

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
www.tno.nl

TNO innovation for life