

Windroosanalyse luchtkwaliteit periode juli – december 2023

Resultaten van het luchtkwaliteitsonderzoek woonkern Engelen, gemeente 's-Hertogenbosch

Opdrachtgever

Provincie Noord-Brabant

Zaaknummer

2021-040471/6

Zaakverantwoordelijke

ing. M.G.J. Arts Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant

Datum

16 april 2024

Spoorlaan 181
5038 CB Tilburg

Postbus 75
5000 AB Tilburg

013 206 10 00

info@omwb.nl
www.omwb.nl

Verantwoording

De werkzaamheden zijn uitgevoerd conform het kwaliteitssysteem van het team Metingen en Onderzoek van de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant. TMO is voor diverse verrichtingen geaccrediteerd door de RvA onder registratienummer I073 als inspectie-instelling conform NEN-EN-ISO/IEC 17020. Geaccrediteerde verrichtingen zijn expliciet in dit rapport aangegeven.

Medewerkers

- Marc Arts
- Elias van der Bij
- Daan Klaassen

Datum publicatie
Tilburg, 16 april 2024

Ondertekening



M. Arts
Auteur

Telefoon: 013-20 60 521
E-mail: m.arts@omwb.nl

Goedgekeurd door



P. Hubers
Senior-adviseur lucht/geur

Samenvatting

Op verzoek van het programma Milieu en Energie van de Provincie Noord-Brabant is gedurende een half jaar de luchtkwaliteit in de woonkern van Engelen (gemeente 's-Hertogenbosch) vastgesteld. Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het project roulerende meetstations van de provincie. Het initiatief is een verzoek van bewoners om inzicht te krijgen in de luchtkwaliteit in Engelen, gelegen ten noorden van rijksweg A59 en industriegebied De Vutter/Rietvelden en ten westen van bedrijventerrein Treurenburg.

Het doel van het onderzoek is om gedurende een periode van 6 maanden de concentraties stikstofdioxiden (NO₂), fijnstof (PM₁₀, PM_{2.5} en PM₁) en koolwaterstoffen (benzeen, Toluene, ethylbenzeen en xylenen) in de buitenlucht in kaart te brengen. Voor NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} en benzeen zijn Europese grenswaarden vastgesteld waarboven bij langdurige blootstelling mogelijk gezondheidseffecten kunnen optreden. Daarbij is benzeen aangemerkt als zeer zorgwekkende stof (ZSS_-stof) en hiervoor geldt dan ook een minimalisatieplicht.

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de meetresultaten van het onderzoek, periode juli t/m december 2023.

Component	Gemeten gemiddelde concentratie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Jaargemiddelde EU-grenswaarde	Advieswaarde WHO
Stikstofdioxide NO ₂	12	40	10
Fijnstof PM ₁₀	13	40	15
Fijnstof PM _{2.5}	8	25	5
Benzeen C ₆ H ₆	< 0,5	5	--

Uit de meetresultaten blijkt dat er over een periode van 6 maanden geen overschrijdingen van de jaargemiddelde EU-grenswaarden op leefniveau zijn geconstateerd. Wel zijn de concentraties van NO₂ en PM_{2.5} hoger dan de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO). De gemeten concentratie van PM₁₀ is lager dan de advieswaarde.

De relatie tussen de meetresultaten en bijbehorende windhoeken geeft inzicht in de bijdrage van de rijksweg en het industriegebied op de luchtkwaliteit in de woonwijk. Uit de windroosanalyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De hoogst gemeten concentratie van fijnstof is afkomstig van bronnen in oostelijke richting. De bijdrage fijnstof uit deze richting bedraagt minder dan 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aan de heersende gemeten fijnstofconcentratie. In zuid-/zuidwestelijke richting is de Rijksweg A59 en industriegebied De Vutter/Rietvelden gelegen. De bijdrage fijnstof afkomstig van bronnen uit zuid-/zuidwestelijke richting bedraagt ongeveer 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aan de heersende fijnstofconcentratie ¹.
- De hoogst gemeten concentratie van stikstofdioxide wordt waargenomen uit zuidoostelijke richting. De bijdrage stikstofdioxide uit deze richting, vanuit bedrijventerrein Treurenburg bedraagt ongeveer 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aan de heersende gemeten NO₂-concentratie (van 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De bijdrage NO₂ van het wegverkeer en industriegebied De Vutter/Rietvelden bedraagt 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aan de heersende gemeten NO₂-concentratie.

¹ Ruim de helft van het fijnstof in Nederland is van natuurlijke oorsprong. Het gaat daarbij om bijvoorbeeld zeezout en bodemstof. Het overige deel wordt voornamelijk bepaald door verkeer, industrie en landbouw.

- De hoogst gemeten concentratie van benzeen wordt waargenomen uit zuidoostelijke richting en bedraagt ten hoogste 0,5 µg/m³.

De onderzoeksresultaten in Engelen zijn vergeleken met de meetresultaten van de meetstations in Noord-Brabant van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) ². Over het algemeen kan gesteld worden dat de luchtkwaliteit in de woonomgeving van de onderzoekslocatie niet significant beter of slechter is dan de luchtkwaliteit in gelijksoortige woonomgevingen.

² LML stations in Noord-Brabant:

Biest-Houtakker (Biestsestraat), Huijbergen (Venekenstraat), Fijnaart (Zwingelspaansedijk), Eindhoven (Genovevalaan en Noord Brabantlaan), Breda (Tilburgseweg en Bastenakenstraat) en Veldhoven (Europalaan), Nistelrode (Gagelstraat)

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Algemeen	5
2.1	Roulerende meetstations	5
2.2	Meetlocatie Engelen	6
2.3	Kwaliteitsborging	6
3	Uitvoering onderzoek	7
3.1	Methode	7
3.2	Meetonzekerheid	7
3.3	Meteorologische omstandigheden	8
4	Resultaten	10
4.1	Toelichting op de meet- en rekenresultaten	10
4.2	Stikstofdioxide NO ₂	10
4.2.1	Meetresultaten NO ₂	10
4.2.2	Windroosanalyse NO ₂	11
4.3	Fijnstof PM ₁₀ , PM _{2.5} en PM ₁	14
4.3.1	Meetresultaten fijnstof	14
4.3.2	Windroosanalyse fijnstof	15
4.4	Koolwaterstoffen BTEX	17
4.4.1	Meetresultaten koolwaterstoffen	17
4.4.2	Windroosanalyse benzeen	17
4.5	Relatie meetresultaten en landelijke luchtkwaliteit	18
4.6	Samenvatting meetresultaten relevante componenten	20
5	Conclusie	22
6	Verklarende woordenlijst	23
7	Referenties	24

Bijlage A. Daggemiddelde meetresultaten

1 Inleiding

Op verzoek van het programma Milieu en Energie van de Provincie Noord-Brabant is gedurende een half jaar de luchtkwaliteit in Engelen (gemeente 's-Hertogenbosch) vastgesteld. Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het project roulerende meetstations van de provincie. Het initiatief is een verzoek van bewoners om inzicht te krijgen in de luchtkwaliteit in dit woongebied dat is gelegen ten noorden van de rijksweg A59 en industriegebied De Vutter/Rietvelden en ten westen van bedrijventerrein Treurenburg.

Het doel van het onderhavig onderzoek is om gedurende een periode van 6 maanden de concentraties stikstofdioxiden (NO₂), fijnstof (PM₁, PM_{2,5} en PM₁₀) en koolwaterstoffen (benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen) in de buitenlucht in kaart te brengen.

De werkzaamheden zijn uitgevoerd conform het kwaliteitssysteem van Team Metingen en Onderzoek van de Omgevingsdienst Midden-en West-Brabant (OMWB). Dit kwaliteitssysteem voldoet aan de norm NEN-EN-ISO/IEC 17020 en is geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie onder registratienummer I073. De koolwaterstof- en ammoniakmetingen vallen niet onder de geaccrediteerde verrichtingen.

2 Algemeen

2.1 Roulerende meetstations

Het aantal vaste meetpunten waarop Nederland de luchtkwaliteit bepaalt, komt overeen met vereisten volgens Europese regelgeving. In opdracht van het ministerie van Infrastructuur & Waterstaat (I&W) voert het RIVM deze metingen uit in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML).

Aanvullend op het LML heeft Gedeputeerde Staten (GS) van Noord-Brabant opdracht gegeven de luchtkwaliteit te meten bij industriegebied Antwerpen en bij industrieterrein Moerdijk. Met de meetstations wordt in de woonkernen van Ossendrecht, Moerdijk, Klundert en Zevenbergen de luchtkwaliteit continu gemeten. De meetstations maken ook deel uit van het LML (www.luchtmeetnet.nl).

Provincie Noord-Brabant heeft de behoefte om naast de vast opgestelde meetstations in bovengenoemde woonkernen, roulerend twee meetstations in te zetten op een aantal locaties in de provincie Noord-Brabant en daarmee zicht te krijgen in de plaatselijke luchtkwaliteit gedurende een beperkte periode van telkens 6 maanden. Ter plaatse van deze plekken wordt de invloed van industrieterreinen, veehouderijen, verkeersaders, e.d. op de luchtkwaliteit in de betreffende gebieden op leefniveau in beeld gebracht. Een reden om een mobiel luchtmeetstation op een bepaalde plek te plaatsen, kan ook zijn dat een vast meetpunt op een dergelijk grote afstand staat. Het mobiele luchtmeetstation meet stikstofdioxide (NO₂), fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}), diverse koolwaterstoffen (BTEX) en in agrarische omgevingen ammoniak (NH₃). Door het in kaart brengen van de feitelijke lokale luchtkwaliteit zijn de meetstations ook een ondersteuning voor het SLA (Schone Lucht Akkoord).

In de periode juli t/m december 2023 is een van de roulerende meetstations geplaatst in Engelen. Dit onderzoeksrapport is van toepassing op meetlocatie Engelen.

2.2 Meetlocatie Engelen

In figuur 1 is de meetlocatie aangegeven. De locatie is geselecteerd in overleg met de initiatiefnemers en de gemeente 's-Hertogenbosch. De meest belangrijke selectiecriteria bij deze locatiekeuze waren het vrije veld rondom het meetstation (weinig obstructies) en de benedenwindse opstelling ten opzichte van de bron. Het meetpunt is opgesteld ten noorden/noordoosten van de Rijksweg A59 en industriegebied De Vutter/Rietvelden en ten westen van bedrijventerrein Treurenburg.



Figuur 1: Aanduiding meetlocatie Engelen (▲)

De plaatsbepaling van de locatie op het perceel Kraanvogellaan 11 in Engelen (geografische coördinaten 51.7209°N, 5.2659°O) voldoet, voor zover uitvoerbaar, aan de meest recente Europese richtlijn 2008/50/EG [4] met betrekking tot technische voorwaarden en afmetingen.

De afmetingen van het meetstation bedragen 3 x 2,5m x 2,5m (lengte x breedte x hoogte). De buitenlucht is bemonsterd op een hoogte van circa 3,75 meter boven maaiveld. Hiermee wordt voldaan aan de specificaties van een geschikt meetpunt volgens Richtlijn 2008/50/EG, bijlage III C (met betrekking tot optimale bemonsteringshoogte).

De meteogegevens zijn ontleend aan het dichtstbijzijnde meteo-station Volkel.

2.3 Kwaliteitsborging

De monsternemingen en meetmethoden zijn uitgevoerd volgens een kwaliteitssysteem in overeenstemming met de criteria ingevolge NEN-EN-ISO/IEC 17020. Team metingen en Onderzoek van de Omgevingsdienst Midden-en West-Brabant is volgens deze criteria onder meer geaccrediteerd voor de inspectie van omgevingslucht m.b.t.

- fijnstof PM₁₀ en PM_{2,5} referentie methode en beta verzwakking/strooilicht-analyse
- stikstof(di)oxiden

De inspectie van koolwaterstoffen, waaronder benzeen, vallen niet onder geaccrediteerde verrichtingen. De inspectie hiervan wordt evenwel onder dezelfde methodiek van het kwaliteitssysteem uitgevoerd.

Discussabele meetdata, die mogelijk onjuist is verkregen (door bijvoorbeeld een storing en/of technisch defect, monitor-drift, nauwkeurigheidchecks buiten acceptatiecriteria van termijncontroles, etc.) worden verworpen bij de berekening van uurs- en daggemiddelde concentraties.

3 Uitvoering onderzoek

3.1 Methode

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

De stikstofoxiden NO, NO₂ en NO_x worden continu gemeten met een chemoluminescentie-monitor van het merk Thermo Fisher, type 42i. Iedere minuut worden de stikstofoxiden gelogd en op basis daarvan de uurs- en daggemiddelde concentraties berekend.

Fijnstof wordt continu gemeten met de Palas Fidas_200. Deze monitor is een optische aërosolspectrometer die de deeltjesgrootte bepaalt door middel van strooilichtanalyse volgens Lorenz-Mie en is, na datakalibratie, equivalent aan de referentiemeetmethode voor fijnstof. Voor onderhavig onderzoek worden op de meetlocatie de uursgemiddelde concentraties van PM₁₀, PM_{2,5} en PM₁ vastgesteld.

De componenten benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen worden op de meetlocatie semi-continu gemeten met behulp van een gaschromatograaf van het merk Synspec, type GC955. In een periode van 60 minuten wordt in deze gaschromatograaf met PID-detector een buitenluchtmonster verzameld/getrapt op tenax en vervolgens geïnjecteerd op de GC-kolom. De reactie op de GC-kolom wordt tot slot geanalyseerd op de uursgemiddelde concentraties van de afzonderlijk BTEX-componenten.

3.2 Meetonzekerheid

Bij toetsing wordt de interpretatie van meetresultaten in relatie tot de immissie-eisen mede bepaald door de onzekerheid (onnauwkeurigheid) van de meetmethodiek.

De meetmethoden, die worden toegepast voor de bepaling van fijnstof, stikstofdioxide en koolwaterstoffen hebben intrinsiek een bepaalde meetonzekerheid of hebben een meetonzekerheid, die afgeleid is van een referentiemethode.

De meetmethode voor NO₂ (NEN-EN 14211) is geen afgeleide methode, maar is binnen Europa de referentiemethode voor NO_x metingen in de buitenlucht. De meetonzekerheid voor stikstofdioxide (NO₂) wordt bewaakt door, onder praktijkomstandigheden, iedere 120 uur gecertificeerde gassen aan te bieden aan het gehele meetsysteem. Vervolgens wordt, indien noodzakelijk, het meetsignaal gecorrigeerd voor eventueel geconstateerde afwijkingen als gevolg van drift op nul- en span instellingen en kan steeds worden voldaan aan de meetonzekerheid van maximaal 15% (conform EG-richtlijn).

Voor de component fijnstof is voor de berekening van de totale meetonzekerheid de methodiek gevolgd zoals beschreven in NEN-EN 12341, 'Luchtkwaliteit- Algemene

gravimetrische referentiemethode voor de bepaling van de PM₁₀ en PM_{2,5}-massafractie van zwevende stof in de buitenlucht'. In geval van PM₁₀ en PM_{2,5} is de meetmethode met de optische aërosolspectrometer, gekalibreerd middels de referentiemethode. Conform de Europese richtlijn wordt de methode geaccepteerd indien kan worden aangetoond dat vergelijkbare resultaten worden behaald binnen 25% van de referentiewaarde. Voor de door Team Metingen en Onderzoek (TMO) gebruikte apparatuur is dat het geval.

De gaschromatograaf voor de bepaling van koolwaterstoffen wordt elke 120 uur gekalibreerd met gecertificeerde kalibratiegassen. Gesteld kan worden dat door deze frequente kalibratie, de meetonzekerheid voor de analyse beperkt blijft tot 10% (95% betrouwbaarheidsinterval).

Naast de meetonzekerheid van de meetmethode speelt ook de representativiteit van de meetlocatie, windrichting, windsnelheid en jaargetijden een rol. Het is gewenst, dan wel noodzakelijk, om gedurende een relatief lange periode de concentraties vast te stellen, dusdanig dat sprake is van een voldoende grote dataset om uiteindelijk een zinnige windroosanalyse op te kunnen stellen. In onderhavig onderzoek wordt een periode van 6 maanden gehanteerd. De EU-grenswaarden luchtkwaliteit zijn van toepassing op jaargemiddelden. De resultaten in onderhavig onderzoek worden vergeleken met de EU-grenswaarden en op basis daarvan geprognostiseerd op mogelijke overschrijding van deze waarden. Tevens wordt in het onderzoek een vergelijking gemaakt met de WHO-advieswaarden

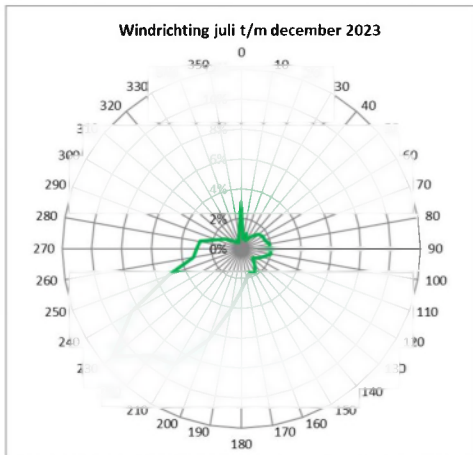
3.3 Meteorologische omstandigheden

De samenstelling van de omgevingslucht en daarmee de kwaliteit is sterk afhankelijk van de meteorologische omstandigheden. Het is dan ook gewenst dat het gemiddelde klimaat gedurende de meetperiode niet sterk afwijkt van de normalen van het huidige Nederlandse klimaat.

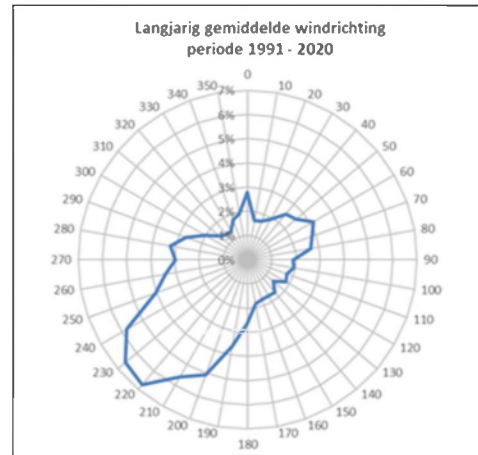
In onderstaande tabel zijn een aantal parameters gepresenteerd van de opgetreden meteorologie, gemiddeld over de hele meetperiode, in vergelijking met het langjarig gemiddelde. Het KNMI maakt berekeningen over een periode van 30 jaar. De meest recent berekende waarden (1991-2020) gelden als de normalen van het huidige klimaat.

Tabel 1. Vergelijking met langjarige meteorologie en nabijgelegen meetstation Volkel

Parameter	Meetperiode juli t/m december 2023		Langjarig gemiddelde 1991-2020 h=10m
	Meetstation h=3,75m	KNMI Volkel h=10m	
Temperatuur in °C	14,5	13,6	10,5
Windsnelheid in m/s	2,7	3,9	3,9
Overheersende wind richting	ZZW (190°)	ZZW (200°)	ZW (210°)
Relatieve vochtigheid	81%	--	--
Luchtdruk	1012 mbar	--	--



Figuur 2. Frequentiewindroos KNMI
Meetperiode



Figuur 3. Windroos KNMI langjarig
gemiddelde

Tijdens de meetperiode is er sprake geweest van meteocondities die vergelijkbaar zijn met de door het KNMI vastgestelde langjarig jaargemiddelde meteocondities. Daarmee hebben de immissiemetingen op leefniveau onder representatieve meteo-omstandigheden plaatsgevonden

4 Resultaten

4.1 Toelichting op de meet- en rekenresultaten

Dit rapport beschrijft de resultaten van de metingen uitgevoerd van juli t/m december 2023. De resultaten van de metingen en analyses geven inzicht in:

- de gemiddelde concentraties van stikstofdioxide, fijnstof en koolwaterstoffen BTEX in de omgevingslucht en in hoeverre wordt voldaan aan de wettelijke (jaargemiddelde) EU-grenswaarden;
- de bijdrage van de Rijksweg A59, industriegebied De Vutter / Rietvelden en bedrijventerrein Treurenburg op de achtergrondconcentraties van de beschouwde componenten in de omgevingslucht op leefniveau;
- het mogelijke verschil in de luchtkwaliteit in deze situatie ten opzichte van overeenkomstige woongebieden langs (rijks)wegen.
- Het mogelijke verschil in de gemeten concentraties ten opzichte van de berekende concentraties (volgens het GCN-model) in het aandachtsgebied.

4.2 Stikstofdioxide NO₂

4.2.1 Meetresultaten NO₂

In onderstaande tabel zijn de resultaten vermeld van de stikstofdioxide (NO₂)-concentraties en zijn de grenswaarden weergegeven uit de Wet Milieubeheer, Titel 2, Luchtkwaliteitseisen. Deze grenswaarden zijn overeenkomstig de EU-grenswaarden.

Tabel 2 . Meetgegevens stikstofdioxide (NO₂) in µg/m³
Periode: juli t/m december 2023

Toetsingskader	
Uurgemiddelde EU-grenswaarde	200 µg/m ³ ⁽¹⁾
Jaargemiddelde EU-grenswaarde	40 µg/m ³
Jaargemiddelde advieswaarde Wereldgezondheidsorganisatie	10 µg/m ³
Berekende achtergrondconcentratie GCN-model RIVM ⁽²⁾	12 µg/m ³
Meetresultaten	
Aantal meeturen	4062
Hoogste uurconcentratie µg/m ³	47
Gemiddelde concentratie µg/m ³	12
Overschrijdingen uurgemiddelde ⁽¹⁾	0
Uitvalpercentage % ⁽³⁾	8

- (1) Uurgemiddelde van 200 µg/m³ dat maximaal 18 keer per jaar mag worden overschreden.
- (2) Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) levert jaarlijks kaarten met grootschalige concentraties voor Nederland (GCN-kaarten genoemd) van de luchtverontreinigende stoffen waarvoor Europese luchtkwaliteitsnormen bestaan. Deze kaarten geven een grootschalig beeld van de luchtkwaliteit in Nederland (resolutie van 1x1 km²). De GCN-kaarten zijn gebaseerd op een combinatie van metingen en modelberekeningen en worden gekalibreerd op meetresultaten afkomstig van de meetstations uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML).

- (3) Om aan de gegevenskwaliteitsdoelstelling voor de beoordeling van de luchtkwaliteit te voldoen dient de minimale gegevensvastlegging voor vaste metingen met betrekking tot NO_2 90% te bedragen, oftewel maximaal 10% uitval. Hieraan is voldaan.

Variaties in de concentraties van luchtverontreinigende stoffen ontstaan door wisselende voor- en achtergrondbronnen en wisselende meteo-omstandigheden. In bijlage A is dit inzichtelijk gemaakt en zijn de concentraties als daggemiddelden opgenomen. Stikstofoxiden in de lucht komen voornamelijk vanwege het verkeer en industrie.

Uit de resultaten (zie tabel 2) volgt dat de gemeten gemiddelde NO_2 -concentratie $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt en daarmee lager is dan de jaargemiddelde EU-grenswaarde, te weten $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De vastgestelde gemiddelde concentratie is enigszins hoger dan de WHO-advieswaarde ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en overeenkomstig de berekende GCN-achtergrondconcentratie.

In de meetperiode van een half jaar zijn geen overschrijdingen van de uurgemiddelde NO_2 -concentratie van $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de meetlocatie vastgesteld. Daarmee kan met een bepaalde zekerheid gesteld worden dat voldaan wordt aan de doelstelling dat gedurende een periode van 1 jaar de uurgemiddelde concentratie voor NO_2 maximaal 18 uren hoger mag zijn dan $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De hoogst gemeten uurgemiddelde concentratie NO_2 bedraagt $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.2.2 Windroosanalyse NO_2

Om inzicht te krijgen in de invloed van de windrichting gedurende de meetperiode op de uurgemiddelde concentraties stikstofdioxide is een windroosanalyse gemaakt. De in tabel 2 gepresenteerde en getoetste concentraties van stikstofdioxide geven geen inzicht in de invloed van de nabijgelegen rijksweg en industrie op de luchtkwaliteit in de richting van het meetstation. Door nu de resultaten van de metingen in de windhoeken met elkaar te vergelijken kan de bijdrage van de rijksweg en industrie op de luchtkwaliteit worden vastgesteld. Dit wordt stapsgewijs als volgt bepaald:

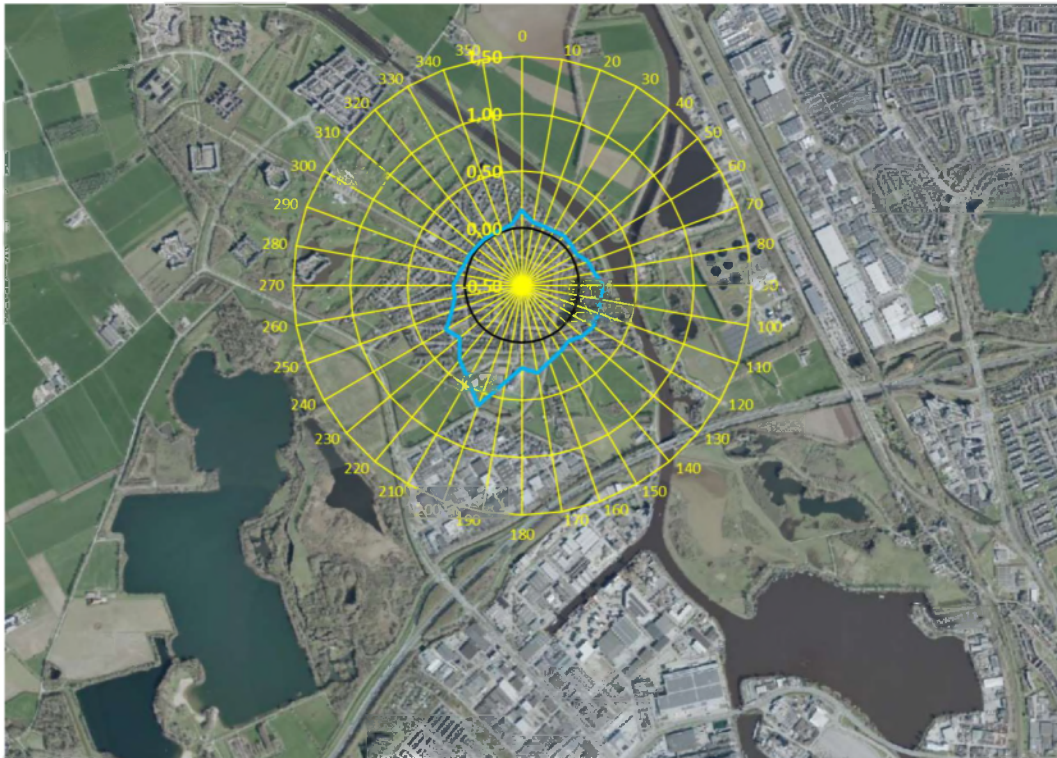
1. Er wordt een windroos van de gemeten concentraties gemaakt (de concentratie windroos). Hoe meer waarnemingen er in een windsector voorkomen, hoe betrouwbaarder het verschil in concentratie tussen de windsectoren is.
2. De windroos van de gemeten concentraties wordt genormeerd aan het percentage wind per windsector gedurende de meetperiode. Vervolgens wordt deze gewogen concentratie per sector verminderd met het alom aanwezige achtergrondniveau. Het resultaat (de bijdrage windroos) toont daarmee de invloed aan van luchtverontreinigende bronnen per windsector op de alom heersende luchtkwaliteit over de gehele meetperiode.
3. De bijdrage windroos heeft echter alleen betekenis bij de windsectoren waarbij het meetstation belast wordt door de onderzoeksbronnen. Op basis van de ligging van het meetstation (zie figuur 1) ligt deze windsector voor de Rijksweg A59 en industriegebied De Vutter/Rietvelden tussen 120° en 220° en bedrijventerrein Treurenburg tussen 60° en 120° .

In figuren 4 en 5 zijn respectievelijk de concentratie windroos en bijdrage windroos weergegeven voor NO_2 . De concentratie windroos geeft per windsector van 10 graden inzicht in de gemiddelde concentratie over de meetperiode. De bijdrage windroos toont de bijdrage vanuit een bepaalde windrichting (per sector van 10 graden) op het heersende gemiddelde achtergrondniveau.



Figuur 4. Concentratie windroos NO₂

De concentratie windroos toont aan dat in de periode juli t/m augustus 2023 de hoogste NO₂ concentratie wordt waargenomen uit oostelijke richting. De gemiddelde NO₂ concentratie vanuit de Rijksweg A59 en industriegebied De Vutter/Rietvelden bedraagt ongeveer 13 µg/m³. De NO₂-concentratie vanuit de richting van het bedrijventerrein Treurenburg bedraagt gemiddeld 17 µg/m³.



Figuur 5. Bijdrage windroos NO₂

Uit de bijdrage windroos (figuur 5) volgt dat in de meetperiode de totale NO₂ bijdrage van de windhoeken vanuit de Rijksweg A59 en industriegebied De Vutter/Rietvelden (van 120° tot 220°) tenminste 3 µg/m³ bedraagt op de heersende gemeten achtergrondconcentratie. De NO₂ bijdrage van de windhoeken vanuit bedrijventerrein Treurenburg (van 60° tot 120°) bedraagt ongeveer 1 µg/m³. De NO₂ emitterende bronnen op de rijksweg en industriegebied leveren een marginale bijdrage aan de NO₂ concentratie in de leefomgeving. Ondanks het gegeven dat de hoogste concentratie NO₂ afkomstig is uit de richting van Treurenburg is de jaargemiddelde bijdrage vanuit bedrijventerrein Treurenburg verwaarloosbaar, door de overheersende zuidwestelijke windrichting

4.3 Fijnstof PM₁₀, PM_{2.5} en PM₁

4.3.1 Meetresultaten fijnstof

In onderstaande tabel zijn de resultaten vermeld van de fijnstof-concentraties en vergeleken met de grenswaarden uit de Wet Milieubeheer, Titel 2, Luchtkwaliteitseisen. Deze grenswaarden zijn overeenkomstig de EU-grenswaarden.

Tabel 3. Meetgegevens fijnstof in µg/m³
Periode: juli t/m december 2023

Toetsingskader	
Daggemiddelde EU-grenswaarde PM ₁₀	50 µg/m ³ ⁽¹⁾
Jaargemiddelde EU-grenswaarde PM ₁₀	40 µg/m ³
Jaargemiddelde advieswaarde PM ₁₀ Wereldgezondheidsorganisatie	15 µg/m ³
Berekende achtergrondconcentratie PM ₁₀ GCN-model RIVM	14 µg/m ³
Jaargemiddelde EU-grenswaarde PM _{2.5}	25 µg/m ³
Jaargemiddelde advieswaarde PM _{2.5} Wereldgezondheidsorganisatie	5 µg/m ³
Berekende achtergrondconcentratie PM _{2.5} GCN-model RIVM	9 µg/m ³
Jaargemiddelde advieswaarde PM ₁ Wereldgezondheidsorganisatie ⁽²⁾	5 µg/m ³
Meetresultaten	
Aantal meeturen	4300
Hoogste dagconcentratie PM ₁₀ µg/m ³	45
Gemiddelde concentratie PM ₁₀ µg/m ³	13
Overschrijdingen PM ₁₀ daggemiddelde ⁽¹⁾	0
Gemiddelde concentratie PM _{2.5} µg/m ³	8
Gemiddelde concentratie PM ₁ µg/m ³	6
Uitvalpercentage % ⁽³⁾	3

- (1) Daggemiddelde PM₁₀ van 50 µg/m³ dat maximaal 35 keer per jaar mag worden overschreden. Voor de overige fracties fijnstof zijn geen daggemiddelde grenswaarden vastgesteld
- (2) Voor PM₁ zijn geen grenswaarden vastgesteld
- (3) Om aan de gegevenskwaliteitsdoelstelling voor de beoordeling van de luchtkwaliteit te voldoen dient de minimale gegevensvastlegging voor vaste metingen met betrekking tot . fijnstof 90% te bedragen, oftewel maximaal 10% uitval. Hieraan is voldaan.

Variaties in de concentraties van lucht verontreinigende stoffen ontstaan door wisselende voor- en achtergrondbronnen en wisselende meteo-omstandigheden. In bijlage A is dit inzichtelijk gemaakt en zijn de concentraties als daggemiddelden opgenomen. Ruim de helft van het fijnstof in Nederland is van natuurlijke oorsprong. Het gaat daarbij om bijvoorbeeld zeezout en bodemstof. Het overige deel wordt voornamelijk bepaald door verkeer, industrie en landbouw.

Uit de resultaten volgt dat de gemeten gemiddelde PM₁₀ en PM_{2.5} concentraties respectievelijk 13 µg/m³ en 8 µg/m³ bedragen en daarmee lager zijn dan de (weliswaar) jaargemiddelde EU-grenswaarden van respectievelijk 40 µg/m³ en 25 µg/m³. De gemeten fijnstofconcentratie PM₁₀ is overeenkomstig de berekende CGN-achtergrondconcentratie en advieswaarde PM₁₀ van de WHO. De gemeten fijnstofconcentratie PM_{2.5} is hoger dan de berekende CGN-concentratie en WHO-advieswaarde.

In de meetperiode van een half jaar blijft de daggemiddelde concentratie voor PM_{10} lager dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en kan met een bepaalde zekerheid gesteld worden dat voldaan wordt aan de doelstelling dat gedurende een periode van 1 jaar de daggemiddelde concentratie voor PM_{10} maximaal 35 dagen hoger mag zijn dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

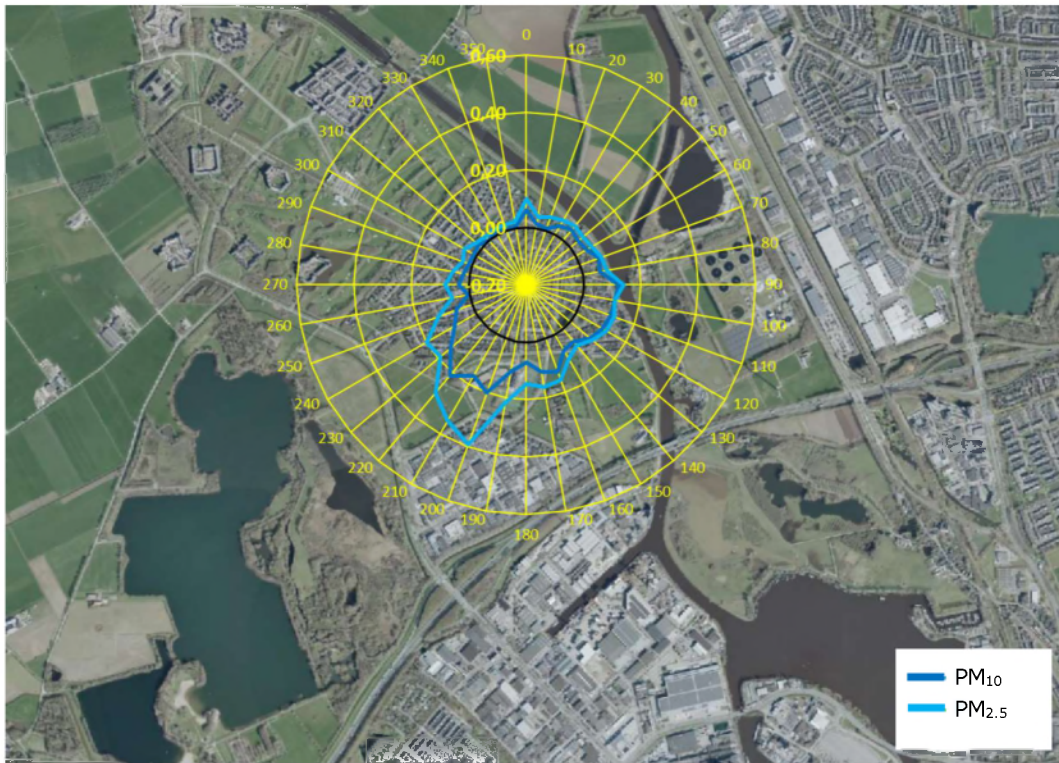
4.3.2 Windroosanalyse fijnstof

- De in tabel 3 gepresenteerde en getoetste concentraties van fijnstof geven geen inzicht in de invloed van de nabijgelegen rijksweg en bedrijven op de luchtkwaliteit in de richting van het meetstation. Door nu de resultaten van de metingen in de windhoeken met elkaar te vergelijken kan de bijdrage van de Rijksweg A59 en industriegebied De Vutter/Rietvelden en de bijdrage van bedrijventerrein Treurenburg op de luchtkwaliteit worden vastgesteld. In figuren 6 en 7 zijn respectievelijk de concentratie windroos en bijdrage windroos weergegeven voor fijnstof.



Figuur 6. Concentratie windroos fijnstof

De concentratie windroos toont aan dat in de periode juli t/m december 2023 de hoogste fijnstof concentratie wordt waargenomen uit oostelijke richting, te weten $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10} , $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor $PM_{2.5}$ en $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_1 . De fijnstofconcentraties vanuit de richting van de rijksweg A59 en industriegebied De Vutter/Rietvelden is lager dan vanuit oostelijke richting.



Figuur 7. Bijdrage windroos fijnstof

Uit de bijdrage windroos volgt dat gedurende de meetperiode de fijnstof (PM_{10}) bijdrage vanuit de rijksweg en industriegebied De Vutter/Rietvelden met minder dan $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niet significant bijdraagt aan de heersende achtergrondconcentratie (van $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Gesteld mag worden dat de rijksweg en industrie niet direct als bijdragebronnen zijn aan te wijzen en niet maatgevend zijn voor de vastgestelde gemiddelde stofconcentratie in de woonkern van Engelen.

4.4 Koolwaterstoffen BTEX

4.4.1 Meetresultaten koolwaterstoffen

Tabel 4. Meetgegevens koolwaterstoffen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Periode: juli t/m december 2023

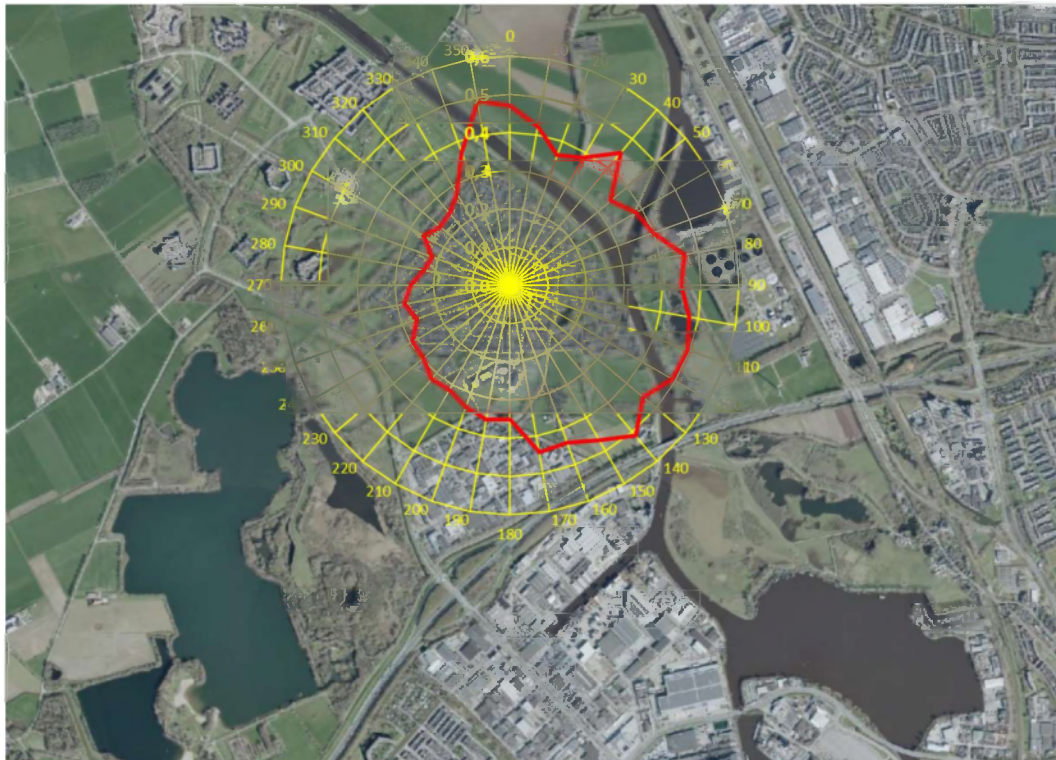
Toetsingskader	
Jaargemiddelde EU-grenswaarde benzeen	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Berekende achtergrondconcentratie benzeen GCN-model RIVM	0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jaargemiddelde advieswaarde toluen Wereldgezondheidsorganisatie	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jaargemiddelde advieswaarde ethylbenzeen Wereldgezondheidsorganisatie	770 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jaargemiddelde advieswaarde xylene Wereldgezondheidsorganisatie	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Meetresultaten	
Aantal meturen	4154
Hoogste dagconcentratie benzeen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,2
Gemiddelde concentratie benzeen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,4
Gemiddelde concentratie toluen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,4
Gemiddelde concentratie ethylbenzeen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,1
Gemiddelde concentratie m-p-xyleen $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,8
Gemiddelde concentratie o-xyleen	0,7

Uit de resultaten blijkt dat, gedurende de meetperiode juli t/m december 2023 de gemiddelde concentratie benzeen 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt en daarmee aanmerkelijk lager is dan de jaargemiddelde EU-grenswaarde voor benzeen van 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Voor de overige gemeten koolwaterstoffen in de buitenlucht zijn in de EU-wetgeving geen normen opgenomen. De advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie worden geenszins overschreden.

4.4.2 Windroosanalyse benzeen

De in tabel 4 gepresenteerde en getoetste concentraties van de zeer zorgwekkende stof (zsz) benzeen geven geen inzicht in de invloed van de nabijgelegen rijksweg en bedrijven op de luchtkwaliteit in de richting van het meetstation. Door nu de resultaten van de metingen in de windhoeken met elkaar te vergelijken kan de bijdrage van de rijksweg en bedrijven op de luchtkwaliteit worden vastgesteld. In figuur 8 is de concentratie windroos weergegeven voor benzeen.



Figuur 8. Concentratie windroos benzeen

De concentratie windroos toont aan dat in de meetperiode de gemeten concentratie per windsector varieert tussen 0,3 en 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

De gemeten benzeenconcentratie is in alle richtingen lager dan de berekende GCN-achtergrondconcentratie. Er is geen sprake van een n benzeen bijdrage vanuit omgevingsbronnen. Het uitvoeren van een bijdrage-windroos-analyse is dan ook niet van toepassing.

4.5 Relatie meetresultaten en landelijke luchtkwaliteit

Om te bezien in hoeverre de gemeten luchtkwaliteit in de woonkern Engelen afwijkt van de heersende luchtkwaliteit in Noord-Brabant, zijn de meetresultaten vergeleken met de uursgemiddelde resultaten van de meetstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit in Noord-Brabant³.

Deze vergelijking is uitgevoerd voor de componenten fijnstof (PM_{10}) en stikstofdioxide (NO_2). De componenten fijnstof $\text{PM}_{2,5}$ en benzeen worden niet bij alle LML-

³ LML stations in Noord-Brabant:

Achtergrondstations:

Biest-Houtakker (Biestestraat), Huijbergen (Venekenstraat), Fijnaart (Zwingelspaansedijk), Nistelrode (Gagelstraat) en Breda (Bastenakenstraat).

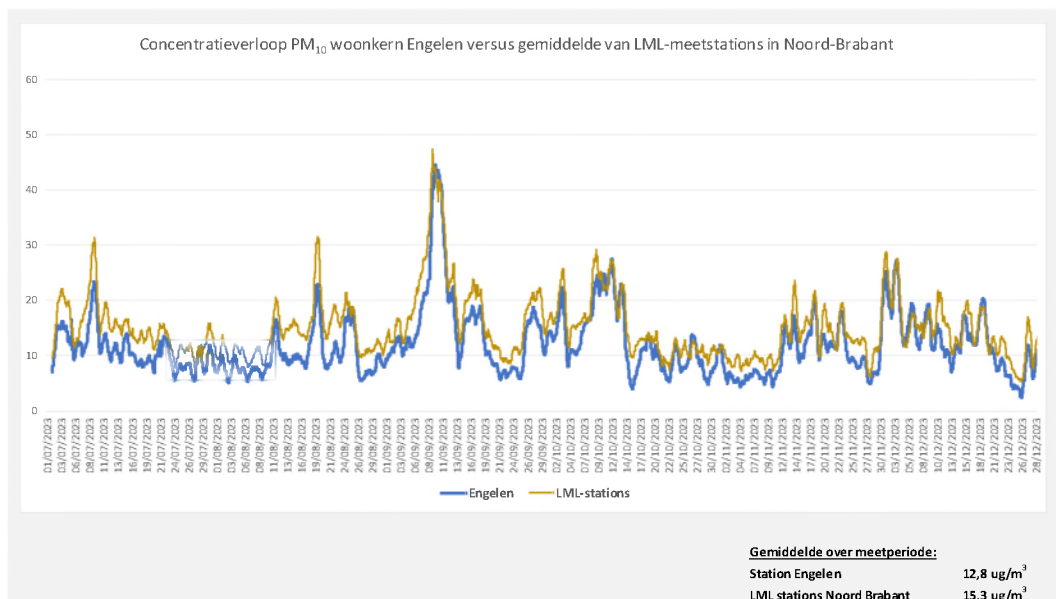
Stad- en straatstations:

Eindhoven (Genovevalaan en Noord Brabantlaan), Breda (Tilburgseweg) en Veldhoven (Europalaan).

meetstations gemeten waardoor een vergelijking met deze componenten niet mogelijk is.

Fijnstof en stikstof(di)oxiden zijn componenten in de atmosfeer die worden veroorzaakt door een veelvoud van bronnen (industrie, wegverkeer, natuur) en waarvan de concentratie sterk afhankelijk is van de meteo omstandigheden. Indien het concentratieverloop van de metingen in Engelen sterk afwijkt van het concentratieverloop van de LML- meetstations kan dit wijzen op een aanwezigheid van lokale bronnen die sterk van invloed zijn op de luchtkwaliteit bij het meetstation.

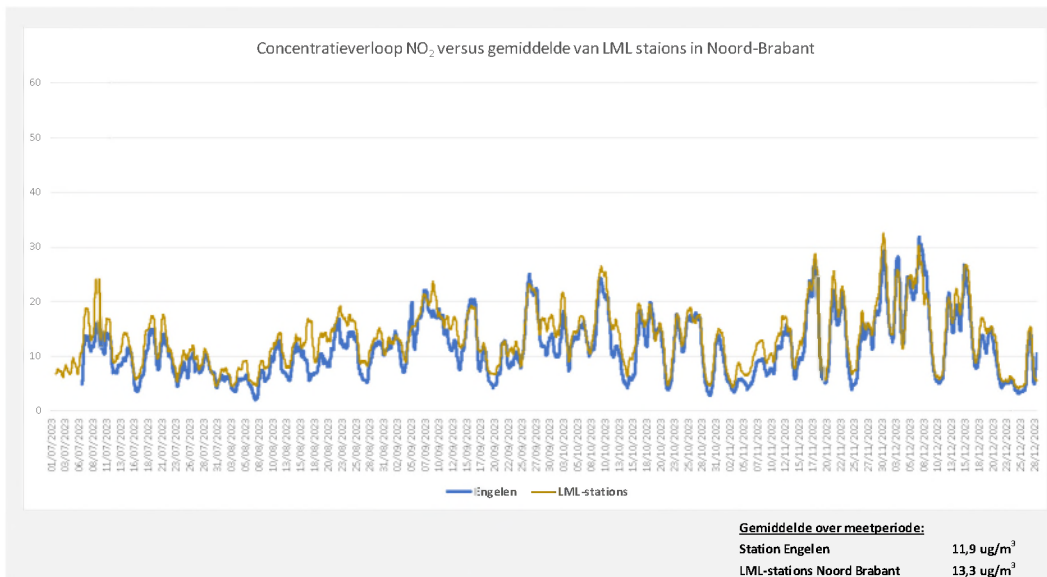
Grafiek 1 presenteert de gemeten concentratie van fijnstof (PM₁₀) in Engelen ten opzichte van het gemiddelde van de LML-meetstations in Noord-Brabant.



Grafiek 1. Fijnstof (PM₁₀) Engelen versus LML-stations

De gemeten concentratie van fijnstof (PM₁₀) in Engelen is trendvolgend. De resultaten wijzen uit dat de gemeten PM₁₀-concentratie op het meetpunt in de woonkern Engelen over de hele periode circa 2 µg/m³ lager is ten opzichte van het gemiddelde van de meetstations in Noord-Brabant. Met inachtneming van de meetnauwkeurigheid wijkt dit niet significant af van de gemiddelde PM₁₀ concentratie van de LML-meetstations in Noord-Brabant.

Grafiek 2 presenteert de gemeten concentratie van stikstofdioxide (NO₂) in Engelen ten opzichte van het gemiddelde van de LML- meetstations in Noord-Brabant.



Grafiek 2. Stikstofdioxide (NO₂) Engelen versus LML stad- en straatstations

De gemeten concentratie van stikstofdioxide in Engelen is trendvolgend. De resultaten wijzen uit dat de gemeten NO₂-concentratie op het meetpunt in woonkern Engelen over de hele periode gelijk is aan het gemiddelde van de meetstations in Noord-Brabant.

4.6 Samenvatting meetresultaten relevante componenten

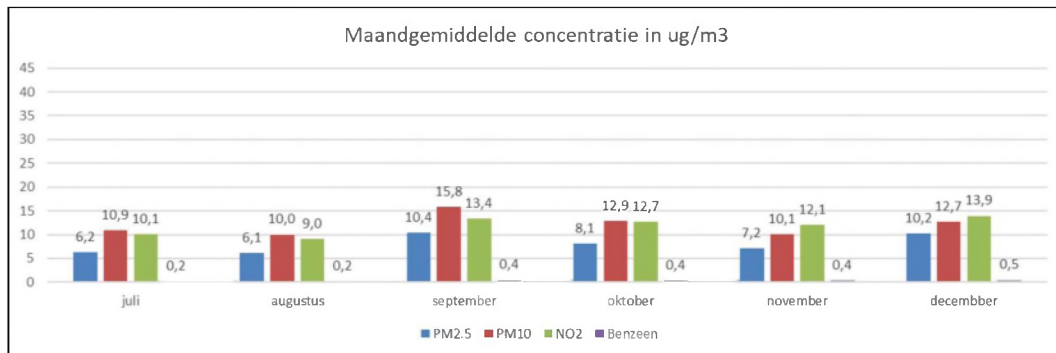
In tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de meetresultaten van de meest relevante componenten voor onderhavige locatie.

Tabel 5. Samenvatting meetresultaten

Component	Berekende concentratie GCN-model RIVM [µg/m ³]	Gemeten concentratie [µg/m ³] vanuit de richting:		
		Gemiddelde alle windrichtingen (0° tot 350°)	A59 en industriegebied De Vutter / Rietvelden (120-220°)	Bedrijventerrein Treurenburg (60-120°)
Stikstofdioxide	12	12	13	17
Fijnstof PM ₁₀	14	13	13	16
Fijnstof PM _{2.5}	9	8	9	11
Benzeen	0,7	< 0,5	< 0,5	< 0,5

Op basis van de resultaten in tabel 5 kan gesteld worden dat het GCN-rekenmodel, met uitzondering van het component benzeen, een goed beeld geeft van de werkelijke concentraties in de woonkern Engelen.

Om inzicht te krijgen in de mate van luchtkwaliteit op leefniveau is het noodzakelijk gedurende een langere periode te meten. De luchtkwaliteit wordt namelijk in sterke mate beïnvloed door de meteorologische omstandigheden. Voornamelijk temperatuurinversies⁴ en zonnige dagen⁵ gaan vaak samen met een slechte(re) luchtkwaliteit. Onderstaande grafieken tonen deze variatie bij meetpunt Engelen gedurende de meetperiode. Weergegeven zijn de maandgemiddelde concentraties van de componenten PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂ en benzeen.



Grafiek 3. Maandgemiddelde concentraties periode juli t/m december 2023

⁴ Een temperatuurinversie komt voor als de temperatuur vanaf een bepaalde hoogte begint te stijgen. Normaal daalt de temperatuur met de hoogte. Zo'n inversielaag gedraagt zich als een plafond waaronder de luchtverontreiniging gevangen zit.

⁵ Op zonnige dagen is er meestal sprake van een hogedrukgebied en een zwakke wind. Vanwege de lage windsnelheid hopen de aangevoerde en lokaal uitgestoten verontreinigingen zich op in de lucht, waardoor hoge concentraties ontstaan. Zonlicht zorgt voor chemische reacties tussen stoffen in de lucht, deze leiden onder meer tot de vorming van ozon.

5 Conclusie

Uit de metingen die van juli t/m december 2023 in de woonkern Engelen hebben plaatsgevonden blijkt dat de gemeten gemiddelde concentraties van luchtverontreinigende stoffen ruimschoots voldoen aan de geldende EU-grenswaarden. Deze stoffen betreffen fijnstof (PM_{10} en $PM_{2.5}$), stikstofdioxide en benzeen waarvoor een jaargemiddelde grenswaarde geldt van respectievelijk $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} , $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $PM_{2.5}$, $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 en $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ benzeen.

De gemiddelde gemeten concentratie van fijnstof bedraagt $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10} en $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor $PM_{2.5}$. De gemiddelde gemeten concentratie van stikstofdioxide (NO_2) bedraagt $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en de gemiddelde concentratie voor benzeen is minder dan $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) heeft advieswaarden gesteld voor luchtverontreinigende stoffen op leefniveau. Deze advieswaarden zijn lager dan de EU-grenswaarden. De vastgestelde concentraties in Engelen voor fijnstof $PM_{2.5}$ en stikstofdioxide (NO_2) zijn hoger dan deze advieswaarden. Voor $PM_{2.5}$ geldt een advieswaarde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en voor NO_2 een advieswaarde van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De vastgestelde concentratie voor PM_{10} is met $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lager dan de WHO-advieswaarde van $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Uit dit onderzoek volgt ook dat de gemeten concentraties van stikstofdioxide (NO_2) en fijnstof PM_{10} niet significant hoger of lager zijn dan de gemiddelde gemeten concentraties bij de LML-meetstations in Noord-Brabant.

Uit windroos analyses volgt dat NO_2 emitterende bronnen op de rijksweg A59 en industriegebied De Vutter/ Rietvelden een significantie bijdrage leveren aan de NO_2 -concentratie in de leefomgeving. Deze bijdrage is tenminste $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de heersende achtergrondconcentratie. Voor wat betreft fijnstof en benzeen is geen significantie aangetoond als gevolg van omgevingsbronnen.

6 Verklarende woordenlijst

Luchtverontreiniging	Luchtverontreiniging is de vervuiling van de atmosfeer met schadelijke stoffen. Luchtvervuiling schaadt de gezondheid van de mens, de natuur en heeft een invloed op het klimaat en de economie. Geschat wordt dat de gemiddelde Nederlander negen maanden korter leeft vanwege de blootstelling aan fijn stof. De gezondheidseffecten zijn vaak een gevolg van het inademen van een mengsel van verschillende schadelijke stoffen die in de lucht zitten. Hierbij kan meestal geen onderscheid worden gemaakt tussen de effecten van de afzonderlijke stoffen. De concentratie van een luchtverontreinigende stof wordt uitgedrukt in gewicht per volume lucht. Dat wordt genoteerd als $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en uitgesproken als 'microgram per kubieke meter'. De normen (per stof) zijn ook in deze eenheid weergegeven en worden uitgerekend als gemiddelde concentratie over een jaar
Componenten	Vanwege de wetenschappelijk vastgestelde gezondheidseffecten, wordt het meeste gemeten aan fijn stof, stikstofdioxide en ozon. Dit zijn stoffen waaraan het grootste deel van de bevolking over het jaar in verschillende concentraties wordt blootgesteld. Ook andere stoffen hebben gezondheidseffecten (bijvoorbeeld koolwaterstoffen en zwaveldioxide), maar worden in veel mindere mate uitgestoten dan fijn stof en stikstofdioxide en zijn (meestal) in hele lage concentraties in de lucht aanwezig, waarbij geen effecten optreden.
Fijnstof	De concentratie fijnstof (PM_{10}) is afhankelijk van het weer. In de steden zijn de concentraties overdag gemiddeld iets hoger dan 's nachts, vooral door de verkeersbijdrage. PM_{10} is een verzamelnaam voor zwevende, inhaleerbare deeltjes met een maximale doorsnede van 0,01 millimeter. $\text{PM}_{2,5}$ zijn deeltjes met een maximale doorsnede van 0,0025 millimeter.
Stikstofdioxide	De hoogste concentraties stikstofdioxide (NO_2) komen voor tijdens de ochtend- en avondspits. Deze stof komt vrij door het (weg)verkeer, energieproductie en industrie. Daarnaast ontstaat NO_2 uit een reactie tussen stikstofmonoxide en ozon. Het weer en de verkeersdrukke hebben grote invloed op de concentratie.
Benzeen	Benzeen komt vrij bij tabaksrook, benzinstations, uitlaatgassen van auto's en industriële emissies. Benzeen is een kleurloze vloeistof met een zoete geur. Benzeen verdampt snel, is zeer brandbaar en lost niet goed op in water. Je kan benzeen ruiken bij luchtconcentraties tussen $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ en $15 \text{ mg}/\text{m}^3$
Tolueen	Tolueen of methylbenzeen is een vluchtige organische stof. Het wordt voornamelijk gemaakt uit aardolie. Tolueen verdampt zeer snel en is slecht oplosbaar in water. De industrie gebruikt tolueen het meest in brandstoffen. Het wordt ook gebruikt als oplosmiddel en als basisproduct voor de vervaardiging van andere stoffen.
Ethylbenzeen	Ethylbenzeen is een aromatisch koolwaterstof die voorkomt in aardolie en steenkoolteer. Het voornaamste gebruik van de stof is als grondstof voor styreen, een belangrijke bouwsteen van polymeren, en in brandstoffen
Xyleen	Xyleen of dimethylbenzeen, vroeger (in het Duits nog steeds) ook wel xylol genoemd, is een heldere, kleurloze vloeistof met kenmerkende

	geur. Xyleen wordt voornamelijk toegepast als oplosmiddel van organische stoffen (harsen en vetten).
Wereld gezondheidsorganisatie	De 'World Health Organization' (WHO) is een gespecialiseerd agentschap van de Verenigde Naties en heeft tot doel om de gezondheid van de wereldbevolking te verbeteren, door wereldwijde standaarden voor gezondheidszorg te bevorderen
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgram per kubieke meter

7 Referenties

- [1] Activiteitenbesluit, vigerende versie.
- [2] Richtlijn 2008/50/EG, richtlijn van het Europese Parlement en de Raad, 20 mei 2008 betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa, document L 152/1.
- [3] RIVM, Grootschalige Concentratiekaarten Nederland GCN 2023
- [4] KNMI, uur historie meetstation Gilze Rijen
- [5] KNMI, internet dataservice langjarig gemiddelden 1991 tot 2020.
- [6] www.brabantluchtmeet.net
- [7] www.luchtmeetnet.nl

Bijlage A. Daggemiddelde meetresultaten

Deze bijlage bestaat uit 3 pagina's, inclusief voorliggende.

