

Hier is een vuiltje aan de lucht!

Geurhinder en luchtvervuiling in de omgeving van
Antwerp Airport

Januari 2025



Een studie door Burgerplatform Vliegerplein i.s.m. Greenpeace
Met de steun van het Fonds Gezonde Lucht en BePlanet

Colofon

Publicatiedatum: 26.01.2024

Verantwoordelijke uitgever: Burgerplatform Vliegerplein / An Wouters
Vliegerplein verzamelt actiegroepen, milieubewegingen en omwonenden in een burgerplatform dat pleit voor een maatschappelijk, ecologisch en sociaal verantwoord alternatief voor de luchthaven van Deurne.

info@vliegerplein.be

vuiltjeandelucht@vliegerplein.be

Contact: +32(0)486 92 54 34

<https://vliegerplein.be> | [@vliegerplein.burgerplatform](https://www.instagram.com/vliegerplein.burgerplatform) | fb: Vliegerplein

Dankbetuiging

Dank aan Greenpeace België en het Fonds Gezonde Lucht. Zonder de financiële steun uit het Fonds en de ondersteuning van Greenpeace was dit project niet mogelijk. Dank aan Ron Maas van Sensornet voor de deskundige begeleiding bij de keuze van sensoren. Dank aan Greenpeace Research Laboratories, en in het bijzonder aan Aidan Farrow voor de analyse van de data.

De bevindingen en standpunten in deze publicatie zijn uitsluitend de verantwoordelijkheid van de hierboven genoemde auteurs.

Samenvatting

Omwonenden van Antwerp International Airport ondervinden naast geluidsoverlast ook hinder door kerosinegeur en verontreinigingen door andere vervuilende stoffen. Met het toenemende vliegverkeer en dus steeds meer hinder, groeit bij hen ook de ongerustheid inzake gezondheidseffecten.

In de milieueffectenrapportage (MER) die voorafging aan de recent verleende omgevingsvergunning werd de stressor 'geur' niet opgenomen. De stressoren stikstof (NO₂) en fijnstof (PM₁₀ en PM_{2.5}) werden wel onderzocht en kregen negatieve impactscores. Ook de schadelijke gezondheidseffecten van ultrafijnstof (ufp) worden benoemd en erkend. De minister stelt in haar beslissing zelfs expliciet dat de 'gezondheidsimpact van Antwerp Airport zeer groot' is. Niettemin werd de eeuwigdurende vergunning verleend, door een op de valreep toegevoegd monitoringsplan¹ voor lucht- en waterkwaliteit (dat weliswaar geen resultaatsverbintenis eist).

Omdat het nog enige tijd zal duren voor deze monitoring in werking treedt, laat staan voor er enige resultaten beschikbaar zullen zijn, maar vooral om een antwoord te bieden op de bezorgdheid van omwonenden, startte Burgerplatform Vliegerplein een eigen onderzoek. Dat onderzoek, waarvoor gegevens verzameld werden gedurende de maanden juni tot en met september 2024, omvatte een geurhinder mapping en luchtkwaliteitsmetingen.

Uit de mapping bleek dat waarnemingen van hinder door kerosinegeur samenhangen met vliegactiviteit op de luchthaven en dat windrichting een dominante rol speelt. Ook werd duidelijk dat de hinder (en het aantal gehinderden) door de vergunningverlenende overheid sterk onderschat wordt.

De luchtkwaliteitsmetingen werden uitgevoerd met behulp van sensoren die fijnmazige waarnemingen van verschillende pollutanten (NO₂, CO, SO₂, PM en ufp²) registreerden op een meetlocatie ten zuidwesten van de luchthaven. De waarnemingen suggereren dat bronnen in het oosten (d.i. de ligging van Antwerp Airport) een belangrijke bijdrage leveren aan de totale pollutielast van CO, PM en ufp op de meetlocatie. Bovendien blijken hoge ultrafijnstofwaarden hand in hand te gaan met druk vliegverkeer én met geurhinder.

De bevindingen van dit kleinschalige onderzoek liggen in lijn met wetenschappelijke onderzoeksresultaten over de luchthaven van Zaventem en talrijke andere kleine en grote luchthavens. Ze bewijzen de absolute noodzaak van iets wat tot zover nooit gebeurde in Antwerpen: gedegen onderzoek naar de gezondheidsimpact van pollutanten afkomstig van de luchthaven. Gezien de ligging van de luchthaven in dichtbevolkt gebied en de nabijheid van scholen, centra voor kinderopvang en sportterreinen, zou dit nochtans een evidentie moeten zijn. Wij hopen met dit werk hiertoe een eerste stap te zetten.

Een vanzelfsprekende volgende stap is dan het heroverwegen of een luchthaven met zo'n grote (gezondheids)impact op de stedelijke omgeving van Antwerpen hier wel thuishoort. Maakt ze niet beter plaats voor een groene, recreatieve, klimaatbufferende zone die net het omgekeerde zal doen: bijdragen tot de gezondheid en het welzijn van haar omgeving.

¹ De monitoring van ultrafijnstof wordt overigens verplicht door de nieuwe Europese richtlijn inzake luchtkwaliteit (AQD)[1].

² Stikstof (NO₂), koolstofmonoxide (CO), zwaveldioxide (SO₂), fijnstof (particulate matter, PM) en ultrafijnstof (ultrafine particles, ufp).

Lijst Figuren

- Figuur 1: Situering Antwerp Airport t.o.v. stadscentrum (Geopunt)
- Figuur 2: Straal 3 km rond uiteinden startbaan (Geopunt)
- Figuur 3: Scholen, jeugdbewegingen en kinderdagverblijven
- Figuur 4: Natura 2000 habitatrictlijngebieden (Geopunt)
- Figuur 5: Snelwegen en havengebied
- Figuur 6: Meldingsformulier op Vliegerplein.be
- Figuur 7: Aanleiding voor gemelde geurhinder - totaal
- Figuur 8: Locaties waarnemingen geurhinder
- Figuur 9: Locatie sensoren t.o.v. vliegveld
- Figuur 10: Waargenomen uurconcentraties van alle gemeten soorten tussen 16 mei en 21 november 2024. Alle concentraties worden gerapporteerd in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, behalve Total Particle Count (TPC) die wordt gerapporteerd in aantal/ m^3 en Total Volatile Compounds (TVOC) die wordt gerapporteerd in ppb.
- Figuur 11: Windsectoren t.o.v. meetlocatie
- Figuur 12: Waargenomen 24-uurs ufp-concentraties (deeltjes/ cm^3) op de meetlocatie
- Figuur 13: Correlatie vliegverkeer en daggemiddelden ufp ($r=0.37$; $p<0.001$)

Lijst tabellen

- Tabel 1: Aantal inwoners in een straal van 3 kilometer rond de luchthaven
- Tabel 2: Gewogen aantal inwoners straal 3 km, per leeftijdsgroep
- Tabel 3: Wandel-, fiets- en busnetwerk
- Tabel 4: Biologische waardering, hittestress en bomen
- Tabel 5: Gezondheidseffecten luchtvaartemissies
- Tabel 6: ultrafijnstof in Borgerhout en Steenokkerzeel (VMM)
- Tabel 7: Social media beelden bij 'Stankrapporten'
- Tabel 8: Meldlocaties naargelang windrichting
- Tabel 9: Meest frequent waargenomen toestellen
- Tabel 10: Winddata van 16 mei - 21 november 2024 op Antwerp Airport. Links: Frequentie van windrichting en -snelheid. Rechts: Gemiddelde windsnelheid per uur van de dag en 95% betrouwbaarheidsinterval.
- Tabel 11: Samenvatting van uurgemiddelde luchtkwaliteitswaarnemingen voor de periode 16 mei - 21 november 2024
- Tabel 12: Waargenomen NO_2 -concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens
- Tabel 13: Waargenomen CO -concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens
- Tabel 14: Waargenomen SO_2 -concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens
- Tabel 15: Waargenomen TPC, PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$ -concentraties in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens
- Tabel 16: Waargenomen TVOC-concentraties (ppb) in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens
- Tabel 17: Gemiddelde waargenomen concentraties van verontreinigende stoffen per windrichting (16 mei - 21 november 2024). Links: Deeltjeskaart (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, TPC) en tVOC. Rechts: Verbrandingsgassen (CO , NO_2 , SO_2). Alle concentraties worden weergegeven in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, behalve Total Particle Count (TPC; in aantal/ m^3) en Total Volatile Compounds (TVOC; in ppb).
- Tabel 18: Waargenomen ufp-concentraties (deeltjes/ cm^3) in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens
- Tabel 19: Overschrijdingen 10.000/12.000/15.000 deeltjes/ cm^3 per windsector
- Tabel 20: Vergelijking ufp-gemiddeldes met hoeveelheid vliegbewegingen

Inhoud

1. Inleiding	6
2. Antwerp Airport	7
2.1. Geografische situering.....	7
2.2. Luchtvaartaanbod in Antwerp Airport.....	11
2.3. Hoe gaat Antwerp Airport om met geurhinder en luchtkwaliteit?.....	12
2.3.1. Hernieuwing omgevingsvergunning 2023-2024.....	12
Luchtkwaliteit en gezondheidseffecten in de hervergunning.....	13
Geurhinder in de hervergunning.....	13
2.3.2. Klachtenbehandeling door de luchthaven.....	14
3. Gezondheidseffecten van luchtvaartemissies	16
3.1. Polluenten en hun effecten.....	16
3.2. Grenswaarden ultrafijnstof (ufp).....	18
4. Project 'Hier is een vuiltje aan de lucht'	19
4.1. Geurhindermapping.....	19
4.1.1. Opzet.....	19
4.1.2. Getuigenissen.....	21
4.1.3. Resultaten en conclusies.....	22
VASTSTELLING 1: Meldingen hangen samen met vliegactiviteit.....	22
VASTSTELLING 2: Meldingen hangen samen met windrichting.....	23
VASTSTELLING 3: PC24 en Cessna Citation zijn sterk vertegenwoordigd in de meldingen.....	25
VASTSTELLING 4: Het aantal gehinderden wordt zwaar onderschat.....	26
4.2. Metingen.....	27
4.2.1. Opzet en locatie.....	27
4.2.2. Meteorologische analyse.....	29
4.2.3. Algemene statistiek van de meetperiode.....	30
4.2.4. Resultaten NO ₂ , CO, SO ₂ , TPC, PM ₁ , PM _{2.5} en TVOC.....	31
Leeswijzer.....	31
NO ₂ -concentraties.....	32
CO-concentraties in µg/m ³	33
SO ₂ concentraties in µg/m ³	34
Fijnstof: Total Particle Count (TPC), PM ₁ en PM _{2.5}	35
TVOC-concentraties (Total Volatile Organic Compounds, in ppb).....	37
Resultaten gecorrigeerd naar windrichting.....	38
Conclusie NO ₂ , CO, SO ₂ , TPC, PM ₁ , PM _{2.5} en tVOC.....	38
4.2.5. Resultaten ultrafijnstof (ufp).....	39
Algemene beoordeling.....	39
VASTSTELLING 1: Frequentere pieken bij wind uit het oosten en noordoosten.....	40
VASTSTELLING 2: Pieken gemeten tot 191.708 deeltjes/cm ³	43
VASTSTELLING 3: Geurhinder en hoge ultrafijnstofwaarden gaan hand in hand.....	43
VASTSTELLING 4: Vliegbewegingen en hoge ultrafijnstofwaarden gaan hand in hand.....	45

Conclusie ultrafijnstof (ufp).....	47
Conclusie.....	48
Bijlage 1: Methode.....	49
1. Metingen met AQMesh.....	49
2. AQMesh kruisvergelijking.....	50
3. Sensornet.....	52
Bijlage 2: Grenswaarden luchtkwaliteit.....	53
Bijlage 3: Aanleiding voor gemelde geurhinder per maand.....	54
Bijlage 4: Meetlocaties VMM gebruikt in het MER.....	55
Bibliografie.....	56

1. Inleiding

Antwerp International Airport is, naast Oostende-Brugge en Kortrijk-Wevelgem, een van de drie regionale luchthavens gelegen op Vlaams grondgebied en onder Vlaamse bevoegdheid. Het voortbestaan van de luchthaven is al geruime tijd gecontesteerd om verschillende redenen [2], waaronder haar ligging in dichtbevolkt stedelijk gebied. Omwonenden worden blootgesteld aan geluids- en geurhinder en lopen een verhoogd risico op gezondheidsschade.

De laatste jaren is de vliegactiviteit in Deurne sterk toegenomen. Vooral het privéjetverkeer kende een sterke groei. Die trend zal niet meteen afnemen, aangezien de Vlaamse Regering voor Antwerp Airport een duidelijke groeivisie nastreeft. Nadat in 2022 een Maatschappelijke Kosten Batenanalyse (MKBA, [3]) uitwees dat een sluiting de meeste baten voor de maatschappij zou opleveren, koos ze toch voor een groeiscenario. Omwonenden ondervinden de negatieve effecten van deze groei aan den lijve en uiten steeds vaker hun bezorgdheden over lawaaihinder, dalende luchtkwaliteit en stank door kerosinegeur.

In de milieueffectrapportage worden deze elementen echter gerelativeerd en onderschat (geluid) of worden ze zelfs nauwelijks behandeld (geur). Tot nu toe³ wordt de uitstoot van ultrafijnstof door luchtvaart in Antwerpen, in tegenstelling tot in Brussel, niet systematisch gemonitord en de mogelijke gezondheidseffecten ervan zijn nog nooit belicht. Nochtans krijgen de gezondheidsrisico's van ultrafijnstof door vliegtuiguitstoot wereldwijd steeds meer aandacht en leidt onderzoek tot alarmerende resultaten (o.a. [4-7]).

Om meer ruchtbaarheid te geven aan de bezorgdheden van omwonenden en om een eerste stap te zetten in de richting van breder wetenschappelijk onderzoek, lanceerde Burgerplatform Vliegerplein het project 'Hier is een vuiltje aan de lucht!'. De focus van dit burgeronderzoek - uitgevoerd met de steun van het Fonds Gezonde Lucht van Greenpeace - lag op geurhinder en luchtkwaliteit en verliep via twee parallelle luiken:

- Een mapping-luik dat plaatsvond met de hulp van omwonenden. Dit luik had als doel om in kaart brengen waar, wanneer en hoe intens geurhinder door kerosinestank wordt waargenomen;
- Een meet-luik dat achter de schermen plaatsvond. Met dit luik wilden we inzicht krijgen in de mate van aanwezigheid van bepaalde pollutanten, de herkomst ervan en de mogelijke gezondheidsrisico's die ze teweegbrengen.

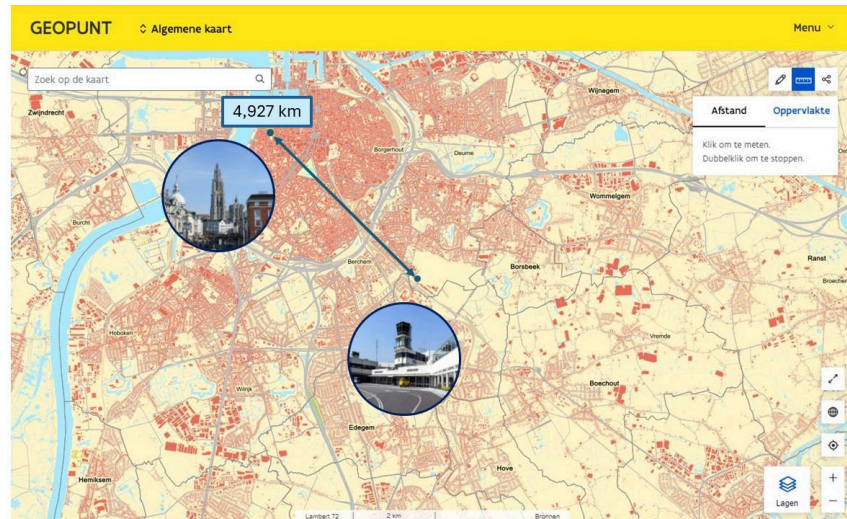
Dit rapport is een verslag van onze bevindingen en is als volgt opgebouwd: We starten met een situering van Antwerp Airport, we bekijken de geografische ligging en het luchtvaartaanbod en lichten toe hoe luchtkwaliteit en geurhinder behandeld werden in het recente Milieueffectenrapport (MER, [8]). Vervolgens zoomen we in op de gezondheidseffecten van luchtvaartemissies, op basis van een beknopte literatuurstudie van recent verschenen wetenschappelijke publicaties in dit domein. Dan volgt een uitgebreide beschrijving van het eigenlijke project 'Hier is een vuiltje aan de lucht' en presenteren we de resultaten van zowel de geurhindermapping als de metingen. Tot slot vatten we onze bevindingen samen in de conclusie.

³ De nieuwe milieuvergunning belooft monitoring, maar de modaliteiten daarrond zijn vooralsnog niet bekendgemaakt, noch wordt er enige resultaatsverbintenis aan gekoppeld.

2. Antwerp Airport

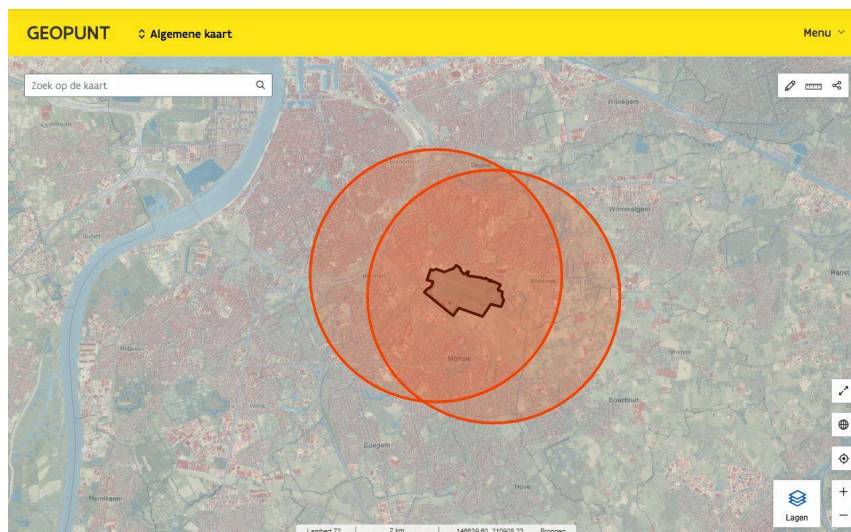
2.1. Geografische situering

De regionale luchthaven van Antwerpen ligt 5 kilometer van het Antwerpse stadscentrum. De afstand tussen het modernistische luchthavengebouw en de kathedraal bedraagt exact 4927 meter. Het grootste deel van het ca. 190 hectare grote luchthaventerrein ligt op het grondgebied van het Antwerpse district Deurne, vandaar dat omwonenden nog vaak de vroegere naam 'Luchthaven Deurne' gebruiken. De overige delen liggen op het grondgebied van het aangrenzende district Borsbeek en de stad Mortsel. De officiële benaming van de luchthaven is Antwerp International Airport (IATA: ANR, ICAO: EBAW).



Figuur 1: Situering Antwerp Airport t.o.v. stadscentrum (o.b.v. Geopunt)

Zoals op duidelijk te zien is, ligt Antwerp Airport in een uitermate dichtbevolkt gebied. De zone gemeten met een straal van 3 kilometer (zie Fig. 2), vertrekkende van de twee uiteinden van de startbaan, beslaat de volledige districten Berchem en Borsbeek, ongeveer een kwart van de deelgemeente Boechout (Boechout-Vremde), ongeveer een derde van de gemeente Wommelgem, de helft van het district Deurne en driekwart van het district Borgerhout.



Figuur 2: Straal 3 km rond uiteinden startbaan

Wanneer we dezelfde verhoudingen toepassen op de bevolkingscijfers van deze districten, geeft dat een geschat totaal van 170.549 mensen die op maximaal drie kilometer van de startbaan wonen (zie Tabel 1). Focussen we op kinderen en jongeren tot 17 jaar, dan gaat het om naar schatting 37.733 jongeren. Kijken we naar mensen met een leeftijd vanaf 65 jaar, dan gaat het om naar schatting 30.601 personen. Respectievelijk betreffen deze aantallen ruim 22 en 18 % van het gewogen totaal (zie Tabel 2).

(deel)gemeente	Geschatte fractie van totale oppervlakte	Totaal aantal inwoners	Gewogen aantal inwoners volgens fractie
Mortsel	1	26620	26620
Borsbeek	1	11383	11383
Berchem	1	43917	43917
Wommelgem	0,33	13392	4419
Boechout	0,25	11185	2796
Borgerhout	0,66	46945	30984
Deurne	0,6	84050	50430
		Totaal	170.549

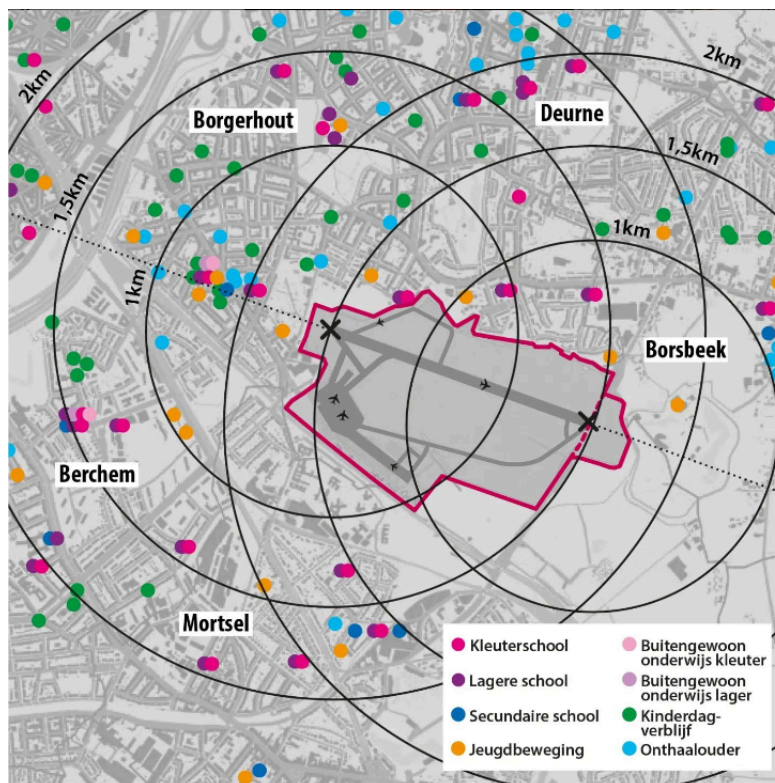
Tabel 1: Aantal inwoners in een straal van 3 kilometer rond de luchthaven

	0-2	3-5	6-11	12-17	65-79	80+
Mortsel	885	910	1792	1846	3629	1775
Borsbeek	446	465	859	756	1719	610
Berchem	1507	1313	2665	2699	5602	2956
Wommelgem	134	131	300	308	707	290
Boechout	73	79	172	184	456	214
Borgerhout	1238	1259	2563	2513	2912	1298
Deurne	2141	2169	4326	4001	5767	2667
	6423	6326	12677	12307	20791	9809
Totaal kinderen en jongeren				37.733	Totaal 65+	30.601
Percent				0,22		0,18

Tabel 2: Gewogen aantal inwoners straal 3 km, per leeftijdsgroep

Door de ligging in stedelijk gebied, zal het niet verbazen dat er in de omgeving van de luchthaven tal van scholen, kinderdagverblijven, jeugdbewegingen en onthaalouders te vinden zijn. Ook sportinfrastructuur

en volkstuintjes zijn talrijk aanwezig. Onderstaande figuur toont de scholen, jeugdbewegingen en kinderdagverblijven in de directe omgeving van het terrein op 1, 1,5 en 2 kilometer afstand.



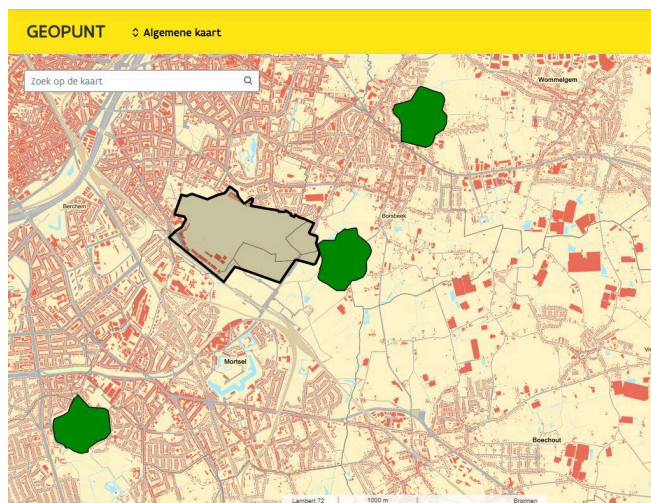
Figuur 3: Scholen, jeugdbewegingen en kinderdagverblijven

Het wandelwegennetwerk, het fietsnet en de reiswegen van de openbare vervoersmaatschappij De Lijn maken noodgedwongen grote bochten rondom de luchthaven, die een barrière vormt in het landschap.

wandelnetwerk	fietsnetwerk	reiswegen De Lijn

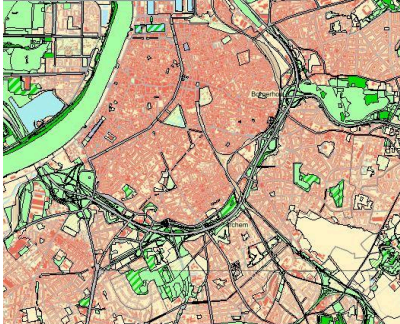
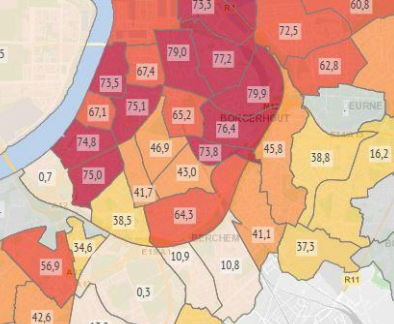
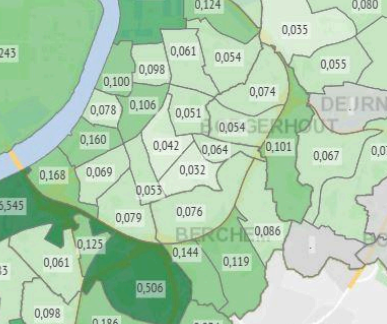
Tabel 3: Wandel-, fiets- en busnetwerk

Ten oosten van het luchthaventerrein ligt het Natura 2000 gebied van het Fort 3. Gelegen op de grondgebieden van Borsbeek en Morsel is Fort 3 onderdeel van het Habitatrichtlijngebied[9]. Het is een belangrijk leefgebied voor vleermuizen. De Habitatrichtlijn voorziet dat de locaties waar de vleermuizen aanwezig zijn, behouden, beheerd of hersteld moeten worden, alsook dat de biotopen en landschappelijke structuren die voor vleermuizen noodzakelijk zijn, in goede staat moeten worden gehouden of moeten worden hersteld.



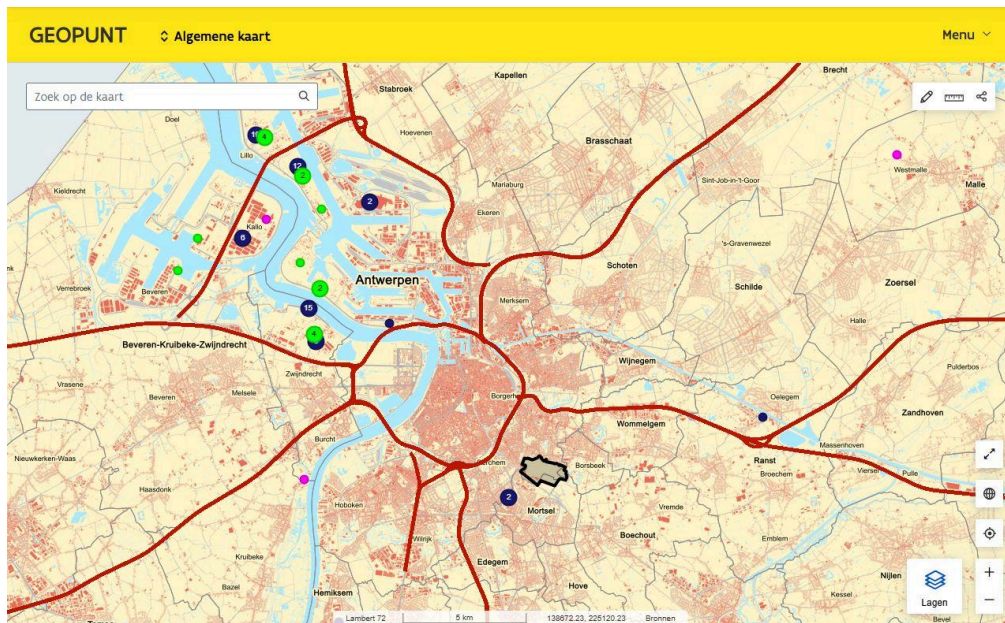
Figuur 4: Natura 2000 habitatrichtlijngebieden [10]

De biologische waarderingskaart toont dat er in de brede omgeving van Antwerpen weinig gebieden met bepaalde biologische waarde aanwezig zijn. Gegevens van Stad in Cijfers [11] laten dan weer zien dat in de stad en haar omgeving een groot aantal inwoners risico lopen op hittestress, en dat er amper bomen zijn om deze risico's te mitigeren.

Biologische waarderingskaart (Geopunt)	% inwoners blootgesteld aan sterke hittestress (Stad in cijfers)	Aantal bomen per inwoner (Stad in cijfers)
		

Tabel 4: Biologische waardering, hittestress en bomen

Zoomen we uit naar de bredere omgeving, dan ligt de haven van Antwerp-Bruges ten noordwesten van de luchthaven, net als de Antwerpse ring en binnenstad. Ten noordoosten ligt de snelweg E313 naar Limburg en de Kempen; en ten zuidwesten de E19 naar Brussel. De dominante windrichting is, net als in heel België, zuidwestenwind.



Figuur 5: Snelwegen en havengebied [10]

2.2. Luchtvaartaanbod in Antwerp Airport

Vanuit Antwerp Airport vertrekken naast commerciële lijnvluchten voornamelijk privévluchten en oefenvluchten. Luchtvaartmaatschappij TUI Fly Belgium is op dit moment verantwoordelijk voor het gros van de lijnvluchten. Daarnaast biedt ASL Fly Executive een luxueuze variant van de TUI- vluchten naar Innsbruck en Ibiza. Vervolgens zijn er ook meerdere keren per week lijnvluchten naar Bolzano (door Skyalps). De vluchten naar London City, uitgevoerd door Luxair, werden in juni 2024 geschrapt - amper anderhalf jaar na de lancering. Dat brengt het wekelijks gemiddelde aan lijnvluchten op ongeveer 35, wat neerkomt op ongeveer 2000 lijnvluchten per jaar.

Meer dan 90% van het aantal vliegbewegingen⁴ in Antwerp Airport is niet afkomstig van gepland lijnverkeer maar van andere vluchten die vallen onder de noemer 'general aviation' of 'algemene luchtvaart'. General aviation omvat o.a. trainingsvluchten, zakenvluchten, privévluchten en recreatieve vluchten. De definiëring van deze segmenten en de scheidinglijn ertussen durft al eens te verschillen [2].

In 2023 voerde Burgerplatform Vliegerplein in samenwerking met Transport & Environment een analyse uit naar het privéjetverkeer van en naar Antwerpen. Daaruit bleek dat het privéjetverkeer ook in Antwerpen in de lift zit en zelfs een boost kende door de pandemie. Waar in 2019 het privéjetverkeer nog 60% uitmaakte van het totaal aantal vliegbewegingen, was dat in 2022 gestegen naar 76%. Er is dus sprake van een duidelijke structurele verandering in de functie van de luchthaven.

Antwerp Airport is officieel geopend van 06.30 u. 's morgens tot 23.00 u. 's avonds. Af en toe worden er extensies verleend en kunnen vertraagde vliegtuigen na 23.00 u. landen.

⁴ Een vliegbeweging is ofwel een vliegtuig dat landt ofwel een dat opstijgt. Elke vlucht bestaat bijgevolg uit twee vliegbewegingen.

2.3. Hoe gaat Antwerp Airport om met geurhinder en luchtkwaliteit?

2.3.1. Hernieuwing omgevingsvergunning 2023-2024

Het bestaan en de toekomst van de luchthaven van Antwerpen wordt al tientallen jaren betwist, niet in het minst omdat ze zowel van de Vlaamse als de federale overheid jaarlijks miljoenen euro's subsidies ontvangt⁵. Doordat Antwerp Airport sinds 2014 opgenomen werd in het LOM/LEM-decreet⁶, is het Vlaams gewest bovendien eigenaar van en verantwoordelijk voor alle infrastructuur die ze de LEM (in casu de private uitbater Egis) voor de uitbating in concessie geeft⁷. De Vlaamse regering moet dus beslissen welke toekomst ze wil voor de luchthaven.

Ter voorbereiding van haar Visienota [13] betreffende de drie Vlaamse regionale luchthavens (Antwerpen, Oostende-Brugge en Kortrijk-Wevelgem) liet de Vlaamse Regering een Maatschappelijke Kosten-batenanalyse (MKBA) uitvoeren. Het eindrapport daarvan werd gepubliceerd in het najaar van 2022 [3]. Voor Antwerpen werden zes scenario's onderzocht, waaronder verschillende groeiscenario's en een sluitingsscenario. Uit de analyse blijkt dat sluiting van de luchthaven in 2030 de meeste netto maatschappelijke baten oplevert. Niettemin wordt bij de beleidsaanbevelingen gesteld dat een sluiting 'geen weloverwogen optie' is. Een aanbeveling die de Vlaamse Regering intussen heeft opgevolgd door als volgt haar visie te formuleren: *'Antwerp Airport kan zich optimaal ontwikkelen binnen de bandbreedte die de huidige milieuvergunning toelaat. Zowel een verdere uitbreiding van het aantal commerciële vluchten als een verdere uitbreiding van het zakelijke segment zijn aangewezen.'* [13]

De milieuvergunning die op dat moment van kracht was, liep (na een duur van 20 jaar) af op 17 juni 2023. De LEM (de privé-exploitant van de luchthaven) diende op 15 juni 2023 een nieuwe vergunningsaanvraag. Die initiële aanvraag was zo onvolledig dat de overheidsdienst die het dossier behandelde tot vier keer toe moest vragen het dossier aan te vullen. Het milieueffectenrapport (Project MER) [8] dat deel uitmaakt van de vergunningsaanvraag onderzoekt de milieueffecten van twee toekomstige exploitatiescenario's van de luchthaven zoals die beschreven werden in de MKBA, namelijk scenario A2 en A3. In scenario A2 wordt uitgegaan van een matige groei, in scenario A3 van een maximale groei.

Dit betekent dat het jaarlijkse aantal vluchten fors zal toenemen in vergelijking met 2019, met aanzienlijke effecten op de omgeving, waaronder de luchtkwaliteit, geluidsoverlast en de geurhinder. De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) en het Agentschap Zorg en Gezondheid adviseerden aanvankelijk negatief m.b.t. de hervergunning, maar stelden hun advies bij op voorwaarde dat geluidshinder, geurhinder en luchtkwaliteit in de toekomst gemonitord worden. Dit monitoringsplan werd opgenomen onder de bijzondere voorwaarden van de vergunning. Het betreft evenwel louter een systeem van metingen en rapportering zonder resultaatsverbintenissen en biedt bijgevolg geen enkele garantie voor de overheid of voor de omwonenden.

⁵ Van 2015 tot eind 2021 ontving de LEM meer dan 31 miljoen euro aan Vlaamse exploitatiesubsidies en meer dan 45 miljoen euro aan federale steun voor luchtverkeersleider Skeyes/Belgocontrol. Rekening houdend met een omzet van ongeveer 23,5 miljoen euro voor dezelfde periode, komt dit neer op 3 euro overheidssteun voor 1 euro omzet [12].

⁶ De LOM (Luchthaven Ontwikkelingsmaatschappij, een naamloze vennootschap naar publiek recht, in dit geval de Vlaamse Overheid) werd via dit decreet eigenaar van alle infrastructuur en de daarmee verbonden onroerende goederen en rechten. De LEM (Luchthaven Exploitatiemaatschappij, een naamloze vennootschap naar privaatrecht, in dit geval de Franse uitbater Egis) zorgt via een concessieovereenkomst voor de uitbating.

⁷ Grote infrastructuurwerken die werden uitgevoerd onder LOM-beheer zijn de ondertunneling van de Krijgsbaan (R11) in 2013-2015 (kost: naar schatting 58,7 miljoen euro), en de 'renovatie' van de startbaan in het najaar van 2022 (kost: naar schatting 25,5 miljoen euro).

Het uiteindelijke vergunningsdossier bevat dus nog steeds belangrijke tekortkomingen en gaat voorbij aan stedenbouwkundige en milieukundige overtredingen, negatieve adviezen en talrijke bezwaren. Toch verleende de bevoegde minister op 22 juli 2024 een vergunning van onbepaalde duur aan de LEM. Verlenging Nooit vzw/Vliegerplein diende vervolgens een verzoek tot vernietiging in bij de Raad Voor Vergunningsbetwistingen (RVVB).

Luchtkwaliteit en gezondheidseffecten in de hervergunning

De effecten op de luchtkwaliteit en daaruit volgende gezondheidseffecten worden in de vergunning behandeld onder de rubriek 'chemische stressoren'. Zowel voor NO₂, PM₁₀ als PM_{2,5} verwijst de minister naar de negatieve impactscores in het MER⁸. Ook wordt erkend dat er 'meer en meer bewijs is van mogelijke schadelijke gezondheidseffecten van UFP⁹', onder andere omdat kankerverwekkende PAK's¹⁰ deel uitmaken van UFP van vliegverkeer. Ook de gezondheidsrisico's van zeer zorgwekkende stoffen (ZZS; zoals benzeen, formaldehyde, naftaleen etc.) en lood worden beschreven. Bij elk van bovengenoemde polluenten wordt de paragraaf afgesloten door te stellen dat het aangewezen is dat de monitoring ervan wordt opgenomen in het monitoringsplan.

Concluderend stelt de minister: *"De gezondheidseffecten die berekend werden in het project-MER tonen namelijk aan dat de gezondheidsimpact van de luchthaven Antwerpen zeer groot is. Onaanvaardbaar groot wanneer enkel rekening wordt gehouden met de impact berekend in het project-MER op gezondheidkundig vlak. Er kan echter niet ontkend worden dat gezondheid ook bepaald wordt door welvaart en in dat opzicht is een grondigere gezondheids-economische analyse noodzakelijk, waarbij er ingezet wordt op een traject van langdurige gezondheidssurveillance (gezondheidsmonitoring)."* [14]

Zo stelt de minister dat de onaanvaardbaar grote gezondheidseffecten gecounterd worden door het feit dat gezondheid ook bepaald zou worden door welvaart. Dit is een zeer vreemde redenering. Economische motieven kunnen wel degelijk een rol spelen binnen de vergunningverlening, maar zij kunnen absoluut niet beschouwd worden als een onderdeel van het aspect gezondheid. De gezondheidseconomische analyse die de minister noodzakelijk acht, ontbreekt overigens manifest in de vergunningsaanvraag. Haar uitspraak bewijst net dat de nodige afweging tussen gezondheid en economie nooit gevoerd werd.

Geurhinder in de hervergunning

In haar beslissing verwijst de minister naar een geurstudie die in het kader van de hervergunningsaanvraag werd uitgevoerd. Deze studie gebeurde door een erkend MER-deskundige in de maand mei 2023 en bestond uit twee luiken: 2 snuffelmetingen om de 'geurwaarneembaarheid' waar te

⁸ 'Voor het scenario A2bis werd voor NO₂ een aanzienlijk negatief effect (-3 impactscore) berekend ter hoogte van receptorpunten 5, 8 en 9. Voor PM₁₀ werd een impactscore van -1 beraamd. De PM_{2,5}-bijdrage werd, in scenario A2bis, ter hoogte van receptorpunt 5 en 8 beoordeeld als een negatief effect (beoordelingscore -2). Ter hoogte van de overige receptorpunten werd de bijdrage maximaal als een beperkt negatief effect beoordeeld (beoordelingscore -1).' Zie p. 55 e.v. in [14]. NB: De huidige luchtkwaliteit wordt in het MER in kaart gebracht m.b.v. resultaten van VMM-meetstations 'in de buurt van de luchthaven' (42R804 en/of 42R817) en extrapolatiegegevens (gegevens afgeleid van meetwaarden omdat er op de betreffende plaats geen meetstation is) van VMM. Meetstations 42R804-Borgerhout (Ring) en 42R817-Antwerpen (Groenenborgerlaan) liggen respectievelijk 1,82 en 2,9 km van Antwerp Airport (zie bijlage x voor een indicatie van de afstand). De eigenlijke effectvoorspelling van de onderzochte scenario's gebeurt aan de hand van modelleringen met gebruik van het [IMPACT-model](#), een instrument om concentraties en deposities van polluenten die zich via de lucht verspreiden te visualiseren.

⁹ UFP: ultra fine particles of ultrafijnstof

¹⁰ PAK's: polycyclische aromatische koolwaterstoffen, ze ontstaan bij de onvolledige verbranding van organisch materiaal.

nemen en de analyse van een geurdagboek dat werd bijgehouden door 4 deelnemers uit interne diensten van de luchthaven en dus op het terrein zelf, en 1 deelnemer die woont op 1,5 km van de luchthaven. Deze deelnemers kunnen bezwaarlijk een representatief staal van de omwonenden genoemd worden. Bovendien hebben ze slechts gedurende één maand, 3 keer per dag¹¹ een waarneming uitgevoerd.

Op basis van de 'snuffelmetingen' stelt de beslissing van de minister dat:

- 'gedurende het grootste deel van de metingen geen relevante kerosinegeur waargenomen kon worden in de omgeving';
- 'de maximale geurwaarneembaarheidsafstand ten opzichte van de luchthaven' circa 200 meter van de luchthaven bedraagt;
- er sprake is van een 'zeer lichte' geurintensiteit, zelfs 'ter hoogte van de meest nabijgelegen woningen';
- de geur slechts 'in zeer korte vlagen waarneembaar' is;
- 'er slechts enkele grotere lijnvliegtuigen en een beperkter aantal jets' voor een 'korte piek van de waarneembaarheid' zorgen.

De beslissing van de minister stelt verder dat 'het klachtenpatroon aantoont dat de klachten met betrekking tot geurhinder sterk gereduceerd zijn ten opzichte van 2018'. Terwijl er impliciet wordt aangenomen dat dit een effectieve vermindering van hinder betekent, kan een verandering in het klachtenpatroon ook andere oorzaken hebben.

Op basis van een gebrekkige geurstudie en een vermindering van klachten wordt vervolgens geconcludeerd 'dat de stressor 'geur' niet geselecteerd wordt als te beoordelen stressor in het project-MER'. Om de 'eventuele hinder' aan te pakken wordt opnieuw verwezen naar het monitoringsplan.

2.3.2. Klachtenbehandeling door de luchthaven

Antwerp Airport voorziet op haar website een formulier om klachten te melden. Dat formulier zit echter goed verstopt: de mogelijkheid om klachten te melden is niet onmiddellijk zichtbaar op de homepagina en wordt pas na drie muisklikken bereikt. Vervolgens moeten opnieuw vier stappen doorlopen worden om de melding af te ronden. Naast deze vrij omslachtige (en dus ontmoedigende) procedure kunnen er nog verscheidene kanttekeningen geplaatst worden bij de klachtenafhandeling van de luchthaven. We sommen de opvallendste¹² op:

- De luchthaven behandelt zelf de klachten. Er is geen onafhankelijke, externe ombudsdienst.
- Omwonenden hebben geen inzicht in de statistieken en evoluties van de klachten. Op de laatste pagina vermeldt het klachtenformulier dat de klachten anoniem besproken kunnen (niet 'moeten') worden op de milieu-overlegcommissie die tweemaal per jaar doorgaat. Er wordt verder niet toegelicht wie aan die overlegcommissie deelneemt, hoe de selectie van de commissieleden gebeurt of waar commissieverslagen geconsulteerd kunnen worden. Dit wordt

¹¹ Op willekeurige momenten, los van de luchtvaartactiviteit die die dag plaatsvond.

¹² Burgerplatform Vliegerplein heeft deze kanttekeningen overigens al meermaals voorgelegd aan de luchthaveninstanties en suggesties ter verbetering geformuleerd. Tot nog toe zonder resultaat.

wel deels verduidelijkt in de omgevingsvergunning¹³, maar voor de doorsnee omwonende blijft deze informatie moeilijk toegankelijk.

- Het klachtenformulier blokkeert klachten die binnen het halfuur ingediend worden vanuit hetzelfde IP-adres. De milieuvergunning vermeldt dat dit gebeurt 'om te voorkomen dat bots klachten kunnen indienen'. De luchthaven heeft echter nooit bewezen dat er effectief activiteit van 'bots' was. Wel is het een feit dat geurhinder soms langer dan een halfuur kan aanhouden, en dat de blokkering het omwonenden onmogelijk maakt om dit te melden.
- Hoewel de luchthaven aangeeft klachten binnen de 45 kalenderdagen te behandelen, gebeurt dit niet altijd. Soms komt er binnen de week een antwoord, soms pas na enkele weken en soms komt er helemaal geen antwoord.
- De antwoorden bieden overigens geen oplossingen. Vaak bevestigen ze slechts wat evident is ('vliegtuigen hebben kerosine nodig' of 'helaas heeft de luchthaven geen invloed op de weersomstandigheden'). Soms wordt de verantwoordelijkheid van het vliegverkeer ontkend en geweten aan 'de algemene klimatologische omstandigheden' of wordt simpelweg gesteld dat de 'mogelijke hinder' plaatsvond binnen de contouren van de geldende milieuvergunning. Enkele reacties zijn ronduit lachwekkend: de melder ervaart geurhinder doordat hij onder stress staat, of andere woningen zouden een 'natuurlijke afscherming' moeten vormen voor de geuroverlast. In het beste geval wordt de geurhinder erkend en 'verklaard' door te verwijzen naar een concrete vliegbeweging en/of de meteorologische omstandigheden. Bij klachten omtrent geurhinder wordt echter nooit aangegeven welk gevolg men eraan zal geven (bv. een grondige analyse uitvoeren, maatregelen nemen, deze maatregelen evalueren en rapporteren).

Ter illustratie voegen we hieronder enkele antwoorden in die onze sympathisanten ontvingen in reactie op hun klacht over geurhinder:

*'Met betrekking tot uw klacht met referentie [xxx] **kan ik spijtig genoeg de precieze oorzaak niet meer achterhalen.** De wind kwam op moment van overlast effectief uit het noordoosten (veranderlijk tussen 10° en 110°) bij een matige wind (11 knopen).*

*De luchthaven is zich immers **bewust van de geurhinder voor de omwonenden en tracht hiervoor naar een mogelijke oplossing te zoeken.**'*

*'We hebben dit incident verder onderzocht met de bevoegde diensten op basis van de aangegeven informatie in uw klacht. [...] De opstart van de motoren van dit toestel en het vertrek kunnen tijdelijk een brandstofgeur met zich meebrengen. **Net zoals andere transportvoertuigen gebruiken vliegtuigen brandstof. In dit geval gaat het om kerosine.** Net zoals elke brandstof kan een verplaatsing tijdelijk enige geurhinder met zich meebrengen. Aangezien er bovendien die dag ook erg weinig wind stond; kan dit ervoor zorgen dat deze geur langer dan gewoonlijk is blijven hangen en zich bijgevolg niet kon uitdunnen met mogelijke luchtverplaatsingen.'*

*'[...] Zoals u wellicht ook in de media hebt vernomen; was er op dat ogenblik erg veel fijn stof in de lucht en **was de algemene luchtkwaliteit niet zo goed.** Dit alles draagt ertoe bij dat eventuele hinder langer kan blijven hangen en ook andere bronnen kan hebben.'*

'Op [xxx] was de lucht erg droog en de luchtvochtigheid erg laag. Dit zorgt ervoor dat de luchtkwaliteit in het algemeen erg slecht is en dat geurhinder langer kan blijven hangen en bijgevolg als meer storend kan worden waargenomen of ervaren.'

¹³ Eenmaal de beroepsperiode na het nemen van de beslissing verstreken is, is de ministeriële beslissing zelf (de verleende omgevingsvergunning) niet meer op het publieke omgevingsloket te raadplegen. Op de website van de luchthaven staat een zeer korte [samenvatting](#) van de beslissing, zonder details over de verwerking van de klachten.

<p>De irritatie waarnaar u verwees is niet het gevolg van de kerosine maar van de algemene klimatologische omstandigheid. Zo geeft droge lucht in combinatie met een lage luchtvochtigheid een verhoogde irritatie van de luchtwegen en de slijmvliezen.’</p>
<p>‘Zoals u correct aangaf; kan bij warm weer de geurhinder langer blijven hangen. Helaas heeft de luchthaven geen invloed op de weersomstandigheden. Toch begrijpen we dat dit erg vervelend kan zijn.’</p>
<p>‘Op [xxx] waaide er eerder een zeer zwakke NNO wind. Dit betekent dat de geur zich normaal weg van uw woning zou verplaatsen. Gezien het feit dat de wind echter zeer zachtjes waaide en in golfjes; zou dit er wel voor kunnen zorgen dat de geur langer blijft hangen en zich niet goed kan mengen met de omgevingslucht.’</p>
<p>‘[...] is de luchthaven van Antwerpen geopend tussen 06:30 en 23:00. Tijdens deze periode zijn alle bewegingen volgens de Milieuvergunning toegestaan indien alle regels worden gerespecteerd. De vluchten waarvan we vermoeden dat ze voor enige overlast hebben gezorgd voldeden aan de bepalingen van de Milieuvergunning.’</p>
<p>Langdurige blootstelling aan de geurhinder kan leiden tot indirecte gezondheidseffecten zoals hoofdpijn, duizeligheid, rugklachten, slaapstoornissen en depressieve klachten. Verder worden er geen specifieke andere gezondheidsrisico’s naar voor gebracht in wetenschappelijk onderzoek. Deze klachten hebben geen rechtstreeks verband met de geurhinder en zijn vaak het gevolg van een verhoogde irritatie waardoor de aanwezige stress verhoogd en aanleiding geeft tot de bovengenoemde indirecte gezondheidsklachten.</p>
<p>‘We hebben uw melding verder bestudeerd. We konden vaststellen dat er in de periode van uw melding een krachtige NO wind stond. Deze klimatologische omstandigheden hebben er vermoedelijk voor gezorgd dat de geurhinder zich makkelijker heeft verplaatst tot aan uw woning ondanks het feit dat er woningen en loodsen tussen de luchthaven en uw woning zijn die een soort van natuurlijke afscherming zouden kunnen vormen.’</p>

3. Gezondheidseffecten van luchtvaartemissies

3.1. Polluenten en hun effecten

Vliegtuiguitstoot is een belangrijke bron van luchtvervuiling op en rond luchthavengebieden. De uitstoot van vliegtuigkerosine is vergelijkbaar met die van diesel. Ze bevat een breed scala aan vervuilende stoffen en draagt in het bijzonder bij tot de achtergrondconcentraties van ozon en fijnstof (PM). Volgens de recentste schattingen veroorzaken ozon en fijnstof wereldwijd ca. 74.300 vroegtijdige sterfgevallen per jaar, overlijdens door NOx en andere emissies niet meegerekend [4, 15]. Andere polluenten verbonden aan vliegtuiguitstoot zijn stikstof, stikstofoxiden, koolmonoxiden, koolwaterstoffen, vluchtige organische stoffen, zwarte koolstof en zwaveldioxide. Deze kunnen in verband worden gebracht met aandoeningen zoals ademhalingsproblemen, bepaalde soorten kanker en hart- en vaatziekten [16].

Bijzonder alarmerend, en bovendien kenmerkend voor vliegverkeer, is de uitstoot van ultrafijnstof. Ultrafijne stofdeeltjes kunnen vanwege hun kleinere omvang dieper in de longen doordringen, in de bloedbaan terechtkomen en interne organen bereiken, zoals de hersenen en de placenta, wat unieke gezondheidsrisico's met zich meebrengt. Zo is reeds bewezen dat ultrafijnstof astma, allergieën, ademhalingsproblemen, hartaanvallen, herseninfarcten en kanker veroorzaakt [17]. Recent onderzoek

van CE Delft in opdracht van Transport & Environment geeft aan dat blootstelling aan ultrafijnstof afkomstig van vliegverkeer in verband kan worden gebracht met hoge bloeddruk, diabetes en dementie. Ook de omgeving van Brussels Airport werd geanalyseerd. De studie becijferde dat zo'n 7.500 omwonenden van de luchthaven van Zaventem risico lopen op diabetes en dat bijna 500 extra omwonenden risico lopen op vervroegde dementie. Daarenboven lopen zo'n 7.000 omwonenden risico op verhoogde bloeddruk [16].

Tabel 5¹⁴ geeft een overzicht van de belangrijkste vervuilende stoffen die vrijkomen bij de verbranding van vliegtuigbrandstof en hun gezondheidseffecten, waarvoor uitvoerig wetenschappelijk bewijs voorhanden is.

Polluent	Gezondheidseffecten
Stikstofoxides - NOx	Verslechtering immuunsysteem en ademhalingsfuncties, hart- en vaatziekten; verhoogde reactie op allergenen
Fijnstof (PM, Particulate Matter)	Hart- en vaatziekten; ademhalingsaandoeningen; verhoogde kans op beroertes. Langdurige blootstelling heeft negatieve effecten op zwangerschap en ongeboren kinderen en wordt in verband gebracht met longkanker en verminderde vruchtbaarheid. Effecten zijn afhankelijk van grootte en chemische samenstelling.
Ultrafijnstof (UFP, ultrafine particulate matter): fijnstofdeeltjes kleiner dan 100 nanometer; in het bijzonder deeltjes met een diameter van 10 tot 20 nanometer worden geassocieerd met vliegtuiguitstoot [24–26]	Kan diep doordringen in de longen en de bloedbaan Verschillende mogelijke effecten; zowel chronische als acute: <ul style="list-style-type: none"> ● Ademhalingsproblemen; verminderde longfunctie (vooral bij kinderen en astmapatiënten) ● Cardiovasculaire ziekten, hartritmestoornissen ● Verhoogde bloeddruk ● Vroeggeboorte, aangeboren afwijkingen ● Diabetes ● Dementie ● Hersentumoren
Ozon - O3	Verergert longaandoeningen zoals astma en COPD
Zwavel dioxide - SO2	Irritaties van neusslijmvliezen en aandoeningen van de luchtwegen
Koolstofmonoxide - CO	Ademhalingsproblemen zoals astma, hartaandoeningen en verhoogde mortaliteit
Zeer zorgwekkende stoffen (omvatten benzeen, 1,3-butadieen, naftaleen, ethylbenzeen, formaldehyde, 1-methylnaftaleen en loodverbindingen)	Geclassificeerd als kankerverwekkend

Tabel 5: Gezondheidseffecten luchtvaartemissies

¹⁴ Tabel gebaseerd op Fact Sheet van Stay Grounded [4]), aangevuld met [4, 16, 18–23].

3.2. Grenswaarden ultrafijnstof (ufp)

Luchtkwaliteit staat hoog op de agenda van de Europese Unie. Onlangs nog (oktober 2024) werden in de nieuwe Air Quality Directive (AQD, de Europese richtlijn inzake luchtkwaliteit) de normen verstrengd zodat ze nauwer aansluiten bij de WHO-richtlijnen [27]. Zo werden onder andere de grenswaarden voor PM10, PM2.5, stikstofdioxide en zwaveldioxide aangepast (Zie [Bijlage 2](#)). Ook erkennen zowel de WHO als de EU-wetgeving het belang van ultrafijnstof en het bestaande bewijsmateriaal over de effecten op de menselijke gezondheid. De AQD beschouwt luchthavens bovendien als hotspots van luchtverontreiniging die zorgvuldige aandacht van de lidstaten vereisen en schrijft een verplichte monitoring van ultrafijnstof voor. Noch de WHO, noch de Air Quality Directive heeft tot nu toe echter grenswaarden voor de concentratie van ultrafijnstof vastgesteld [16].

De Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM) meet ultrafijnstof in Steenokkerzeel, een gemeente grenzend aan de luchthaven van Zaventem [24]. Tabel 6 geeft de meetresultaten van ultrafijnstof¹⁵ voor 2023 weer. Ter vergelijking worden de meetwaarden getoond van een stedelijke locatie, namelijk Borgerhout nabij het centrum van Antwerpen.

2023	Steenokkerzeel (nabij Zaventem)	Borgerhout (centrum Antwerpen)
Gemiddelde jaarconcentratie ufp	15 760 deeltjes/cm ³	8 801 deeltjes/cm ³
Gemiddelde dagconcentratie ufp	15 704 deeltjes/cm ³	8 796 deeltjes/cm ³
Aantal dagen waarin het daggemiddelde boven de 10 000 deeltjes/cm ³ ligt	61%	33%
Aandeel ufp-deeltjes met een diameter tussen 10 en 20 nm (voornamelijk geassocieerd met vliegtuigemissies)	60%	37%

Tabel 6: Ultrafijnstof in Borgerhout en Steenokkerzeel (vmm)

De gemiddelde concentratie ultrafijnstof is beduidend hoger in Steenokkerzeel dan in Borgerhout. Het aantal dagen met gemiddelde concentraties boven de 10.000 deeltjes/cm³ is er bijna dubbel zo groot als in Borgerhout. Ook worden er opvallend meer ultrafijne stofdeeltjes waargenomen met een diameter tussen 10 en 20 nm, een deeltjesgrootte die kenmerkend is voor vliegtuigemissies.

Daarnaast is er in Borgerhout een duidelijk contrast tussen weekwaarden (gemiddeld hoger) en weekendwaarden (gemiddeld lager), terwijl in Steenokkerzeel het patroon op een weekdag en het weekend gelijkaardig was. De invloed van woon-werkverkeer is in Steenokkerzeel dus kleiner, wat wijst op een dominante aanwezigheid van het luchtvaartgerelateerde aandeel in de totale ufp-pollutielast.

Luchthavenactiviteiten dragen dus betekenisvol bij aan de ufp-concentratie in de omgevingslucht. Een eerdere monitoring rond Zaventem toonde bovendien aan dat die impact kilometers ver reikt [28]. De ultrafijne stofdeeltjes afkomstig van de luchthaven werden tot op 15 kilometer daarvandaan waargenomen. Een regressiemodel toonde een duidelijk verband tussen het aantal vliegbewegingen, de windrichting en de gemeten ufp-concentratie. Dit ligt in lijn met talrijke andere studies [29–32], zoals een

¹⁵ Diameter tussen 10 en 100 nanometer.

uit 2020 [33] die de luchtvaartgerelateerde ufp-emissies van vier Europese hoofdsteden vergeleek. Deze studie mat ufp-deeltjes in de stadscentra die afkomstig waren van luchthavens in de buitenwijken. Zo kon de ultrafijnstofuitstoot van Heathrow gemeten worden in het centrum van Londen op bijna 20 km afstand en in het hele westen van de stad.

Gezien de gezondheidsrisico's van vervuilende stoffen en de bewezen bijdrage van luchtvaart tot de aanwezigheid van deze stoffen in de omgevingslucht, is het dan ook niet verwonderlijk dat de Hoge Gezondheidsraad in april 2024 een advies formuleerde dat de aandacht vestigde op de ongelijke balans tussen luchtverkeer en volksgezondheid. De Raad stelde daarin (met betrekking tot Brussel) dat 'een toename van het aantal vluchten en hun frequentie niet wenselijk is' en pleitte voor een betere opvolging van de aanwezige vervuiling. Ze beklemtoonde daarbij dat 'bijkomende studies niet als excuus mogen gebruikt worden om nu geen actie te ondernemen'.

Wat ons betreft gaat hetzelfde op voor Antwerpen, en de andere regionale luchthavens in ons land.


4. Project 'Hier is een vuiltje aan de lucht'

4.1. Geurhindermapping

4.1.1. Opzet

Mensen die in de omgeving van de luchthaven van Antwerpen wonen, ruiken geregeld kerosine. In hun tuin, op een terrasje, op het fietspad, onderweg naar school of zelfs binnen in huis. Toch wordt deze geurhinder nauwelijks erkend door de luchthavenuitbater en werd 'de stressor geur' in het geheel niet onderzocht in het project-MER voor de hernieuwing van de milieuvergunning (zie: Geurhinder in de hervergunning).

Een van de redenen die in het MER-dossier worden aangehaald om de 'geur' niet te behandelen, is het feit dat er weinig klachten zijn van omwonenden met betrekking tot geurhinder. Zoals eerder vermeld (2.3.2. Klachtenbehandeling door de luchthaven), laat het klachtenmeldingssysteem van de luchthaven echter te wensen over. Daarom besloot Burgerplatform Vliegerplein een eigen, gebruiksvriendelijk meldingsformulier aan te bieden. Op vliegerplein.be kon zo gedurende een periode van ruim vier maanden (half mei tot begin oktober 2024) op een eenvoudige manier geurhinder door kerosinestank gemeld worden. Het formulier vroeg naar de datum, het uur, de graad en de locatie van geurhinder. In tegenstelling tot het klachtenformulier op de website van Antwerp Airport, konden omwonenden alle gegevens in één keer invullen en verzenden. Er moest niet doorgedrukt worden en ook werden er geen persoonsgegevens gevraagd.



**HIER IS EEN
VUILTJE
AAN DE LUCHT**

Ruik je de geur van kerosine tot in je tuin, op weg naar je werk of tijdens het joggen?
Meld het hier!

Datum geurhinder:

Uur geurhinder:

Adres:
(straat, huisnummer, plaats OF een zo nauwkeurig mogelijke beschrijving)

Hoe sterk was de geurhinder?

Nog opmerkingen?

Uw e-mailadres:

Please prove you are human by selecting the plane.

Verstuur

Figuur 6: Meldingsformulier op Vliegerplein.be

De meldingen van omwonenden werden vervolgens vergeleken met de vliegactiviteit op de luchthaven en de windrichting. Hiervoor maakten we gebruik van publiek toegankelijke tracking apps¹⁶ en de Open Data van Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI¹⁷). Om de 7 à 10 dagen werden de bevindingen gebundeld in een 'Stankrapport' dat gepubliceerd werd op de Vliegerplein website, op onze socials en in een nieuwsbrief. Deze stankrapporten focusten afwisselend op de wijken waar geurhinder werd waargenomen, op de toestellen die de hinder veroorzaakten of op opvallende zaken zoals de routes die de vliegtuigen aflegden. Alle stankrapporten zijn te raadplegen [op onze website](#).



Tabel 7: Social media beelden bij 'Stankrapporten'

¹⁶ www.flightradar24.com, www.flightaware.com, www.radarbox.com en globe.adsbexchange.com

¹⁷ <https://opendata.meteo.be/home>; meetstation Deurne

4.1.2. Getuigenissen

Via het meldingsformulier op Vliegerplein.be konden omwonenden ook opmerkingen geven. De korte getuigenissen scheppen een beeld van de dagelijkse realiteit waar mensen mee te maken krijgen. We nemen er hier enkele op, als aanvulling op bovenstaande cijfers. Ze spreken voor zich.

Locatie en toestel	Opmerking
Inwoner noordzijde luchthaven, bij het opstijgen van een privéjet naar Napels	<i>"10 minuten sterke kerosinestank in mijn hof. Kreeg lichte hoofdpijn en moest naar binnen. Daarna hevig lawaai, waarschijnlijk van een helikopter."</i>
Inwoner noordzijde luchthaven, bij het opstijgen van een privéjet naar Dijon	<i>"We hebben alle ramen zo snel mogelijk dicht gedaan, maar de geur hangt ook binnen."</i>
Inwoner zuidwestzijde luchthaven, bij het opstijgen van een privéjet naar Luik	<i>"Ondanks de gietende regen, zeer sterke stank."</i>
Inwoner zuidzijde luchthaven, bij het opstijgen van een Embraer van TUI naar Heraklion	<i>"Zeer indringende geur!!!!"</i>
Inwoner noordwestzijde luchthaven, op een dag met veel verkeer van kleine toestellen	<i>"Weet niet wat er vandaag gaande is maar het is niet te doen van het lawaai en de sterke geur, om de 5 minuten stijgt er een privé-/sportvliegtuig op, nog nooit zoveel "vliegertjes" zien stijgen/landen."</i>
Inwoner noordzijde luchthaven, bij het opstijgen van een privéjet naar Avignon	<i>"Ik stond binnen, open raam. (En qua lawaai: gisterenavond wakker gemaakt door aankomende vlucht en vanmorgen terug wakker om 6:45 door vluchten. En dat op een zondag.)"</i>
Fietser op F11 richting Lier, vlak na opstijgen privéjet naar Londen	<i>"Heel sterke geur van verbranding, veel inwoners lopen of fietsen er vlak langs."</i>
Inwoner noordzijde luchthaven, bij het opstijgen van zware privéjet naar Ajaccio (Corsica)	<i>"Ook heel veel geluidsoverlast, opwarming duurde 30 minuten!"</i>
Inwoner noordzijde luchthaven, bij het opstijgen van zware privéjet naar Enschede	<i>"Kerosinegeur hangt binnen in huis terwijl ramen en deuren gesloten zijn."</i>
Inwoner westzijde luchthaven, bij het opstijgen van een privéjet naar Frankfurt	<i>"Geurhinder in de tuin, niet (enkel) op straat."</i>
Fietser op fietspad langs Fort 3 (oostzijde luchthaven), kleine jets stijgen op	<i>"Als fietser werd ik misselijk van de kerosinegeur."</i>
Inwoner westzijde luchthaven, na het opstijgen van een privéjet naar Nice.	<i>"Het raam van de babykamer was open en de stank kwam heel fel binnen."</i>
Inwoner noordzijde luchthaven, kort nadat verschillende privéjets zijn geland (uit Hamburg, Orléans en Luxemburg)	<i>"Op een speelplaats voor kinderen."</i>

Klant op de parking van Hyper Carrefour Borsbeek	<i>“Mensen liepen met opgetrokken neus voorbij.”</i>
Inwoner noordzijde luchthaven bij opstijgen privéjet naar Milaan	<i>“School land van nu helemaal ondergedompeld in de stank.”</i>
Inwoner zuidzijde luchthaven bij opstijgen privéjet naar Venetië	<i>“Sterke kerosinegeur. Hing echt dik over de wijk.”</i>

4.1.3. Resultaten en conclusies

De geurmapping liep van 1 juni tot en met 30 september 2024. Vooraf werd een ‘testperiode’ ingelast (vanaf 12/05/2024) en ook na het aangekondigde einde kwamen er nog enkele meldingen binnen (t.e.m. 04/10/2024). In totaal werden 433 meldingen geregistreerd, waarvan 381 binnen de periode van 1 juni tot en met 30 september. Onderstaande vaststellingen betreffen deze afgebakende periode.

VASTSTELLING 1: Meldingen hangen samen met vliegactiviteit.

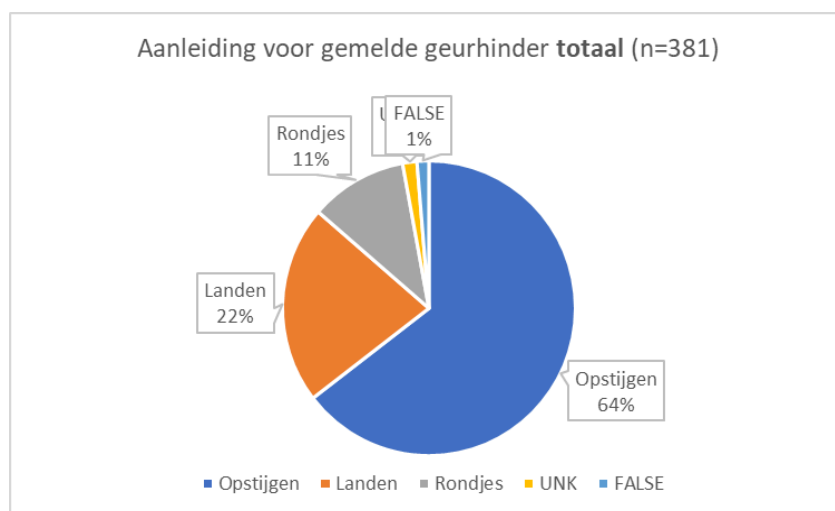
Vrijwel alle meldingen van geurhinder zijn rechtstreeks te verbinden met een of meer concrete vliegtuigen die maximaal 15 minuten vóór of 15 minuten ná¹⁸ de melding actief zijn op de luchthaven. Het gaat daarbij om hetzij landende, opstijgende, taxiënde of stationair draaiende toestellen. In de zeldzame gevallen waarin op de trackingwebsites geen vliegtuig te zien was, gaat het mogelijk om stationair draaiende toestellen waarvan de transponder¹⁹ niet aanstond. Uit eigen observaties blijkt immers dat stationair draaiende toestellen niet per definitie zichtbaar zijn op trackingsites, terwijl ze wel degelijk met het blote oog (of oor) waargenomen kunnen worden.

Fig. 7 toont voor het totale aantal meldingen de vliegactiviteit op de luchthaven die aanleiding gaf tot de hinder²⁰. Tabel 7 doet hetzelfde voor elke maand afzonderlijk. Er wordt meteen duidelijk dat opstijgende vliegtuigen het vaakst aanleiding geven tot de meldingen (60 à 70%). Maar ook landende en rondtoerende toestellen zorgen voor geurhinder. Hierbij dient opgemerkt te worden dat er soms meerdere toestellen tegelijkertijd of kort achter elkaar actief waren en dat niet alle actieve toestellen waarneembaar zijn via trackingsites. Wanneer er meerdere ‘kandidaat-toestellen’ aanwezig waren, werd geopteerd voor de meest waarschijnlijke ‘kandidaat’ (zie ook [Vaststelling 3](#)). Indien er geen toestel zichtbaar was op de tracking sites, vermeldt het overzicht ‘UNK’ (unknown). Er waren ook enkele onbruikbare meldingen (bv. zonder uurnotatie). Die krijgen de vermelding ‘FALSE’.

¹⁸ In de meeste gevallen gaat het slechts om een tijdsverschil van slechts enkele minuten.

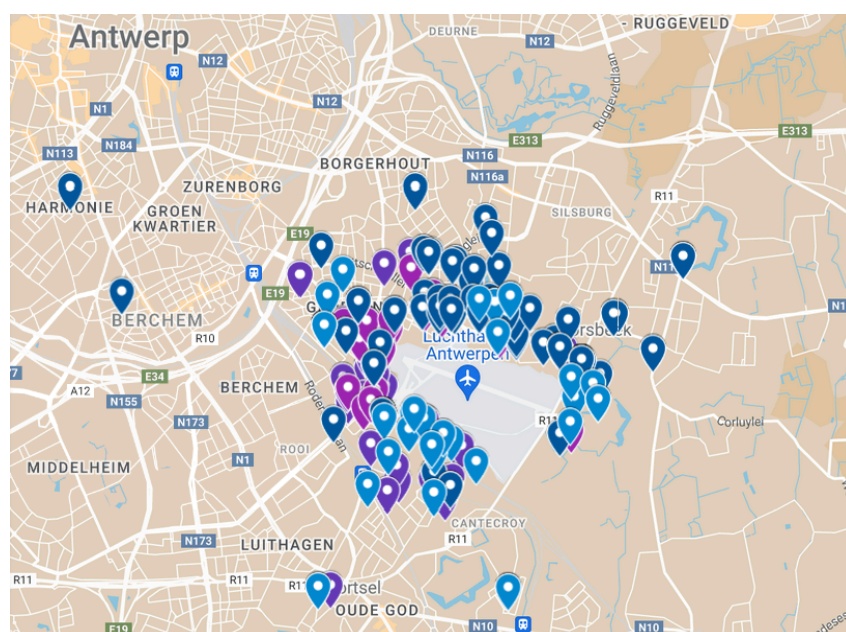
¹⁹ Met de transponder zendt het vliegtuig zijn positie uit naar Air Traffic Control. Vliegtuigen die zich op de grond bevinden hebben hun transponder vaak nog niet aangezet. M.a.w.: als er niets te zien is op de trackingsites, betekent dat geenszins dat er geen toestel aanwezig was op dat ogenblik.

²⁰ Zie [Bijlage 3](#) voor de maandelijkse resultaten.



Figuur 7: Aanleiding voor gemelde geurhinder - totaal

De meldingen kwamen van buurtbewoners uit alle regio's rondom de luchthaven. Het merendeel van de meldingslocaties lag binnen een straal van 1,5 kilometer vanaf de uiteinden van de startbaan, maar ook verder van de luchthaven verwijderd werd kerosinegeur waargenomen.



Figuur 8: Locaties waarnemingen geurhinder

VASTSTELLING 2: Meldingen hangen samen met windrichting.

De waargenomen geurhinder toont een sterk verband met de windrichting: komt de wind uit het zuidwesten, dan worden vooral meldingen uit de omgeving ten noorden-noordoosten van de luchthaven (Drakenhoflaan, Mortselsesteenweg en Fort 3) geregistreerd; komt de wind uit het oosten of zuidoosten, dan zijn de meldingen voornamelijk afkomstig uit de gebieden ten zuiden-zuidwesten van de luchthaven (de Mortselse Diesghemwijk, het Priel, Zilverbeeklaan en Groenenhoek).

De meeste meldingen (40%) ontvingen we bij wind uit het 3de kwadrant. De kerosinegeur werd op die ogenblikken vooral waargenomen in de dichtbevolkte wijken ten noorden van de luchthaven. Deze windrichting is tevens de dominante windrichting in onze contreien, dus omwonenden ten noorden van

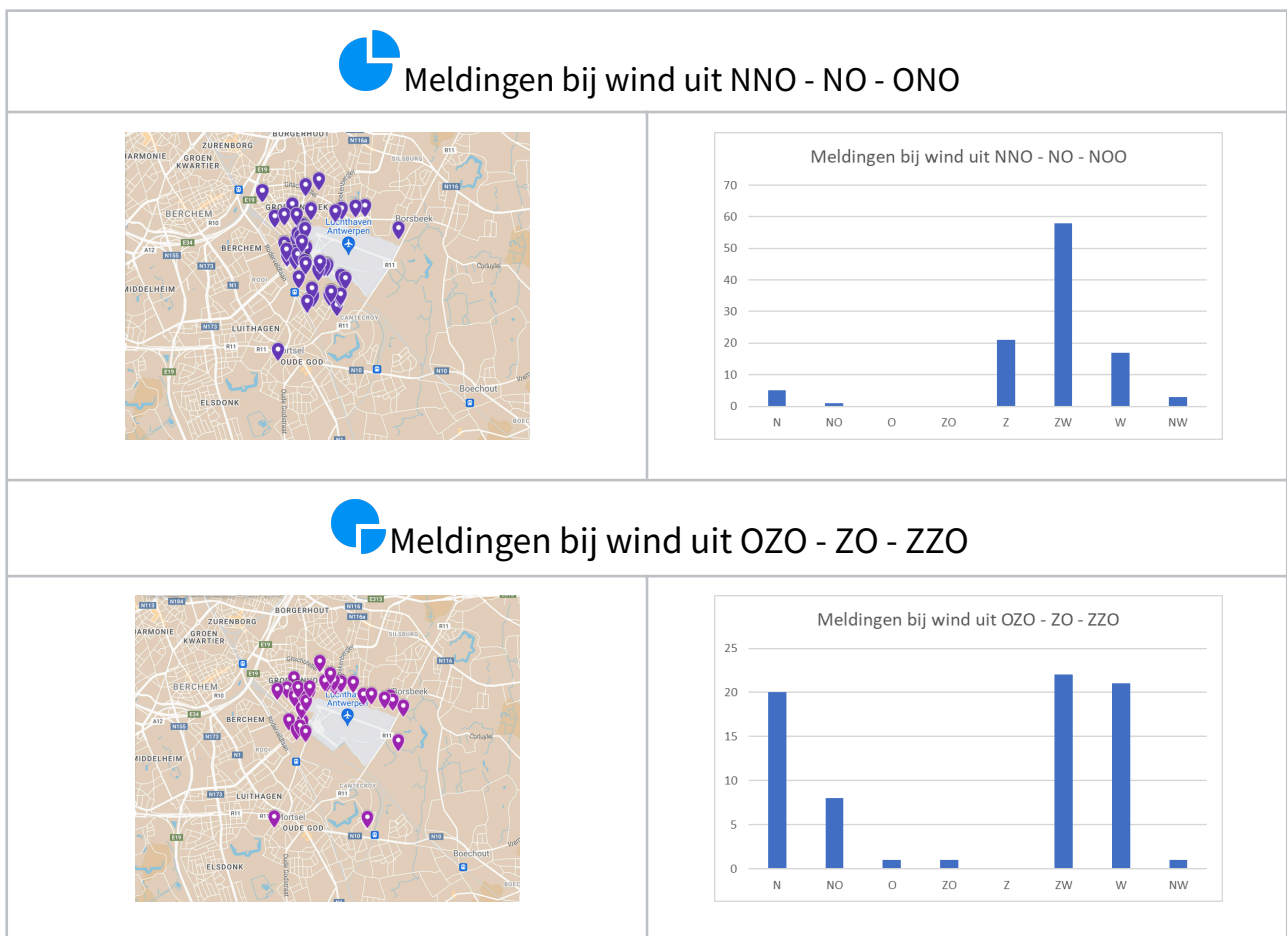
de luchthaven ervaren zeer frequent hinder. De overheersend opstijgrichting bij zuidwestenwind is over de wijk Groenenhoek, waarbij het vliegtuig vertrekt van het zuidoostelijke uiteinde van de startbaan. Je zou dus de grootste hinder verwachten rondom die plek. Opvallend is echter dat de geurhinder over de hele noordzijde van het terrein werd waargenomen. Dit bewijst dat de factor die de hinder het meest beïnvloedt niet (alleen) de opstijgrichting van het toestel is, maar wel en in hoofdzaak de windrichting.

Daarnaast werd ook veel hinder gemeld bij wind uit het eerste kwadrant (28% van de meldingen). Daar geldt dezelfde redenering als hierboven, maar dan omgekeerd: in dit geval ligt de dominante opstijgrichting over Fort 3, met een vertrek aan de zijde van Groenenhoek. De hinder beperkt zich echter niet tot de wijk Groenenhoek, maar spreidt zich uit over de hele west-zuidwestzijde van de luchthaven en is de hinder ook aanwezig ten noorden van het terrein.

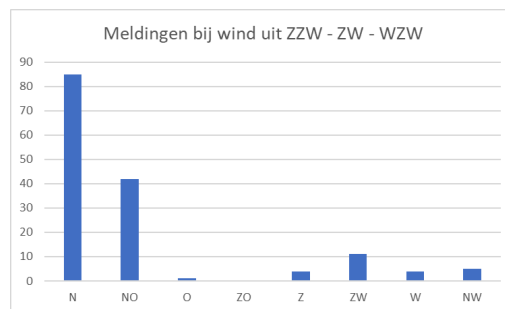
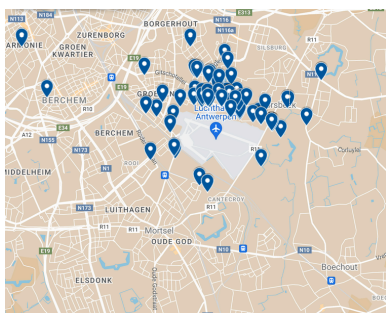
Bij wind uit het derde kwadrant concentreerden de hindermeldingen (19% van het totaal) zich opnieuw overwegend ten noorden en ten westen van het terrein. Bij wind uit het vierde kwadrant werd aan alle zijden van de luchthaven hinder gemeld.

Het mag duidelijk blijken dat geen enkele wijk rondom de luchthaven gespaard blijft van hinder door kerosinegeur. Het merendeel van de meldingen komt weliswaar uit de directe omgeving rondom de luchthaven, maar een aanzienlijk aantal komt van verder weg: ook Oud-Berchem, het ringfietspad en de Mortsele wijk Steenakker blijven niet gespaard.

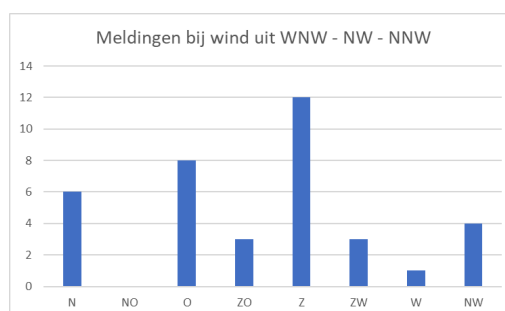
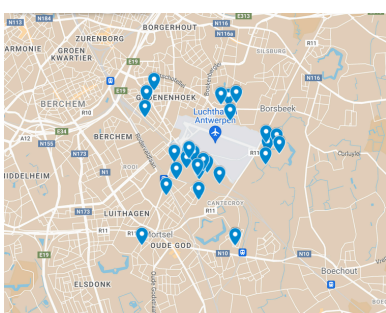
Tabel 8 toont de hoeveelheid meldingen en geografische locaties waar de hinder werd waargenomen bij wind uit de vier kwadranten.



Meldingen bij wind uit ZZW - ZW - WZW



Meldingen bij wind uit WNW - NW - NNW



Tabel 8: Meldlocaties naargelang windrichting

VASTSTELLING 3: PC24 en Cessna Citation zijn sterk vertegenwoordigd in de meldingen.

De meldingen van geurhinder konden in vrijwel alle gevallen in verband gebracht worden met de activiteit van concrete toestellen. Vaak ging dat zeer duidelijk om één bepaald vliegtuig. Soms waren er echter verschillende toestellen tegelijkertijd of zeer kort na elkaar actief. Per melding van geurhinder werden zo maximaal 3 toestellen geregistreerd, in een rangorde van 1 tot 3²¹. Tabel 9, kolom 4 geeft het overzicht van de meest voorkomende toestellen in rang 1. Tabel 9, kolom 5 geeft het overzicht van de meest voorkomende toestellen in zowel rang 1, 2 als 3. De top 3 blijft identiek²², daarna zijn er wat verschuivingen maar uiteindelijk staan dezelfde toestellen in de top 15.

In beide overzichten bevinden zich zowel grote toestellen (bv. de Embraer E295 van TUI en zware privéjets zoals Bombardiërs) als kleine vliegtuigjes ('light' jets of opleidingsvliegtuigen). De lijst vertoont overigens sterke gelijkenissen met de top-10 privéjets die aanwezig zijn in Antwerpen [2].

Opvallend zijn de vele 'light' jets in de lijst. In de recent verleende omgevingsvergunning en het daartoe uitgevoerde 'geuronderzoek', stelt de minister echter: 'Er werd geen geur waargenomen afkomstig van activiteiten van de kleinere vliegtuigen. Tijdens het opwarmen en vertrekken van grotere vliegtuigen (lijnvlucht of jets) kon de kerosinegeur wel in de omgeving waargenomen worden [...]'[14]. Deze bewering is dus volledig onterecht, zo blijkt uit ons onderzoek.

²¹ De hoogste rang werd toegekend aan toestellen die al vaker geurhinder hadden veroorzaakt (ook als enige 'aanwezige') en/of die het dichtst het tijdstip van de melding benaderden.

²² De groene markering geeft aan welke toestellen exact dezelfde positie innemen in beide overzichten.

	Model	Type	Aantal waarnemingen Rang 1	Aantal waarnemingen Rang 1, 2 en 3
1.	C510	Cessna Citation Mustang, Very light jet, 4 seats	45	54
2.	PC24	Pilatus PC24, light business jet, 10 seats	37	44
3.	C56	Cessna Citation, business jet, 8 seats	25	32
4.	E295	Embraer E-jet airliner, up to 132 seats	19	23
5.	DA40	Diamond Star, light aircraft, 4 seats	18	19
6.	C25	Cessna Citation, light business jet, 4-5 seats	17	19
7.	C68	Cessna Citation Sovereign/Latitude, business jet, 12 seats	17	20
8.	PC12	Pilatus PC12, Turboprop, 9 seats	17	22
9.	F900	Dassault Falcon, corporate jet, 19 seats	15	15
10.	BE20	Beechcraft Super King Air, Turboprop, 9 seats	10	10
11.	E550	Embraer Legacy, mid-size business jet, 12 seats	10	12
12.	GLEX	Bombardier Global, long-range business jet, 8-19 seats	10	10
13.	C212	Casa Aviocar, medium cargo aircraft, up to 28 seats	9	10
14.	SLG2	Sonaca, training aircraft, 2 seats	9	9
15.	E55P	Embraer Phenom, light business jet, up to 9 seats	8	9

Tabel 9: Meest frequent waargenomen toestellen

VASTSTELLING 4: Het aantal gehinderden wordt zwaar onderschat.

Het aantal gehinderden, alsook de straal waarin geurhinder wordt waargenomen, wordt door de luchthaven en de vergunnende overheid duidelijk zwaar onderschat. In totaal ontvingen we meldingen van 122 unieke e-mailadressen. Het feit dat de luchthaven in haar communicatie systematisch spreekt over ‘enkele veelmelders die klacht indienen’ is bijgevolg misleidend en leidt het verkeerdelijk tot de conclusie dat er geen hinder zou zijn. In feite bewijst het enkel dat de klachtenprocedure op de website van de luchthaven te omslachtig is, en dat een toegankelijke meldingspagina een veel beter beeld schept van het aantal gehinderden. Bovendien werd de meldingscampagne van Vliegerplein uitsluitend gedeeld

via de kanalen van het Burgerplatform, en zou een bredere bewustmakingsactie bij omwonenden naar alle waarschijnlijkheid nog meer betrokkenheid genereren.

Ook de straal waarin de hinder wordt waargenomen reikt beduidend verder dan de zogenaamde 'maximale geurwaarneembaarheidsafstand ten opzichte van de luchthaven van circa 200 meter'. Fig. 8 toont aan dat kerosinegeur veelvuldig wordt waargenomen in een straal van 1 kilometer, gemeten vanaf de uiteinden van de startbaan, en herhaalde keren ook daarbuiten.

4.2. Metingen

4.2.1. Opzet en locatie

Zoals vermeld in [3.1.](#), komen bij de verbranding van vliegtuigbrandstof verschillende vervuilende stoffen vrij die een risico vormen voor de volksgezondheid. Voor Antwerp Airport werden deze stoffen nog nooit in kaart gebracht. Dat gebeurde wél al voor Zaventem. Verscheidene studies van VITO (waaronder [34]) toonden aan dat in de omgeving van Brussels Airport de concentraties ultrafijnstof (UFP) verhoogd zijn als gevolg van de luchthavenactiviteiten. De hoogste piekconcentraties doen zich voor op het luchthaventerrein aan de kop van de start- en landingsbanen. Naarmate de afstand tot het luchthaventerrein toeneemt, neemt de concentratie ultrafijnstof af. De meetresultaten van deze studie bevestigen de resultaten van de eerdere studies en liggen in lijn met deze van andere luchthavens.

Antwerpen is uiteraard Zaventem niet, maar ook bij kleinere luchthavens zoals die van Maastricht en Rotterdam²³ werden recent metingen uitgevoerd. In het gehucht Schietcoven, gelegen op enkele honderden meters van de luchthaven, treden regelmatig pieken op van 200.000 deeltjes/cm³. Er werden zelfs concentraties gemeten van 800.000 deeltjes/cm³. In Rotterdam stond het meetstation verder van de startbaan (ongeveer een kilometer), maar toch werden ook daar nog pieken tot 83.000 deeltjes/cm³ geregistreerd [35].

Qua hoeveelheid vliegverkeer bevindt Antwerpen zich tussen Maastricht en Rotterdam, wat doet vermoeden dat ook hier hoge concentraties ultrafijnstof aanwezig zijn. Om hier meer inzicht in te krijgen, besloten we zelf een kleinschalige meting te organiseren.

Ultrafijne stofdeeltjes meten is echter geen sinecure, en vooral heel duur. Dankzij de steun van het Fonds Gezonde Lucht [36] en de medewerking van Greenpeace België, konden we gedurende drie maanden metingen uitvoeren met drie verschillende sensoren. Omdat de sensoren allemaal een ander segment pollutanten meten, kozen we ervoor om ze op één meetlocatie te plaatsen. Zo streefden we ernaar een breed overzicht te krijgen van de aanwezige stoffen.

Voor het meten van fijnstof en ultrafijnstof en fijnstof maakten we gebruik van twee sensoren van de Nederlandse gespecialiseerde firma Sensornet:

- 1) De PurpleAir meet deeltjes in de formaten van 0.3 tot 1.0 µm, 1.0 tot 2.5 µm en 2.5 tot 10 µm. De fijnstofconcentratie wordt in aantallen deeltjes per kubieke centimeter (n/cm³) weergegeven. Daarnaast registreert de sensor ook de massa van deze deeltjes (PM1, PM2.5 en PM10), weergegeven in µg/m³.
- 2) De Aerasense NanoTracer van Philips detecteert ultrafijne stofdeeltjes (0.01 tot 0.3 µm). De fijnstofconcentratie wordt weergegeven in aantal deeltjes per kubieke centimeter (UFP/cm³).

²³ [Maastricht](#) (ICAO-code: EHBK) meldt op haar website 13.835 vliegbewegingen per jaar, [Rotterdam](#) (ICAO-code: EHRD) 56.480 vliegbewegingen (voor 2023), [Antwerpen](#) (ICAO-code: EBAW) 37.415.

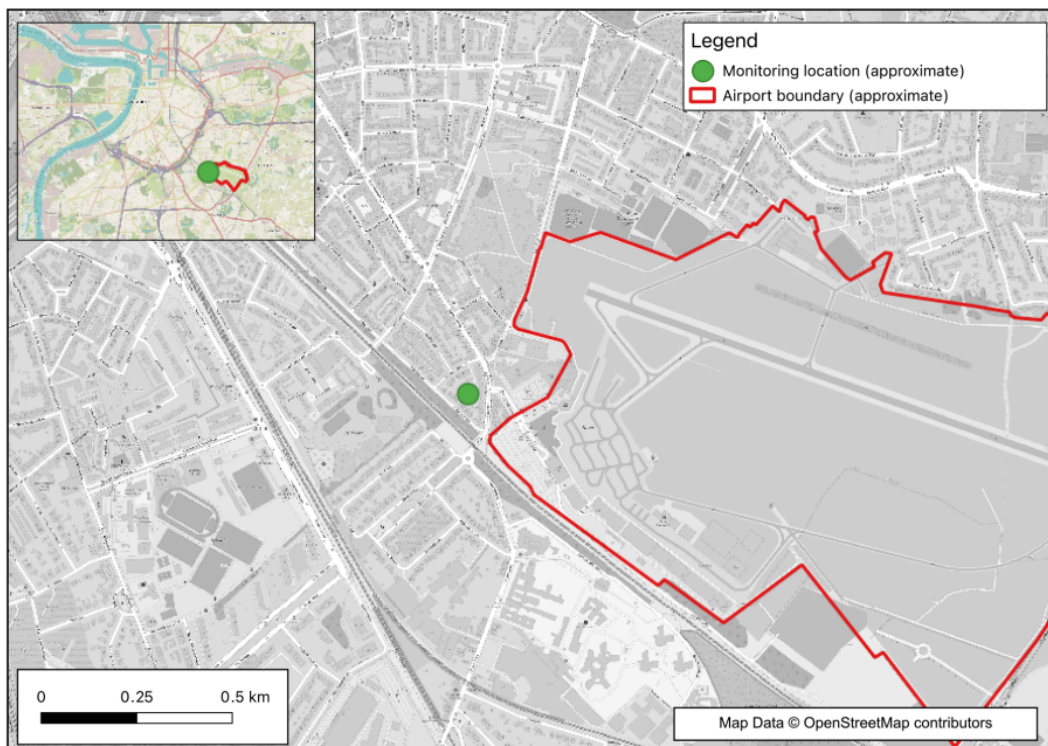
Voor het meten van een breder spectrum aan pollutanten maakten we gebruik van een AQMesh-pod die ons ter beschikking werd gesteld door Greenpeace:

- 3) De AQMesh meet NO₂, CO, SO₂, PM₁, PM_{2.5} weergegeven in µg/m³, alsook Total Particle Count (TPC; in deeltjes/m³) en Total Volatile Organic Compounds (TVOC; in ppb; parts per billion).

De drie sensoren werden, na kalibratie, geïnstalleerd aan een woonhuis in de Saffierstraat gedurende de maanden juni, juli, augustus en september 2024²⁴. Het woonhuis bevindt zich ongeveer 450 meter ten zuidwesten van het westelijke uiteinde van de startbaan en 300 à 400 meter ten westen van de apron (vliegtuigparking) en westelijke taxiweg.

Fig. 9 toont de ligging van de meetlocatie ten opzichte van de luchthaven. Antwerp Airport ligt 5 km ten zuidoosten van het stadscentrum. In de omgeving van de luchthaven bevinden zich woonwijken met scholen en zorgcentra, recreatie- en sportvoorzieningen, winkels en KMO-gebieden. De nabijgelegen spoorweg bedient voornamelijk elektrische treinen en is waarschijnlijk geen significante bron van luchtvervuiling.

De luchtkwaliteitswaarnemingen van AQMesh en de Aerasense NanoTracer werden door de Greenpeace Research Laboratories geanalyseerd in combinatie met meteorologische gegevens gemeten op de Luchthaven Antwerpen en beschikbaar gesteld als onderdeel van de Global Hourly Integrated Surface Database (ISD) van de National Centres for Environmental Information (NCEI)²⁵.



Figuur 9: Locatie sensoren t.o.v. vliegveld

²⁴ De AQMesh sensor was actief van 16 mei 2024 t.e.m. 21 november 2024. De toestellen van Sensornet waren actief van 28 juni t.e.m. 10 oktober 2024.

²⁵ NCEI (2024) Global Hourly Integrated Surface Database (ISD).

<https://www.ncei.noaa.gov/products/land-based-station/integrated-surface-database> [Accessed 17/12/2024]

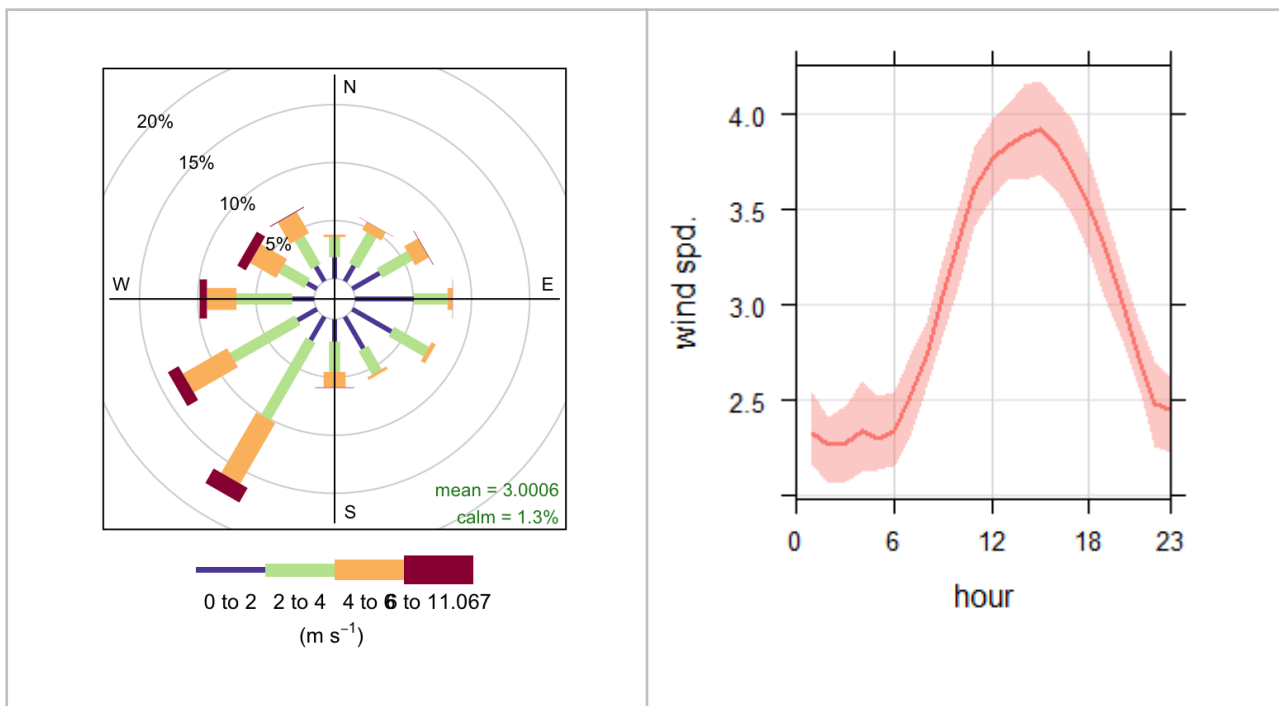
Gezien de kleinschaligheid van dit onderzoek ging onze voorkeur uit naar een locatie in een woonwijk, op relatief korte afstand van de apron (vliegtuigparking) en de startbaan. Meerdere meetlocaties zouden natuurlijk wenselijk zijn maar vielen niet binnen ons budget.

4.2.2. Meteorologische analyse

Analyse van de concentraties van verschillende pollutanten in combinatie met windomstandigheden kan een indicatie geven van de locatie van emissiebronnen ten opzichte van het meetstation. Wanneer bijvoorbeeld hoge NO₂-concentraties systematisch samenvallen met de windrichting uit het westen, kan dit erop wijzen dat een emissiebron zich ten westen van de meetlocatie bevindt.

Ten opzichte van AQMesh meetlocatie bevindt Antwerp Airport zich in het oosten (het luchthavengebouw, de apron en de landingsbaan), noordoosten (landingsbaan en omliggende gebouwen) en zuidoosten (het luchthavengebouw, de hangars en de parking). Het grootste deel van de Antwerpse binnenstad bevindt zich ten noordwesten, noorden en oosten van de meetlocatie, hoewel er in alle richtingen bebouwde gebieden en belangrijke wegen zijn. Gegevens van het Europees Portaal voor Industriële Emissies voor 2022²⁶ geven aan dat er 5 km ten noordwesten een grote cluster van industriële faciliteiten ligt (Port of Antwerp) die emissies van VOS, SO₂, NO₂ en andere luchtverontreinigende stoffen rapporteren.

Tijdens de monitoringperiode waaide de wind uit alle windrichtingen, maar kwam ze het vaakst uit het zuidwesten (Tabel 10). Emissiebronnen in het zuidwesten kunnen daarom een grotere bijdrage leveren aan de totale luchtverontreiniging op de meetlocatie, zelfs als de hoogste waargenomen concentraties samenhangen met andere windrichtingen.



Tabel 10: Winddata van 16 mei - 21 november 2024 op Antwerp Airport. Links: Frequentie van windrichting en -snelheid. Rechts: Gemiddelde windsnelheid per uur van de dag en 95% betrouwbaarheidsinterval.

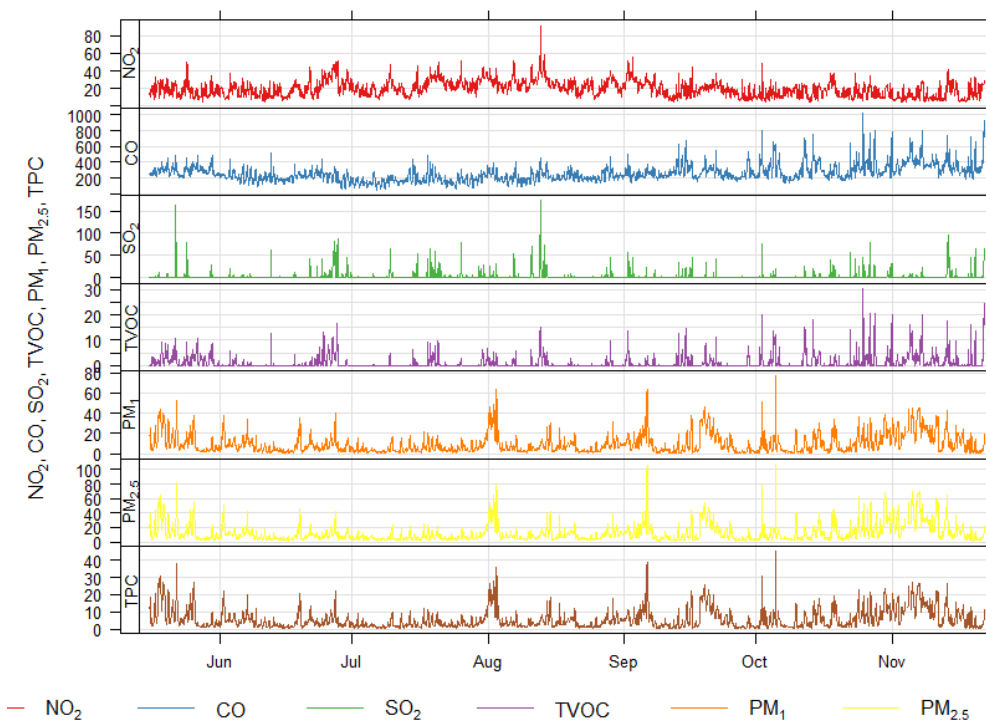
²⁶ European Environment Agency (2024). European Industrial Emissions Portal. <https://industry.eea.europa.eu/explore/explore-data-map/map> [Accessed 17/12/2024]

4.2.3. Algemene statistiek van de meetperiode

Tabel 11 en Fig. 12 tonen de resultaten van de gehele meetperiode (tussen 16 mei en 21 november 2024). Zoals verwacht, liggen de gemiddelde waarden en dagelijkse maximumwaarden binnen de huidige normen van de Europese Unie en de richtlijnen van de Wereldgezondheidsorganisatie voor luchtkwaliteit over vergelijkbare periodes (zie Bijlage 2). De minimale en maximale uurconcentraties wijzen echter op een aanzienlijke variabiliteit.

Pollutant	Units	Mean	Min	Max	Median	Max daily	Rolling 8-hour max
CO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	253.0	46.8	1021.5	233.6	505.7	887.2
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	19.6	4.4	91.6	19.2	42.8	61.4
PM ₁	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	9.4	0.5	76.7	6.05.5	33.8	59.7
PM _{2.5}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	12.3	1.5	107.9	7.87.0	52.3	98.5
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.6	<5	172.7	0.0	37.0	88.2
TPC	count/m ³	5.6	0.3	44.9	3.5	21.6	36.0
TVOC	ppb	<10	<10	30.5	<10	<10	23.0

Tabel 11: Samenvatting van uurgemiddelde luchtkwaliteitswaarnemingen voor de periode 16 mei - 21 november 2024



Figuur 10: Waargenomen uurconcentraties van alle gemeten soorten tussen 16 mei en 21 november 2024. Alle concentraties worden gerapporteerd in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, behalve Total Particle Count (TPC) die wordt gerapporteerd in aantal/m³ en Total Volatile Compounds (TVOC) die wordt gerapporteerd in ppb.

4.2.4. Resultaten NO₂, CO, SO₂, TPC, PM₁, PM_{2.5} en TVOC

Leeswijzer

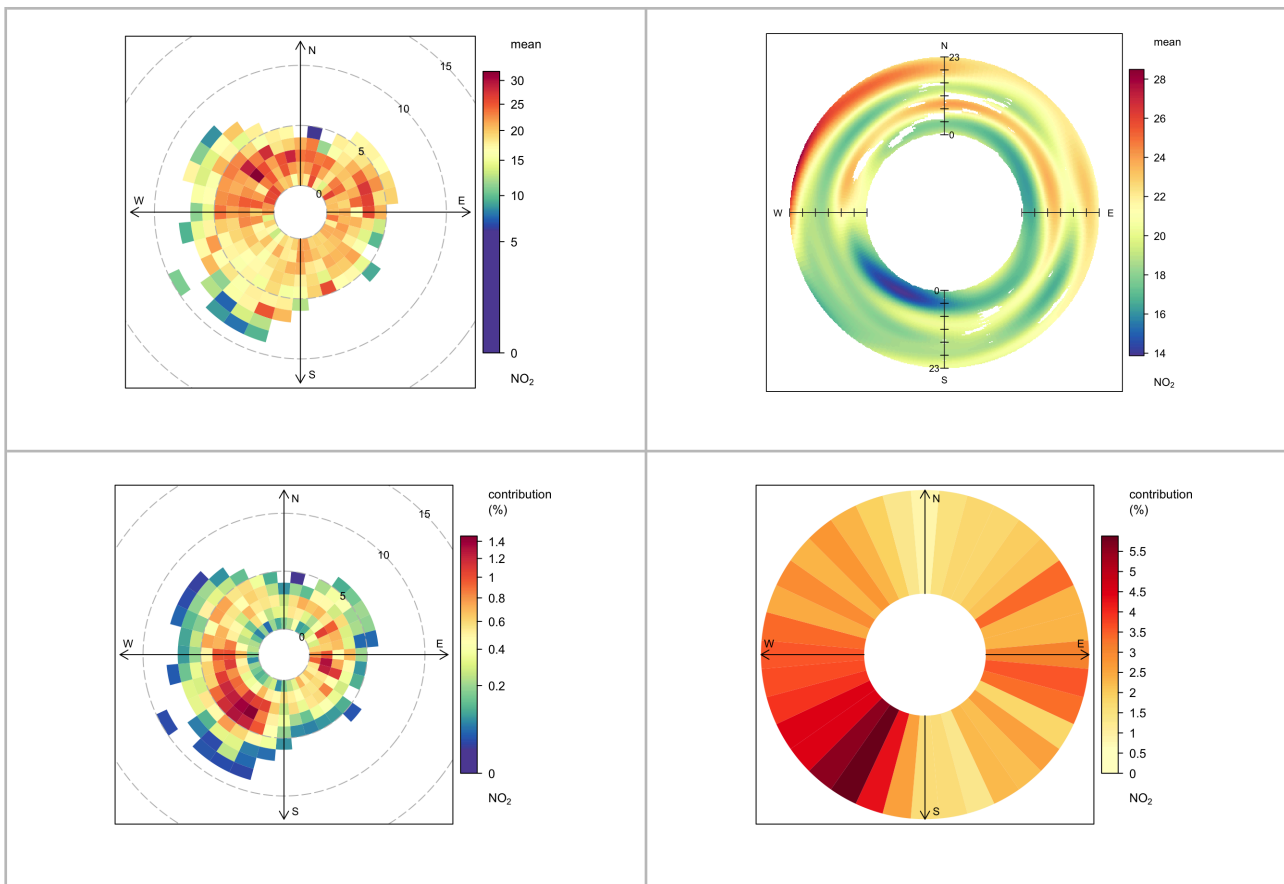
De concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) van de betreffende stoffen worden hieronder telkens gepresenteerd in vier diagrammen:

- **Diagram linksboven:** concentratie van de stof (hoe donkerder het vlakje, hoe hoger de concentratie) in relatie tot windsnelheid (m/s; zie beaufortcirkels) en -richting.
 - ◆ Een donkerrood vlakje in het noordwesten op de 5 beaufortcirkel betekent bijvoorbeeld een hoge concentratie van de stof bij wind komende uit het noordwesten bij het windsnelheid van 5 beaufort. Een licht vlakje toont een lage concentratie.
- **Diagram rechtsboven:** concentratie van de stof (hoe donkerder het vlakje, hoe hoger de concentratie) in relatie tot windrichting en tijdstip. De binnenkant van de ring is middernacht, het midden van de ring is 's middags, de buitenkant van de ring is de avond naar de volgende middernacht.
 - ◆ Een blauwgroene kleur aan de binnenkant van de cirkel, gevolgd door een oranje band, een groene band en opnieuw een oranje band duidt op lage concentraties 's nachts en in de vroege ochtend, gevolgd door hogere concentraties in de voormiddag (bv. Door de ochtendspits), een luwe periode 's middags, en weer hogere concentraties tegen de avond (bv. Door de avondspits).
- **Diagram linksonder:** bijdrage van windsnelheid- en richting aan de pollutielaast op de meetlocatie. De pollutielaast is de totale verontreiniging die op een plaats gemeten wordt.
 - ◆ Een donkerrood vlakje in het zuidwesten duidt op een hoge bijdrage aan de totale verontreiniging op de meetlocatie van zuidwestenwind bij een bepaalde windsnelheid (aangegeven op de beaufortcirkels). Een licht vlakje toont een lage bijdrage.
- **Diagram rechtsonder:** bijdrage van elke windrichtingssector aan de pollutielaast op de meetlocatie.
 - ◆ Een donkere spie wijst op een hoge bijdrage aan de totale verontreiniging op de meetlocatie van wind komende uit een bepaalde richting. Een lichte spie wijst op een lage bijdrage.

Met betrekking tot de onderste twee diagrammen dient opgemerkt te worden dat wind uit het zuidwesten vrijwel altijd de hoogste bijdrage levert tot de totale verontreiniging op de meetlocatie. Dat heeft simpelweg te maken met de dominantie van zuidwestenwind over de gehele meetperiode (zie 4.2.2. Meteorologische analyse). Ondanks het relatief weinig voorkomen van winden uit het oosten, zullen we zien dat deze voor een aantal stoffen toch een significante bijdrage leveren tot de totale pollutielaast.

NO₂-concentraties

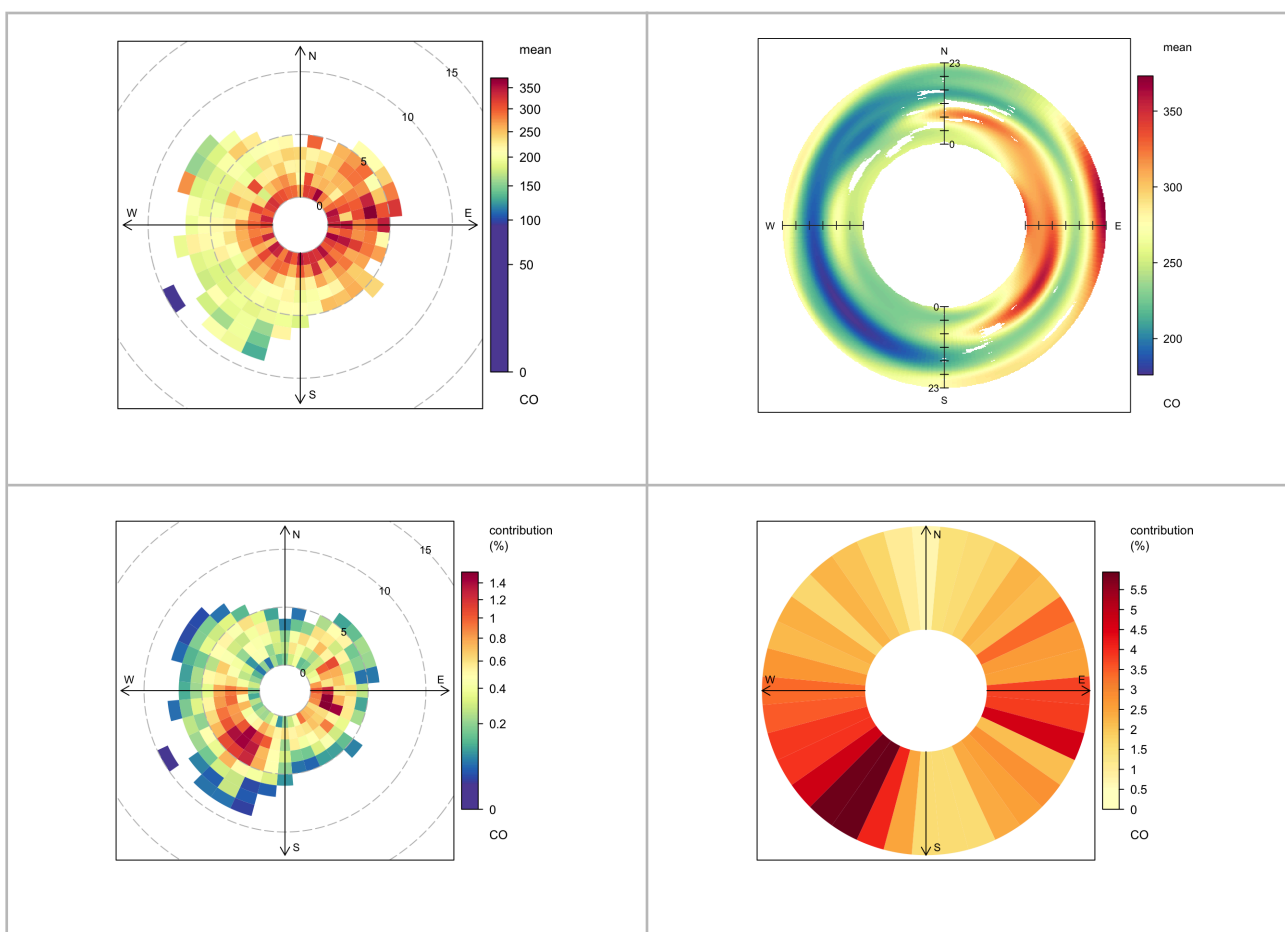
- Het diagram linksboven toont voornamelijk donkere vlakjes in het noorden en noordwesten. Dat betekent dat de hoogste NO₂-concentraties op onze meetlocatie werden waargenomen wanneer de wind uit die richting kwam. Dat is de richting waar zich de haven van Antwerpen bevindt.
- Het diagram rechtsboven toont alle meetwaarden in het verloop van de dag. De binnencirkel geeft de waarden voor middernacht en de vroege ochtend. Daar zien we een blauwgroene band met lage waarden. Vervolgens zien we eerst een oranje band (halverwege de ochtend, hogere concentraties) en dan weer een groene (namiddag, lagere concentraties). De donkerrode band aan de buitenrand van de cirkel toont dat de concentraties het hoogst waren tussen 22.00 u. en 23.00 u. bij wind uit het noordwesten. Hogere nachtconcentraties kunnen het gevolg zijn van een dunnere luchtgrenslaag, minder atmosferische turbulentie 's nachts en hogere windsnelheden overdag.
- Het diagram linksonder toont alle NO₂-vervuiling die gedurende de meetperiode arriveerde op onze meetlocatie. We zien veel donkerrode vlakjes in het zuidwesten, bij windsnelheden van 3, 4 en 5 beaufort. Deze zuidwestenwinden leverden dus de grootste bijdrage aan de NO₂-pollutielaast. Dat is niet verwonderlijk, want de windrichting die over de hele meetperiode het meest voorkwam, was zuidwestenwind. Het is dan ook logisch dat deze windrichting sterk bijdraagt tot de totale pollutielaast.
- Het diagram rechtsonder is vergelijkbaar met het diagram linksonder, maar focust op de windrichting (niet de windsnelheden). We zien opnieuw een duidelijke bijdrage van zuidwestenwinden aan de totale NO₂-pollutielaast.



Tabel 12: Waargenomen NO₂-concentraties (µg/m³) in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens.

CO-concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

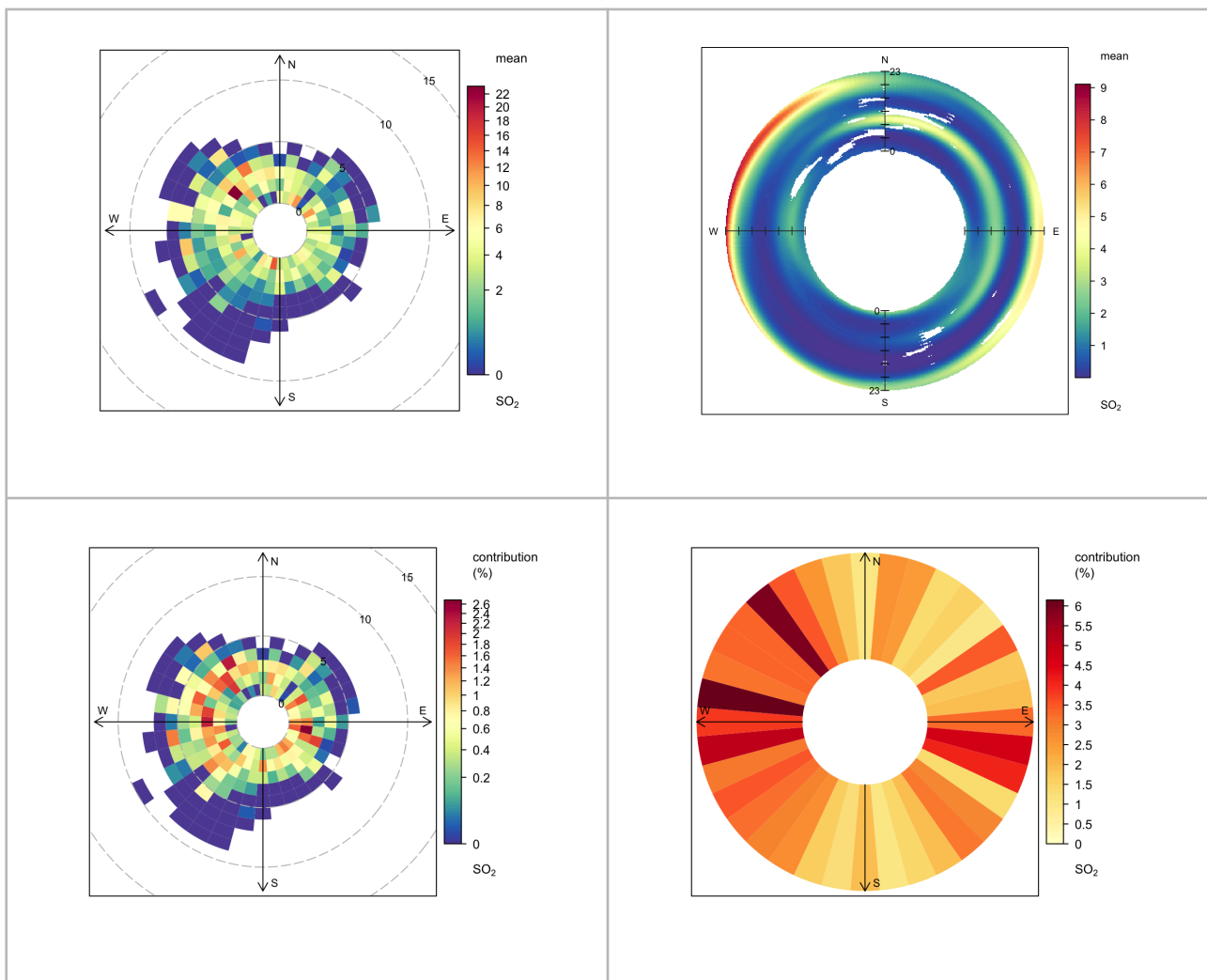
- Het diagram linksboven toont de meeste rode vlakjes in het oosten. Dat betekent dat de hoogste CO-concentraties op onze meetlocatie werden geregistreerd wanneer de wind uit het oosten waaide. Dat is de richting waar Antwerp Airport zich bevindt. Bovendien zien we een quasi volledige cirkel van rode vlakjes in het midden. Dat betekent dat er hoge CO-concentraties werden gemeten bij lage windsnelheden uit alle windrichtingen. Dit wijst op lokale bronnen zoals wegverkeer en, in het geval van oostenwind, luchthavenactiviteiten.
- Het diagram rechtsboven toont alle meetwaarden in het verloop van de dag. De donkerrode banden aan de binnenkant (middernacht tot 's middags) en aan de buitenkant van de cirkel (na 22.00 u.) geven aan dat CO-concentraties het hoogst waren op tijdstippen vanaf laat in de avond tot laat in de ochtend.
- Het diagram linksonder toont alle CO-vervuiling die gedurende de meetperiode arriveerde op onze meetlocatie. We zien veel donkerrode vlakjes in het zuidwesten, wat betekent dat zuidwestenwinden het sterkst bijdragen aan de CO-pollutielaast. Dat is niet verwonderlijk, want zuidwestenwind kwam gewoonweg het vaakst voor tijdens de meetperiode. Het is dan ook logisch dat deze windrichting sterk bijdraagt tot de totale pollutielaast.
- Het diagram rechtsonder focust op de windrichting. We zien opnieuw een grote bijdrage van zuidwestenwinden aan de totale CO-pollutielaast, door de hoge frequentie van wind uit deze richting. Opvallend zijn echter ook de rode vlakken in het oosten. Hieruit leiden we af dat, ondanks het feit dat oostenwind minder frequent voorkomt, ook deze windsector een grote bijdrage levert aan de totale waargenomen CO-belasting.



Tabel 13: Waargenomen CO-concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens

SO₂ concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Het diagram linksboven toont vooral rode vlakjes in het noordwesten. Dat betekent dat de hoogste SO₂-concentraties op onze meetlocatie werden waargenomen wanneer de wind uit die richting kwam. Dat is de richting waar zich de haven van Antwerpen bevindt.
- Het diagram rechtsboven toont alle meetwaarden in het verloop van de dag. De binnencirkel geeft de waarden voor middernacht en de vroege ochtend, de buitenkant toont waarden voor de namiddag en avond. Net als bij NO₂ zien we een donkerrode band aan de buitenrand van de cirkel. Die geeft aan dat de concentraties het hoogst waren tussen 22.00 u. en 23.00 u.
- Het diagram linksonder toont alle SO₂-vervuiling die gedurende de meetperiode arriveerde op onze meetlocatie. We zien rode vlakjes in het westen en noordwesten. Deze windrichtingen leverden dus de grootste bijdrage aan de SO₂-belasting op de meetlocatie.
- Het diagram rechtsonder is vergelijkbaar met het diagram linksonder, maar focust op de windrichting (niet de windsnelheden). Het toont aan dat, naast de hogere concentraties die op deze momenten werden gemeten, ook de hoge frequentie van wind uit deze richting bijdroeg tot de totale vervuilinglast op de meetlocatie.



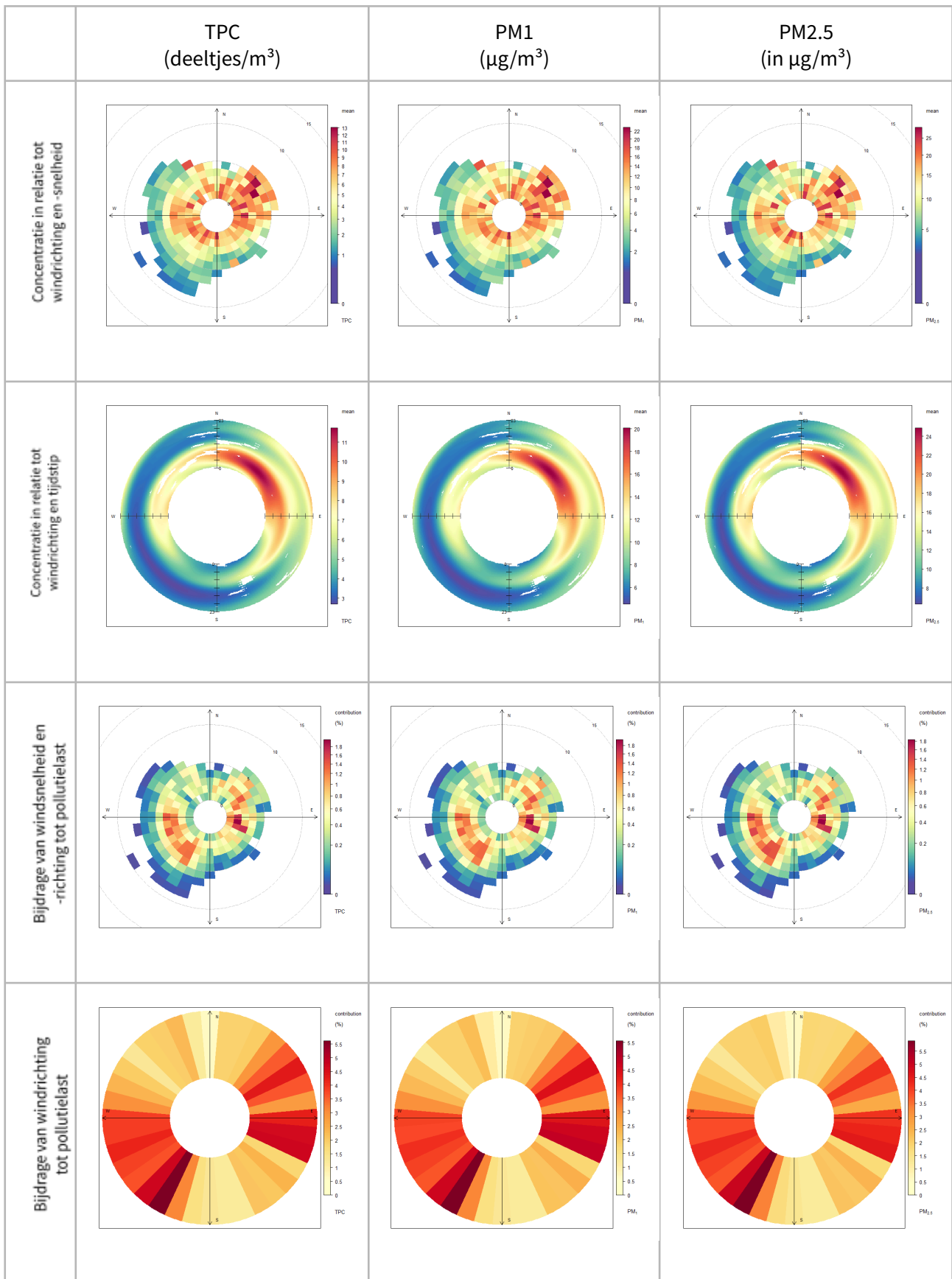
Tabel 14: Waargenomen SO₂-concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens

Fijnstof: Total Particle Count (TPC), PM1 en PM2.5

Fijnstofconcentraties kunnen op twee manieren weergegeven worden: door te verwijzen naar het getelde aantal stofdeeltjes per volume (Total Particle Count, TPC) of door te verwijzen naar de massa per volume (in dit geval microgram per kubieke meter $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De AQMesh-sensor meet op beide manieren. De resultaten van de metingen worden hieronder beschreven.

- De diagrammen in de eerste rij tonen voornamelijk rode vlakjes in het noordoosten. Dat betekent dat zowel de hoogste deeltjesaantallen, de hoogste PM1-concentraties en de hoogste PM2.5-concentraties die we tijdens de meetperiode registreerden, voorkwamen wanneer de wind uit het noordoosten waaide. In deze richting bevindt zich Antwerp Airport.
- De diagrammen in de tweede rij tonen de meetwaarden in het verloop van de dag, waarbij de binnenkant van de cirkel middernacht tot de middag aangeeft en de buitenkant van de cirkel de namiddag en avond. De rode band in het noordoosten geeft aan dat zowel de deeltjesaantallen als de PM1- en PM2.5-concentraties het hoogst waren tijdens de eerste helft van de dag. Lagere concentraties tijdens de namiddag vallen samen met hogere windsnelheden op dat moment.
- De diagrammen in de derde rij tonen telkens hoe de totale pollutielast van de stof op onze meetlocatie verdeeld is over de windrichtingen en -snelheden. De rode vlakjes in het zuidwesten tonen dat deze windrichting de grootste bijdrage leverde aan de pollutielast van TPC, PM1 en PM2.5 op onze meetlocatie. Dat is niet verwonderlijk, want zuidwestenwind is de windrichting die over de hele meetperiode het meest voorkwam. Het is dan ook logisch dat deze windrichting sterk bijdraagt tot de totale pollutielast. Een opmerkelijke vaststelling is hier echter dat oostenwinden, hoewel die veel minder frequent waren, ook een grote bijdrage leverden aan de totaal waargenomen TPC, PM1- en PM2.5-belasting. Dit betekent dat er bij oostenwind hoge waarden werden gemeten, en wijst op de aanwezigheid van een vervuiliingsbron ten oosten van de meetlocatie.
- De diagrammen op de vierde rij zijn weer vergelijkbaar met die op de derde rij maar focussen alleen op de windsectoren (niet de -snelheden) die verantwoordelijk waren voor de pollutielast op de meetlocatie. We zien zeer duidelijk drie keer hetzelfde patroon, waarin duidelijk de sterke bijdrage van zuidwestenwinden zichtbaar is (vanwege de hoge frequentie van deze winden) maar ook, opvallend, een hoge bijdrage van oostenwinden tot de totale pollutielast van TPC, PM1 en PM2.5 op de meetlocatie.

Over het algemeen zijn de waarnemingen van TPC, PM1 en PM2,5 nauw gecorreleerd, wat duidt op gemeenschappelijke invloeden op de dynamiek van deze soorten.

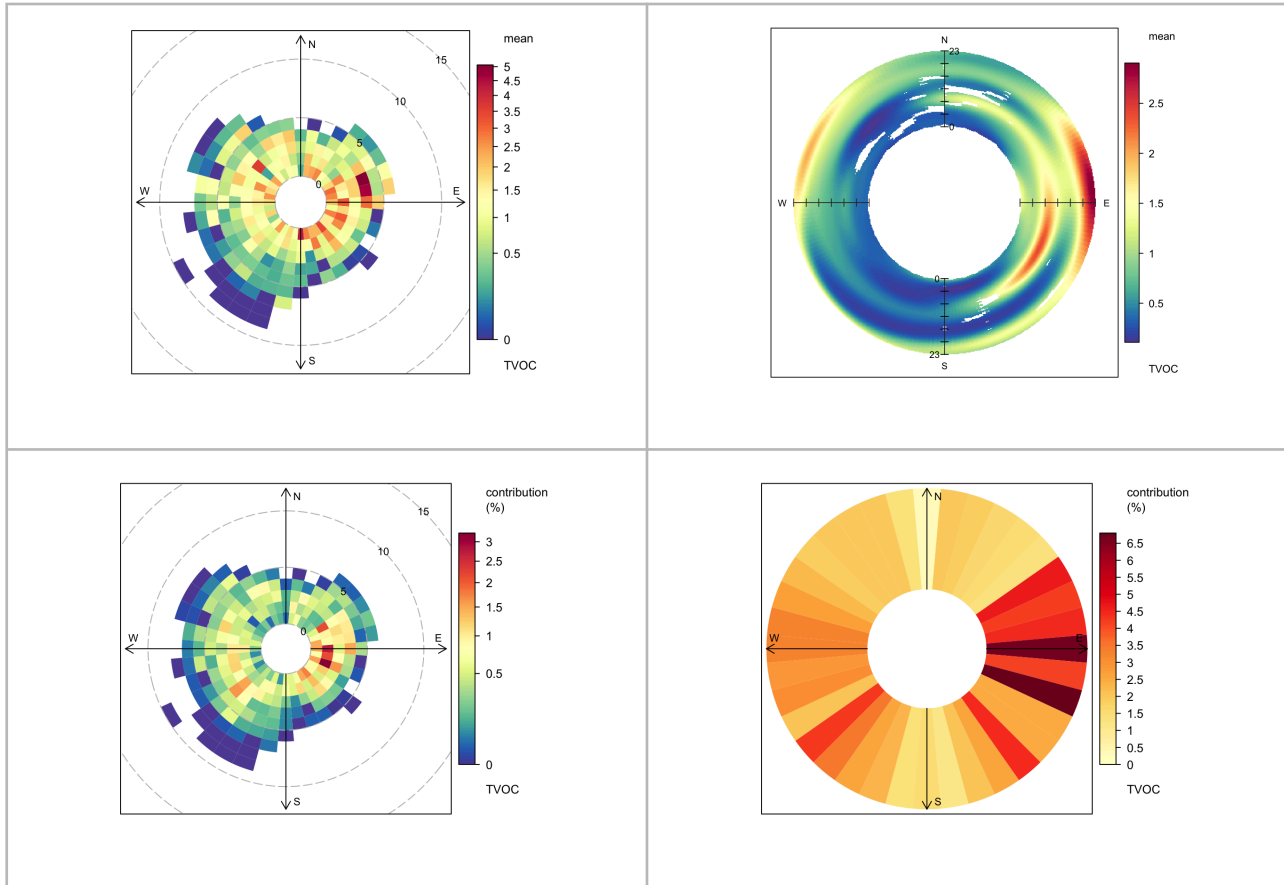


Tabel 15: Waargenomen TPC, PM1 en PM2.5-concentraties (µg/m³) in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens

TVOC-concentraties (Total Volatile Organic Compounds, in ppb)

Vluchtige organische stoffen, ook wel TVOC's genoemd, zijn een diverse groep organische chemicaliën die zowel in de binnen- als buitenlucht aanwezig zijn. Ze omvatten een breed spectrum van chemische stoffen, met zowel schadelijke als onschadelijke varianten, en spelen een belangrijke rol bij de beoordeling van de luchtkwaliteit. Schadelijke TVOC's omvatten verontreinigende stoffen zoals benzenen en formaldehyde. Deze komen ook vrij bij de verbranding van kerosine (zie Tabel 5) en worden beschouwd als 'zeer zorgwekkende stoffen'.

- Het diagram linksboven toont voornamelijk donkere vlakjes in het oosten. Dat betekent dat de hoogste TVOC-concentraties op onze meetlocatie werden waargenomen wanneer de wind uit het oosten waaide, dus vanuit de richting van Antwerp Airport.
- Het diagram rechtsboven toont alle meetwaarden in het verloop van de dag. De rode banden in het oosten geven aan dat de hoogste concentraties werden waargenomen tijdens de late ochtend (midden van de cirkel) en late avond (buitenkant van de cirkel).
- Het diagram linksonder toont alle TVOC-vervuiling die gedurende de meetperiode arriveerde op onze meetlocatie. Opvallend is hier dat oostenwinden de grootste bijdrage leverden aan de TVOC-belasting op de meetlocatie, en dit ondanks de hoge frequentie van zuidwestenwinden. De verklaring hiervoor ligt bij de hoge TVOC-concentraties die op dat moment werden gemeten.
- Het diagram rechtsonder is vergelijkbaar met het diagram linksonder, maar focust op de windrichting (niet de windsnelheden). We zien opnieuw zeer duidelijk dat de hoogste bijdrage aan de totale TVOC-pollutielast afkomstig is van oostenwinden, ondanks het feit dat dit niet de overheersende windrichting is.



Tabel 16: Waargenomen TVOC-concentraties (ppb) in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens

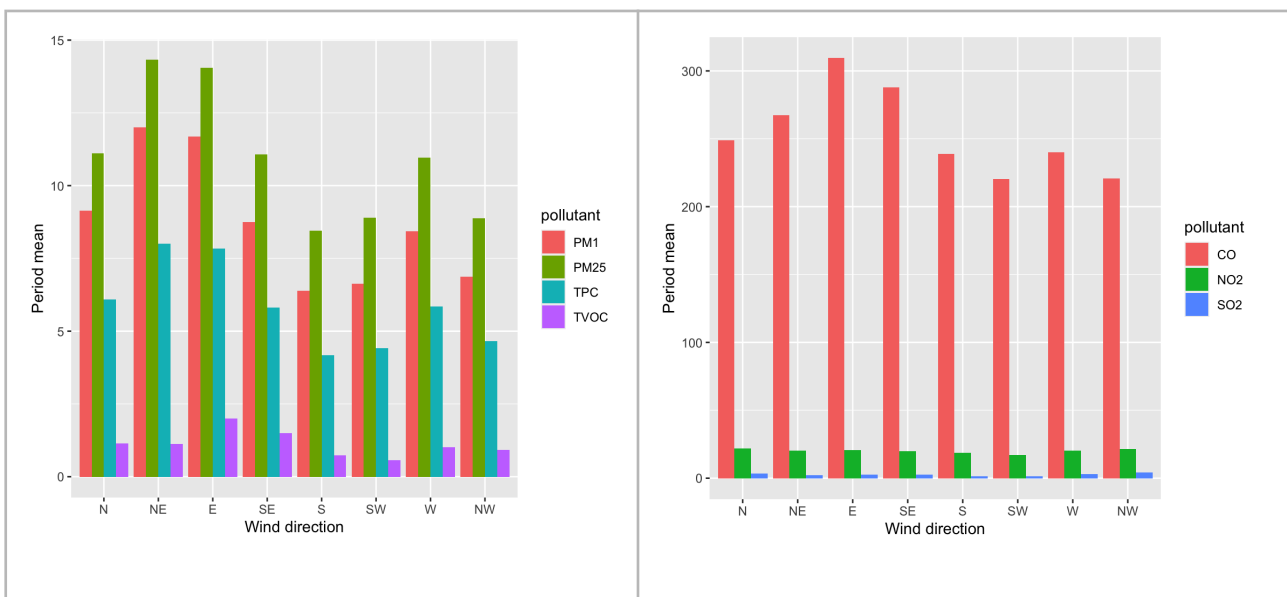
Resultaten gecorrigeerd naar windrichting

Onderstaande staafdiagrammen tonen de gemiddelde concentraties van elke pollutant per windrichting, zonder te kijken naar de frequentie waarmee deze windrichting voorkwam. Op die manier weegt de invloed van de overheersende zuidwestenwinden niet door in resultaten en krijgen we een beter zicht op de bijdrage die elke windrichting gemiddeld levert aan de pollutielast op onze meetlocatie.

Op het deeltjesdiagram links zien we dat de gemiddelde concentraties van PM1 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$), PM2.5 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en TVOC (in ppb) tijdens de monitoringperiode het hoogst waren wanneer de wind uit het oosten en noordoosten waaide. Dit is de richting van Antwerp Airport. Bij de aantallen fijnstofdeeltjes (TPC) nemen we hetzelfde patroon waar.

Het diagram met de verbrandingsgassen rechts toont dat ook de gemiddelde CO-concentraties het hoogst waren bij oostenwind. Dit wijst opnieuw in de richting van Antwerp Airport. Doordat CO een relatief korte levensduur heeft, kunnen we ervan uitgaan dat de concentraties vaak bepaald worden door nabijgelegen emissiebronnen. In dit geval kan dat wegverkeer of luchthavenactiviteit omvatten.

De gemiddelde NO₂- en SO₂-concentraties daarentegen waren het hoogst bij noordwestelijke winden. Dit wijst op het centrum van Antwerpen en het haven- en industriegebied ten noordwesten van de meetlocatie.



Tabel 17: Gemiddelde waargenomen concentraties van verontreinigende stoffen per windrichting (16 mei - 21 november 2024). Links: Deeltjeskaart (PM1, PM2.5, TPC) en tVOC. Rechts: Verbrandingsgassen (CO, NO₂, SO₂). Alle concentraties worden weergegeven in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, behalve Total Particle Count (TPC; in aantal/ m^3) en Total Volatile Compounds (TVOC; in ppb).

Conclusie NO₂, CO, SO₂, TPC, PM1, PM2.5 en tVOC

Hogere NO₂- en SO₂-waarnemingen werden geassocieerd met winden uit het noordwesten. Bronnen van NO₂ en SO₂ in deze richting zijn onder andere het centrum van Antwerpen en het industriegebied ten noordwesten van Antwerpen.

Wat de andere gemeten pollutanten (CO, tVOC en fijnstof) betreft, suggereren de waarnemingen dat bronnen in het oosten een belangrijke bijdrage leverden aan de totale pollutielast op de meetlocatie. Deze windrichting valt samen met de locatie van Antwerp Airport.

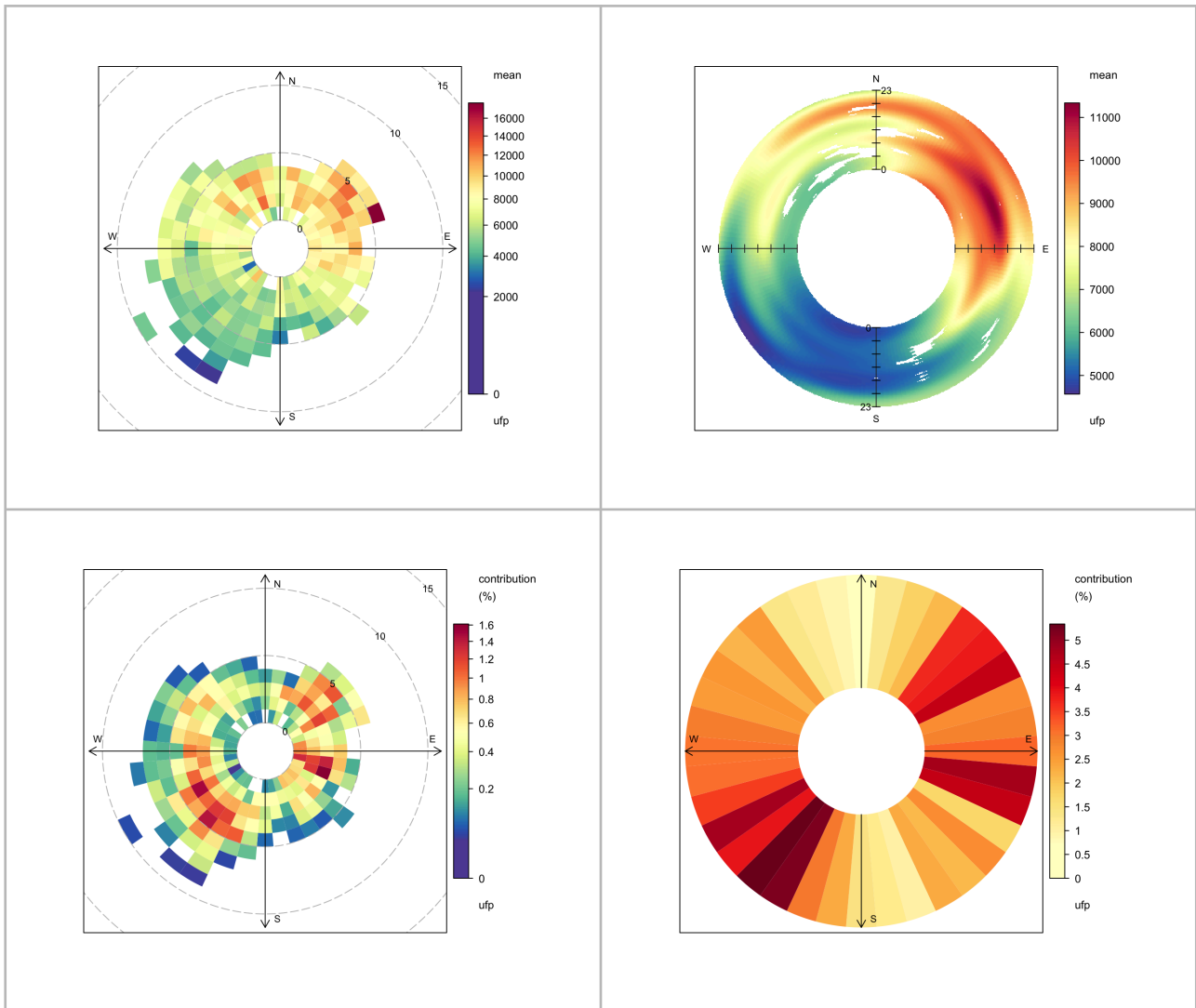
Oostenwinden werden geassocieerd met hoge deeltjesaantallen (TPC) en een grote bijdrage aan het totale aantal waargenomen deeltjes in het meetstation. Oostenwinden werden eveneens geassocieerd met hoge fijnstofconcentraties (PM1 en PM2.5) en een grote bijdrage aan de totale verontreiniging door fijnstof in het meetstation. Daarnaast werden oostenwinden geassocieerd met hoge tVOC-concentraties en een grote bijdrage aan de tVOC-pollutielast in het meetstation. De timing van de hoogste tVOC-waarnemingen verschilde echter van die van de hoogste fijnstofwaarnemingen²⁷.

4.2.5. Resultaten ultrafijnstof (ufp)

Algemene beoordeling

- Het diagram linksboven toont voornamelijk rode vlakjes in het noordoosten. Dat betekent dat de hoogste concentraties ultrafijnstof (kleiner dan 0.3 nm) op onze meetlocatie werden gemeten wanneer de wind uit het noordoosten en oosten waaide. Dat is de richting waar Antwerp Airport zich bevindt.
- Het diagram rechtsboven toont alle meetwaarden in het verloop van de dag. De binnenkant van de cirkel geeft de waarden voor middernacht en de vroege ochtend, de buitenkant geeft de waarden van 's middags tot de late avond. De rood-oranje vlek over de hele dikte van de cirkel geeft hier heel duidelijk weer dat de deeltjesaantallen fijnstof bij noordoostenwind gedurende de hele dag verhoogd waren.
- Het diagram linksonder toont alle ufp-vervuiling die gedurende de meetperiode arriveerde op onze meetlocatie. We zien veel donkerrode vlakjes in het zuidwesten, wat betekent dat deze zuidwestenwinden dus de grootste bijdrage aan de ufp-pollutielast leverden. Dat is niet verwonderlijk, want de windrichting die over de hele meetperiode het meest voorkwam, was zuidwestenwind. Het is dan ook logisch dat deze windrichting sterk bijdraagt tot de totale pollutielast. Daarnaast leverden ook oostenwinden een opvallend hoge bijdrage tot de totale ufp-pollutielast op de meetlocatie, en dit vanwege het hoge aantal deeltjes dat op deze tijdstippen gemeten werd.
- Het diagram rechtsonder is vergelijkbaar met het diagram linksonder, maar focust op de windrichting (niet de windsnelheden). We zien opnieuw een duidelijke bijdrage van zuidwestenwinden aan de totale ufp-pollutielast maar ook een duidelijke bijdrage van oostenwinden, en dit ondanks het feit dat deze oostenwinden relatief weinig voorkwamen tijdens onze meetperiode. Dit houdt in dat de concentraties ultrafijnstof die op dat ogenblik werden geregistreerd, erg hoog waren.

²⁷ Dit wijst er mogelijk op dat verschillende (luchthaven)activiteiten aan de bron liggen van deze vervuiling. Nader onderzoek kan daar duidelijkheid in brengen.



Tabel 18: Waargenomen ufp-concentraties (deeltjes/cm³) in relatie tot wind-, tijd- en frequentiegegevens

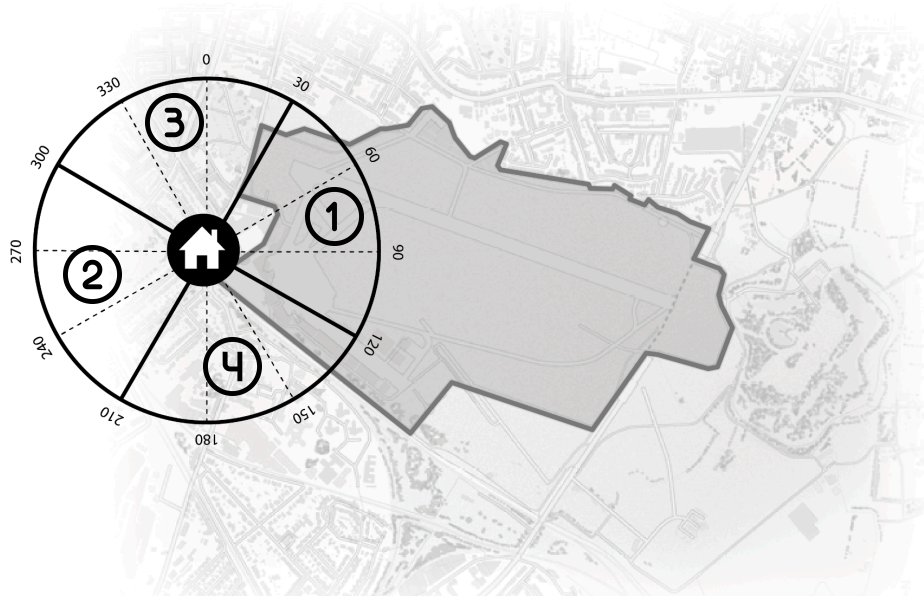
In wat volgt gaan we dieper in op de detailwaarden en ultrafijnstofpieken die werden geregistreerd op de meetlocatie.

VASTSTELLING 1: Frequentere pieken bij wind uit het oosten en noordoosten.

Zoals we hierboven al konden zien, waren op dagen met overwegend wind uit het oosten en noordoosten (d.i. pal in de richting van de sensor), de gemiddelde dagwaarden hoger dan op dagen met een andere overheersende windrichting. Dit wordt bevestigd door de detailwaarden weergegeven in onderstaande tabellen. De tabellen zijn verdeeld over vier windsectoren:

- SECTOR 1: pal in de richting van de meetlocatie (30° tot 120°), wind uit O-NO richting
- SECTOR 2: pal tegen de richting van de meetlocatie (210° tot 300°), wind uit W-ZW richting
- SECTOR 3: loodrecht op de meetlocatie (noordelijk, 300° tot 30°), wind uit N-NW richting
- SECTOR 4: loodrecht op de meetlocatie (zuidelijk, 120° tot 210°), wind uit Z-ZO richting

De dagen die werden opgenomen in de respectievelijke tabellen, zijn dagen waarop de windrichting overdag overheersend²⁸ uit de betreffende sector blies.



Figuur 11: Windsectoren t.o.v. meetlocatie

De tabellen tonen naast het daggemiddelde²⁹ ook de maximum- en minimumwaarde van elke dag. Daarnaast verschaffen ze inzicht in de frequentie waarmee deeltjesaantallen boven de 10.000 deeltjes/cm³, 12.000 deeltjes/cm³ en 15.000 deeltjes/cm³ werden gemeten op de meetlocatie.

We stellen vast dat bij wind uit alle sectoren hoge pieken (boven de 25.000 deeltjes) worden gemeten. Wel dient opgemerkt te worden dat deze pieken bij wind uit sector 1 in de dataset omringd worden door andere hoge meetwaarden. Het zijn m.a.w. geen 'geïsoleerde' pieken, maar ze maken deel uit van een trend in de meetwaarden. Dat is bij wind uit de overige sectoren minder het geval. Verder stellen we vast dat bij wind uit sector 1 de gemeten minima vaak beduidend hoger liggen dan bij wind uit de andere sectoren.

Wat echter het meest in het oog springt, zijn de percentages die aangeven met welke frequentie deeltjesaantallen boven de 10.000 deeltjes/cm³, 12.000 deeltjes/cm³ en 15.000 deeltjes/cm³ werden gemeten. Bij wind uit sector 1 werden veel frequenter overschrijdingen van 10.000 deeltjes/cm³ (tot 97% van de meetpunten), 12.000 deeltjes/cm³ (tot 79% van de meetpunten) en tot 15.000/cm³ deeltjes (tot 36% van de meetpunten) geregistreerd (zie vetgedrukte waarden).

²⁸ D.i. op meer dan de helft van de 17 uurlijkse meetpunten van 7.00 u. tot 23.00 u.

²⁹ Als daggemiddelde benoemen we hier het gemiddelde van de 193 meetpunten, om de vijf minuten gemeten, van 7.04 u. t.e.m. 23.04 u. - de luchthaven is geopend van 6.30 u. Tot 23.00 u. De opgenomen dagen zijn dagen waarop de windrichting tijdens deze uren overwegend (meer dan 50% van de meetpunten) in de betreffende windrichting stond (opendata.meteo.be).

SECTOR 1 (30°-120°)	max	min	mean	%>10000	%>12000	%>15000
9/jul	24411	4325	9720	37,3	18,7	9,3
15/jul	28851	3749	7656	15,5	3,1	1,6
18/jul	29190	4303	7820	13,0	5,7	1,0
19/jul	18797	5522	9911	46,6	25,4	3,6
29/jul	21353	5826	9948	40,9	20,7	5,2
30/jul	21802	6547	11316	55,4	38,3	16,6
31/jul	18379	9447	13232	97,9	67,9	20,7
2/aug	23276	5201	7914	5,7	2,1	1,6
11/aug	13658	3296	7631	14,5	1,0	0,0
12/aug	20060	7027	9430	26,4	5,7	0,5
17/aug	13358	3828	7306	4,7	0,5	0,0
30/aug	15347	4928	7975	13,0	4,1	0,5
31/aug	43459	5174	9757	48,7	17,1	0,5
1/sep	18854	7665	12853	90,2	65,8	16,1
7/sep	19558	2592	7861	19,2	6,7	1,0
17/sep	12619	4079	7054	1,6	0,5	0,0
18/sep	18027	8615	13786	92,7	74,1	36,3
19/sep	31328	8972	14705	94,8	79,3	31,6
20/sep	191708	9544	16959	96,9	59,1	12,4
21/sep	19958	6613	11392	55,4	43,5	14,0
22/sep	15026	6631	9540	38,9	11,9	0,5

SECTOR 2 (210° - 300°)	max	min	mean	%>10000	%>12000	%>15000
3/jul	28543	2785	5543	2,6	2,1	2,1
13/jul	7660	1738	4154	0,0	0,0	0,0
23/jul	57719	1399	5293	2,6	2,6	2,1
27/jul	11158	2376	5867	2,6	0,0	0,0
3/aug	9007	2037	4101	0,0	0,0	0,0
7/aug	14995	2693	6987	7,3	3,1	0,0
9/aug	12663	959	4546	2,6	0,5	0,0
21/aug	29916	2878	6661	6,2	2,6	1,6
11/sep	160415	2055	6305	9,3	3,6	1,0

SECTOR 3 (300°-30°)	max	min	mean	%>10000	%>12000	%>15000
2/jul	9077	2292	5142	0,0	0,0	0,0
12/jul	9381	1676	5194	0,0	0,0	0,0
24/jul	14247	2737	6663	12,4	4,1	0,0
13/aug	35724	6191	14220	75,6	58,0	35,2
18/aug	14947	3819	7456	9,3	2,6	0,0
13/sep	20935	2600	6589	8,3	5,2	0,5
14/sep	41593	4655	9008	23,3	13,0	4,7
16/sep	20139	4154	8324	31,6	14,5	2,6

SECTOR 4 (120°-210°)	max	min	mean	%>10000	%>12000	%>15000
5/jul	21947	2860	4933	2,1	1,6	1,6

19/aug	11374	4840	7513	3,6	0,0	0,0
22/aug	11686	3639	7600	13,5	0,0	0,0
24/aug	32688	1690	4274	1,6	1,6	0,5
2/sep	15928	3406	6739	11,4	4,1	0,5
3/sep	14687	2495	5742	1,6	1,0	0,0
6/sep	14780	2323	5621	14,0	5,2	0,0
8/sep	10652	2112	3416	0,5	0,0	0,0
23/sep	7757	2178	4191	0,0	0,0	0,0
25/sep	23791	3318	5329	1,6	1,0	1,0
26/sep	18858	1637	3241	0,5	0,5	0,5
30/sep	21476	1778	4450	4,7	3,1	1,0

Tabel 19: Overschrijdingen 10.000/12.000/15.000 deeltjes/cm³ per windsector

VASTSTELLING 2: Pieken gemeten tot 191.708 deeltjes/cm³

Gedurende de hele meetperiode werden er op de meetlocatie geregeld pieken geregistreerd boven de 20.000 deeltjes/cm³ en meer. Op 6 momenten werden waarden boven de 100.000 deeltjes/cm³ gemeten, waarvan 4 op 20 september - een dag met uitzonderlijk veel verkeer op Antwerp Airport.

Gezien de ligging van de meetlocatie (300 tot 450 meter verwijderd van de startbaan en apron) valt te verwachten dat op locaties die dichterbij de vervuiliingsbron liggen, de concentraties nog veel hoger liggen. Wetende dat er zich in de directe nabijheid van de luchthaven talrijke woonhuizen, scholen, een psychiatrisch ziekenhuis, sportclubs, fietspaden en wandelpaden bevinden, is dit bijzonder onrustwekkend.

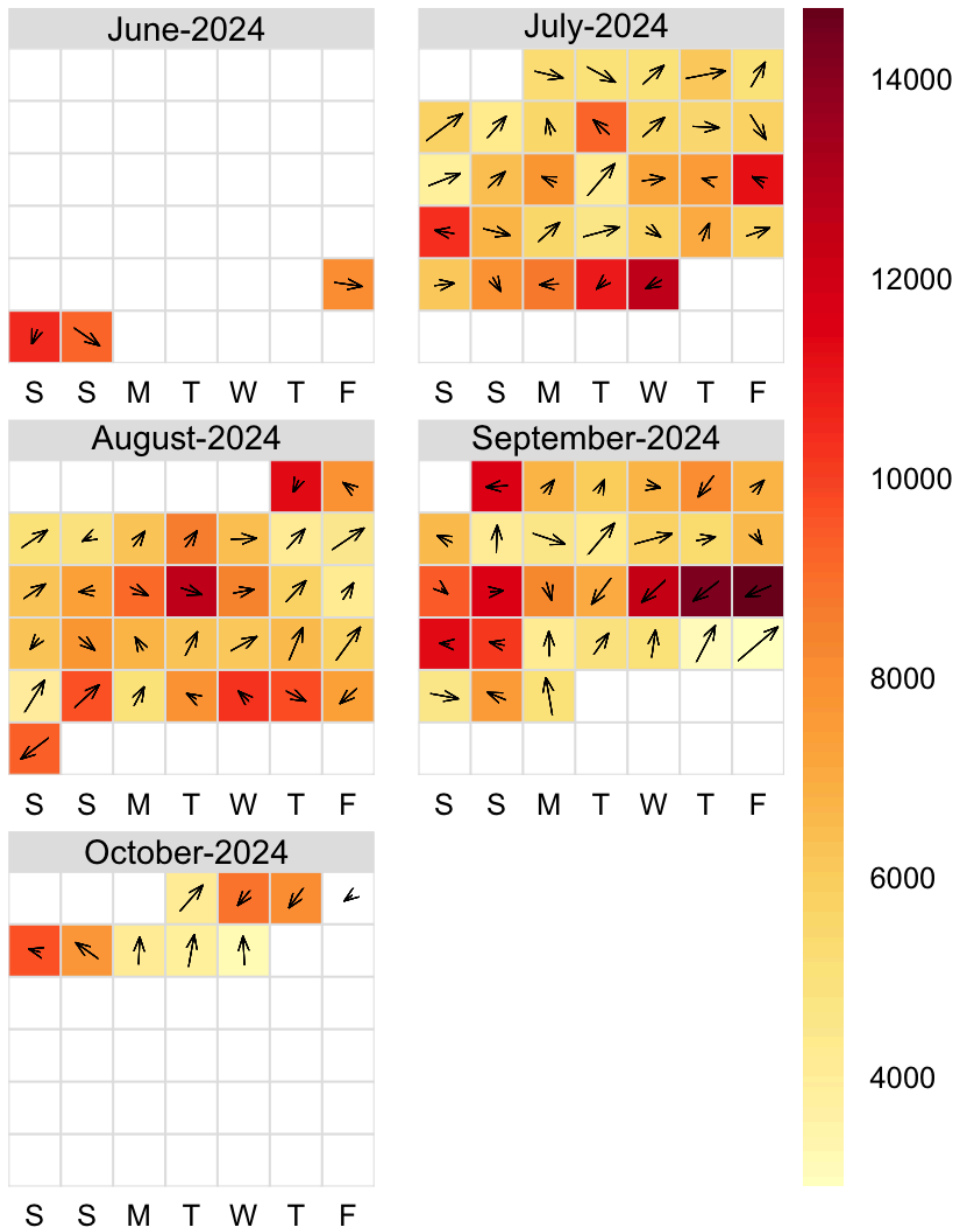
VASTSTELLING 3: Geurhinder en hoge ultrafijnstofwaarden gaan hand in hand

Fig. 12 toont de gemiddelde dagconcentraties van ultrafijne stofdeeltjes, samen met de overheersende windrichting³⁰. Zoals reeds vermeld, kwamen de hoogste concentraties voor wanneer de wind uit het noordoosten en oosten waaide. Dat was bijvoorbeeld het geval op 9, 18, 19, 20, 28 en 29 juli; 17, 27, 28, 30 en 31 augustus; en 1, 17, 18, 19, 20, 21 en 22 september. Op deze dagen ontvingen we eveneens geurhinder meldingen overwegend uit de wijken ten westen en zuidwesten en van de luchthaven (zie ook Tabel 8). Dit wijst op een verband tussen de waargenomen geur en hoge ultrafijnstofwaarden.

Hoewel we, door het bescheiden opzet van dit onderzoek, slechts over één meetlocatie beschikten, is te verwachten dat dit verband ook elders en op andere ogenblikken zichtbaar is. Op plaatsen waar geurhinder wordt waargenomen, zijn naar alle waarschijnlijkheid verhoogde aantallen van ultrafijne stofdeeltjes aanwezig. Fijnmaziger onderzoek en monitoring³¹ zal dit moeten uitwijzen. Het is alvast te betreuren dat dergelijke monitoring niet eerder gebeurde.

³⁰ De pijl toont de gemiddelde windrichting geschaald naar windsnelheid: hoe langer de pijl, hoe hoger de windsnelheid.

³¹ Mogelijk komt er een follow-up van deze studie. Daarnaast werd in de verleende milieuvergunning de belofte op een monitoring van de luchtkwaliteit opgenomen.

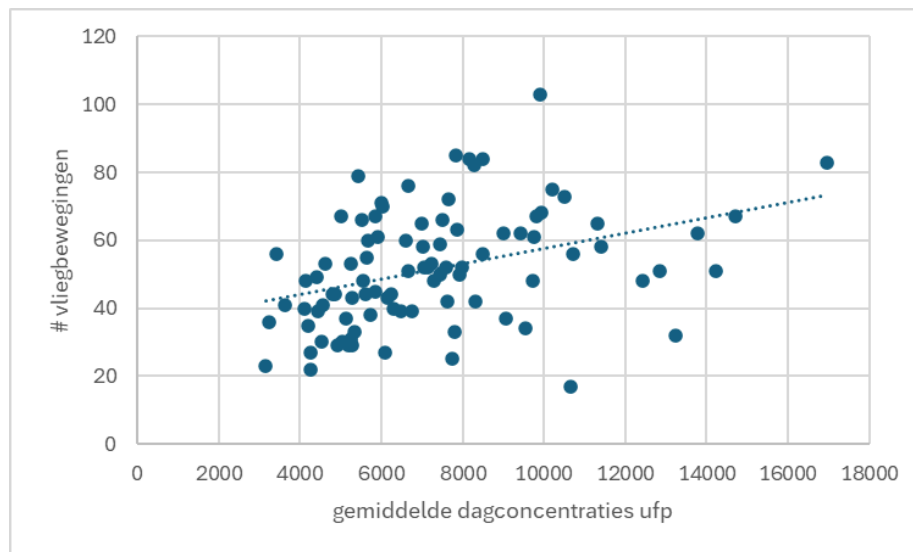


Figuur 12: Waargenomen 24-uurs ufp-concentraties (deeltjes/cm³) op de meetlocatie

VASTSTELLING 4: Vliegbewegingen en hoge ultrafijnstofwaarden gaan hand in hand

Tabel 20 toont aan de linkerkant een heatmap van de ufp-concentraties (donkerrood = hoge concentratie) en aan de rechterkant een heatmap van het vliegverkeer (donkerrood = veel verkeer).

Kijken we van rechts naar links, dan zien we dat bij een groot aantal vliegbewegingen³² (70 of meer) de gemiddelde ufp-waarde ook vaak verhoogd is. Dat is bv. duidelijk het geval op 17, 18, 19 en 28 juli; op 27, 28 en 29 augustus en op 20 september. Dit wijst op een verband tussen de hoeveelheid vliegverkeer en de ultrafijnstofconcentraties. Dit verband wordt bevestigd door een matig positieve correlatie (Pearson's $r = .37$; $p < 0.001$) tussen de ufp-concentraties overdag en het aantal vliegbewegingen³³ (Fig. 13).



Figuur 13: Correlatie vliegverkeer en daggemiddelden ufp ($r=0.37$; $p<0.001$)

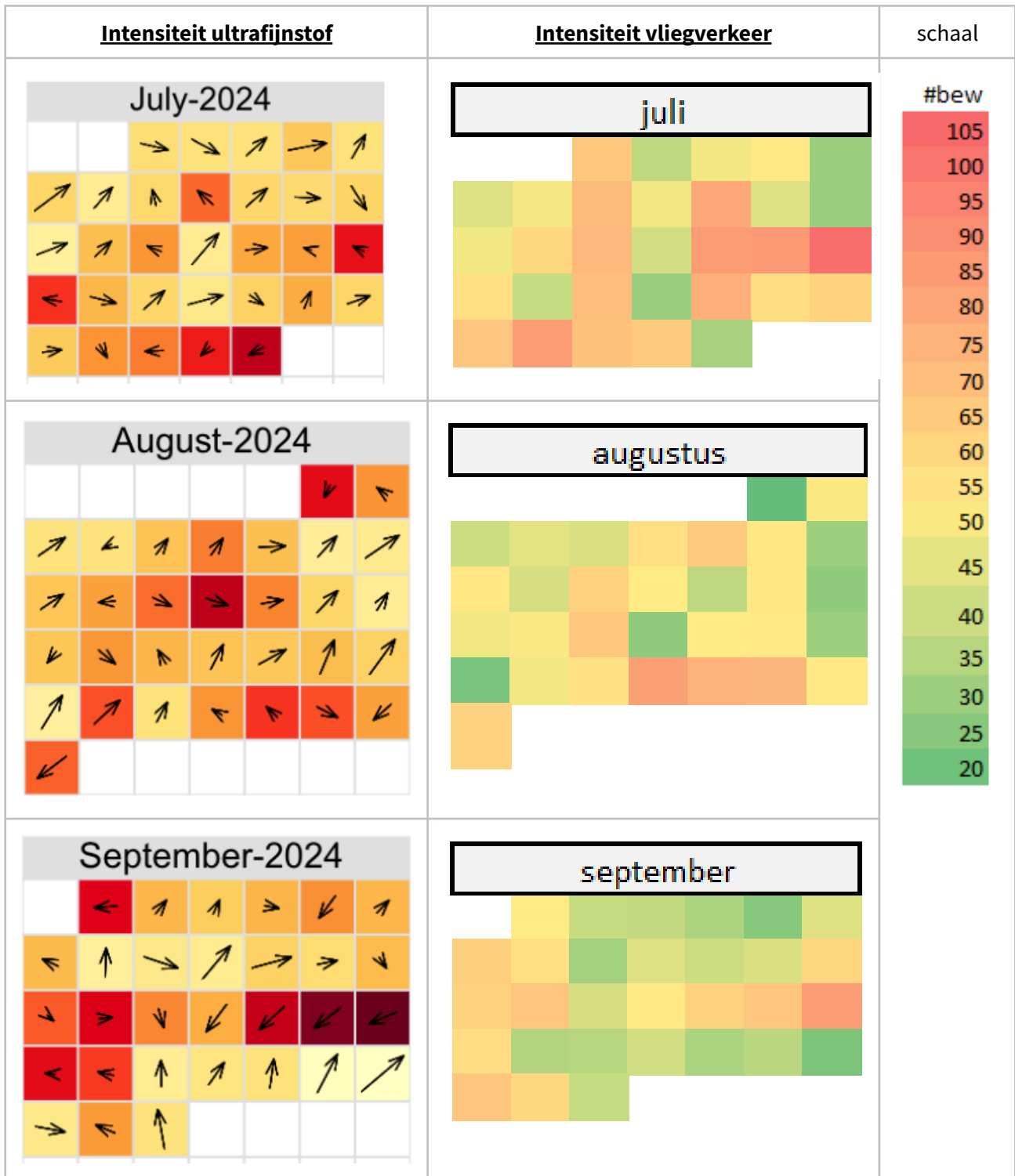
Soms zien we een milderend effect van de wind. Wanneer die uit het westen komt, blaast hij mogelijk de uitstoot van het vliegverkeer weg van de sensor. Dat lijkt bv. zo te zijn op 8, 10, 17, 22, 24 juli, 7 augustus en 28 september.

Kijken we van links naar rechts, dan valt op dat er ook hoge ufp-concentraties gemeten werden op dagen met een (relatief) klein aantal vliegbewegingen. Opvallend zijn bijvoorbeeld 31 juli, 1 augustus, en 22 september: dagen met minder dan 35 vliegbewegingen waarop toch hoge concentraties werden gemeten. Op deze dagen stond echter een duidelijke (noord)oostenwind, die vermoedelijk de uitstoot in de richting van de sensor blies.

Samengevat kunnen we dus stellen dat druk vliegverkeer vrijwel altijd gepaard gaat met (eventueel door de wind getemperde) hoge ufp-waarden, maar dat een 'laag' aantal vliegbewegingen geen garantie vormt op lage ufp-waarden. De windrichting (en vermoedelijk de types toestellen) speelt daarin een belangrijke rol.

³² Voor het registreren van vliegbewegingen werd gebruik gemaakt van een combinatie van tracking apps (Flightradar24, RadarBox, FlightAware) en eigen observaties.

³³ De vergelijking berust louter op het aantal vluchten en houdt geen rekening met de grootte van de toestellen, brandstoftype of weersvariabelen.



Tabel 20: Vergelijking ufp-gemiddeldes met hoeveelheid vliegbewegingen

20 september verdient hier een bijzondere vermelding, omdat alle verzwarende factoren die dag samenvielen: er was bijzonder veel vliegverkeer (83 vliegbewegingen) en de wind blies met een matige snelheid uit het noordoosten, pal in de richting van de sensor.

Ten slotte willen we hier opmerken dat er ook enkele meetwaarden buiten de hierboven vermelde trends vallen. Zo werden op 13 augustus - een dag met westenwind en relatief weinig vliegverkeer - hoge

ufp-waarden gemeten. Op 17 augustus en 17 september werden er dan weer vrij lage ufp-waarden gemeten, ondanks de overheersende noordoostenwind. Dit kan allerlei oorzaken hebben, gaande van zeer variabele wind (-richting of -snelheid), uitstoot door over de westkant landende toestellen tot zelfs geheel andere vervuilingsbronnen dan vliegtuigen. Dit zijn echter zaken waar we met dit beperkte onderzoeksopzet voorlopig geen verklaring voor kunnen geven. Het bewijst des te meer de noodzaak van breder onderzoek, met meer (eventueel mobiele) meetlocaties.

Conclusie ultrafijnstof (ufp)

Op de meetlocatie werden de hoogste gemiddelde concentraties ultrafijnstof geregistreerd wanneer de wind uit het noordoosten en oosten waaide. Diezelfde oostenwinden leverden ook een opvallend hoge bijdrage tot de totale ufp-pollutielaast. Gezien de ligging van de meetlocatie, wijst dit naar Antwerp Airport als bron van de vervuiling.

Naast daggemiddeldes keken we ook naar de frequentie waarmee bij bepaalde windrichtingen hoge pieken werden gemeten. Bij wind uit het noordoosten werden veel frequenter overschrijdingen van 10.000, 12.000 en 15.000 deeltjes/cm³ geregistreerd. 6maal werden er zelfs waarden boven de 100.000 deeltjes/cm³ gemeten.

Verder constateerden we dat op de dagen waarop op de meetlocatie hoge ufp-waarden werden gemeten, ook meldingen kregen van geurhinder uit dezelfde regio (ten zuidwesten van de luchthaven). Ook bleken hoge ufp-waarden vaak samen te gaan met druk vliegverkeer. In feite gelden de geurhinder en het waargenomen vliegverkeer dus mee als indicator voor hoge ultrafijnstofwaarden.

Onze sensoren bevonden zich op één meetlocatie, 300 tot 450 meter verwijderd van de vliegtuigparking en de startbaan. Rondom het hele luchthaventerrein bevinden zich echter woningen, scholen, sportclubs, fietspaden en wandelpaden die dicht bij de terreingrenzen liggen. Vermoedelijk zijn zowel de gemiddelde dagconcentraties als de pieken als deze plaatsen nog veel hoger. Laten we bovendien niet vergeten dat ook het luchthavenpersoneel dag in dag uit blootgesteld wordt aan extreem hoge concentraties. Onderzoeksjournalisten van Zembla³⁴ brachten in 2021 onder de aandacht dat met name platformmedewerkers³⁵ ernstig risico lopen. Meerdere keren per dag staan ze midden in de 'jetblast' van vertrekkende en aankomende vliegtuigen en staan zo in het brandpunt van ultrafijnstofuitstoot. Werknemers getuigen over ademhalingsproblemen, astma, chronische ziektes zoals de longziekte COPD, hartkwalen en kanker.

De hoge waarden die onze sensoren registreerden zijn bijgevolg bijzonder onrustwekkend.

³⁴ <https://www.bnnvara.nl/zembla/artikelen/dossier-schiphol>

³⁵ 'Platformmedewerkers' zijn de mensen die zwaar fysiek werk leveren op de 'tarmac': koffers in- en uitladen, vliegtuigen bevoorraden, de brandstof bijvullen enzovoort.

Conclusie

Om een antwoord te bieden op de ongerustheid van omwonenden over het toenemende vliegverkeer in Antwerp Airport en mogelijke gezondheidseffecten, startte Burgerplatform Vliegerplein een onderzoek naar geurhinder en luchtkwaliteit onder de titel 'Hier is een vuiltje aan de lucht'.

Het project omvatte twee luiken. Ten eerste gebeurde er gedurende vier maanden een mapping van geurhinder, een aspect dat zowel in de klachtenprocedure van de luchthaven als in de milieueffectenrapportage n.a.v. de nieuwe milieuvergunning onderbelicht bleef. De mapping wees uit dat de waarnemingen van geurhinder ontegensprekelijk samenhangen met vliegverkeer op de luchthaven. De overheersende windrichting speelde daarbij een sterke rol: de hinder werd voornamelijk (maar niet uitsluitend) waargenomen in wijken windafwaarts van het luchthaventerrein. Uit de mapping bleek eveneens dat het aantal gehinderden en de afstand waarbinnen de hinder wordt waargenomen, sterk onderschat wordt door de vergunningverlenende overheid.

Ten tweede werden er luchtkwaliteitsmetingen uitgevoerd op een meetlocatie ten zuidwesten van de luchthaven. De waarnemingen tonen dat de gemiddelde ultrafijnstof-, fijnstof-, CO- en TVOC-waarden hoger lagen wanneer de wind uit de richting van Antwerp Airport waaide dan op andere tijdstippen. Ondanks de overheersende zuidwestenwind in onze contreien, leverde oostenwinden toch een opvallend hoge bijdrage tot de totale vervuilinglast van deze polluenten op de meetlocatie. Ook piekwaarden van ultrafijnstof (tot wel 191.708 deeltjes/cm³) werden vaker geregistreerd bij wind uit het (noord)oosten. Verder constateerden we dat hoge ultrafijnstofwaarden samen voorkomen met meldingen van geurhinder en met dagen waarop er druk vliegverkeer is.

Dit alles wijst erop dat Antwerp Airport een duidelijke invloed heeft op de vervuilinglast in de omgeving van de luchthaven. Wereldwijd heeft onderzoek verhoogde waarden van de onderzochte polluenten rondom luchthavens in verband gebracht met gezondheidsrisico's. In het bijzonder ultrafijnstof (kenmerkend voor vliegverkeer) wordt in verband gebracht met verhoogde bloeddruk, diabetes en dementie. We kunnen aannemen dat deze risico's ook bestaan voor de omwonenden van Antwerp Airport en dat hun ongerustheid omtrent mogelijke gezondheidseffecten dus gegrond is.

Ondanks de kleinschaligheid van dit onderzoek en de evidente beperkingen ervan, konden we toch een aantal trends blootleggen. Deze vragen om verder, fijnmaziger wetenschappelijk onderzoek, zowel naar de aanwezigheid van de diverse polluenten als een inschatting van de gezondheidseffecten ervan. Net zoals het advies van de Hoge Gezondheidsraad, benadrukken wij echter dat bijkomende studies niet als excuus moeten gebruikt worden om nu geen actie te ondernemen. De luchthaven betekent immers een direct gezondheidsrisico voor omwonenden en voor haar werknemers.

De hamvraag blijft natuurlijk hoe een luchthaven met zo'n grote impact op de omgeving nog te verantwoorden valt. Gezien haar ligging midden in woongebied en slechts enkele honderden meters verwijderd van scholen, crèches en sportfaciliteiten, zou het van gezond verstand en verantwoordelijkheidszin getuigen om het terrein om te vormen tot een grote groene zone en te laten bijdragen tot de gezondheid van de inwoners van Antwerpen³⁶ en omgeving in plaats van ze in gevaar te brengen.

³⁶ In Antwerpen Stad en districten voldoet slechts 9% van de woningen aan de 3-30-300 regel, de nieuwe groennorm die onlangs ook door het Antwerpse stadsbestuur werd omarmd [37].

Bijlage 1: Methode

1. Metingen met AQMesh

AQMesh-pods (Environmental Instruments Ltd, VK, www.aqmesh.com) zijn zelfstandige eenheden die omgevingsconcentraties van verontreinigende gassen en deeltjes in de lucht meten. De luchtkwaliteitsgegevens worden verzameld met elektrochemische gassensoren en een optische deeltjesteller. Ze worden verwerkt door een algoritme dat corrigeert voor interferentie en voor het effect van temperatuur en relatieve vochtigheid. In het voorliggende onderzoek werd het apparaat gebruikt om de concentraties koolmonoxide (CO), stikstofoxiden (NO, NO₂), zwaveldioxide (SO₂), totale vluchtige organische stoffen (TVOC), deeltjesmassa (PM₁, PM_{2,5}) en totale deeltjesaantal (TPC) te meten, evenals een aantal omgevingsvariabelen (temperatuur, relatieve vochtigheid en luchtdruk).

Bij het gebruik van elektrochemische gassensoren om concentraties van vervuilende stoffen te schatten, wordt een voorafgaandelijke veldkalibratie beschouwd als 'best practice', dit om de nauwkeurigheid van de resultaten te verbeteren en de uitgevoerde metingen te valideren. Daarom werd ter voorbereiding van de huidige studie het AQMesh-instrument tussen 29 maart 2024 en 6 mei 2024 op dezelfde locatie geplaatst als het [meetstation Antwerpen Borgerhout \(42R801\)](#), na afspraak met de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Er werd een kruisvergelijking uitgevoerd tussen het AQMesh- en het referentie-instrument voor PM₁, PM_{2.5}, NO en NO₂. Er waren geen referentiegegevens beschikbaar om een gelijkaardige vergelijking uit te voeren voor CO, SO₂, TPC of TVOCs.

De relatie tussen AQMesh-waarnemingen en de waarnemingen van de referentiemonitor (meetstation Antwerpen Borgerhout - 42R801) wordt weergegeven in de Figuren A2 en A5 hieronder (punt 2). De kruisvergelijking werd gebruikt om schaalfactoren te berekenen die vervolgens konden worden toegepast op de PM₁-, PM_{2.5}-, NO- en NO₂-gegevens die met de AQMesh waren verzameld. Details van dit proces vindt u hieronder (punt 2). De AQMesh-monitor verschilde van de referentiemonitor voor NO ($R^2=0,22$), maar toonde een goede overeenstemming voor PM₁ ($R^2=0,91$) en PM_{2.5} ($R^2=0,89$), en redelijke overeenstemming voor NO₂ ($R^2=0,64$). Daarom werd een correctiefactor toegepast op de ruwe AQMesh PM₁-, PM_{2.5}- en NO₂-gegevens, maar werden NO-gegevens niet opgenomen in de analyse.

Gegevens voor CO, SO₂, TPC en TVOC worden enkel behandeld met het algoritme van AQMesh om te corrigeren voor kruisinterferenties en voor het effect van temperatuur en relatieve vochtigheid.

Na de PM₁, PM_{2.5}, NO en /NO₂ kruisvergelijking werd het AQMesh instrument ingezet op een residentiële locatie in de Saffierstraat, Antwerpen (westkant van de luchthaven). Metingen van CO, NO₂, SO₂, TVOC, PM₁, PM_{2.5} en TPC, verzameld over de periode van 16 mei tot 21 november 2024, worden in dit rapport gepresenteerd en geanalyseerd.

Deze luchtkwaliteitswaarnemingen werden geanalyseerd in combinatie met meteorologische gegevens gemeten op de Luchthaven Antwerpen en beschikbaar gesteld als onderdeel van de Global Hourly Integrated Surface Database (ISD) van de National Centres for Environmental Information (NCEI)³⁷.

³⁷ NCEI (2024) Global Hourly Integrated Surface Database (ISD).

<https://www.ncei.noaa.gov/products/land-based-station/integrated-surface-database> [Accessed 17/12/2024]

Alle gegevens werden geanalyseerd met de softwarepakketten Openair³⁸ en Worldmet R³⁹.

2. AQMesh kruisvergelijking

Een veldkalibratie werd uitgevoerd door de AQMesh op dezelfde locatie te plaatsen als het meetstation Antwerpen Borgerhout (42R801). Dit gebeurde in overleg met de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Dit maakte het mogelijk om de metingen van de AQMesh te vergelijken met die van referentie-instrument. Zo konden schaalfactoren bepaald worden die vervolgens werden toegepast op de NO- en NO₂-metingen van AQMesh. Het meetstation Borgerhout ligt vlakbij de kruising van de N184 en de Montensstraat aan de oostkant van het centrum van Antwerpen. Het rapporteert uurlijkse concentraties van PM_{2.5}, PM₁₀, NO en NO₂. De AQMesh-pod bevond zich tussen 29 maart 2024 en 6 mei 2024 op dezelfde locatie als deze referentiemonitor.

De prekalibratieresultaten van de co-locatie voor NO en NO₂ worden getoond in de Figuur A1 en A4. De relatie tussen de resultaten van de AQMesh- en de referentiemonitor wordt getoond in de Figuur A2 en A5. De resultaten tonen dat de AQMesh-monitor verschilde van de referentiemonitor voor NO ($R^2=0,22$), maar goed overeenkwam voor NO₂ ($R^2=0,64$).

De prekalibratieresultaten van de co-locatie voor PM₁ en PM_{2.5} worden getoond in Figuur A7 en A10. De relatie tussen de resultaten van de AQMesh- en de referentiemonitor wordt getoond in de Figuur A8 en A11. De resultaten tonen dat de AQMesh-monitor goed overeenkwam met de referentiemonitor voor zowel PM₁ ($R^2=0,91$) en PM_{2,5} ($R^2=0,89$).

De schaalfactoren in tabel A1 werden vervolgens toegepast op de AQMesh-monitorresultaten om de prestaties van het instrument tijdens de inzet ervan te verbeteren. De geschaalde resultaten van de veldkalibratie worden getoond in de Figuur A3, A6, A9 en A12 voor respectievelijk NO, NO₂, PM₁ en PM_{2.5}.

	NO	NO ₂	PM ₁	PM _{2,5}
Slope	0.32	0.65	1.21	1.25
Intercept	1.43	2.66	-0.69	-0.91
Units	ppb	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

³⁸ Carslaw, D. C. and K. Ropkins, (2012) Openair --- an R package for air quality data analysis. Environmental Modelling & Software. Volume 27-28, 52-61.

³⁹ Carslaw D (2024). worldmet: Import Surface Meteorological Data from NOAA Integrated Surface Database (ISD). R package version 0.9.7.9000, <https://github.com/davidcarslaw/worldmet>, <https://davidcarslaw.github.io/worldmet/>.



3. Sensornet

Voor dit project werden bij Sensornet twee sensoren gehuurd voor een periode van 3 maanden.

- De Aerasense (NanoTracer van Philips) detecteert ultrafijne deeltjes (0.01~0.3 μm). De fijnstofconcentratie wordt in aantallen deeltjes per kubieke centimeter (UFP/ cm^3) per minuut gepresenteerd.
- De PurpleAir is een medium budget sensor, die door Dr. Ir. Iain Walker (specialist van het Lawrence Berkeley National Laboratory in California) als zeer betrouwbaar en nauwkeurig wordt omschreven voor deeltjes in de formaten van 0.3~1.0, 1.0~2.5 en 2.5~10 μm . De fijnstofconcentratie wordt in aantallen deeltjes per kubieke centimeter (n/cm^3) per minuut gepresenteerd. Daarnaast registreert deze sensor ook de massa van deze deeltjes (PM1, PM2.5 en PM10). Deze fijnstofmassa wordt in microgram per kubieke meter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per minuut gepresenteerd.

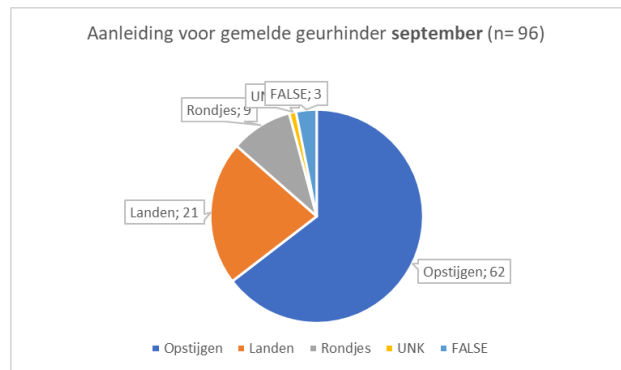
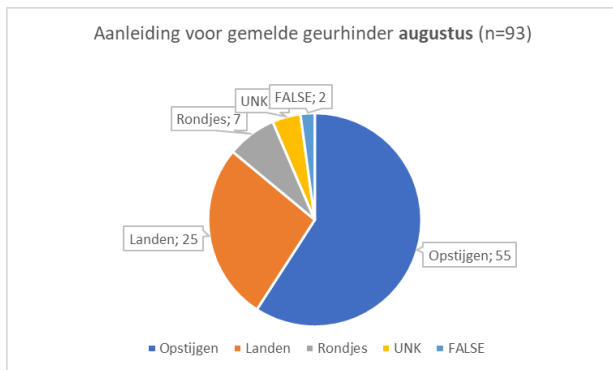
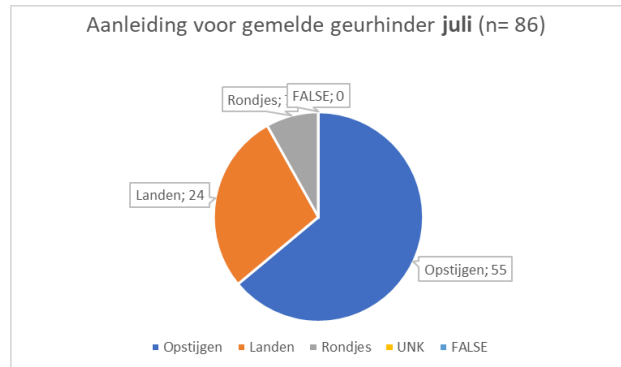
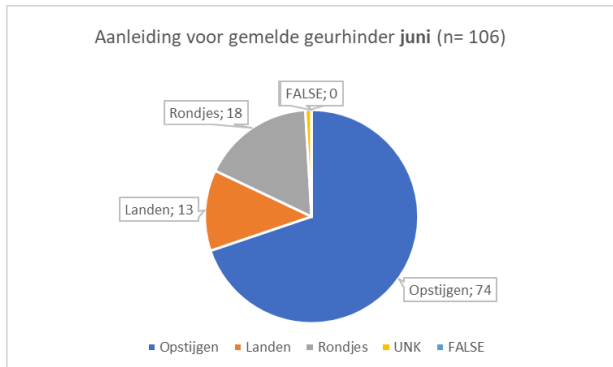
De data van Sensornet waren gedurende de meetperiode (28/06/2024 tot 09.10.2024) te consulteren op een online dashboard.

Bijlage 2: Grenswaarden luchtkwaliteit

Samenvatting van relevante jaar-, dag- en uurgemiddelden van luchtkwaliteitsnormen van de Europese Unie en richtlijnen voor luchtkwaliteit van de Wereldgezondheidsorganisatie.

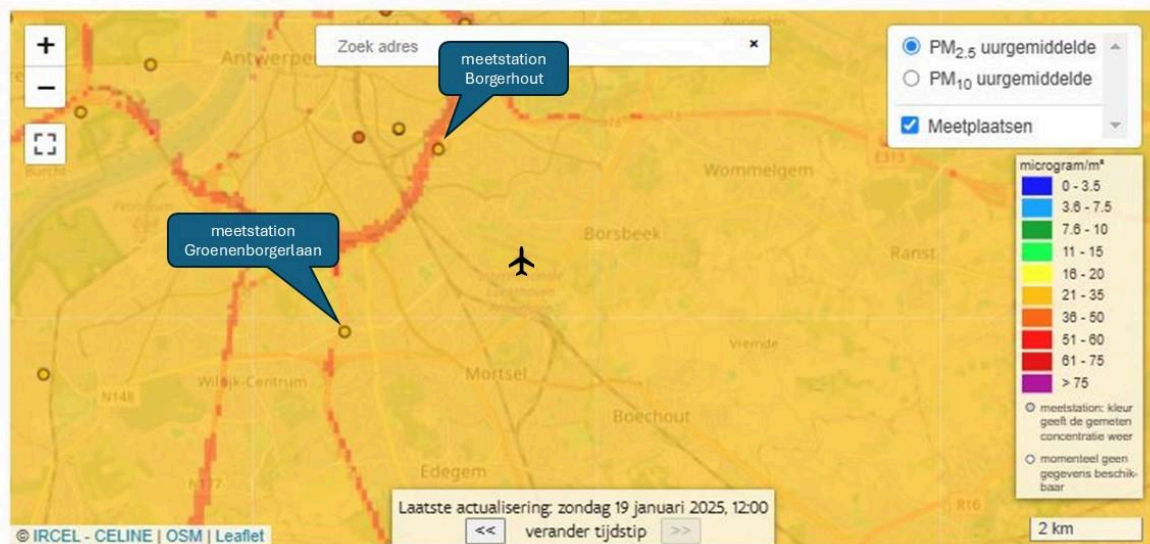
Polluent	Eenheid	Averaging period	EU Standaard (huidig) [38]	EU Standaard (2030) [1]	WHO richtlijnen (2021) [39]
CO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 day	-	4,000	4,000
CO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 hour max	10,000	10,000	10,000
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 year	40	20	10
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 day	-	50	50
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hour	200	200	200
PM _{2.5}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 year	25	10	5
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 year	-	20	-
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 day	125	50	40
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hour	350	350	-

Bijlage 3: Aanleiding voor gemelde geurhinder per maand



Bijlage 4: Meetlocaties VMM gebruikt in het MER

De huidige luchtkwaliteit wordt in het MER in kaart gebracht m.b.v. resultaten van VMM-meetstations 'in de buurt van de luchthaven' (42R804 en/of 42R817) en extrapolatiegegevens (gegevens afgeleid van meetwaarden omdat er op de betreffende plaats geen meetstation is) van VMM. Meetstations 42R804-Borgerhout (Ring) en 42R817-Antwerpen (Groenenborgerlaan) liggen respectievelijk 1,82 en 2,9 km van Antwerp Airport. Hieronder ziet u waar deze meetstations zich bevinden ten opzichte van Antwerp Airport.



De eigenlijke effectvoorspelling van de onderzochte scenario's gebeurt aan de hand van modelleringen met gebruik van het [IMPACT-model](#), een instrument om concentraties en deposities van pollutanten die zich via de lucht verspreiden te visualiseren.

Bibliografie

1. THE EUROPEAN PARLIAMENT THE COUNCIL (2024) DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL ON AMBIENT AIR QUALITY AND CLEANER AIR FOR EUROPE (RECAST)
2. Burgerplatform Vliegerplein i.s.m. Transport & Environment (2023) Antwerp Airport: een thuishaven voor privéjets dankzij publiek geld en publieke ruimte; Het privéjetverkeer in Antwerpen onder de loep
3. Departement Mobiliteit en Openbare Werken (2022) Opmaak van een MKBA en strategische visie voor de Vlaamse regionale luchthavens
4. Stay Grounded (2024) Aviation is a Health Issue, Fact Sheet
5. Bendtsen KM, Bengtsen E, Saber AT, Vogel U (2021) A review of health effects associated with exposure to jet engine emissions in and around airports. *Environ Health* 20:10
6. Westerdahl D, Fruin S, Fine P, Sioutas C (2008) The Los Angeles International Airport as a source of ultrafine particles and other pollutants to nearby communities. *Atmos Environ* (1994) 42:3143–3155
7. Riley K, Cook R, Carr E, Manning B (2021) A systematic review of the impact of commercial aircraft activity on air quality near airports. *City Environ Interact* 11:100066
8. Project-m.e.r. dossierfiche - MER Register - Departement Omgeving. <https://merregister.omgeving.vlaanderen.be/dossier/PR3515>. Accessed 5 Nov 2024
9. Directive - 92/43 - EN - Habitats Directive - EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1992/43/oj>. Accessed 16 Jan 2025
10. Geopunt. <https://www.geopunt.be/>. Accessed 25 Jan 2025
11. Stad in Cijfers - Databank. <https://stadincijfers.antwerpen.be/viewer>. Accessed 25 Jan 2025
12. Meeussen C (2023) Regionale luchthavens kosten miljoenen meer dan vermoed. *De Standaard*
13. Vlaams Parlement (2023) Visienota Vlaamse regionale luchthavens 2040
14. Vlaamse Regering Ministerieel besluit over de omgevingsvergunningsaanvraag van de nv LEM Antwerpen voor de hernieuwing van de luchthaven gelegen te 2000 antwerpen, Luchthavenlei z/n
15. Eastham SD, Chossière GP, Speth RL, et al (2023) Global impacts of aviation on air quality evaluated at high resolution. *EGUsphere* 1–18
16. CE Delft (2024) Health Impacts of Aviation UFP Emissions in Europe
17. SchipholWatch (2023) Ultrafijnstof luchtvaart acuut gevaar voor burgers onder de aanvliegeroutes. In: SchipholWatch. <https://schipholwatch.nl/2023/06/14/ultrafijnstof-luchtvaart-acuut-gevaar-voor-burgers-onder-de-aanvliegeroutes/>. Accessed 5 Nov 2024
18. VITO, Sciensano, Provincie Antwerpen Voorstel voor surveillance en onderzoek naar de gezondheid in de omgeving van de nationale luchthaven (Brussels Airport) - Samenvatting
19. VITO, Bongaerts E, De Brouwere K Vraagbaak: “Gezondheidseffecten UFP-vliegverkeer”

20. Trechera P, Garcia-Marlès M, Liu X, et al (2023) Phenomenology of ultrafine particle concentrations and size distribution across urban Europe. *Environ Int* 172:107744
21. Habre R, Zhou H, Eckel SP, et al (2018) Short-term effects of airport-associated ultrafine particle exposure on lung function and inflammation in adults with asthma. *Environ Int* 118:48–59
22. Wu AH, Fruin S, Larson TV, et al (2021) Association between airport-related ultrafine particles and risk of malignant brain cancer: A Multiethnic Cohort study. *Cancer Res* 81:4360–4369
23. Gezondheidsimpact van vliegverkeer rond Brussels Airport. In: Hoge Gezondheidsraad. <https://www.hgr-css.be/nl/advies/9741/gezondheidsimpact-van-vliegverkeer-rond-brussels-airport>. Accessed 4 Jan 2025
24. (2021) Concentratie ultrafijn stof — Vlaamse Milieumaatschappij. <https://www.vmm.be/lucht/fijn-stof/concentratie-ultrafijn-stof>. Accessed 12 Nov 2024
25. Austin E, Xiang J, Gould TR, et al (2021) Distinct ultrafine particle profiles associated with aircraft and roadway traffic. *Environ Sci Technol* 55:2847–2858
26. Riley EA, Gould T, Hartin K, et al (2016) Ultrafine particle size as a tracer for aircraft turbine emissions. *Atmos Environ (1994)* 139:20–29
27. Air quality: Council gives final green light to strengthen standards in the EU. In: Consilium. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/10/14/air-quality-council-gives-final-green-light-to-strengthen-standards-in-the-eu/>. Accessed 5 Nov 2024
28. VITO, Peters J, Berghmans P, et al (2016) UFP- en BC-metingen rondom de luchthaven van Zaventem - Eindrapport. In: VITO. <https://www.vmm.be/publicaties/ufp-en-bc-metingen-rondom-de-luchthaven-van-zaventem>. Accessed 12 Oct 2024
29. Hudda N, Durant LW, Fruin SA, Durant JL (2020) Impacts of aviation emissions on near-airport residential air quality. *Environ Sci Technol* 54:8580–8588
30. ADRA-Association de Défense des Riverains de l'Aéroport, BISF e.V. - Bürgerinitiative Südbadischer Flughafenrainer, Fingerle J, et al (2020) Basel-Mulhouse Airport and Air Quality - part III: Immission by ultrafine particles –analysis and determination of the potential hazard to the residents
31. Flughafen Zürich AG, Ruf C, Maraini S Ultrafine Particle Concentrations Zurich Approach Runway 14
32. Acnusa – Pôle Qualité de l’Air, Vallier R (2017) Particules ultrafines & Aviation - Etude bibliographique
33. Rivas I, Beddows DCS, Amato F, et al (2020) Source apportionment of particle number size distribution in urban background and traffic stations in four European cities. *Environ Int* 135:105345
34. VITO (2020) Monitoring van de UFP-concentratie in de omgeving van Brussels Airport 2018-2019 - Eindrapport
35. SchipholWatch (2023) Vliegverkeer verantwoordelijk voor enorme pieken ultrafijnstof. In: SchipholWatch. <https://schipholwatch.nl/2023/06/08/vliegverkeer-verantwoordelijk-voor-enorme-pieken-ultrafijnstof/>. Accessed 11 Dec 2024
36. Fonds Gezonde Lucht. <https://www.fondsgezondelucht.be/>. Accessed 11 Dec 2024
37. Nws V (2024) Slechts 18 Belgische gemeenten voldoen aan 3-30-300-regel voor stadsnatuur: bekijk hier hoe jouw gemeente het doet. In: VRT NWS: nieuws.

<https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2024/09/26/slechts-18-belgische-gemeenten-halen-voldoende-op-nieuwe-norm-vo/>. Accessed 7 Jan 2025

38. European Council (2008) On Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe 2008/50/EC, Off. J. Eur. Union, 1, 1–44
39. (2021) WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide