



Vlaanderen
is milieu

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven

jaarrapport 2022

DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven – jaarrapport 2022

Samenstellers

Kern Lucht, VMM
Dienst Luchtkwaliteit

Inhoud

Dit rapport beschrijft de luchtkwaliteit in de Antwerpse haven in 2022. De VMM mat er de polluenten zwaveldioxide, stikstofoxides, fijn stof, zwarte koolstof, vluchtige organische stoffen, dioxines en PCB's en PFAS. De meetresultaten werden getoetst aan de Europese regelgeving en aan de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). Het rapport bespreekt de trend van de afgelopen jaren en de uitstoot van een aantal polluenten.

Foto cover

Karen Van den Eynden

Wijze van refereren

Vlaamse Milieumaatschappij (2023), Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven - jaarrapport 2022

Verantwoordelijke uitgever

Bernard De Potter, Vlaamse Milieumaatschappij

Vragen in verband met dit rapport

Vlaamse Milieumaatschappij
Dokter De Moorstraat 24-26
9300 Aalst
Tel: 053 72 62 10
info@vmm.be

Depotnummer

D/2023/6871/016

SAMENVATTING

In 2008 sloten het bestuur van de Antwerpse haven, de gemeente Beveren en de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) een overeenkomst af om de luchtkwaliteit te meten en te beoordelen. Hiervoor richtte de VMM in 2008 extra meetplaatsen op in het Antwerpse havengebied met cofinanciering van het Havenbedrijf Antwerpen en de gemeente Beveren. In 2017 werd een aanvullende samenwerkingsovereenkomst gesloten met het Havenbedrijf Antwerpen, waarbij onder andere regelingen werden getroffen voor de zwartekoolstofmetingen.

De overeenkomst bepaalt dat de VMM jaarlijks een rapport over de luchtkwaliteit opstelt waarin alle gemeten polluenten in het Antwerpse havengebied worden besproken:

- zwaveldioxide (SO_2)
- stikstofoxides (NO , NO_2 , NO_x)
- fijn stof (PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$)
- zwarte koolstof
- vluchtige organische stoffen:
 - benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleenisomeren (BTX)
 - 24 componenten vluchtige organische stoffen (VOS)
 - aldehyden en ketonen (A/K)
- dioxines en polychloorbifenylen (PCB's)
- PFAS

De emissiegegevens in dit rapport werden verzameld op basis van emissies die door de bedrijven gerapporteerd werden in het Integraal Milieujaarverslag (IMJV) en modelberekeningen. De vermelde emissiedata zijn voor 2021. Dit zijn de meest recent bekende gegevens. De concentraties in de omgevingslucht zijn van 2022. Ook de trend komt aan bod.

Per polluent werden de meetresultaten van het havengebied vergeleken met het Vlaamse stedelijk en landelijk gemiddelde. Dit gebeurt aan de hand van een virtueel gemiddelde: dit is het jaargemiddelde van alle meetwaarden van deze polluent in een bepaald gebied. Waar mogelijk werd ook de geografische spreiding bekeken en gekoppeld aan industriële emissies. Om de luchtkwaliteit in het noordelijk deel van de haven beter in kaart te brengen, werd de meetplaats AT83 in Berendrecht opgestart.

De Europese Commissie lanceerde in oktober 2022 een voorstel om de richtlijnen Luchtkwaliteit te herzien. Dit voorstel is momenteel nog in bespreking tussen de lidstaten en deze wetgeving is dus nog niet van kracht. Daarom toetst de VMM de data van 2022 nog niet aan de regelgeving uit dit voorstel, maar alleen aan de huidige EU-regelgeving en de huidige WGO-advieswaarden.

1. Zwaveldioxide – SO₂

Petroleumraffinaderijen zijn belangrijkste bron

In de Antwerpse haven is in 2021 81 % van de SO₂-emissie afkomstig van de energiesector (petroleumraffinaderijen) en 14 % van industrie. De totale absolute emissie is in de periode 2000-2021 met 84 % gedaald.

Alle luchtkwaliteitsdoelstellingen zijn gehaald

De Europese grenswaarden voor uur- en daggemiddelden en de alarmdrempel bleven gerespecteerd, ook op industriële meetplaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden. Op 2 industriële meetplaatsen waren er 1 of 2 dagen met concentraties hoger dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is lager dan de 3 dagen die de WGO-advieswaarde toelaat. De hoogste concentraties meten we nabij de raffinaderijen.

SO₂-concentraties in omgevingslucht stagneren op een laag niveau

In de periode 2012-2022 daalden de SO₂-concentraties licht. De laatste jaren stagneerden eerder op een laag niveau. Het gemiddelde in de Antwerpse haven ligt hoger dan het Vlaams stedelijk gemiddelde.

2. Stikstofdioxide – NO₂

Industrie en (scheeps)verkeer zijn grootste bronnen

In 2021 dragen industrie en verkeer elk voor 33 % bij aan de emissie van NO_x (NO₂). Bij verkeer is de scheepvaart de voornaamste bron. De raffinaderijen hebben een aandeel van 20 %. De totale absolute emissie is in de periode 2000-2021 met 41 % gedaald.

EU-grenswaarden gehaald, WGO-advieswaarden niet

De Europese grenswaarden voor uur- en jaargemiddelden en de alarmdrempel bleven gerespecteerd, ook op industriële meetplaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden. De WGO-uuradvieswaarde werd overschreden op 1 meetplaats, de WGO-advieswaarden voor dag- en jaargemiddelden op alle meetplaatsen. In heel Vlaanderen respecteren maar 4 landelijke meetstations de jaaradvieswaarde en haalt geen enkele de dagadvieswaarde. De hoogste concentraties meten we in het centrum van de haven maar modellering geeft aan dat ook wegverkeer lokaal voor verhoogde concentraties kan zorgen.

NO₂-concentraties dalen licht laatste 10 jaar

In de periode 2012-2022 dalen de NO₂-concentraties in de Antwerpse haven. In 2021, na het coronajaar, zien we een lichte stijging die in 2022 hetzelfde niveau aanhoudt. De laatste jaren is er eerder een stagnering. Het NO₂-gemiddelde in de Antwerpse haven lag in 2022 een vijfde hoger dan het Vlaams stedelijk gemiddelde. Op de landelijke meetplaatsen ligt de concentratie een stuk lager en is de daling minder sterk. Voor de meetplaatsen in de haven met een lange tijdsreeks zijn de concentraties in de periode 2012-2022 met 12 % tot 39 % gedaald.

3. Fijn stof - PM₁₀

Industrie blijft belangrijkste bron van primair fijn stof en ook een grote leverancier van secundair stof

Fijn stof is een mengsel van primair stof dat rechtstreeks uitgestoten wordt en secundair stof ontstaan uit chemische reacties van stofprecursoren. De primaire emissies hebben met 5 % een veel kleiner aandeel dan de stofprecursoren.

In de Antwerpse haven komt 51 % van de emissies van **primair PM₁₀** in 2021 van de sector industrie (geleid en niet-geleid). Verkeer is de 2de grootste sector met 23 %. Voornaamste bron hierin is de scheepvaart. De energiesector volgt met 16 %. De totale absolute emissie van primair PM₁₀ is in de periode 2000-2021 met 51 % gedaald.

In de Antwerpse haven worden veel stofprecursoren uitgestoten die **secundair PM₁₀** vormen. In 2021 vormen de NO_x(NO₂)-emissies met 81 % het grootste aandeel binnen die stofprecursoren. Hierin hebben verkeer en

Bekijken we het primair en secundair fijn stof samen, dan zijn de sectoren industrie en energie de belangrijkste bronnen (elk 32 %), gevolgd door verkeer met een aandeel van 27 %.

De Europese grenswaarden voor dag- en jaargemiddelden bleven gerespecteerd, ook op industriële meetplaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden. De WGO-dag en jaaradvieswaarde werd op alle meetplaatsen overschreden, net als op alle meetplaatsen in Vlaanderen.

In de periode 2012-2022 dalen de PM₁₀-concentraties in de Antwerpse haven tot 2016. Na een lichte stijging zakken de concentraties sinds 2020 weer tot het niveau van 2016. Het Vlaams stedelijk gemiddelde ligt over het algemeen hoger dan wat we in de haven meten. Het Vlaams landelijk gemiddelde ligt een stuk lager dan beide. Voor de meetplaatsen in de haven met een lange tijdsreeks zijn de concentraties in de periode 2012-2022 met 8 % tot 28 % gedaald.

In 2021 is het verkeer met 34 % de belangrijkste bron van rechtstreeks uitgestoten PM_{2,5} met de scheepvaart als grootste uitstoter (28 %). Industrie is de 2de grootste sector met 30 %, energie de 3de met 23 % van de totale uitstoot. De totale absolute emissie van PM_{2,5} is in de periode 2000-2021 met 63 % gedaald. Sinds 2015 zien we geen verdere daling.

De Europese jaargrenswaarde en de indicatieve Europese jaargrenswaarde werden gerespecteerd, ook op industriële meetplaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden. De WGO-dag- en jaaradvieswaarden werden op alle meetplaatsen overschreden. Dit is op alle meetplaatsen in Vlaanderen het geval.

In de periode 2012-2022 vertonen de PM_{2,5}-concentraties in de Antwerpse haven een globaal dalende trend. De concentraties in de Antwerpse haven lopen vrij gelijk met die van de stedelijke meetplaatsen. De laatste 3 jaar stagneert de concentratie in de Antwerpse haven. De concentraties zijn het laagst op de landelijke meetplaatsen maar verschillen niet zoveel met die van de meetplaatsen in stedelijk gebied of in de haven van Antwerpen. Voor de meetplaatsen in de haven met een lange tijdsreeks zien we een daling met 40 % sinds 2013.

Zwarte koolstof en elementair koolstof zijn zeer sterk aan elkaar verwante componenten. Door de verschillende meetmethode zit er toch een variatie in de gemeten hoeveelheden.

In 2021 is het verkeer met 56 % de belangrijkste bron van elementair koolstof met de scheepvaart als grootste uitstoter (50 %). Industrie is de 2de grootste sector met 13 % van de totale uitstoot gevolgd door energie en

De Europese jaargrenswaarde en de VLAREM-grenswaarde voor benzeen bleven gerespecteerd, ook op industriële meetplaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden. Dit was ook zo voor de WGO-advieswaarden voor tolueen, tetrachlooretheen en 1,2-dichloorethaan. De resultaten van formaldehyde kunnen we niet toetsen aan de WGO-advieswaarde van 100 µg/m³ voor een half uur omdat we meten met een ander tijdsvenster van 14 dagen.

De BTEX-concentraties verschillen sterk tussen de meetplaatsen. In het centrum van de haven op de meetplaats Polderdijkweg (R822) en in mindere mate ook op de meetplaats in de Ordamstraat (AT44) zijn de concentraties hoger dan op de andere meetplaatsen. De pollutierozen duiden bronnen aan in het centrum van de haven, bij de petroleumraffinaderijen.

Benzeen- en toluleenconcentratie stijgt in 2022 op meetplaats nabij raffinaderijen

De andere VOS en A/K meet de VMM sinds 2016 op R893 en sinds 2019 op R822. Voor de meeste componenten zien we een daling. Op R893 is de grootste relatieve stijging bij 1,2,3-trimethylbenzeen en p-ethyltolueen die met de helft toenemen. Op R822 zijn de concentraties in 2022 bij de meeste componenten lager in vergelijking met 2019. Alleen bij n-nonaan zien we een stijging van 29 %, aceton+acroleïne en acetaldehyde nemen met een vijfde toe. Verder valt op dat de concentratie van bepaalde componenten een stuk hoger is dan in 2021. Dit is het meest uitgesproken voor n-hexaan, benzeen en toluen.

8. Hoge PCB-waarden nabij shredder in Kallo

De dioxine- en PCB-deposities in Kallo waren in 2022 vergelijkbaar met waarden waargenomen nabij andere shredders.

9. PFAS

Sinds de zomer van 2021 voert de VMM PFAS-metingen uit nabij de 3M-site. Zowel in zwevend stof als in depositie werden PFAS gemeten. Op alle meetlocaties ligt de PFAS-concentratie in zwevend stof ruim onder de toetsingswaarde. Dichterbij het bedrijf 3M en de Oosterweelwerf worden hogere concentraties gemeten. Om tijdig in te spelen op verspreiding van mogelijk met PFAS vervuilde grond via de lucht door de Infrastructuurwerken Linkeroever en Scheldetunnel, werden er extra meetplaatsen voor fijn stof opgericht. Stofbeheersmaatregelen werden opgenomen in de omgevingsvergunning en er werd een stofactieplan opgemaakt in samenwerking met Lantis. Worden er lokale stofpieken gemeten nabij een woongebied, dan wordt, aan de hand van een waarschuwings- en actiedrempel, actie op het terrein ondernomen.

Dit stofactieplan geldt nog maar sinds midden februari 2022. We maten vooral lokale stofevents op de meetplaats Burchtse Weel, gevolgd door de meetplaatsen aan de Neerstraat en de Blancefloerlaan. De drempels worden vooral overschreden tijdens droge periodes. Deze worden in samenwerking met de afdeling Handhaving van het Departement Omgeving nauwgezet opgevolgd.

Aanbevelingen

De emissies dalen en de luchtkwaliteit verbetert. De huidige Europese grenswaarden worden overal gerespecteerd. Voor de WGO-advieswaarden is dit niet het geval: de doelstellingen van NO₂ en fijn stof worden overal overschreden. Dit geldt voor de jaargemiddelden én voor de daggemiddelde concentraties. Vooral de WGO-dagadvieswaarden liggen ver buiten bereik. De WGO laat op jaarbasis maar 3 overschrijdingen toe:

- voor NO₂ zijn er minstens 90 dagen met hogere concentraties, met een maximum van 251 dagen in industriegebied*
- voor PM₁₀ zijn er minstens 9 dagen met hogere concentraties, met een maximum van 25 dagen in industriegebied*
- voor PM_{2,5} zijn er minstens 61 dagen met hogere concentraties, met een maximum van 116 dagen in industriegebied*

De Europese Commissie heeft in oktober 2022 een voorstel voor herziening van de richtlijnen Luchtkwaliteit gelanceerd. In het voorstel zien we een verstrenging van de meeste grenswaarden. Daarnaast worden de meeste streefwaarden verstrengd naar grenswaarden. Dit voorstel is momenteel nog in bespreking tussen de lidstaten en deze wetgeving is dus nog niet van kracht. De algemene verwachting is dat er voor NO₂ en fijn stof nog heel wat maatregelen genomen moeten worden om de nieuwe doelstellingen te halen.

De VOS-campagne uit 2021 wees op een aantal aandachtsgebieden in de Haven van Antwerpen. Daarom initieerde de VMM een actieplan om de hoge VOS-concentraties aan te pakken. Een van de acties was het plaatsen van extra meetapparatuur in 2023 om meer info over de bronnen te krijgen. De bevindingen en de voortgang van de andere acties komen aan bod in het volgend rapport dat de luchtkwaliteit van 2023 bespreekt.

INHOUD

1	Inleiding.....	15
2	Het meetnet	16
3	Zwaveldioxide – SO ₂	19
3.1	Emissie van SO ₂	19
3.2	SO ₂ -concentraties in 2022.....	23
3.3	Geografische spreiding van SO ₂ -concentraties	24
3.3.1	Gemodelleerde SO ₂ -concentraties	24
3.3.2	Pollutierozen SO ₂	26
3.4	Trend van SO ₂ -concentraties	27
4	Stikstofoxides – NO/NO ₂	29
4.1	Emissie van NO _x (NO ₂)	29
4.2	NO ₂ -concentraties in 2022	31
4.3	NO-concentraties in 2022	33
4.4	Geografische spreiding van NO ₂ -concentraties	34
4.4.1	Gemodelleerde NO ₂ -concentratie	34
4.4.2	Pollutierozen NO ₂	37
4.5	Trend van NO _x -concentraties	39
5	Fijn stof – PM ₁₀ , PM _{2,5} en zwarte koolstof.....	42
5.1	PM ₁₀	42
5.1.1	Emissie van PM ₁₀	42
5.1.2	PM ₁₀ -concentraties in 2022	47
5.1.3	Geografische spreiding van PM ₁₀ -concentraties	50
5.1.4	Trend van PM ₁₀ -concentraties	53
5.2	PM _{2,5}	55
5.2.1	Emissie van PM _{2,5}	55
5.2.2	PM _{2,5} -concentraties in 2022.....	57
5.2.3	Geografische spreiding van PM _{2,5} -concentraties.....	59
5.2.4	Trend van PM _{2,5} -concentraties	62
5.3	Zwarte koolstof	64
5.3.1	Emissies van elementair koolstof	64
5.3.2	Zwarte koolstof in 2022	66
5.3.3	Geografische spreiding van zwarte koolstof.....	66
5.3.4	Trend van concentratie zwarte koolstof.....	69
5.4	Bijdrage verbranding fossiele brandstoffen aan zwarte koolstof en PM ₁₀	70
5.4.1	Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan zwarte koolstof	71
5.4.2	Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan PM ₁₀	72
5.4.3	Gemiddeld dagverloop in de winter- en zomermaanden.....	73

[illegible]

5.4.4	Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting	79
6	Vluchtige organische stoffen – BTEX, VOS en A/K	81
6.1	Emissies	81
6.1.1	Emissie van totaal NMVOS	81
6.1.2	Emissie van individuele stoffen	83
6.2	BTEX-concentraties – automatische metingen	86
6.2.1	BTEX-concentraties in 2022	86
6.2.2	Geografische spreiding van BTEX-componenten	88
6.2.3	Trend van BTEX-concentraties	93
6.3	VOS- en A/K-concentraties – semiautomatische metingen	96
6.3.1	VOS-concentraties in 2022	96
6.3.2	A/K-concentraties in 2022	99
6.3.3	Trend VOS en A/K	99
7	Dioxines en PCB's	101
7.1	Overzicht en toetsing van de dioxine- en PCB-meetwaarden	101
7.2	Trend van dioxine- en PCB126-depositie	102
7.3	Vergelijking met andere meetlocaties	103
8	Focus op meetplaats AT83	104
9	PFAS	107
9.1	Wat zijn PFAS	107
9.2	Metingen	107
9.3	Resultaten PFAS 2022	107
10	Besluit	110
bijlage 1	Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2017)	113
bijlage 2	Afbakening Antwerpse haven	118
bijlage 3	Emissies van bedrijven	120
bijlage 4	Beschrijving van de pollutanten	122
4.1	Zwaveldioxide – SO ₂	122
4.2	Stikstofoxides – NO/NO ₂	122
4.3	Fijn stof – PM ₁₀ , PM _{2,5} en zwarte koolstof	122
4.4	Dioxines en PCB's	124
4.5	Vluchtige organische stoffen - VOS	125
bijlage 5	Overzicht luchtkwaliteitsnormen	126
4.1	Zwaveldioxide – SO ₂	126
4.2	Stikstofoxides – NO/NO ₂	127
4.3	Fijn stof – PM ₁₀ en PM _{2,5}	128
4.3.1	Regelgeving PM ₁₀	128
4.3.2	Regelgeving PM _{2,5}	128

Figuur 67: Verloop van de dagwaarden van benzeen, toluen, ethylbenzeen, m+p-xyleen en o-xyleen op R822 in 2022	88
Figuur 68: Pollutierozen benzeen in de Antwerpse haven in 2022	89
Figuur 69: Pollutierozen toluen in de Antwerpse haven in 2022	90
Figuur 70: Pollutierozen ethylbenzeen in de Antwerpse haven in 2022	91
Figuur 71: Pollutierozen m+p-xyleen in de Antwerpse haven in 2022	92
Figuur 72: Pollutierozen o-xyleen in de Antwerpse haven in 2022	93
Figuur 73: Evolutie benzeenconcentraties in de Antwerpse haven	94
Figuur 74: Evolutie toluenconcentraties in de Antwerpse haven	94
Figuur 75: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in de Antwerpse haven	95
Figuur 76: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven	95
Figuur 77: Evolutie o-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven	96
Figuur 78: Vergelijking VOS-componenten in de Antwerpse haven met vermelding van factor verschil t.o.v. Vlaams gemiddelde	98
Figuur 79: Vergelijking A/K-componenten in 2022 in de Antwerpse haven (R822) met Gent-Gustaaf Callierlaan (R702)	99
Figuur 80: Jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats Ekerse Dijk (R893) in de periode 2016-2022	100
Figuur 81: Jaargemiddelde VOS- en A/K-componenten op meetplaats Polderdijkweg (R822) in de periode 2019-2022	100
Figuur 82: Trend depositie dioxines en PCB126 op meetplaats BV04 in Kallo	102
Figuur 83: Overzicht depositiestalen dioxines en dioxineachtige PCB's in 2022 in Vlaanderen	103
Figuur 84: Vergelijking jaargemiddelde gemeten op AT83 met overige meetplaatsen in de Antwerpse haven (2022)	105
Figuur 85: Verloop van de dagwaarden van NO en zwarte koolstof op AT83 in 2022	105
Figuur 86: Zeropollutierozen NO, NO ₂ en BC in de Antwerpse haven in 2022	106
Figuur 87: Jaargemiddelden voor PFAS in zwevend stof in 2022	109
Figuur 88: Jaargemiddelden voor PFAS in depositie in 2022	109
Figuur 89: Kaart afbakening Antwerpse haven	119
Figuur 90: Locatie van bedrijven en meetplaatsen	121

1 INLEIDING

Dit rapport wordt opgemaakt voor de samenwerkingsovereenkomst tussen het bestuur van de Antwerpse haven, de gemeente Beveren en de VMM. We bespreken de luchtconcentraties en emissies van een aantal polluenten in de Antwerpse haven. We toetsen de concentraties van 2022 aan de Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Ook de trend komt aan bod.

In dit rapport focussen we op de polluenten:

- zwaveldioxide (SO_2)
- stikstofoxiden (NO en NO_2)
- fijn stof (fracties PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$)
- zwarte koolstof (BC)
- vluchtige organische stoffen (VOS)
- dioxines en PCB's

Daarnaast voert de VMM PFAS-metingen uit in de omgeving van het bedrijf 3M. De bespreking van die metingen vind je op de VMM-website op <https://www.vmm.be/lucht/meer-polluenten>.

De emissiegegevens in dit rapport werden verzameld door het Team Emissie-inventaris Lucht van de VMM op basis van door de bedrijven gerapporteerde emissies in het Integraal Milieujaarverslag en modelberekeningen. De recentste data die momenteel beschikbaar zijn, zijn de emissiecijfers voor het jaar 2021. In het rapport tekenden we voor verschillende polluenten de pollutierozen die wijzen naar de richting van de bron(nen). In bijlage 3 is een kaart opgenomen met de meetplaatsen en aanduiding van de bedrijven die het meest uitstootten in 2021.

Noot: De Europese Commissie lanceerde in oktober 2022 een voorstel om de richtlijnen Luchtkwaliteit te herzien. In het voorstel worden de meeste grenswaarden strenger. Ook worden de meeste streefwaarden omgezet naar grenswaarden.

Dit voorstel is momenteel nog in bespreking tussen de lidstaten, dus deze wetgeving is nog niet van kracht. Daarom toetst de VMM de data van 2022 nog niet aan de regelgeving uit dit voorstel, maar alleen aan de huidige EU-regelgeving en de huidige WGO-advieswaarden.

2 HET MEETNET

Tabel 1 geeft een overzicht van de meetplaatsen in de Antwerpse haven, hun ligging en welke polluenten er gemeten worden in 2022. In de tabel staat aangeduid welke meetplaatsen opgenomen worden in het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven. Figuur 1 toont de ligging van de meetplaatsen.

De afbakening van de Antwerpse haven staat beschreven in bijlage 2. De meetresultaten van alle meetplaatsen binnen de gedefinieerde luchtkwaliteitszone Antwerpen Haven BEF01S worden gerapporteerd aan de Europese Commissie. Meetplaatsen op locaties waar volgens de richtlijn 2008/50/EG bijlage 3 de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden, worden niet gebruikt voor toetsing. Het gaat bv. over industriële brongerichte meetplaatsen, waar de representativiteit voor de blootstelling in woonzones eerder beperkt is. De meetresultaten van R897 (Scheldelaan) worden vanaf 2022 niet meer getoetst aan de regelgeving. Dit ligt in industriegebied zonder bewoning.

Daarnaast zijn er in en rondom de zone BEF01S nog een aantal andere VMM-meetplaatsen. Het gaat over:

- meetplaatsen die net buiten de gedefinieerde luchtkwaliteitszone liggen, maar wel (sterke) invloed kennen van de havenactiviteiten of meer informatie geven over de achtergrondconcentratie
- meetplaatsen van polluenten die niet aan Europa worden gerapporteerd
- meetplaatsen die iets verderaf liggen maar informatie geven over de achtergrond

Deze meetplaatsen kunnen ook gerapporteerd worden aan Europa voor een andere luchtkwaliteitszone.

In het rapport bespreken we alleen de meetwaarden van de meetplaatsen die minstens 50 % van het jaar werkzaam waren. We gebruiken de meteogegevens gemeten op de meetplaats Steenokkerzeel (SZ01). In het rapport gaan we dieper in op meetplaats AT83 in Berendrecht. 2022 is het eerste jaar met een volledig jaar metingen.

Meer informatie over de gemeten parameters en gebruikte apparatuur staat op de website <https://www.vmm.be/lucht>. De specificaties over onder andere het meetprincipe en de meetonzekerheid vind je in bijlage 1.

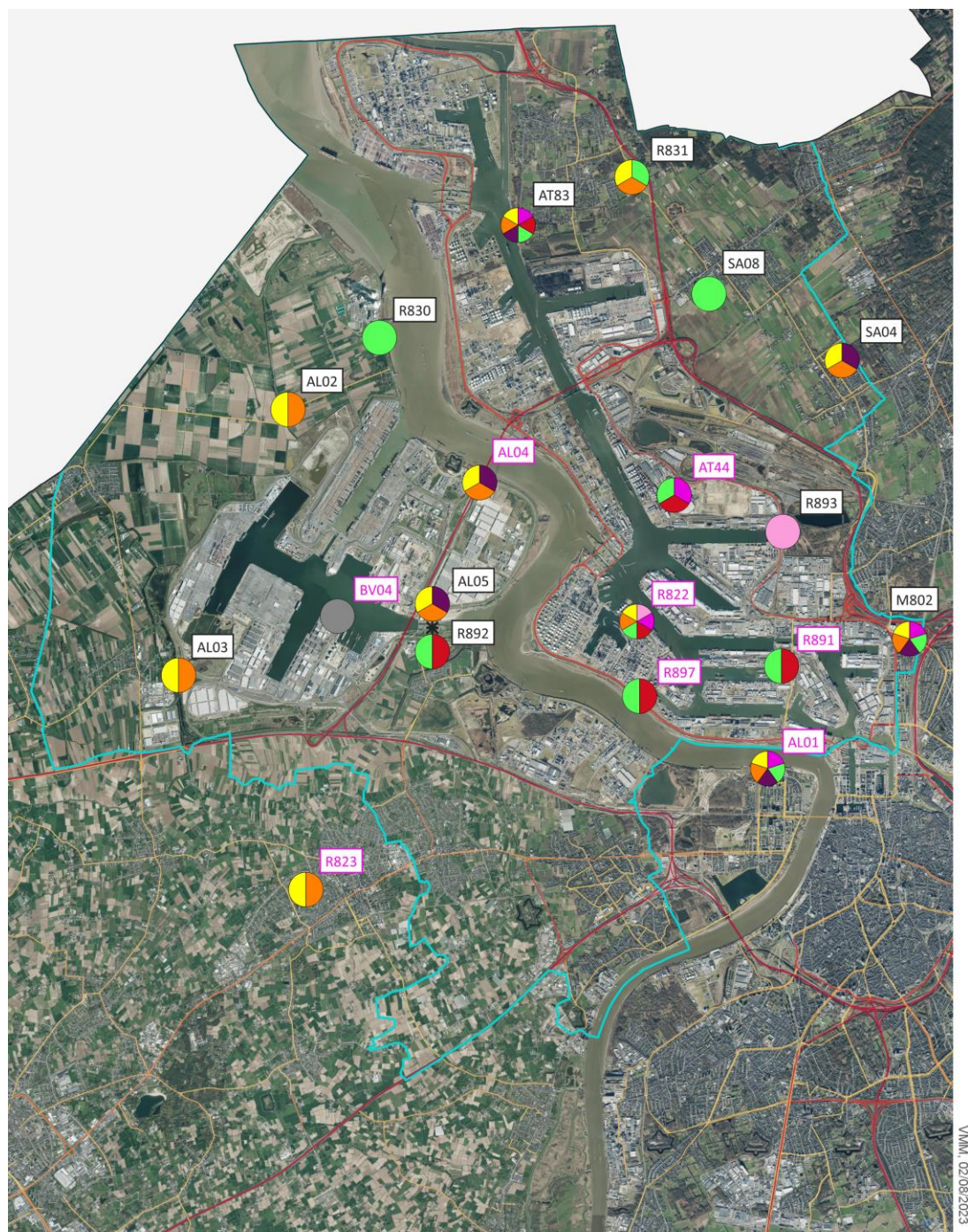
[illegible]

Tabel 1: Overzicht van de meetplaatsen en gemeten polluenten in de Antwerpse haven in 2022

Meetplaats Code	toetsing EU	virtueel gemidd	Adres	Lambertcoördinaten		PM ₁₀	PM _{2,5}	Zwarte koolstof	NO _x	SO ₂	BTEX	VOS	A/K	PCB's/diox
				X	Y									
Meetplaatsen van Air Quality Zone Antwerpse haven (BEF01S)														
AL02	✓	✓	Engelsesteenweg, Beveren (Kieldrecht)	140657	221644	✓	✓							
AL03	✓	✓	Watermolendijk, Beveren (Verrebroek)	138326	216020	✓	✓							
AL04		✓	Sint-Annalaan, Beveren (Kallo)	144735	220096	✓	✓	✓						
AL05	✓	✓	Ketenislaan, Beveren	143727	217031	✓	✓	✓						
AT44		✓	Ordamstraat, Antwerpen (Ekeren)	148875	219832				✓	✓	✓			
AT83	✓	✓	Zoutestraat, Antwerpen (Berendrecht)	145553	225543	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
BV04			Land Van Waaslaan, - haven 1204, Kallo	141709	217269									✓
M802	✓	✓	Havannastraat, Antwerpen	153884	216790	✓	✓	✓	✓		✓			
R822		✓	Polderdijkweg, Antwerpen	148082	217156	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
R830	✓	✓	Scheldemolenstraat, Beveren-Waas (Doel)	142601	223162				✓					
R831	✓	✓	Hoefbladstraat, Antwerpen (Berendrecht)	147976	226558	✓	✓		✓					
R891		✓	Scheurweg, Antwerpen	151159	216212				✓	✓				
R892	✓	✓	Kallostraat, Beveren (Kallo)	143727	217020				✓	✓				
R893	✓	✓	Ekersedijk, Antwerpen (Ekeren)	151187	219057							✓		
R897		✓	Scheldelaan, Antwerpen	148139	215578				✓	✓				
SA04	✓	✓	Abelenlaan, Stabroek (Hoevenen)	152448	222679	✓	✓	✓						
SA08	✓	✓	Laageind, Stabroek	149615	224088				✓					
Meetplaatsen buiten de AQ zone Antwerpse haven maar wel in rapport														
AL01	✓	✓	Wandeldijk, Antwerpen	150865	214046	✓	✓	✓	✓		✓			
R823	✓		Meerminnendam, Beveren	141037	211484	✓	✓							

[illegible]

Figuur 1: Ligging meetplaatsen van de Antwerpse haven, 2022



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2022



Meetplaatsen gerapporteerd aan Europa voor de zone Antwerpse haven (BEF015) hebben zwart label, andere meetplaatsen roze label.
VOS-metingen op R822 zijn inclusief A/K-metingen.

3 ZWAVELDIOXIDE – SO₂

Zwavedioxide (SO₂) kan ontstaan bij de verbranding van fossiele brandstoffen die zwavel bevatten. Dit gas kan schade veroorzaken aan de gezondheid en aan de vegetatie door de verzuring van het milieu. SO₂ draagt ook bij tot de vorming van secundair fijn stof.

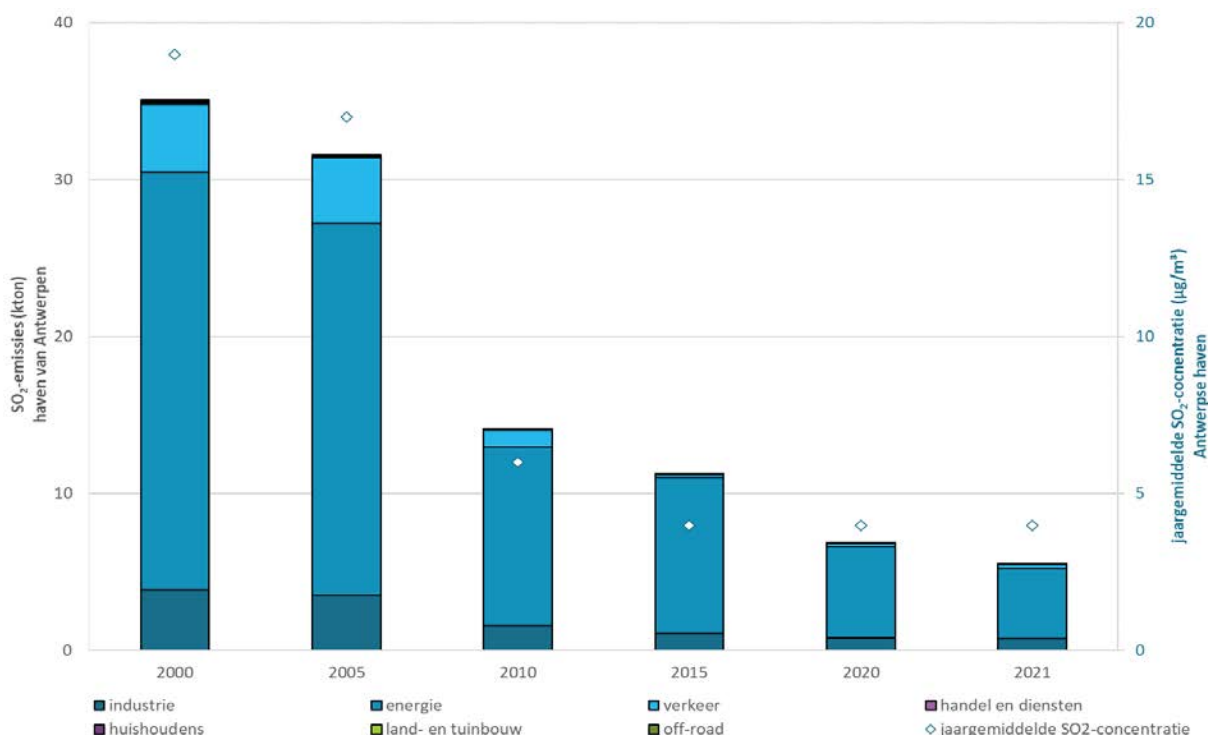
Meer info over SO₂ vind je in bijlage 4.

3.1 Emissie van SO₂

Figuur 2 toont de emissie van de verschillende sectoren in de Antwerpse haven voor 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 en 2021. Voor deze gegevens is de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2). Het virtuele SO₂-jaargemiddelde van de Antwerpse haven staat ook aangeduid.

De totale absolute emissies zijn in de periode 2000-2021 met 84 % gedaald. Ook bij de concentraties zien we een duidelijke daling, met in de laatste jaren een stagnering op een laag niveau. In 2021 is het grootste aandeel van de emissies nog altijd afkomstig van de energiesector. Bij deze sector zien we een verdere afname. Dit komt deels door de stopzetting van Gunvor Petroleum Antwerpen die in 2020 nog een emissie van 260 ton rapporteerde. Maar ook andere raffinaderijen rapporteren een lagere uitstoot in 2021 (Exxon: - 940 ton, TotalEnergies Refinery: -90 ton, ATPC Refinery: -36 ton), wat neerkomt op een procentuele daling van 23 % t.o.v. 2020 voor deze sector. Naast de petroleumraffinaderijen omvat de energiesector de elektriciteitscentrales maar hun aandeel bedraagt minder dan 1 %.

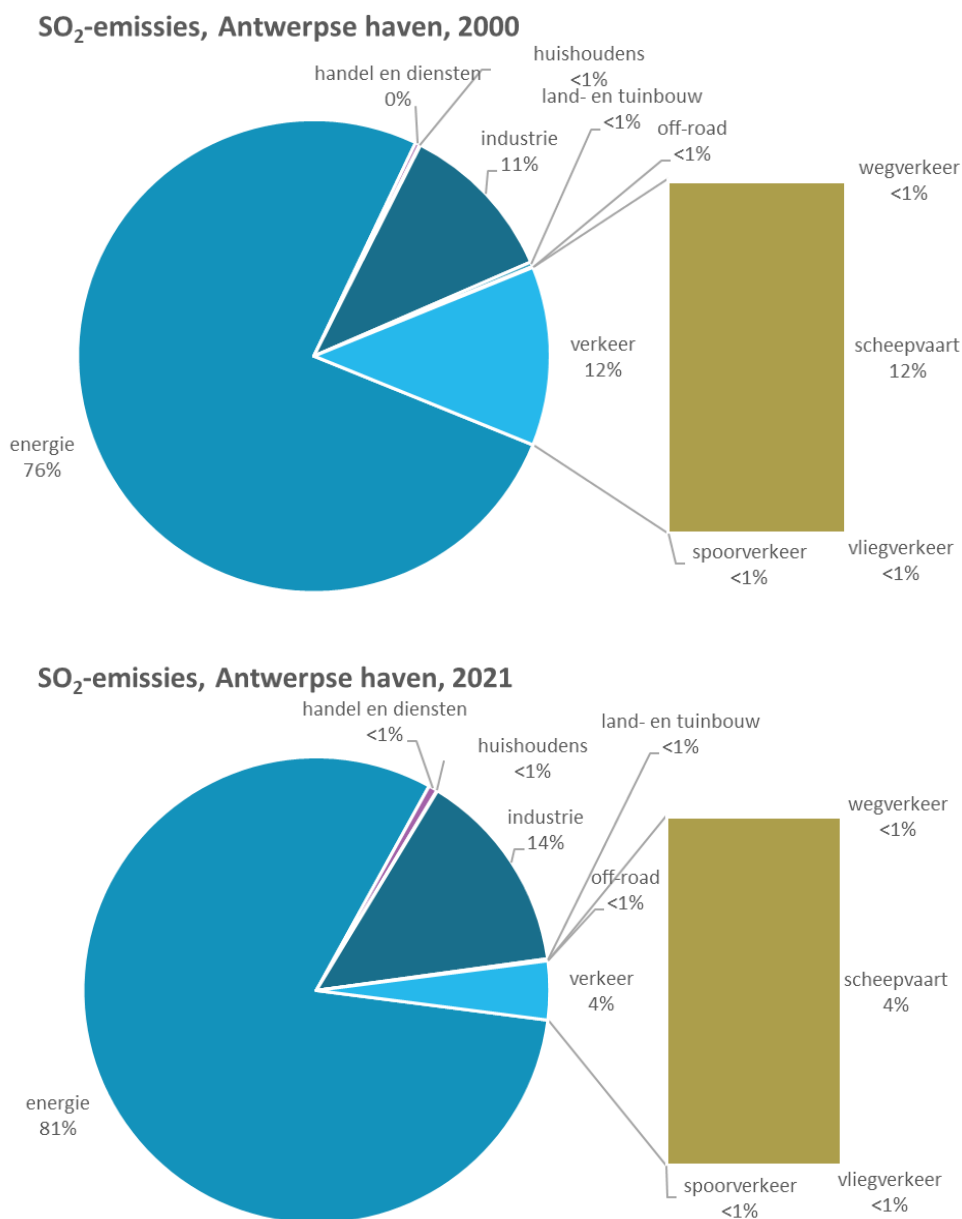
Figuur 2: Evolutie SO₂-emissies en jaargemiddelde concentratie in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 3 toont het aandeel van de sectoren in de SO₂-emissies in de jaren 2000 en 2021. De energiesector heeft, door emissies van de petroleumraffinaderijen, in 2021 het grootste aandeel met 81 % van de emissies. Ook de industrie blijft in 2021 een belangrijke bron met 14 % van de totale uitstoot. Het aandeel van het verkeer bestaat vrijwel alleen uit emissies van scheepvaart. De andere sectoren hebben een verwaarloosbaar aandeel in de totale SO₂-emissies. Het relatieve aandeel van de sector industrie bleef tussen 2000 en 2021 vrij stabiel. Verhoudingsgewijs is de daling voor de sector verkeer het grootst.

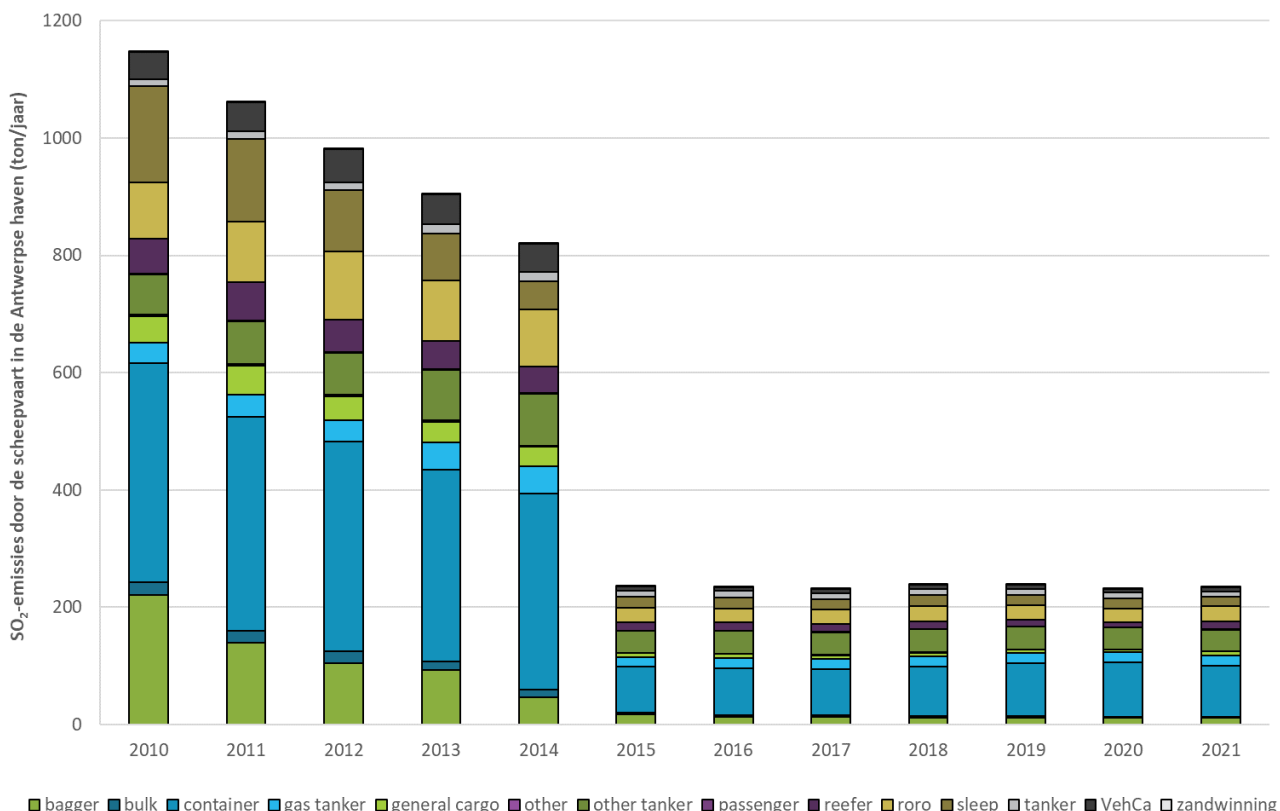
Figuur 3: Aandeel sectoren in SO₂-emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2021



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 4 toont de uitstoot van de scheepvaart in de Antwerpse haven. Deze daalden zeer sterk tot 2015. Daarna blijven de emissies stabiel. De daling van de emissies tussen 2010 en 2015 gebeurde onder invloed van een daling van het zwavelgehalte in scheepsbrandstoffen. Dit zorgt voor een gunstig effect op de SO₂-concentraties en ook op de secundaire fijnstofvorming. Sinds 2015 zijn er geen verdere verstrengingen van de zwavelnorm meer geweest binnen de SECA-zone waartoe het havengebied behoort. Daarbuiten is er nog wel een reductie in S-gehalte doorgevoerd, van 3,5 naar 0,5% in 2020.

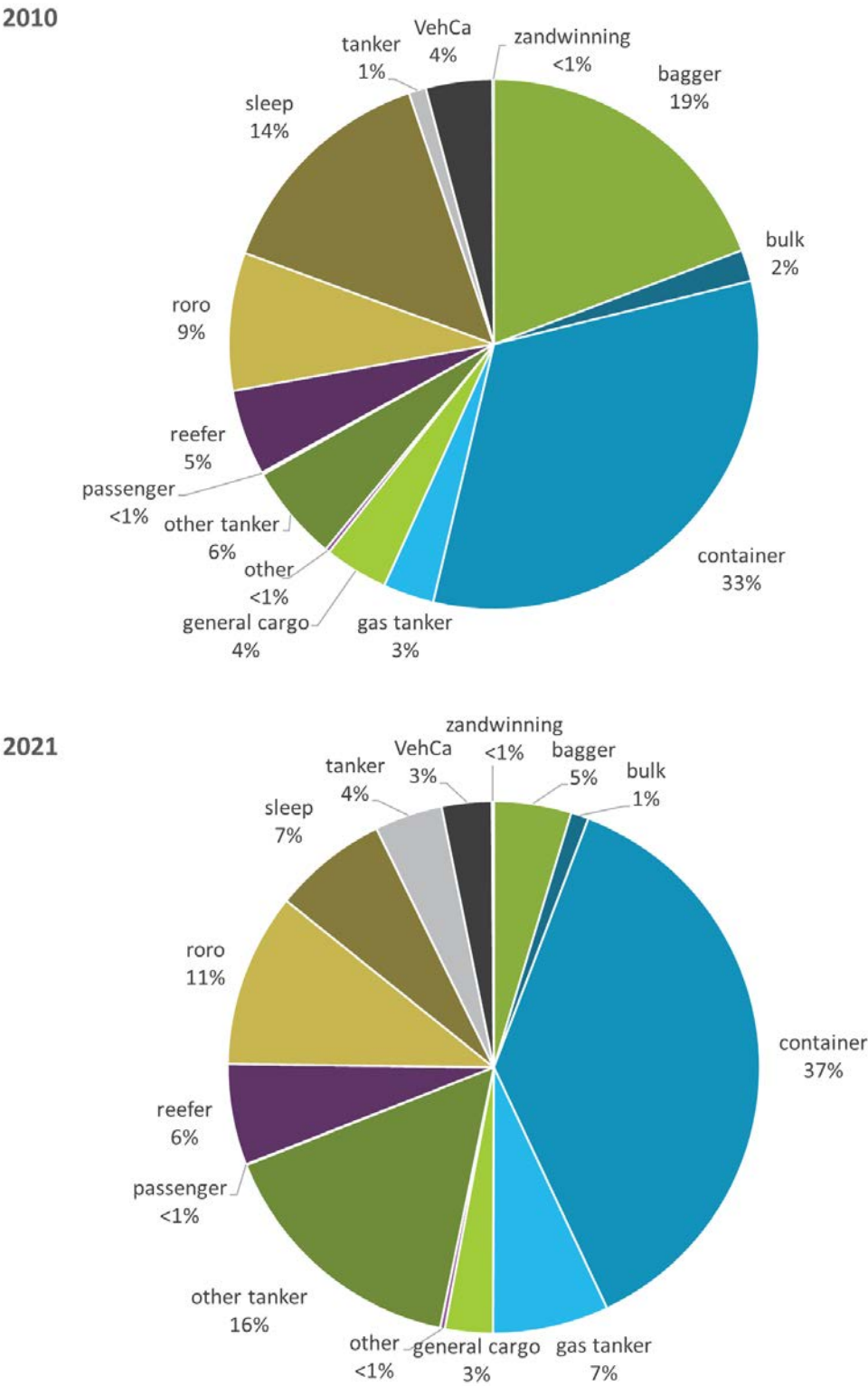
Figuur 4: Trend SO₂-emissie door de scheepvaart in de Antwerpse haven



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Wanneer we het aandeel van de verschillende types schepen bekijken (Figuur 5), dan veroorzaken de containerschepen ongeveer een derde van de emissies in 2010 en 2021. In 2010 waren baggerschepen en sleepboten met respectievelijk 19 % en 14 % ook belangrijke bronnen. In 2021 hebben deze types een veel kleiner aandeel. Waarschijnlijk komt dat door de invoering van de verlaagde zwavelnorm voor binnenschepen. De overige tankschepen ("other tanker") en roll-on-roll-offschepen ("roro") hebben in 2021 een relatief groter aandeel in de SO₂-emissies. In absolute cijfers is er een daling tussen 2010 en 2021 en dit voor alle types schepen. Verhoudingsgewijs was de daling van de baggerschepen en sleepboten groter dan de daling van de types overige tankschepen en roll-on-roll-offschepen.

Figuur 5: Aandeel type schepen in de scheepvaartemissies van SO₂ van 2010 en 2021



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Toetsing aan regelgeving

A) wel toetsing op AT83 (Berendrecht), R892 (Kallo)

Tabel 2 toont de toetsing aan de regelgeving. Ter informatie beoordelen we alle meetplaatsen. Het maximaal toegelaten overschrijdingen op jaarbasis is opgenomen in de tabel. In de laatste kolom geven we aan hoeveel keer de uur-/dagconcentratie overschreden is. Dit staat cursief als het maximaal toegelaten overschrijdingen niet overschreden is.

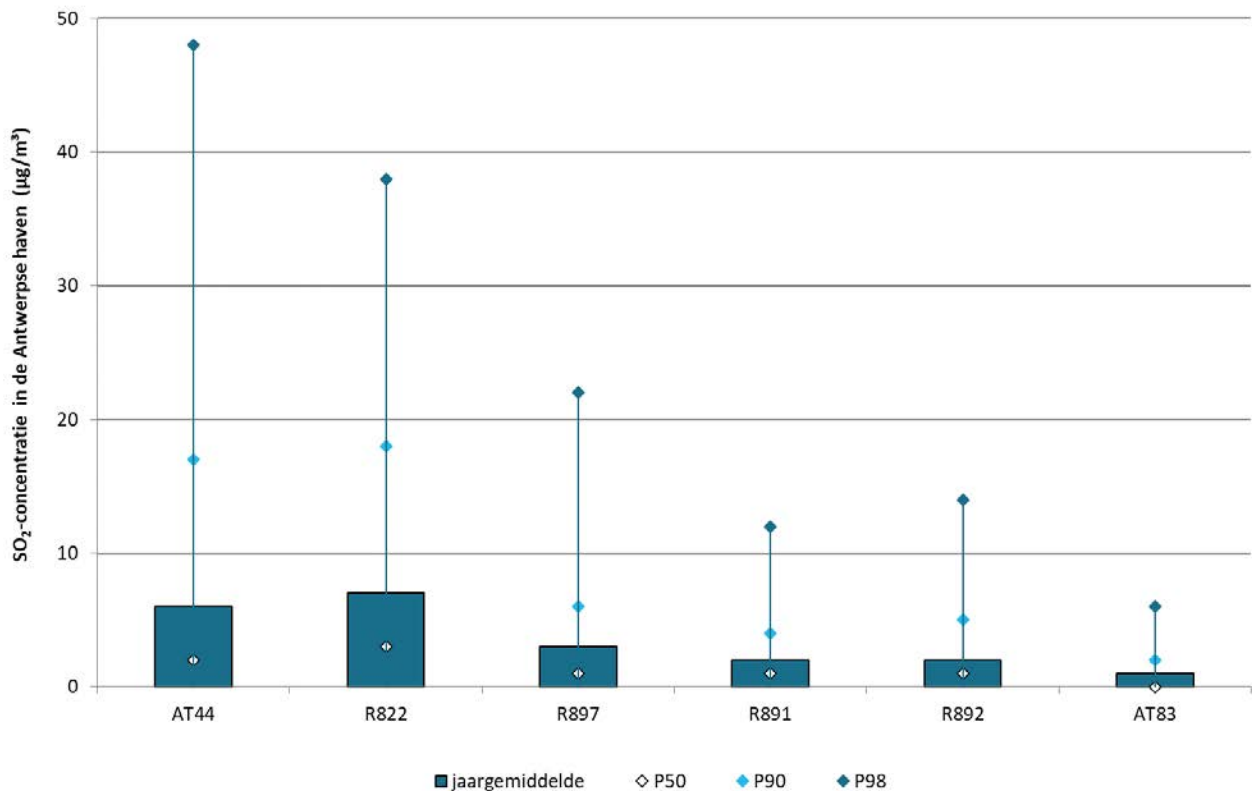
2022 – SO ₂	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen	Overschrijding
EU-uurgrenswaarde	350 µg/m ³ - 24x	2/2	4/4	/
EU-daggrenswaarde	125 µg/m ³ - 3x	2/2	4/4	/
EU-alarmdrempel	500 µg/m ³ - 3u	2/2	4/4	/
WGO-dagadvieswaarde	40 µg/m ³ - 3x	2/2	4/4	R822: 1 dag AT44: 2 dagen

Op R822 en AT44 waren er 1 respectievelijk 2 dagen met concentraties hoger dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is lager dan de 3 dagen die de WGO-advieswaarde toelaat. De pollutierozen leren ons dat de bron zich bevond in de richting van de raffinaderijen.

Figuur 6 toont voor alle meetplaatsen voor zwaveldioxide de belangrijkste statistische parameters, namelijk het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2022. Hieruit volgt dat de hoogste concentraties gemeten worden op AT44, R822 en in mindere mate op R897. Deze meetposten liggen nabij de raffinaderijen. Dit zien we zowel voor de jaargemiddelden als de piekconcentraties P90 en P98.

Op de meetplaatsen R891, R892 en de nieuwe meetplaats AT83 in Berendrecht zijn de SO₂-concentraties laag.

Figuur 6: Overzicht statistische parameters SO₂ in de Antwerpse haven in 2022



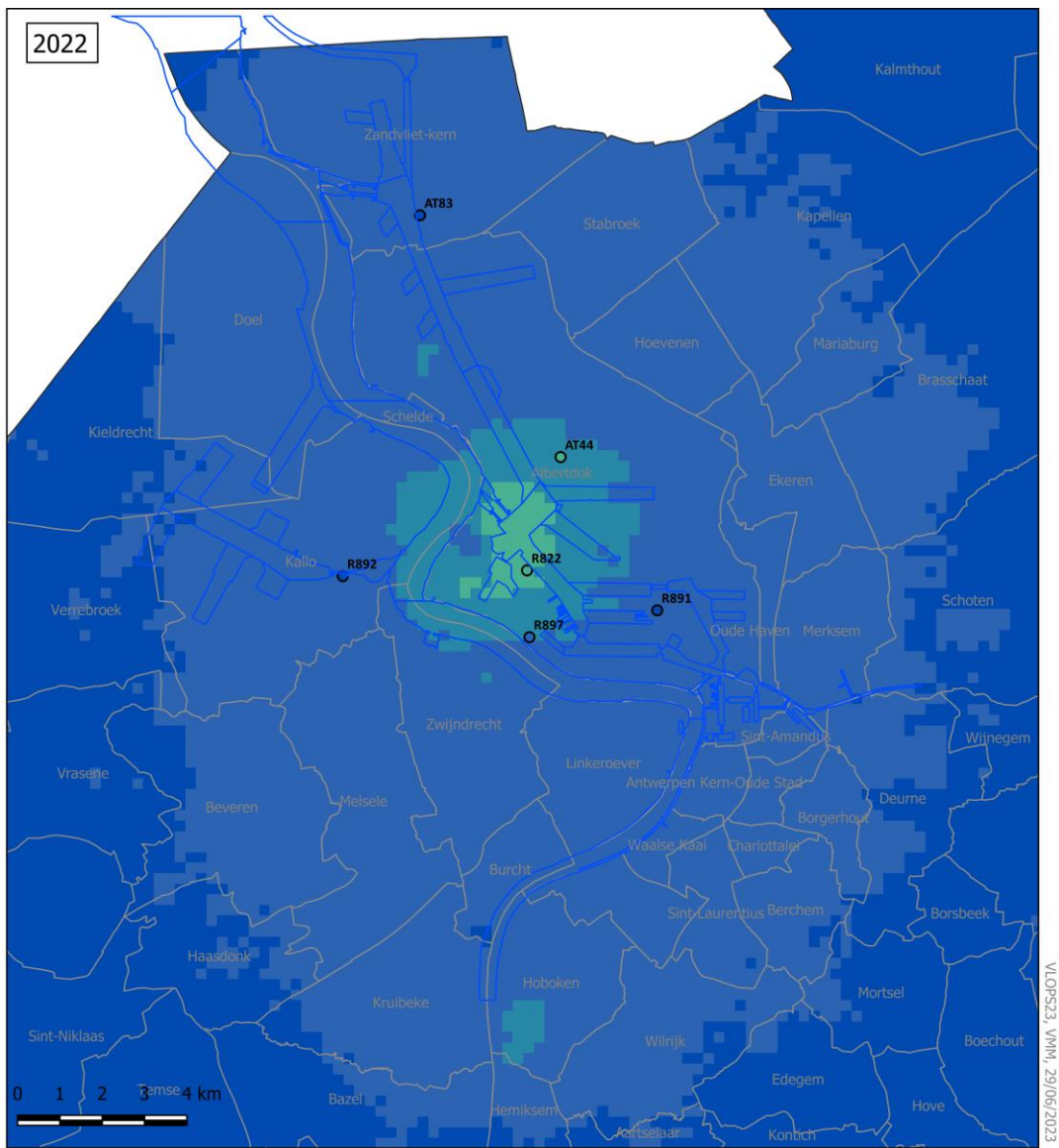
3.3 Geografische spreiding van SO₂-concentraties

3.3.1 Gemodelleerde SO₂-concentraties

Om de SO₂-concentraties in de Antwerpse haven in te schatten, gebruiken we het VLOPS-model, zie Figuur 7. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen over- of onderschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de SO₂-verontreiniging in Vlaanderen.

Het model schat dat de hoogste concentraties voorkomen in het centrum van het havengebied, aan de raffinaderijen. In de ruimere agglomeratie, waar ook bewoning is, schat het VLOPS-model de concentraties lager in.

Figuur 7: Gemodelleerd SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2022



SO₂-jaargemiddelde 2022 berekend met VLOPS (µg/m³)

≤ 2 2 - 4 4 - 6 6 - 8 8 - 10 > 10

Deelgemeentes Dokken
meetplaats (kleur = gemeten waarde)

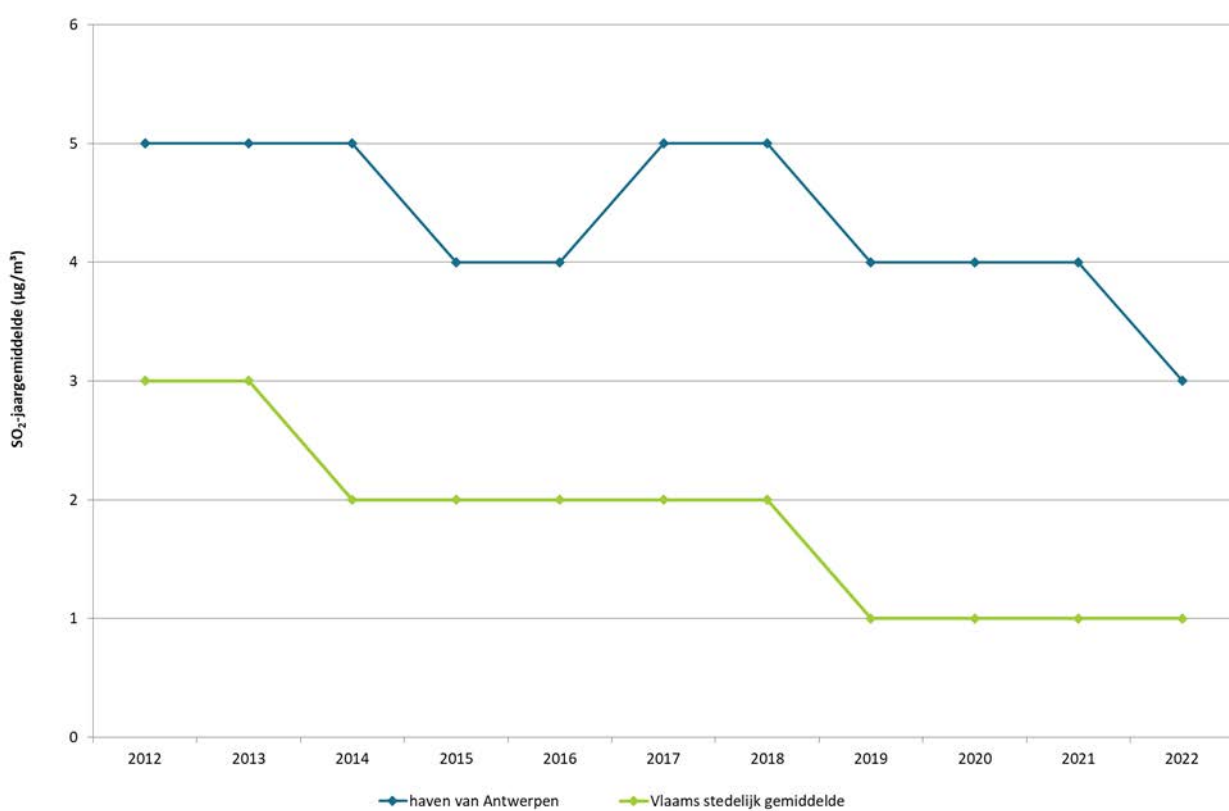
De onzekerheden voor deze kaart na kalibratie zijn RMSE 1,14 µg/m³ en relatieve onzekerheid 35 %.

3.4 Trend van SO₂-concentraties

Een virtueel gemiddelde is het gemiddelde van alle metingen van deze pollutant in een bepaald gebied gedurende een jaar. Figuur 9 toont het verloop van het SO₂-jaargemiddelde op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven' en 'stedelijk' in de periode 2012 tot en met 2022.

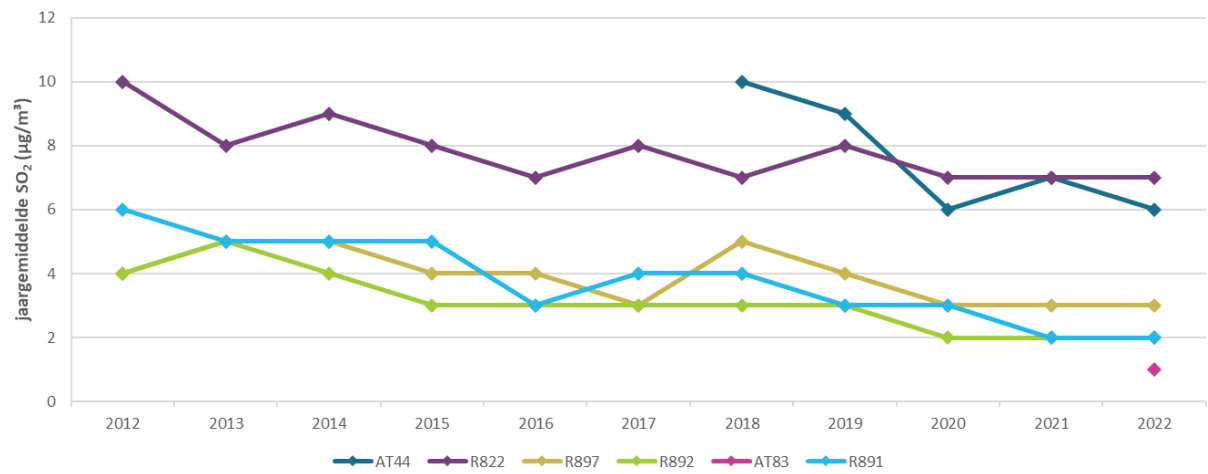
Op de figuur zien we dat de SO_2 -concentratie geleidelijk afneemt. Het gemiddelde in de Antwerpse haven ligt wel hoger dan het Vlaams stedelijk gemiddelde.

Figuur 9: SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk gemiddelde in Vlaanderen



Figuur 10 toont het verloop van de jaargemiddelde SO₂-concentratie voor de periode 2012 tot 2022. Over de laatste 10 jaar zijn de concentraties op alle meetplaatsen gedaald. De laatste jaren is er eerder een stagnering op een (zeer) laag niveau.

Figuur 10: SO₂-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor de periode 2012-2022



4 STIKSTOFOXIDES – NO/NO₂

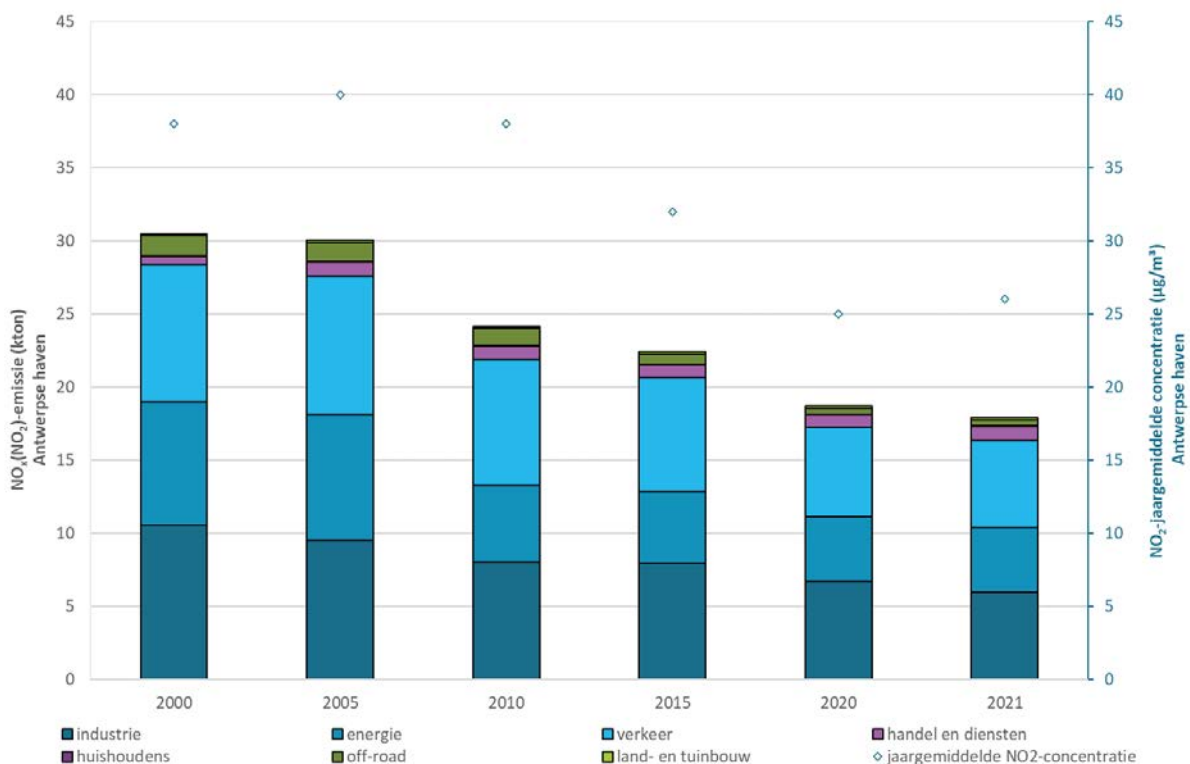
Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO₂) en stikstofmonoxide (NO). Ze worden uitgestoten tijdens de verbrandingsprocessen van fossiele brandstoffen (steenkool, petroleumproducten en gas) gebruikt in huishoudelijke verwarming, industriële processen en de verbrandingsmotoren van verkeer. NO₂ leidt tot irritatie van de luchtwegen en astma. NO_x draagt bij tot de vorming van secundair fijn stof, speelt een rol bij verzurende en vermestende depositie en fotochemische smogvorming. NO_x kan over grote afstanden getransporteerd worden en dus effecten veroorzaken in ver gelegen gebieden.

Meer informatie over NO_x vind je in bijlage 4.

4.1 Emissie van NO_x (NO₂)

Figuur 11 toont de evolutie van de NO_x(NO₂)-emissies per sector en het jaargemiddelde gemeten in de Antwerpse haven. Voor deze gegevens is de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S gebruikt (zie bijlage 2).

Figuur 11: Evolutie NO_x(NO₂)-emissies en NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

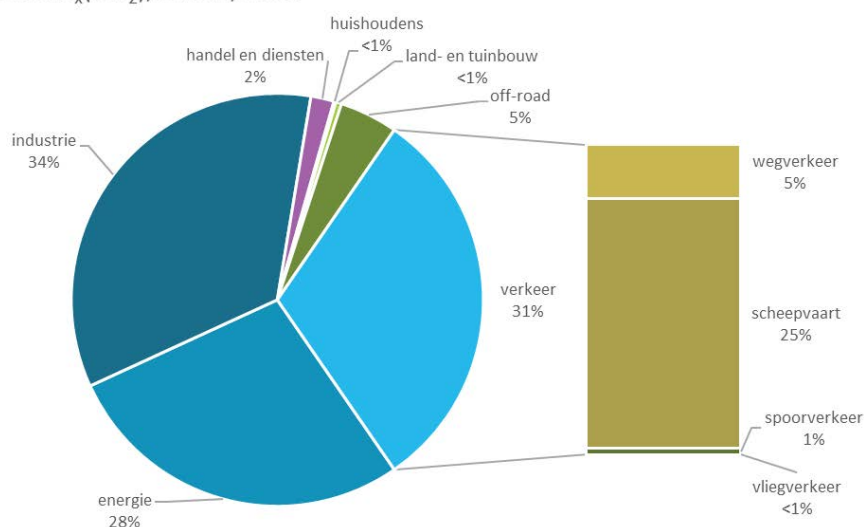
In de periode 2000-2021 daalde de totale NO_x(NO₂)-emissie met 41 %. De concentraties volgen min of meer de trend van de emissies. De drie belangrijkste sectoren voor de uitstoot zijn industrie, verkeer en energie. De resterende sectoren handel en diensten, off-road, huishoudens en land- en tuinbouw zijn voor NO_x(NO₂)-

emissies verwaarloosbaar. De drie belangrijkste sectoren kenden over de volledige periode een daling die zich ook in 2021 licht doorzet.

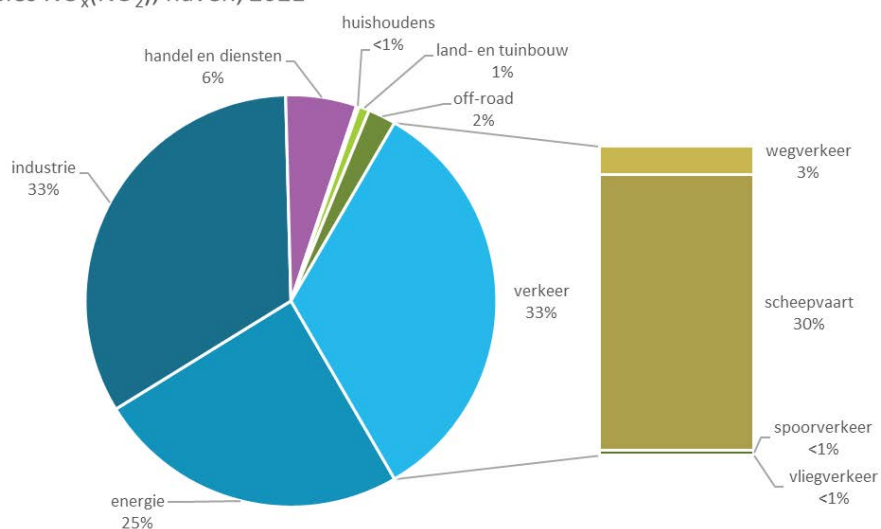
Figuur 12 toont het aandeel van de sectoren in de $\text{NO}_x(\text{NO}_2)$ -emissies in de jaren 2000 en 2021. Industrie had in 2000 het grootste aandeel, gevolgd door verkeer en energie. In 2021 is het aandeel van industrie en verkeer even groot en is het aandeel van energie kleiner. De verkeersemisies zijn vooral veroorzaakt door het scheepsverkeer, goed voor een kwart van de totale emissies in 2000 en 30 % in 2021. In 2021 kwam 5 % van de uitstoot door de sector energie van elektriciteitscentrales en 20 % van de petroleumraffinaderijen. Deze drie sectoren zijn de voornaamste bronnen. De andere sectoren hebben een veel kleiner aandeel in de totale emissies.

Figuur 12: Aandeel van de sectoren in de $\text{NO}_x(\text{NO}_2)$ -emissies in de Antwerpse haven

emissies $\text{NO}_x(\text{NO}_2)$, haven, 2000



emissies $\text{NO}_x(\text{NO}_2)$, haven, 2021



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

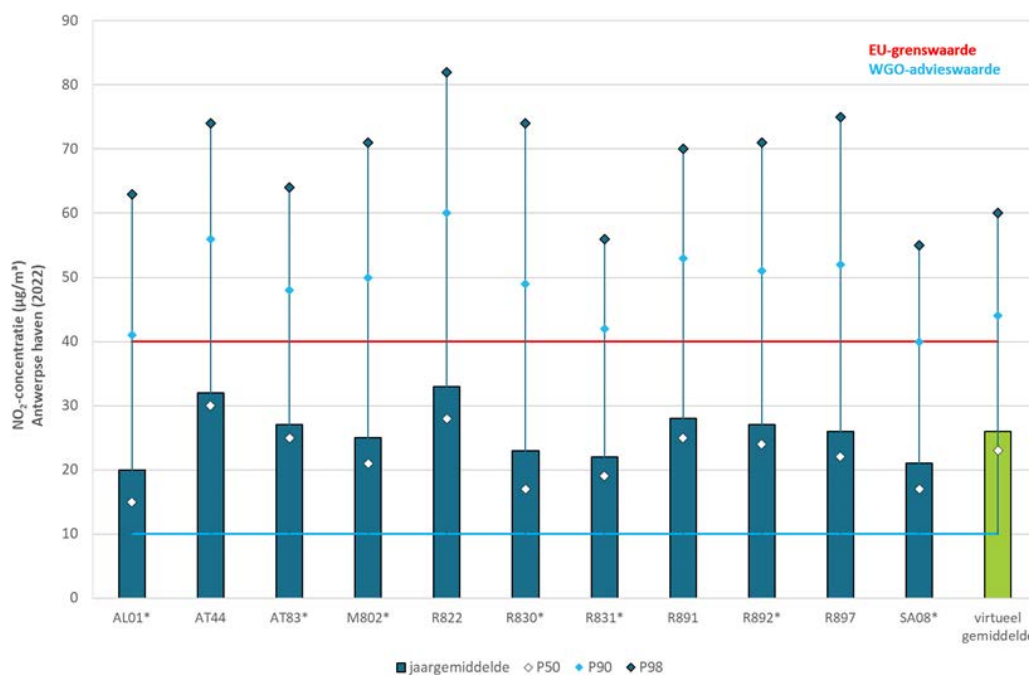
De luchtkwaliteit in de Antwerpse haven wordt niet alleen bepaald door de emissies in de haven zelf. Ook emissies in Vlaanderen, andere gewesten en het buitenland dragen bij tot de concentratie van vervuilende stoffen in de Antwerpse haven.

Figuur 13 toont voor alle meetplaatsen voor stikstofdioxide de belangrijkste statistische parameters: het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2022.

Hieruit volgt dat de jaargemiddelden het laagst zijn op AL01, R830, R831 en SA08. Die liggen aan de rand van de haven. Ook M802 ligt aan de rand maar het verkeer op de nabijgelegen wegen dragen bij tot hogere concentraties. 2022 is het eerste jaar met volledige metingen op AT83. Het jaargemiddelde is hoger dan op andere meetplaatsen in het noorden van de haven. Op AT44 en R822 is het NO₂-jaargemiddelde het hoogst. De hoogste piekconcentraties meten we op R822 en de laagste op R831 en SA08. Op R830, aan de rand van de haven, is de P98-waarde ook vrij hoog. De pollutieroos wijst naar bronnen in het oosten, op rechteroever (zie verder).

Als we toetsen aan de WGO-dagadvieswaarde, dan kunnen we dezelfde conclusies trekken zoals in Figuur 13: AT44 en R822 telt het meest aantal overschrijdingsdagen, AL01, R830, R831 en SA08 het minst. De nieuwe meetplaats AT83 telt het derde meest aantal dagen met een concentratie hoger dan 25 µg/m³.

Figuur 13: Overzicht statistische parameters NO₂ in de Antwerpse haven in 2022



WGO-advieswaarde

Aantal dagen NO_2 -concentratie $> 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Antwerpse haven (2022)

Locatie	Aantal dagen NO_2 -concentratie $> 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$
AL01*	~90
AT44	~250
AT83*	~210
M802*	~150
R822	~248
R830*	~125
R831*	~108
R891	~185
R897	~160
SA08*	~100
virtueel gemiddelde	~158

*: toetsing aan Europese doelstelling

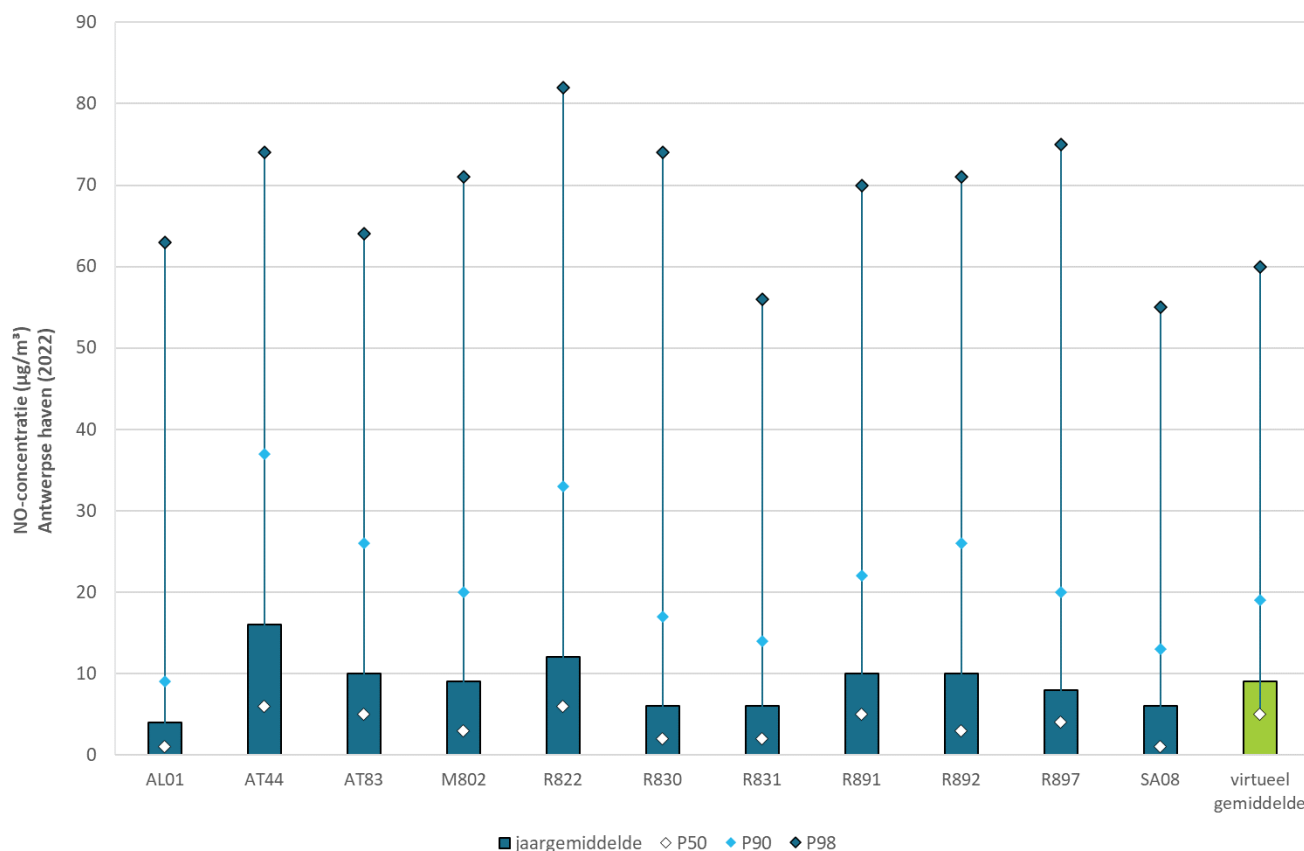
Toetsing aan regelgeving

Concentratie per meetplaats

We zien hetzelfde profiel als bij NO₂: de jaargemiddelden zijn het laagst zijn op AL01, R830, R831 en SA08 die aan de rand van de haven liggen. Op AT44 en R822 is het NO-jaargemiddelde het hoogst. Ook bij NO meten we de hoogste piekconcentraties op R822 en de laagste op R831 en SA08. Op R830 is de P98-waarde ook vrij hoog.

Het jaargemiddelde is lager dan bij NO₂. Dit komt omdat bij verbrandingsreacties in eerste instantie vooral NO ontstaat. NO heeft een korte levensduur en wordt in de lucht al snel omgezet in NO₂.

Figuur 15: Overzicht statistische parameters NO in de Antwerpse haven in 2022



4.4 Geografische spreiding van NO₂-concentraties

4.4.1 Gemodelleerde NO₂-concentratie

Op plaatsen waar de VMM geen meetresultaten heeft, schatten we de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Voor NO₂ gebruikt de VMM het ATMO-Street-model. ATMO-Street is de naam voor de modelketen RIO-IFDM-OSPM.

Ondanks de best beschikbare inschatting op straatniveau, heeft het ATMO-Street model ook een aantal beperkingen:

- De impact van nieuwe verkeerssituaties is niet altijd onmiddellijk zichtbaar. Het model toont wel een simulatie van de jaargemiddelden in 2022. Hiervoor gebruikten we (verkeers)emissiegegevens voor 2022 berekend op basis van mobiliteitscijfers uit het propagatiemodel FLOMOVIA in combinatie met gegevens over het wagenpark (bv. vlootsamenstelling, verdeling over de EURO-normen, ...).
- Met tijdelijke verkeerssituaties (bv. omleidingen of files) wordt geen rekening gehouden.
- Het herhaaldelijk opwaaien van stof door het verkeer en het effect van de aanwezigheid van groen (zoals bomen in een straat) worden niet in rekening gebracht.
- De lokale vervuiling die veroorzaakt wordt door onder andere houtkachels, open haarden en grote veeteeltbedrijven is niet zichtbaar op de kaarten. De vervuiling van deze bronnen wordt wel mee opgenomen in de ‘achtergrondconcentratie’ (met een lagere ruimtelijke resolutie van 4x4 km²).

Ondanks deze beperkingen van het model, resulteert het wel in wetenschappelijk onderbouwde kaarten die de verspreiding van de luchtvervuiling in kaart brengen. De controle gebeurde door te vergelijken met metingen. Meer uitleg over de methodiek van de modellering vind je in **bijslage 6**.

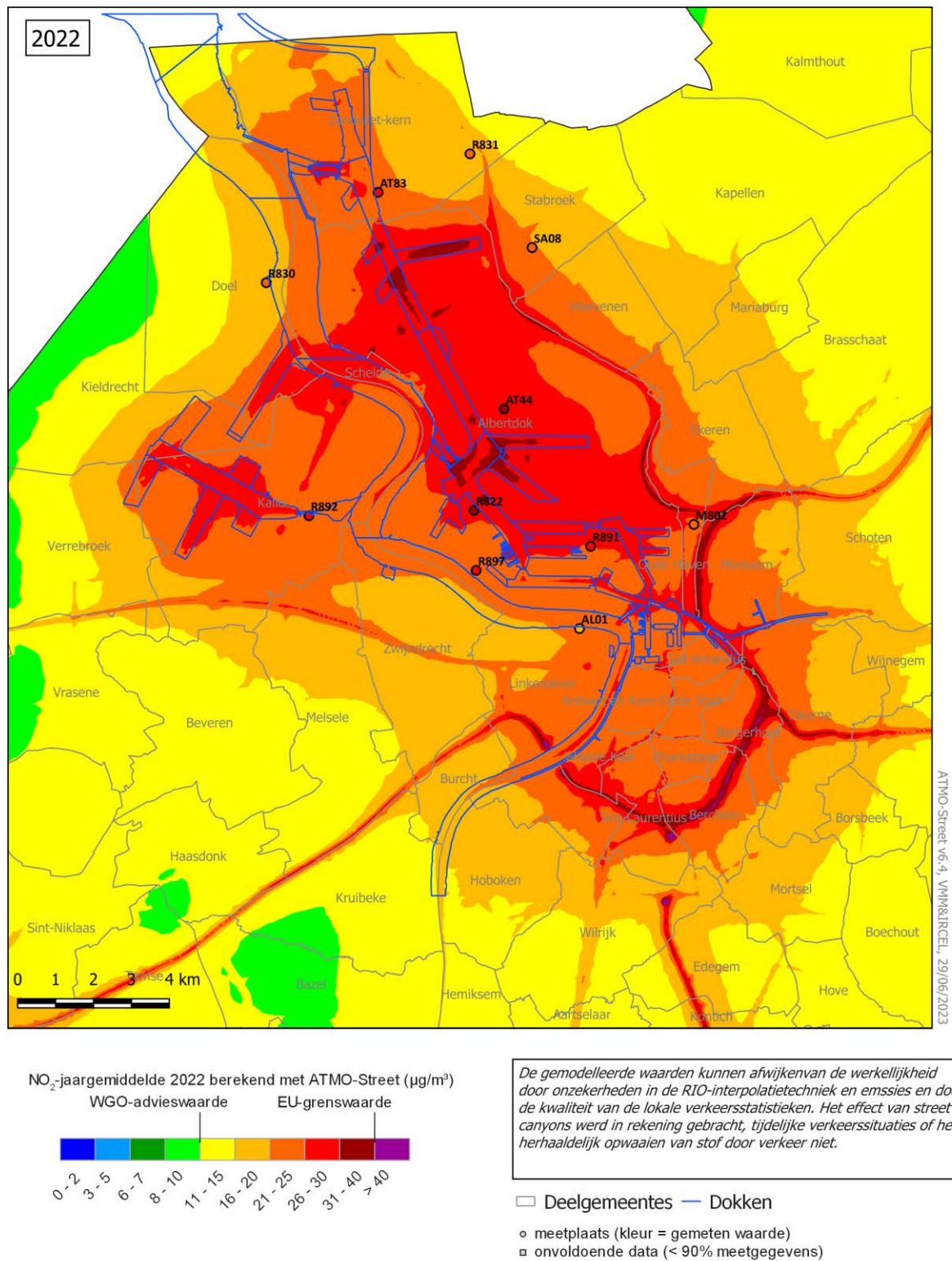
Opgelet! Nieuwe kleurenschaal

Voor de jaargemiddelden van 2022 wordt een nieuwe kleurenschaal gebruikt die gebaseerd is op de advieswaarden die de WGO in 2021 definieerde.

De luchtkwaliteit wordt niet slechter.

In vergelijking met de vroeger gebruikte concentratieklassen zullen de kaarten “roder” kleuren. Dit wil niet zeggen dat de luchtkwaliteit op zich erop achteruitgaat. Integendeel, de luchtkwaliteit verbetert al verschillende decennia. Het betekent wel dat er al gezondheidsrisico's zijn bij lagere concentraties dan voordien werd ingeschat. [Meer info](#)

De ATMOSstreet-kaart (Figuur 16) toont de bijdrage van het verkeer op de Antwerpse ring en de aangesloten autosnelweg. De autosnelweg A12 Antwerpen – Breda die evenwijdig loopt met het havengebied van zuid naar noord, draagt ook bij tot de verhoogde concentraties in de omgeving van de haven. Op M802 (Antwerpen - Luchtbal) wordt de impact van de haven en de A12 Antwerpen - Breda en E19 Antwerpen – Bergen Op Zoom getoond. De industriële invloed op de meetplaatsen in de Scheurweg (R891), Ordamstraat (AT44) en Polderdijkweg (R822) zijn zichtbaar op de kaart en worden bevestigd door de pollutierozen van deze meetlocaties. De R2 is duidelijk zichtbaar met concentratieverhogingen ter hoogte van de tunnelmonden.



De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 11,0 en 14,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor 2022.

4.4.2 Pollutierozen NO₂

NO₂ is een deels secundair gevormde pollutant. Figuur 17 toont daarom de zeropollutierozen voor NO₂. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6.

De impact van verkeersknooppunten in het havengebied en de Antwerpse ring met de belangrijkste autosnelwegen is zichtbaar. Meetplaatsen aan de rand van de haven (R831, SA08, AL01, M802) tonen invloed vanuit de haven. Dit kan gaan om uitstoot door schepen of door bedrijven. Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 18 bedrijven die in 2021 meer dan 100 ton NO_x (als NO₂) uitstoten (bijlage 3). Daarna vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We komen tot de volgende vaststellingen:

- R822: W-NW: TotalEnergies Refinery Antwerp - N: Lanxess - NO: Tecoma - ZO: Exxonmobil Petroleum& Chemical
- R892: N-NW: Borealis Kallo, Indaver site Doel, Slib en Co-verwerkings Centrale, Ineos Phenol – O: raffinaderijen
- R830: ZO: Evonik Antwerpen – O: Indaver
- AT44: W: Lanxess – Z: raffinaderijen
- R891: W: raffinaderijen
- R897 en AL01: raffinaderijen

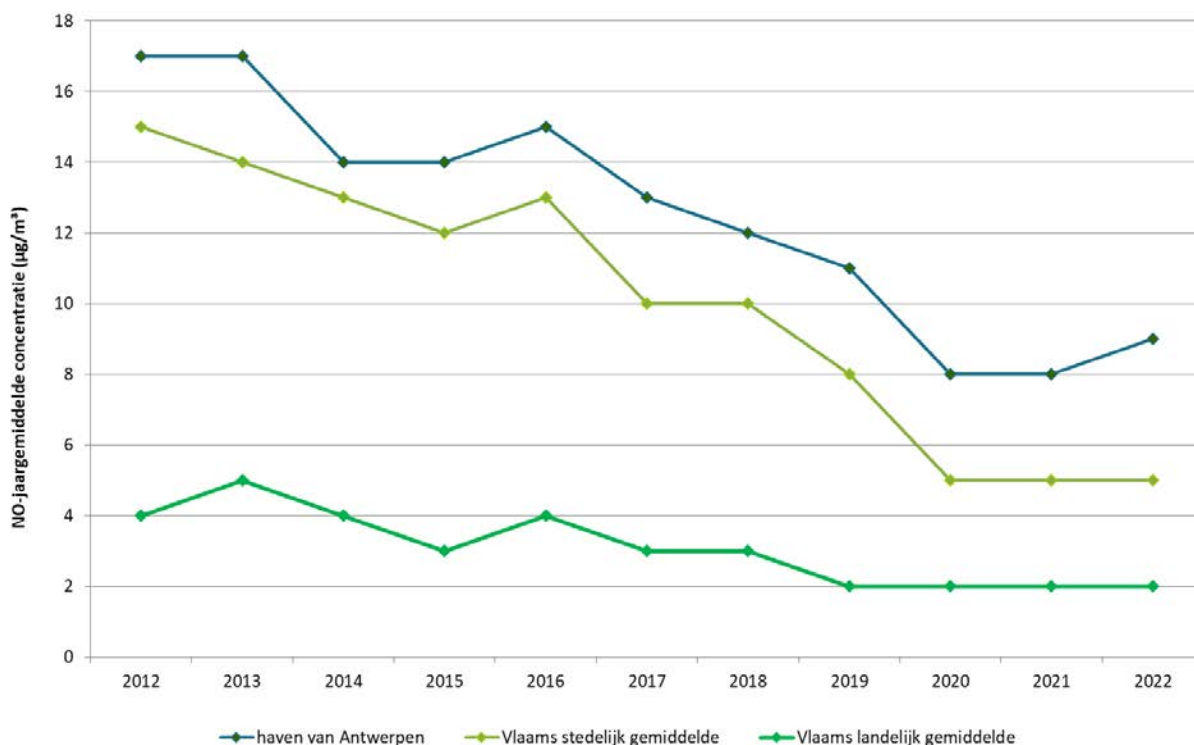
AT83 wijst naar bronnen in de noordwestelijke tot zuidelijke sector. Er zijn geen bedrijven in die sector met een IMJV in 2021 met emissies boven de rapporteringsdrempel voor NO_x. Ofwel zijn er een aantal bedrijven die allemaal onder de rapporteringsdrempel zitten en hun emissies niet moeten overmaken. Het kan ook dat de uitstoot komt van schepen aan de dokken en aan de sluizen.

[illegible]

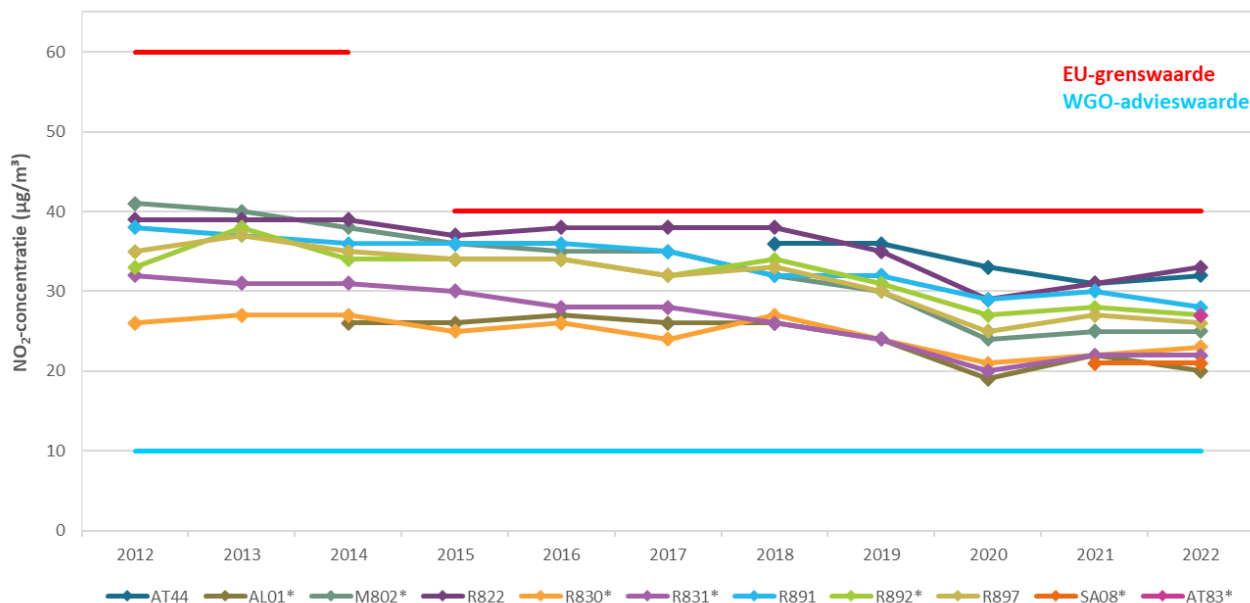
AL01	M802	R831	R897
AT44	R822	R891	SA08
AT83	R830	R892	



Figuur 19: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen



Figuur 20: Evolutie NO₂-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven

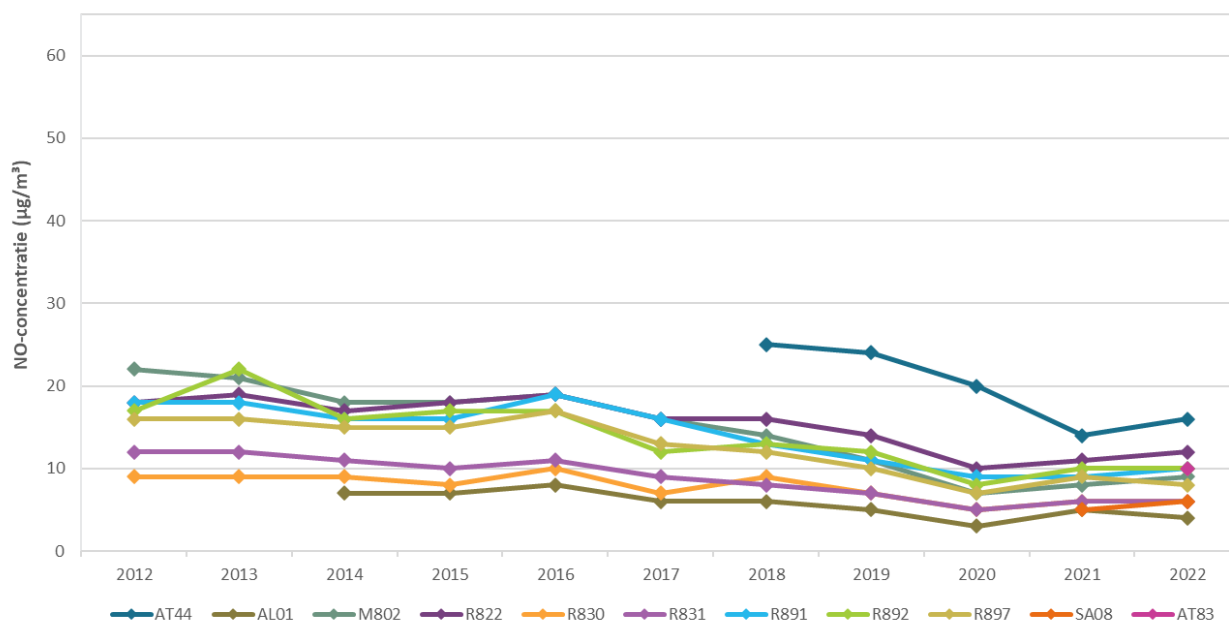


*: toetsing aan Europese doelstelling

Figuur 20 toont het verloop van de jaargemiddelde NO₂-concentratie voor de periode 2012 tot 2022. De concentraties dalen op alle meetplaatsen. Bij de meetplaatsen die al sinds 2012 in gebruik zijn varieert de daling van 12 % op R830 tot 39 % op M802.

Ook bij NO zien we een daling op de meetplaatsen. Bij de meetplaatsen die al sinds 2012 in gebruik zijn, varieert de daling van 33 % op R822 en R830 tot 59 % op M802. De figuur toont ook hogere NO-concentraties op AT44. Alhoewel bij verbrandingsprocessen NO en NO₂ tegelijkertijd kan vrijkomen, betekent dit dat er zich in de buurt een bron bevindt die verhoudingsgewijs meer NO uitstoot.

Figuur 21: Evolutie NO-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven



5 FIJN STOF – PM₁₀, PM_{2,5} EN ZWARTE KOOLSTOF

Fijn stof bestaat uit zeer kleine deeltjes die aanwezig zijn in de lucht. PM₁₀ en PM_{2,5} staan voor deeltjes die kleiner zijn dan 10 of 2,5 micrometer. Fijn stof is de belangrijkste pollutant naar gezondheidssimpact onder andere door luchtweginfecties, astma, dichtslibben van bloedvaten en het veroorzaken van kanker. Zwarte koolstof vormt een fractie van PM₁₀ en bestaat vooral uit roetdeeltjes die ontstaan bij onvolledige verbranding van fossiele en andere brandstoffen (diesel, hout, kolen ...).

Meer informatie over fijn stof vind je in bijlage 4.

5.1 PM₁₀

5.1.1 Emissie van PM₁₀

Figuur 22 toont de emissies van de stofprecursoren NO_x(NO₂), SO₂ en NH₃ volgens hun aerosolvormend potentieel samen met de primaire PM₁₀-emissies en de virtuele jaargemiddelde PM₁₀-concentratie van de Antwerpse haven. Voor deze gegevens gebeurde de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2).

Primair PM₁₀ heeft met 5 % een veel kleiner aandeel dan de stofprecursoren. Stofprecursoren vormen na uitstoot via scheikundige reacties nieuwe stofdeeltjes: **secundair fijn stof**. Dit proces is vrij traag, waardoor dit leidt tot een regionale verhoging en niet alleen tot een lokale bijdrage. Niet elke precursor draagt evenveel bij tot de stofvorming. Door een gewicht toe te kennen, wordt het aerosolvormend potentieel voor PM₁₀ bepaald van de precursoren NO_x(NO₂), SO₂ en NH₃¹. NO_x(NO₂) blijkt de voornaamste aerosolvormende emissie te zijn in de Antwerpse haven. Industrie heeft samen met verkeer in 2021 het grootste aandeel in deze NO_x(NO₂)-emissies (33 %) gevolgd door energie (25 %), zie Figuur 23. SO₂ kent in deze periode een veel lager aandeel in het totale aerosolvormend potentieel. De voornaamste bron van deze pollutant in de Antwerpse haven zijn de petroleumraffinaderijen, die tot de sector energie behoren. De precursor NH₃ wordt in Vlaanderen vooral door de landbouw uitgestoten. In het havengebied is de industrie verantwoordelijk voor het grootste aandeel (57 %). De absolute emissie van secundair PM₁₀ is in de periode 2000-2021 met 58 % gedaald.

Bekijken we het **primair en secundair fijn stof samen**, dan is industrie, samen met de sector energie de belangrijkste bron (elk 32 %), gevolgd door verkeer met een aandeel van 27 %.

¹ De Leeuw, F. et al. (2002). A set of emission indicators for long-range transboundary air pollution. Environmental Science and Policy, Volume 5, Issue 2, p. 135-145.

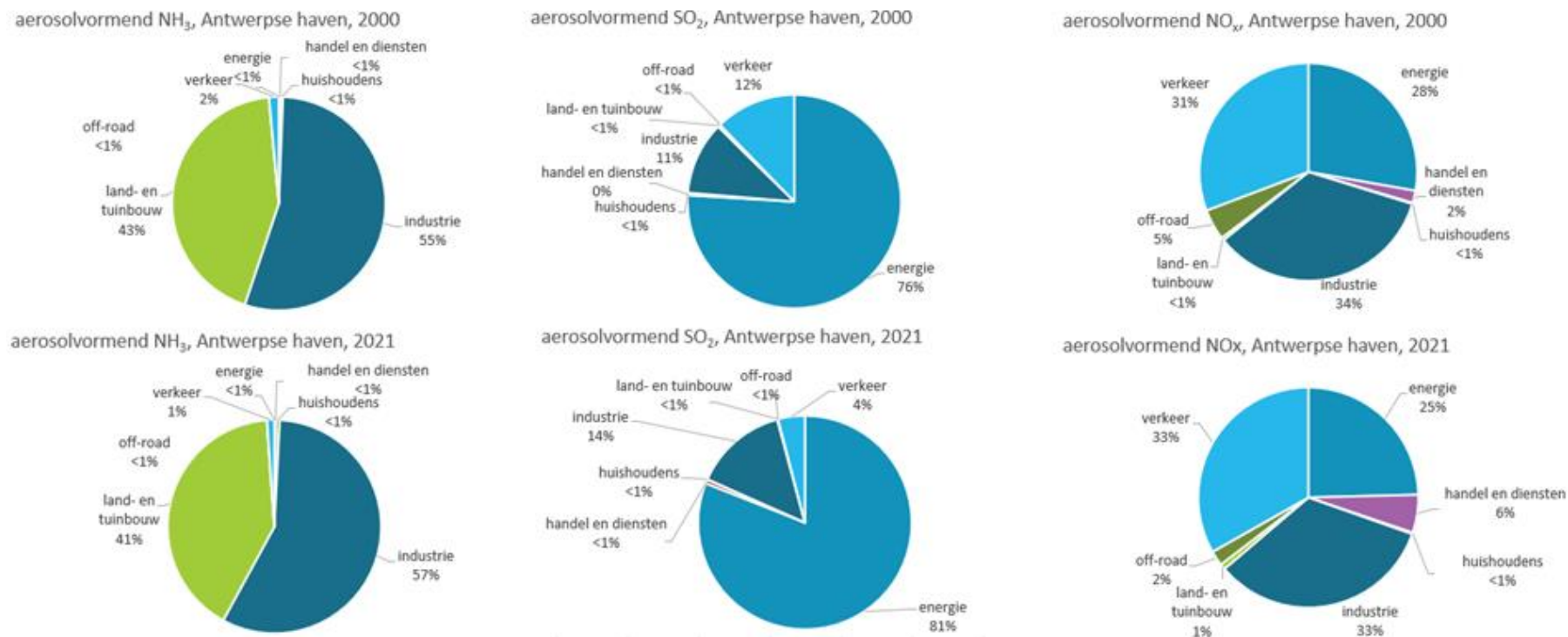
The chart displays the following data series:

- NO_x (aerosolvormend)**: Light blue bars, forming the base of the stack.
- SO₂ (aerosolvormend)**: Dark blue bars, stacked above NO_x.
- NH₃ (aerosolvormend)**: Green bars, stacked above SO₂.
- primair PM₁₀**: Purple bars, forming the top of the stack.
- jaargemiddelde PM₁₀ (µg/m³)**: Represented by diamond markers on the right y-axis.

Jaar	NO _x (kton)	SO ₂ (kton)	NH ₃ (kton)	primair PM ₁₀ (kton)	jaargemiddelde PM ₁₀ (µg/m³)
2000	27	19	0.5	2.5	-
2005	26	17	0.5	2.0	-
2010	21	8	0.5	1.0	28
2015	20	6	0.5	1.0	23
2020	16	4	0.5	1.0	22
2021	15	3	0.5	1.0	22

////////////////////////////////////

Figuur 23: Aandeel sectoren in emissies stofprecursoren in de Antwerpse haven in 2000 en 2021



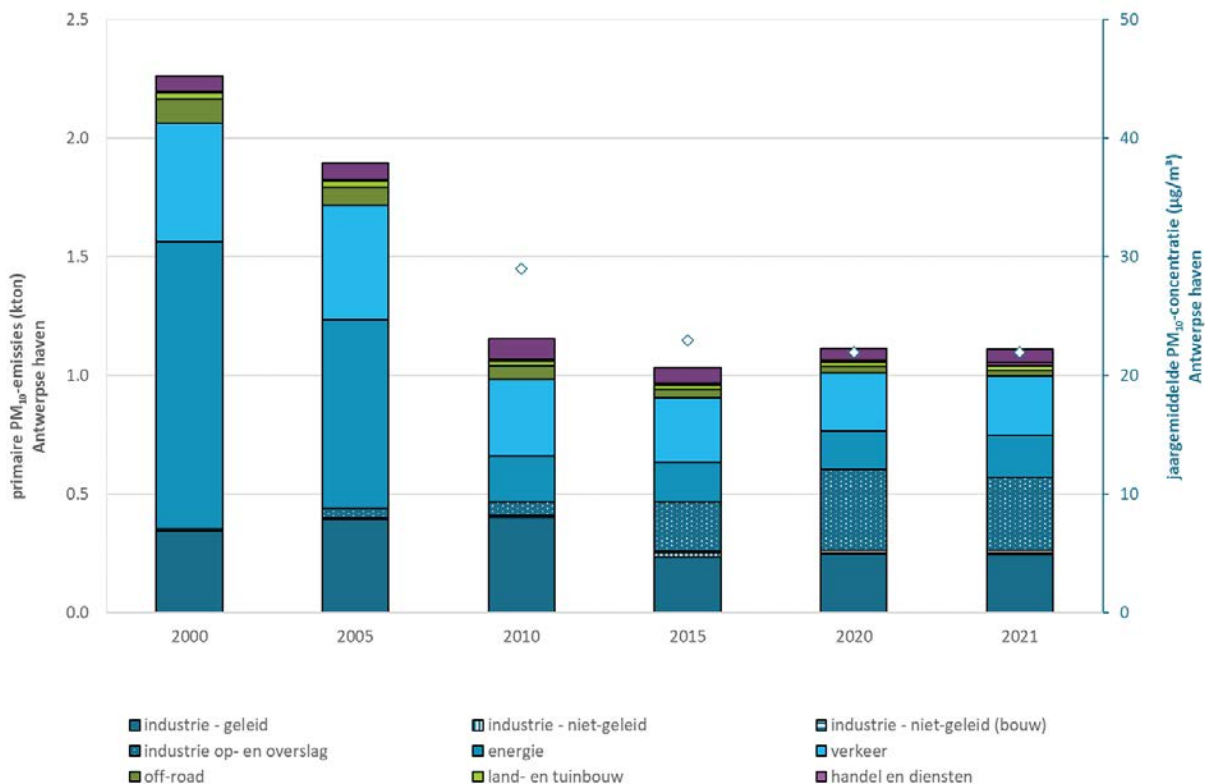
Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM; aerosolvormend potentieel bepaald volgens methode De Leeuw et al. (2002)

Figuur 24 toont de rechtstreeks uitgestoten **primaire PM₁₀-emissies** door verschillende sectoren in de Antwerpse haven. De totale absolute emissie van primair PM₁₀ is in de periode 2000-2021 met 51 % gedaald. In 2000 was de energiesector verantwoordelijk voor meer dan 50 % van het rechtstreeks uitgestoten PM₁₀. Dit aandeel daalde sterk tot 16 % in 2021. In 2021 is de belangrijkste bron de sector industrie. Zowel het relatieve aandeel (Figuur 25) als de absolute emissies van industrie stegen sterk. De emissies van industrie zijn opgedeeld in de fracties:

- geleide emissies
- niet-geleide emissies
- niet-geleide emissies (bouw)
- niet-geleide emissies (op- en overslag)

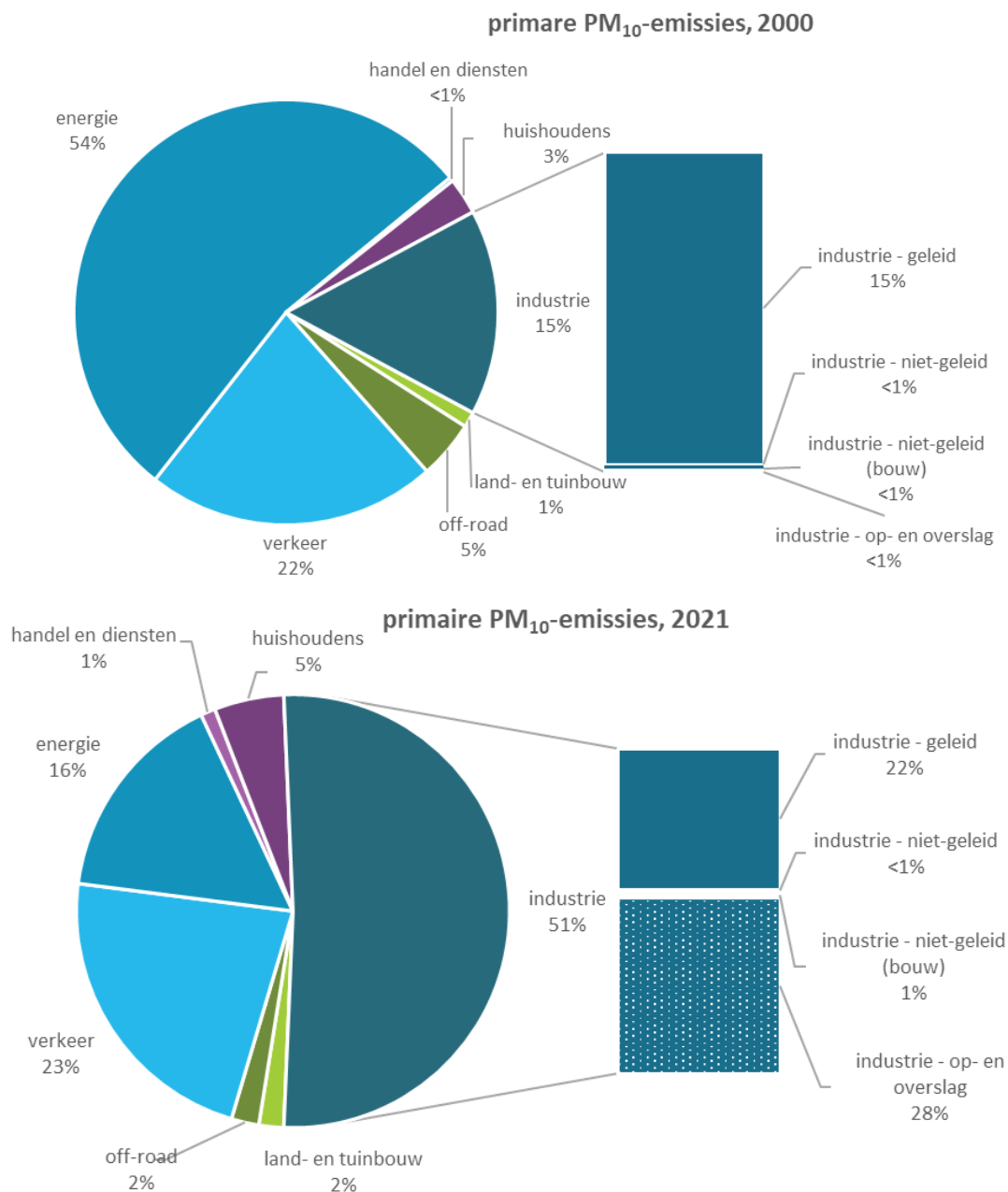
In 2000 is de fractie niet-geleide emissies (op- en overslag) nog niet opgenomen in de emissie-inventaris, vanaf 2015 wel. De stijging van de niet-geleide fractie op- en overslag na 2015 komt door een rapporteringsverplichting van deze emissies vanaf 2014. In 2021 dalen de emissies afkomstig van op- en overslag ten opzichte van 2020. Verkeer is de tweede grootste sector in 2021, goed voor 23 % van de emissies, waarvan het merendeel door scheepvaart (17 % van totaal). Deze emissies daalden wel, maar het relatieve aandeel bleef stabiel in de periode 2000-2021. Derde in rij is de energiesector, bijna volledig door de uitstoot van raffinaderijen (16 %). De overige sectoren hebben een veel kleiner aandeel in de PM₁₀-emissies van de Antwerpse haven. De totale absolute emissie van primair PM₁₀ is in de periode 2000-2021 met 51 % gedaald.

Figuur 24: Primaire PM₁₀-emissies van verschillende sectoren en jaargemiddelde concentratie in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 25: Aandeel sectoren in primaire PM₁₀-stofemissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2021



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Ook emissies van buiten de haven (Vlaanderen, de andere gewesten, buitenland), de aard van de emissies (bijvoorbeeld de hoogte), de meteorologische omstandigheden en de topografie bepalen mee de gemeten concentraties. In Vlaanderen is gemiddeld 63 % van PM₁₀ afkomstig uit het buitenland en de andere gewesten. Vlaanderen exporteert 1,7 keer meer stof dan dat het fijn stof van buiten Vlaanderen importeert².

² Felix Deutsch en Wouter Lefebvre (VITO), 2019, Referentietraak Kenniscentrum Luchtkwaliteit, Deeltaak Import/export balans

Toetsing aan regelgeving

A) wel toetsing op AL01 (Wandeldijk), AL02 (Doel), AL03 (Watermolendijkweg), AL05 (Sluis Kallo), AT83 (Berendrecht), M802 (Luchtbal), SA04 (Hoevenen), R823 (Meerminnendam)

Tabel 4 toont de toetsing aan de regelgeving. Ter informatie beoordelen we alle meetplaatsen. Het maximaal toegelaten overschrijdingen op jaarbasis is opgenomen in de tabel. In de laatste kolom geven we aan hoeveel keer de dagconcentratie overschreden is. Dit staat cursief als het maximaal toegelaten overschrijdingen niet overschreden is.

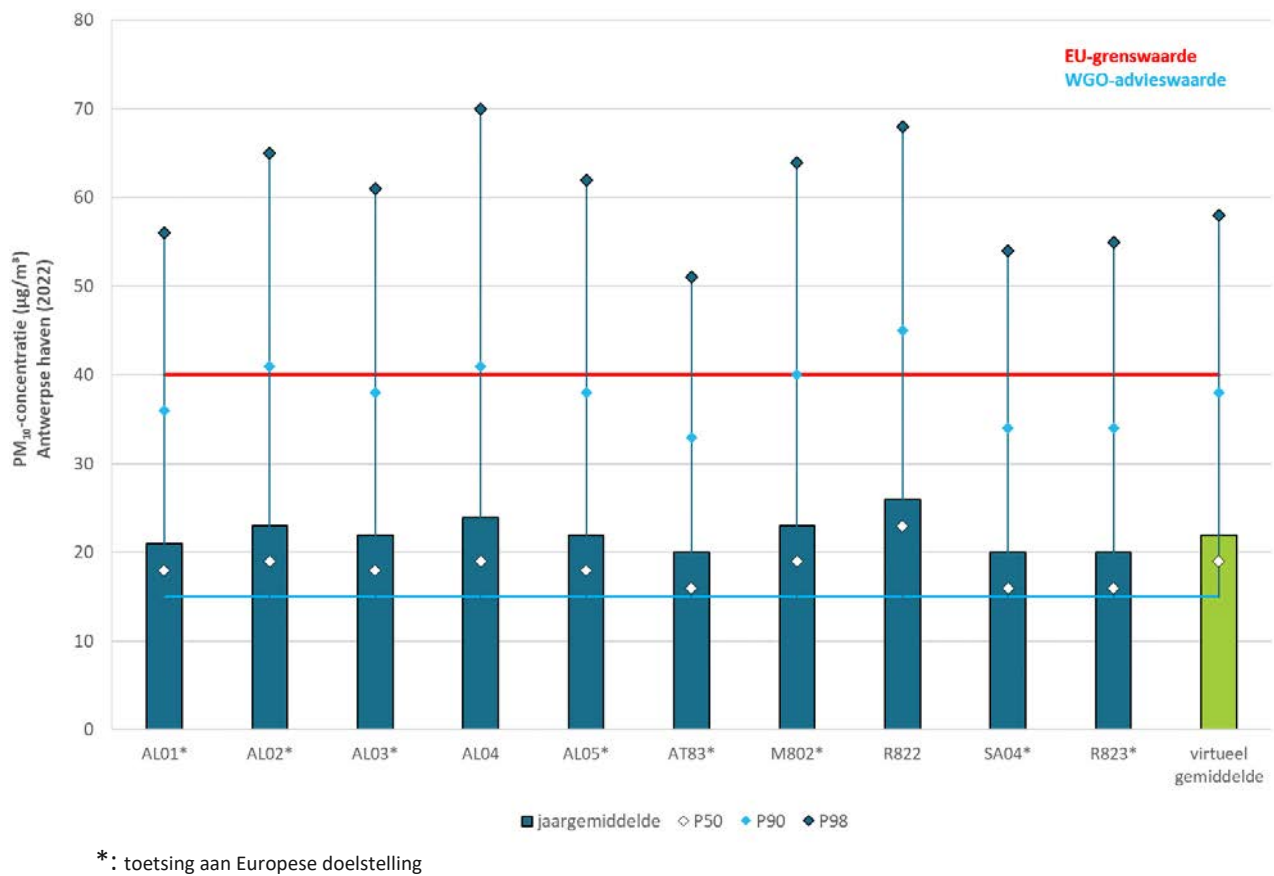
De WGO dag- en jaaradvieswaarde werd op alle meetplaatsen overschreden. Dit is op alle meetplaatsen in Vlaanderen het geval.

2022 – PM ₁₀	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen	Overschrijding
EU-daggrenswaarde	50 µg/m ³ - 35x	8/8	2/2	6 tot 15x
EU-jaargrenswaarde	40 µg/m ³	8/8	2/2	/
WGO-dagadvieswaarde	45 µg/m ³ - 3x	0/8	0/2	8 tot 25x
WGO-jaaradvieswaarde	15 µg/m ³	0/8	0/2	allemaal

Concentratie per meetplaats

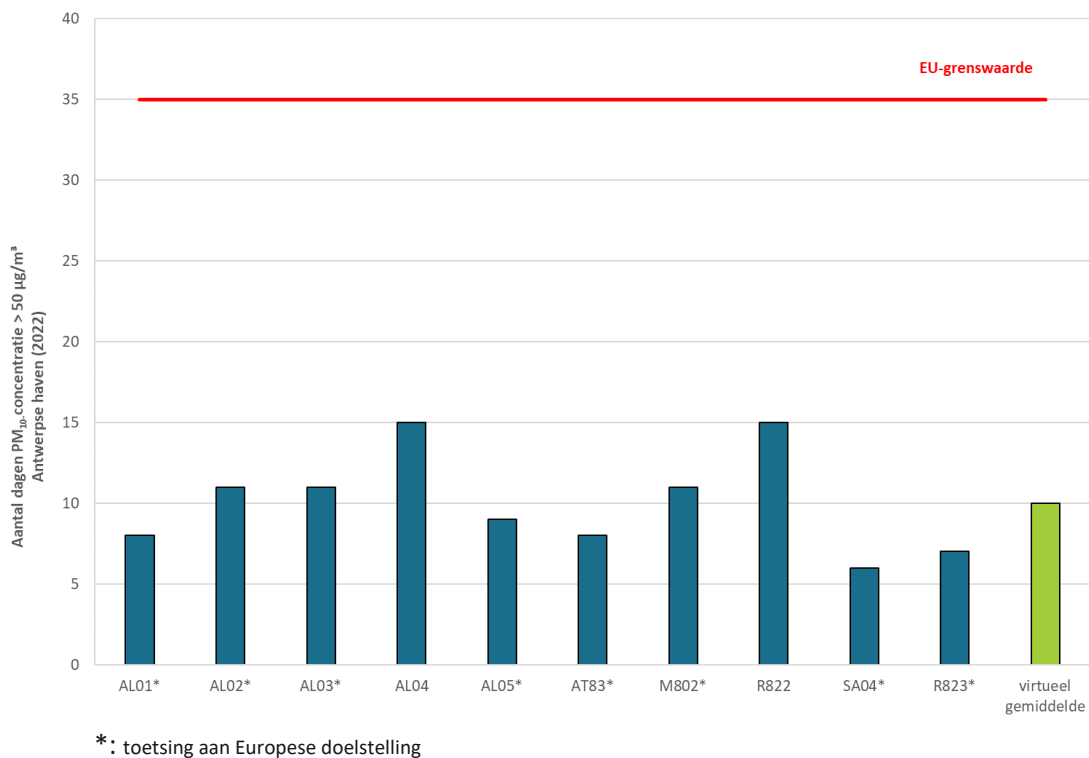
Figuur 26 toont voor alle meetplaatsen voor PM₁₀ de belangrijkste statistische parameters: het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2022. Hieruit volgt dat de jaargemiddelden variëren van 20 µg/m³ tot 26 µg/m³. De laagste concentraties meten we op R823, SA04 en de nieuwe meetpost AT83, het hoogste jaargemiddelde op R822. De hoogste piekwaarden komen voor op R822 en AL04. Alle jaargemiddelden liggen ver onder de Europese grenswaarde maar een stuk boven de WGO-advieswaarde.

Figuur 26: Overzicht statistische parameters PM₁₀ in de Antwerpse haven in 2022

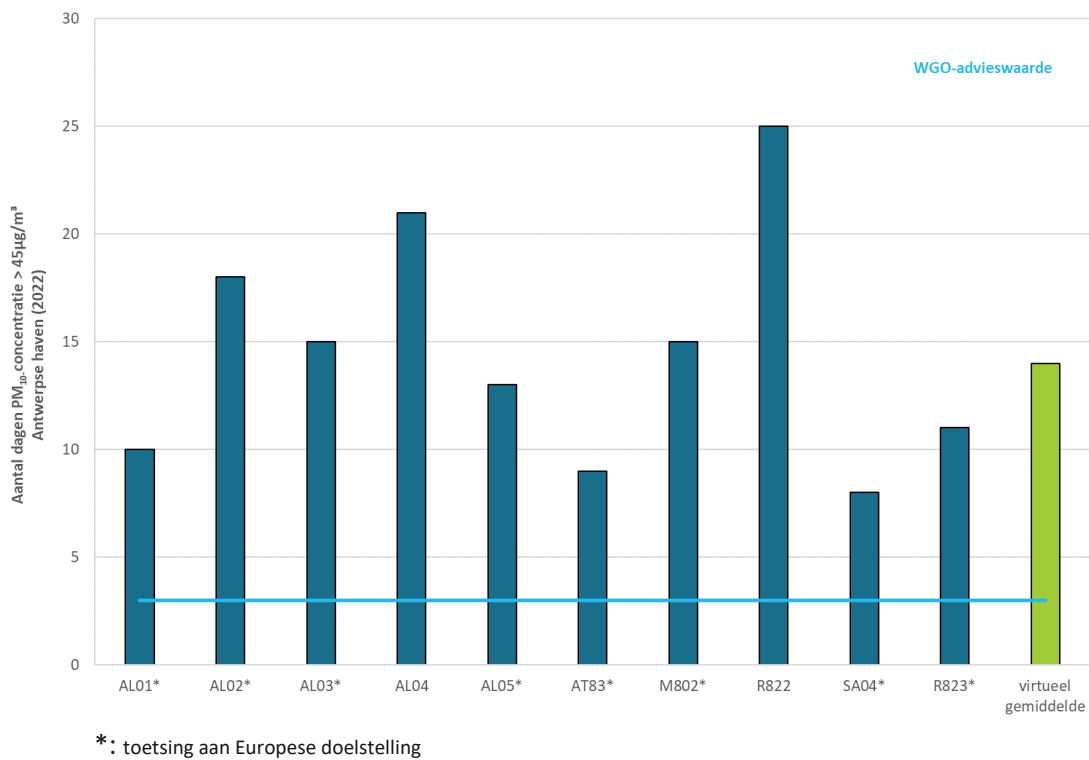


De Europese regelgeving definieert ook een grenswaarde voor daggemiddelden. Deze wordt ruim gerespecteerd. Er zijn maximaal 15 dagen met daggemiddelden hoger dan 50 µg/m³, wat ruim onder het maximum van 35 ligt. De WGO-advieswaarde wordt overschreden: er zijn 8 tot 25 dagen met een concentraties hoger dan 45 µg/m³, wat meer dan het maximum van 3 dagen is. Meetplaats R822 telt het meeste aantal overschrijdingsdagen, SA04 het minst.

Figuur 27: Aantal dagen met PM₁₀-concentraties > 50 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



Figuur 28: Aantal dagen met PM₁₀-concentraties > 45 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



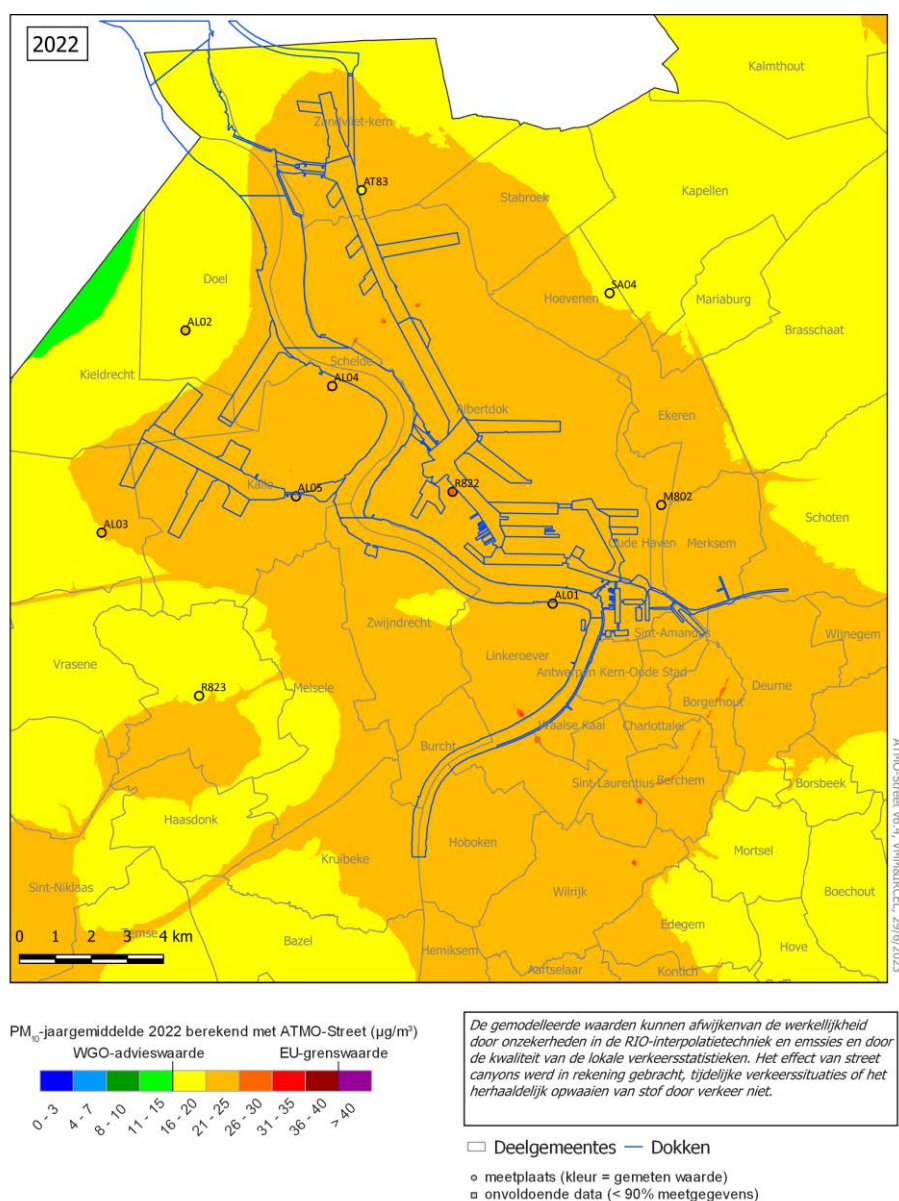
5.1.3 Geografische spreiding van PM₁₀-concentraties

5.1.3.1 Gemodelleerde PM₁₀-concentraties

De gegevens in Figuur 29 zijn gebaseerd op de ATMOSTreet-modellering. Meer uitleg over deze methodiek staat in bijlage 6. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen onder- of overschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Belangrijk is dat voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart voor 2022 de meest recent beschikbare emissiedata werden gebruikt. Voor wegverkeer is dit 2022, voor industrie en scheepvaart 2021.

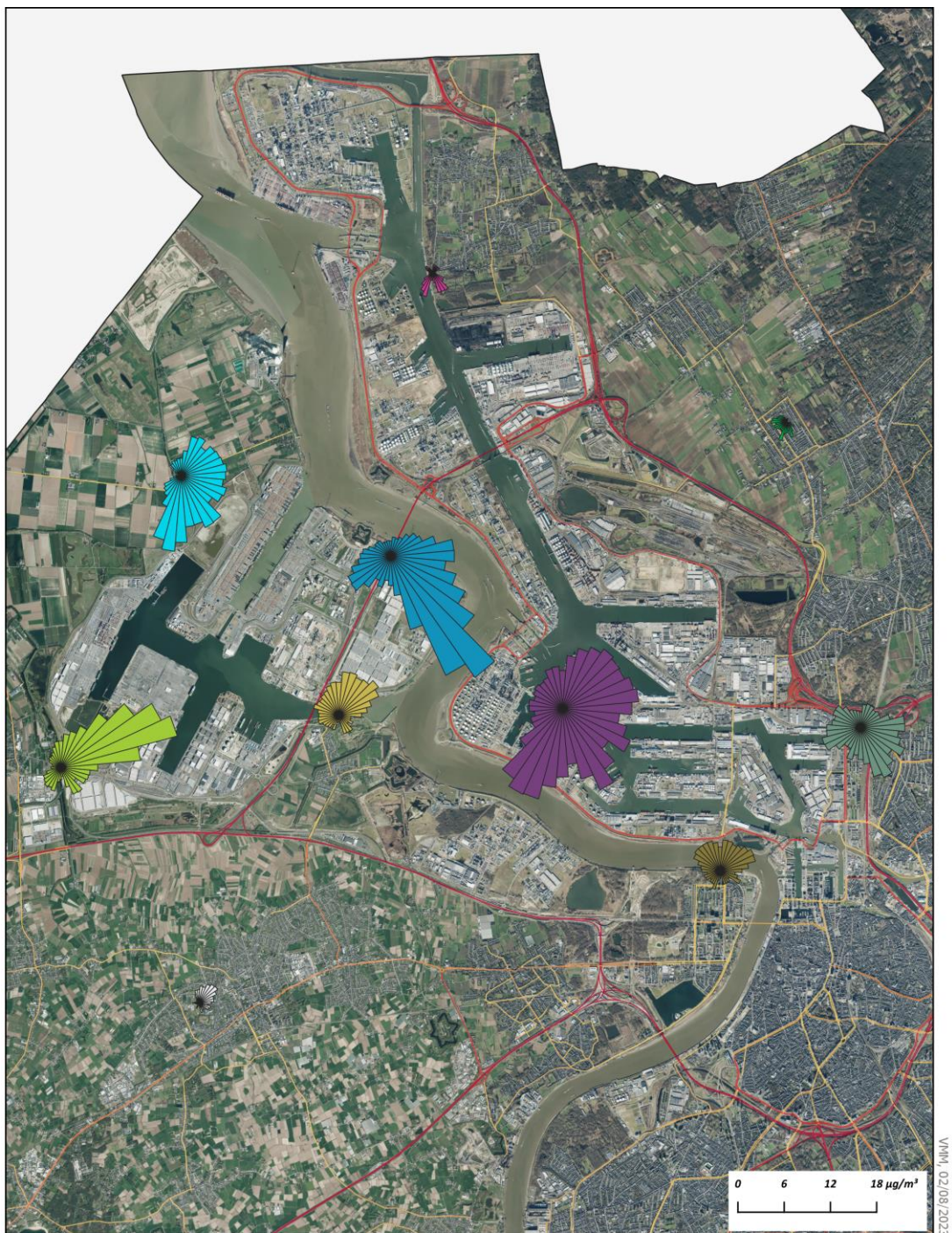
Het model berekent overwegend een PM₁₀-concentratie tussen 21 en 25 µg/m³. Alleen op een beperkte zone van de Antwerpse ring en aan de tunnelmonden berekent het model iets hogere concentraties in 2022.

Figuur 29: Gemodelleerde PM₁₀-concentratie in de Antwerpse haven in 2022



De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 5,0 en 7,5 µg/m³ voor 2022.

Figuur 30: Zeropollutierozen voor PM₁₀ in de Antwerpse haven in 2022

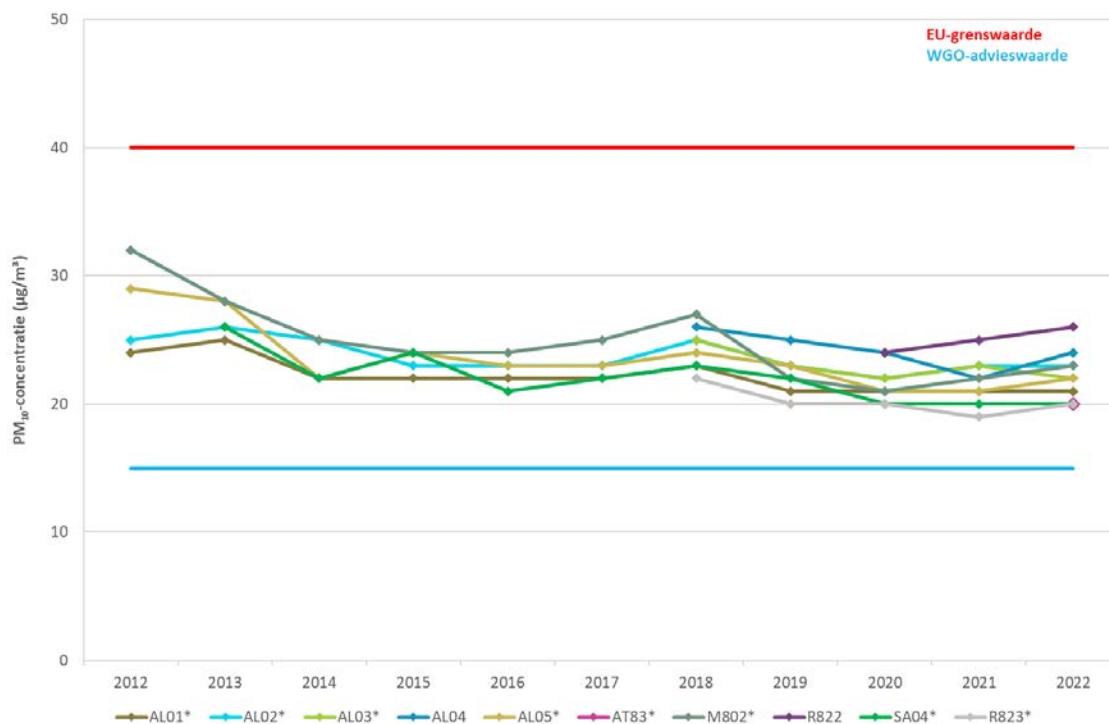


Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2022 - zeropollutierozen PM₁₀

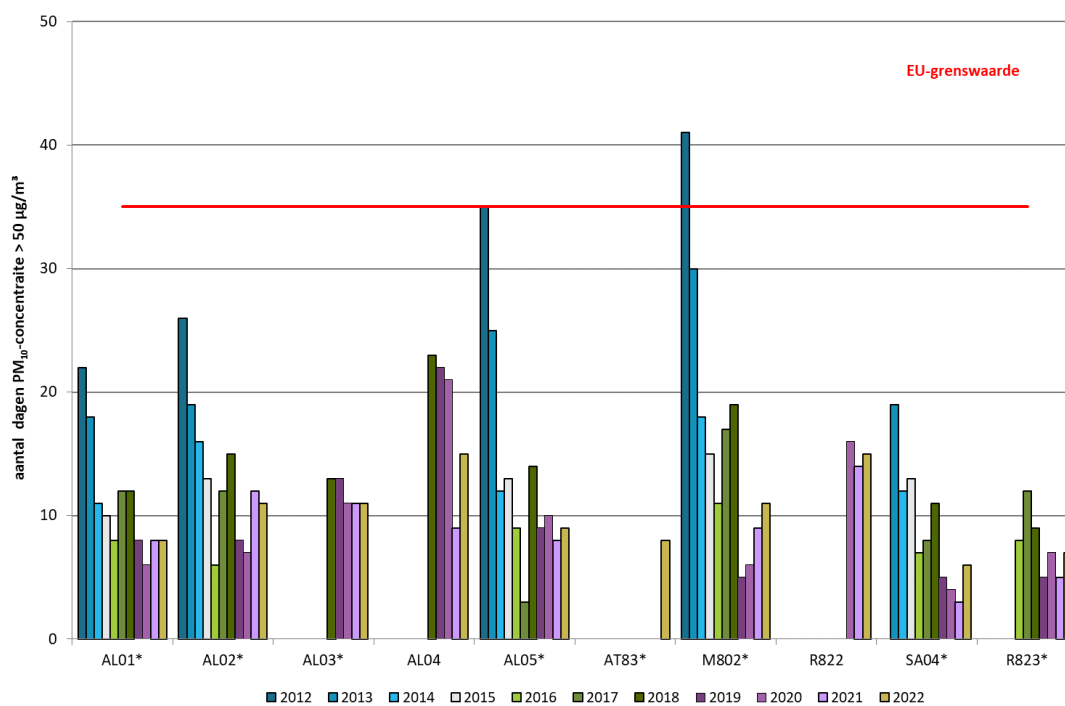
- | | | | |
|------|------|------|------|
| AL01 | AL04 | M802 | SA04 |
| AL02 | AL05 | R822 | |
| AL03 | AT83 | R823 | |

0 1 2 km

Figuur 32: Evolutie PM₁₀-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven



Figuur 33: Trend aantal dagen met PM₁₀-concentraties > 50 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



*: toetsing aan Europese doelstelling

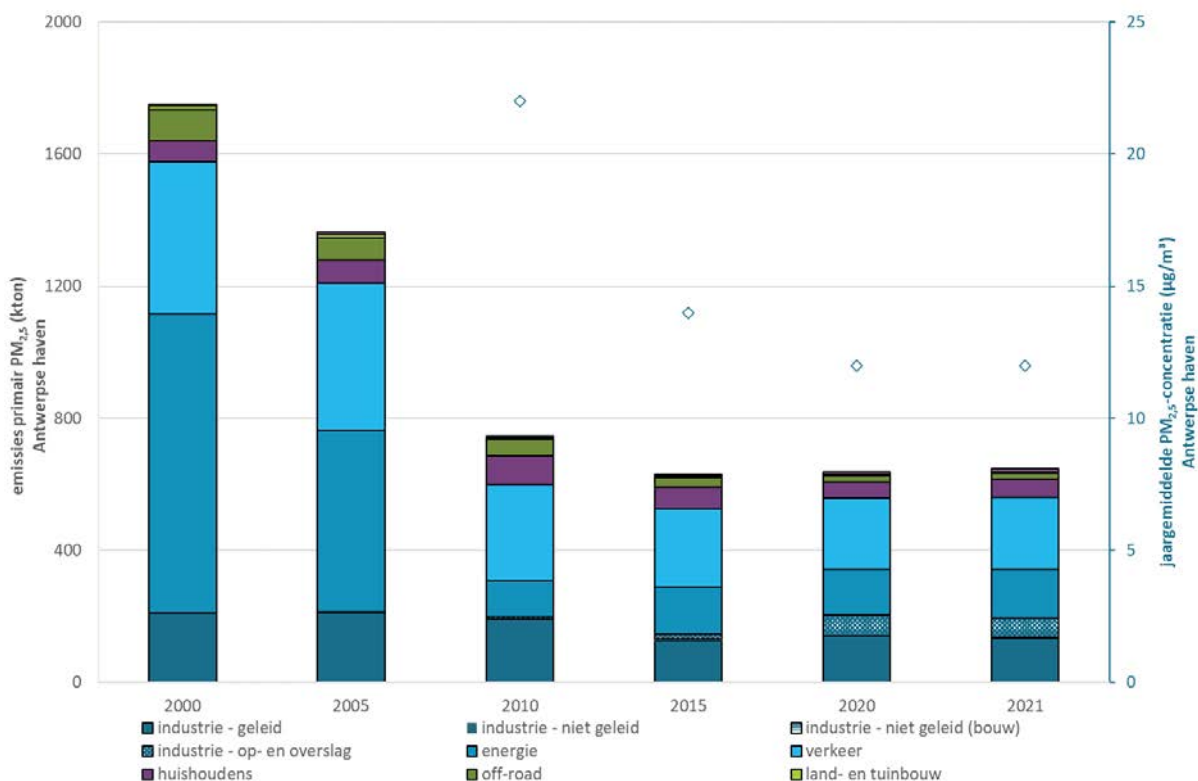
Enkel data met voldoende databeschikbaarheid opgenomen in de figuur

5.2 PM_{2,5}

5.2.1 Emissie van PM_{2,5}

Figuur 34 toont de primaire PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven voor de verschillende sectoren. Voor deze gegevens hanteren we de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (bijlage 2).

Figuur 34: Emissie van primair PM_{2,5}-emissie en jaargemiddelde in de Antwerpse haven

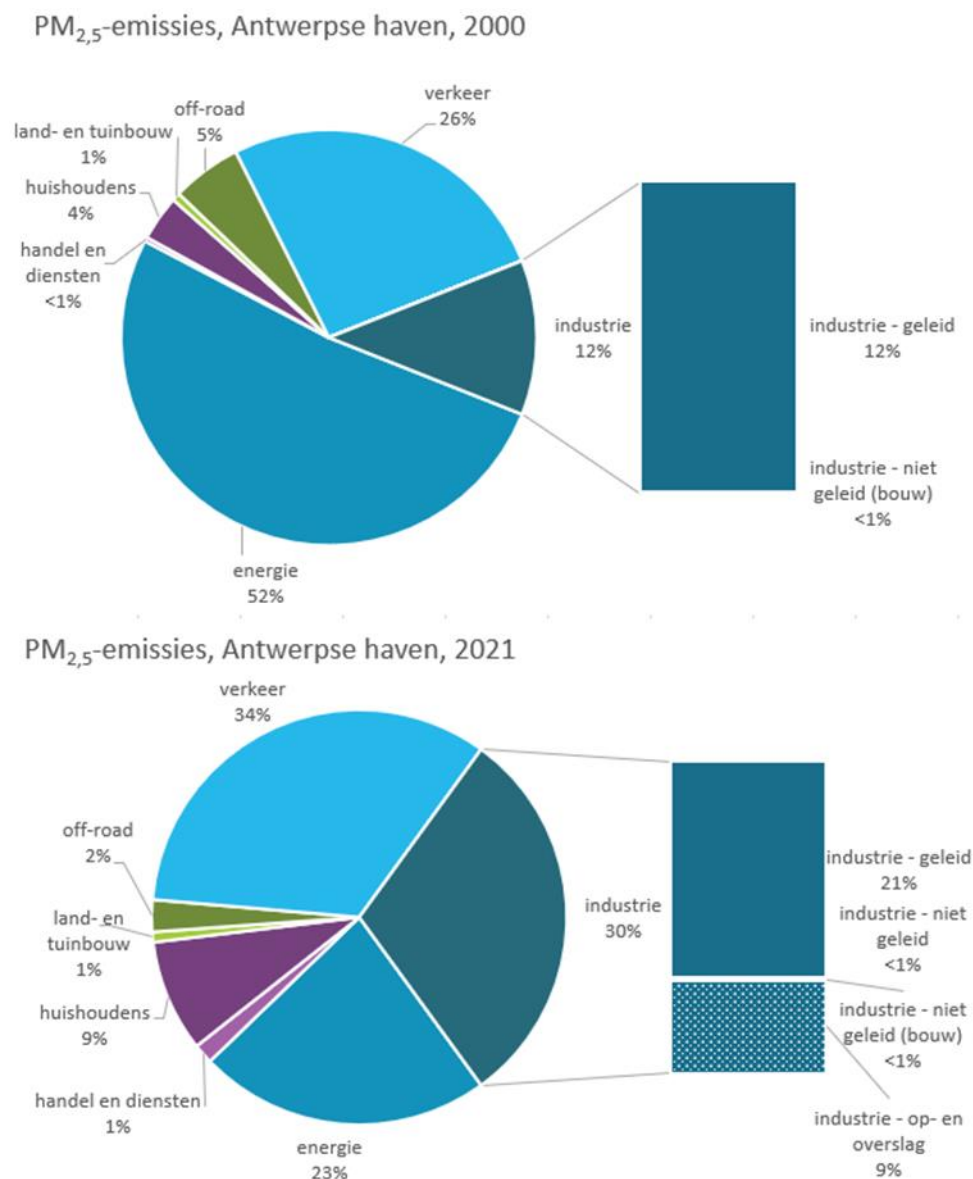


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Net zoals bij de rechtstreekse uitstoot van het PM₁₀-stof was er voor de uitstoot van het PM_{2,5}-stof een algemeen dalende trend tussen 2000 en 2021. De totale absolute emissie van PM_{2,5} is in de periode 2000-2021 met 63 % gedaald. Sinds 2015 zien we geen verdere daling.

De belangrijkste sector in 2000 was de energiesector. Deze sector kende de grootste daling van alle sectoren tussen 2000 en 2021 en staat nu in voor 23 % van de totale uitstoot. In 2021 is het verkeer met 34 % de belangrijkste bron van rechtstreeks uitgestoten PM_{2,5} met de scheepvaart als grootste uitstoter (28 %). De emissies door deze sector halveerden in de periode 2000-2021. Industrie is met 30 % ook een belangrijke bron. Er zijn ook hier vier fracties: de geleide emissies, de niet-geleide emissies al dan niet van bouw en de niet-geleide emissies van op- en overslag. Net zoals bij PM₁₀ geldt sinds 2014 een rapporteringsplicht voor op- en overslag, wat resulteerde in een hoger aandeel hiervan in de daaropvolgende jaren. Deze fractie heeft minder impact op de totale PM_{2,5}-emissie in vergelijking met PM₁₀. De emissies van de overige sectoren zijn veel kleiner ten opzichte van deze drie sectoren. De off-road-emissie was in 2000 nog 5 % van de totale emissies, in 2021 is dit 2 %. Het aandeel van de sector huishoudens steeg tussen 2000 en 2021 naar 9 %. De stijging ten opzichte van 2020 ligt aan hogere emissies door houtstook.

Figuur 35: Aandeel sectoren in primaire PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2021

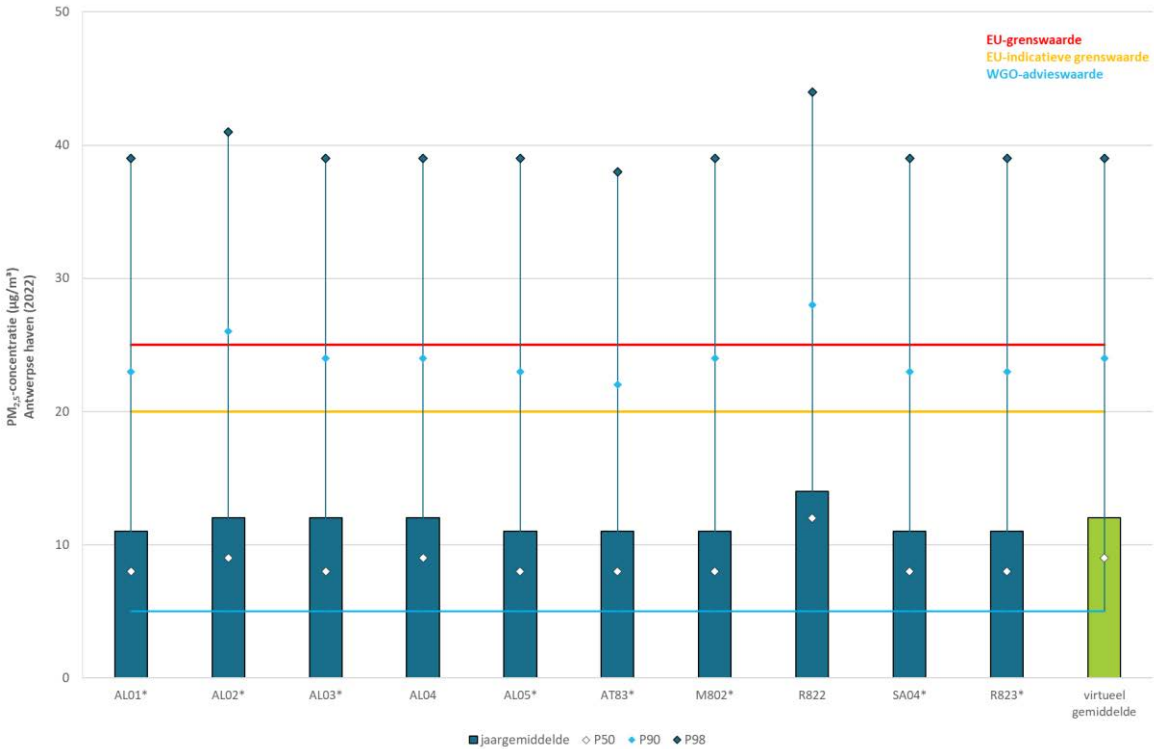


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

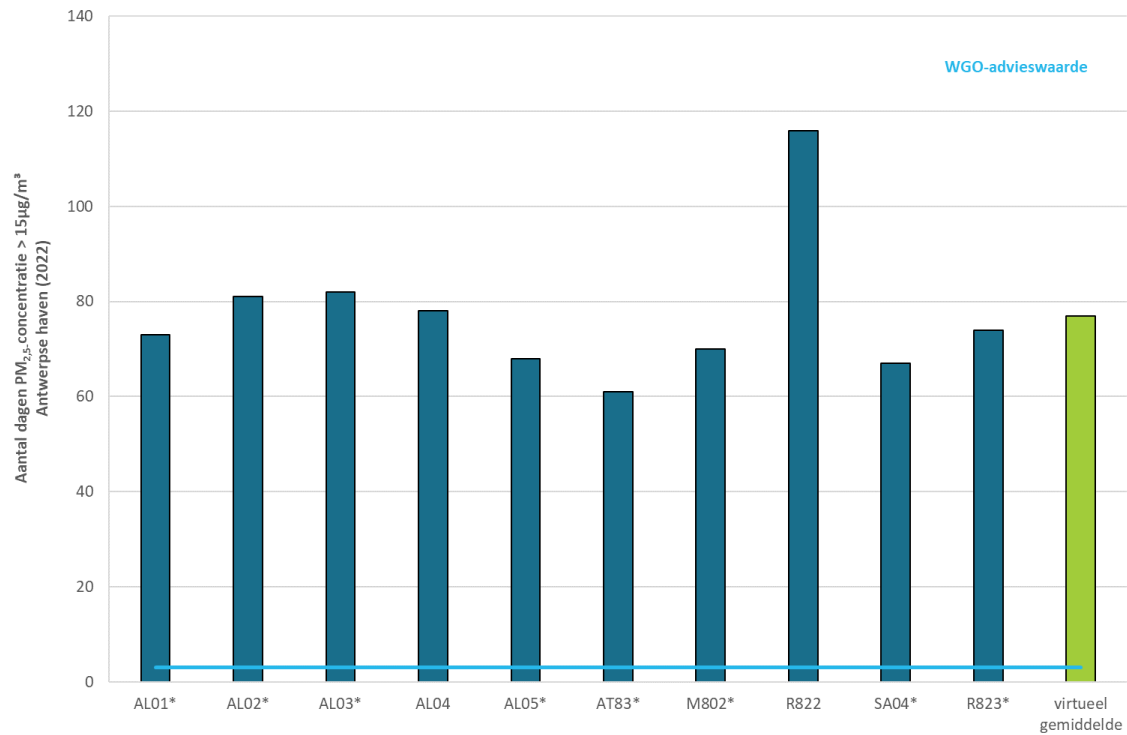
Ook emissies van buiten de haven (Vlaanderen, de andere gewesten, buitenland) bepalen mee de gemeten concentraties in de Antwerpse haven. Zo komt in Vlaanderen gemiddeld 60 % van PM_{2,5} uit het buitenland en de andere gewesten. Vlaanderen exporteert 1,7 keer meer stof dan dat het fijn stof van buiten Vlaanderen importeert³.

³ Felix Deutsch en Wouter Lefebvre (VITO), 2019, Referentietask Kenniscentrum Luchtkwaliteit, Deeltaak Import/export balans

Figuur 36: Overzicht statistische parameters PM_{2,5} in de Antwerpse haven in 2022



Figuur 37: Aantal dagen met PM_{2,5}-concentraties > 15 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



*: toetsing aan Europese doelstelling

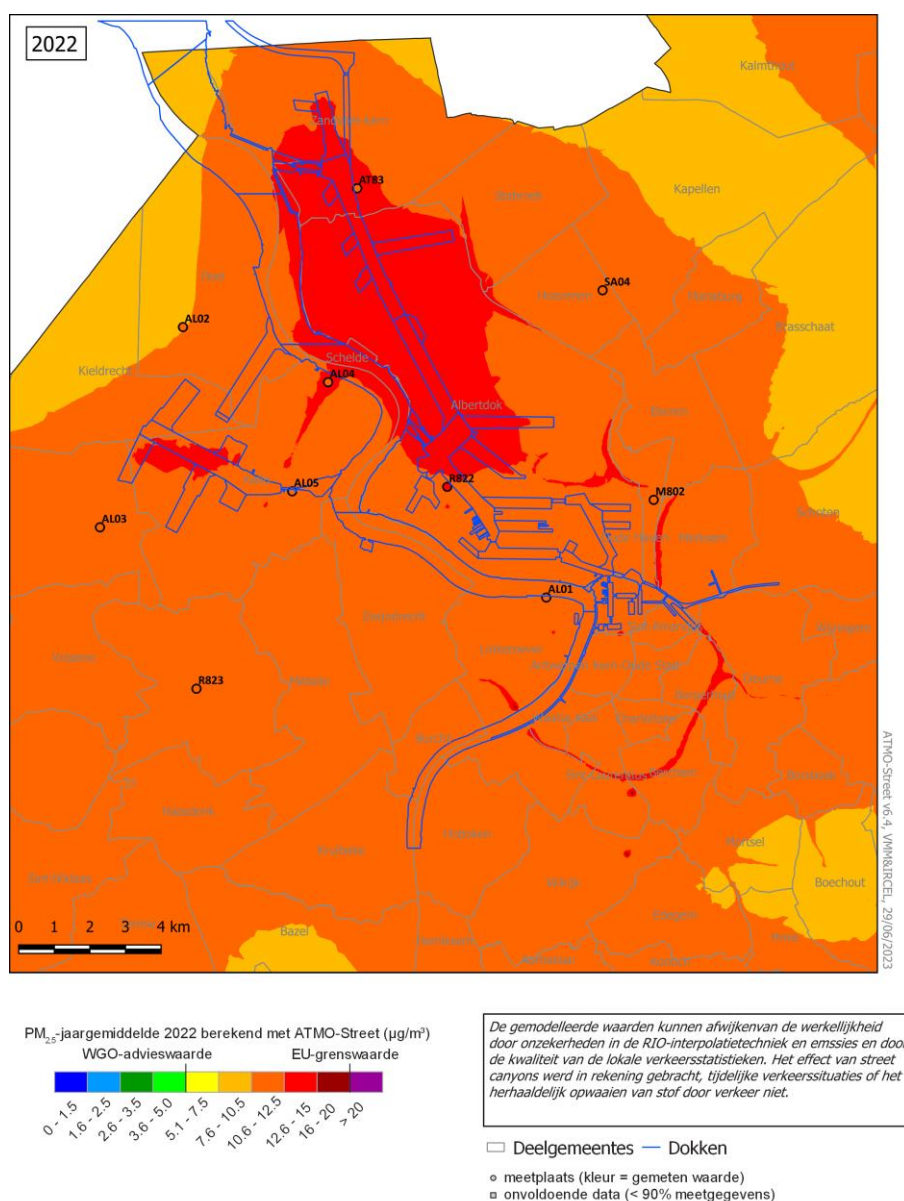
5.2.3 Geografische spreiding van PM_{2,5}-concentraties

5.2.3.1 Gemodelleerde PM_{2,5}-concentraties

Figuur 38 toont de ATMOSTreet-gemodelleerde verspreiding voor PM_{2,5} in het havengebied. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen onder- of overschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Meer uitleg over deze methodiek staat in bijlage 6.

De gemodelleerde PM_{2,5}-concentraties liggen overwegend tussen 10,6 en 12,5 µg/m³. Iets hogere concentraties worden gemodelleerd langs de dokken, in het centrum van de haven en langs de Antwerpse ring R2 en de belangrijkste verkeersassen zoals de A12 Antwerpen-Bergen Op Zoom. Ook de tunnelmonden zijn zichtbaar op de kaart.

Figuur 38: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2022



De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 2,7 en 3,9 µg/m³ voor 2022.

Opgelet! Nieuwe kleurenschaal

Voor de jaargemiddelden van 2022 wordt een nieuwe kleurenschaal gebruikt die gebaseerd is op de advieswaarden die de WGO in 2021 definieerde.

De luchtkwaliteit wordt niet slechter.

In vergelijking met de vroeger gebruikte concentratieklassen zullen de kaarten “roder” kleuren. Dit wil niet zeggen dat de luchtkwaliteit op zich erop achteruitgaat. Integendeel, de luchtkwaliteit verbetert al verschillende decennia. Het betekent wel dat er al gezondheidsrisico's zijn bij lagere concentraties dan voorheen werd ingeschat. [Meer info](#)

5.2.3.2 Pollutierozen PM_{2,5}

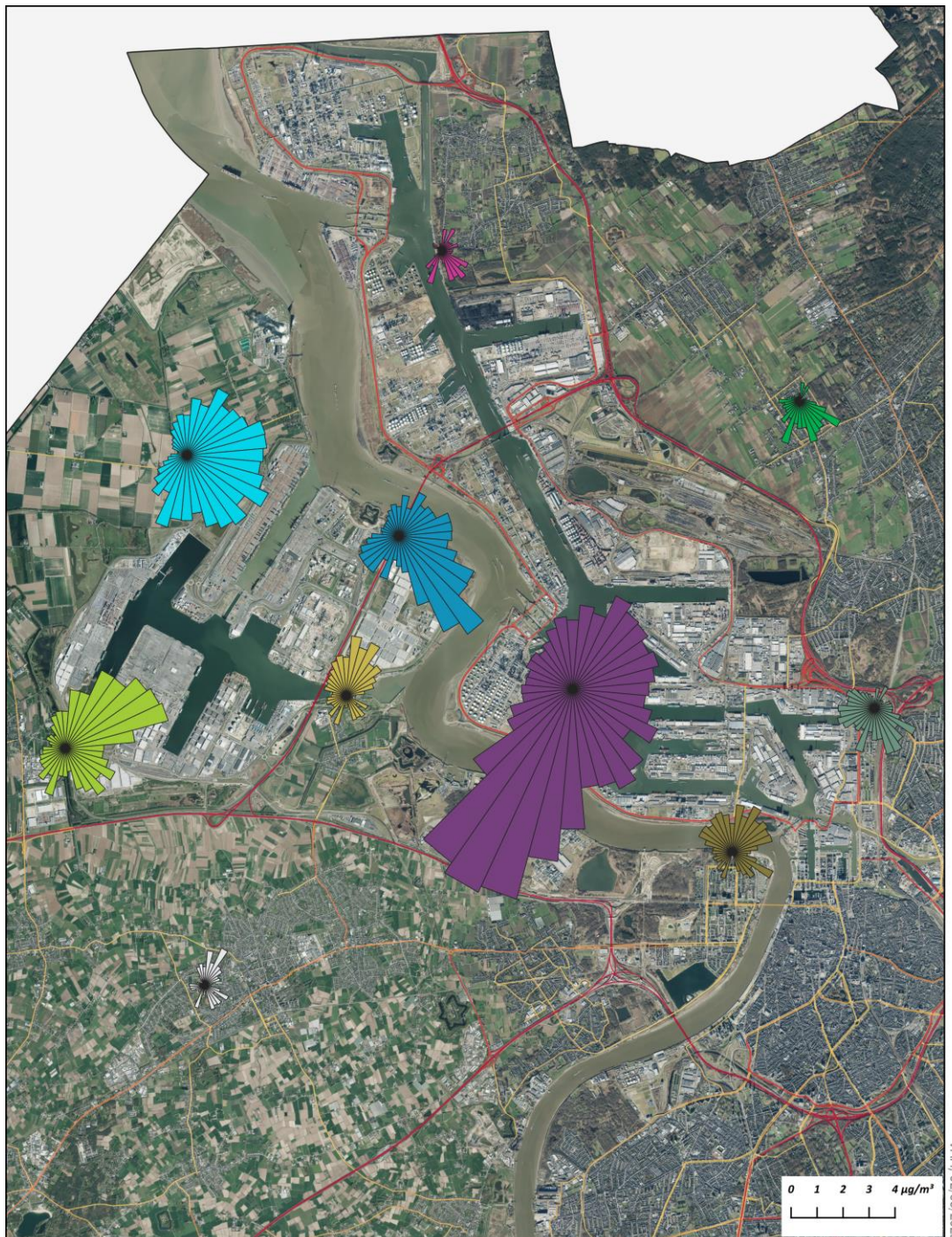
Figuur 39 toont de zeropollutierozen van PM_{2.5} voor 2022.

Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 4 bedrijven die in 2021 meer dan 20 ton $PM_{2,5}$ uitstoten (bijlage 3). Vervolgens vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We stellen het volgende vast:

- M802: W: Euroports Terminals Antwerp
- R822: ZO-ZW: Exxonmobil Petroleum&Chemical – NW: TotalEnergies Refinery Antwerp
- AL04: ZO: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum&Chemical
- AT83: lage concentraties met kleine pieken: ZO: Antwerp Bulk Terminal – NW: Eurochem Antwerpen

Het Deurganckdok en het Waaslandkanaal beïnvloedt de concentraties gemeten op de meetlocaties AL02, AL03, AL04 en AL05. Op Antwerpen-Luchtbal (M802) is er ook invloed van de nabijgelegen verkeersassen. Op de verderaf gelegen meetstations AL01, R823 en SA04 zijn de concentraties laag.

Figuur 39: Zeropollutierozen PM_{2,5}-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2022



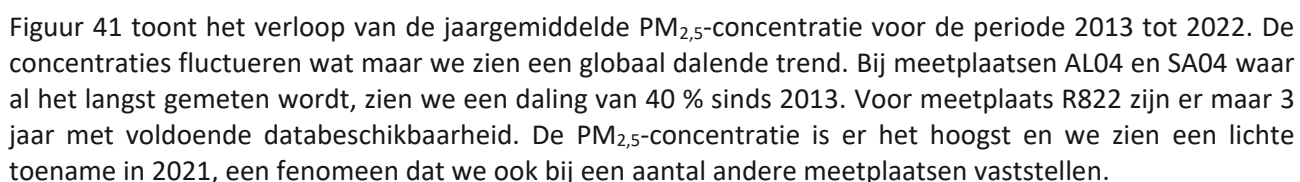
Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2022 - zeropollutierozen PM_{2,5}

AL01	AL04	M802	SA04
AL02	AL05	R822	
AL03	AT83	R823	

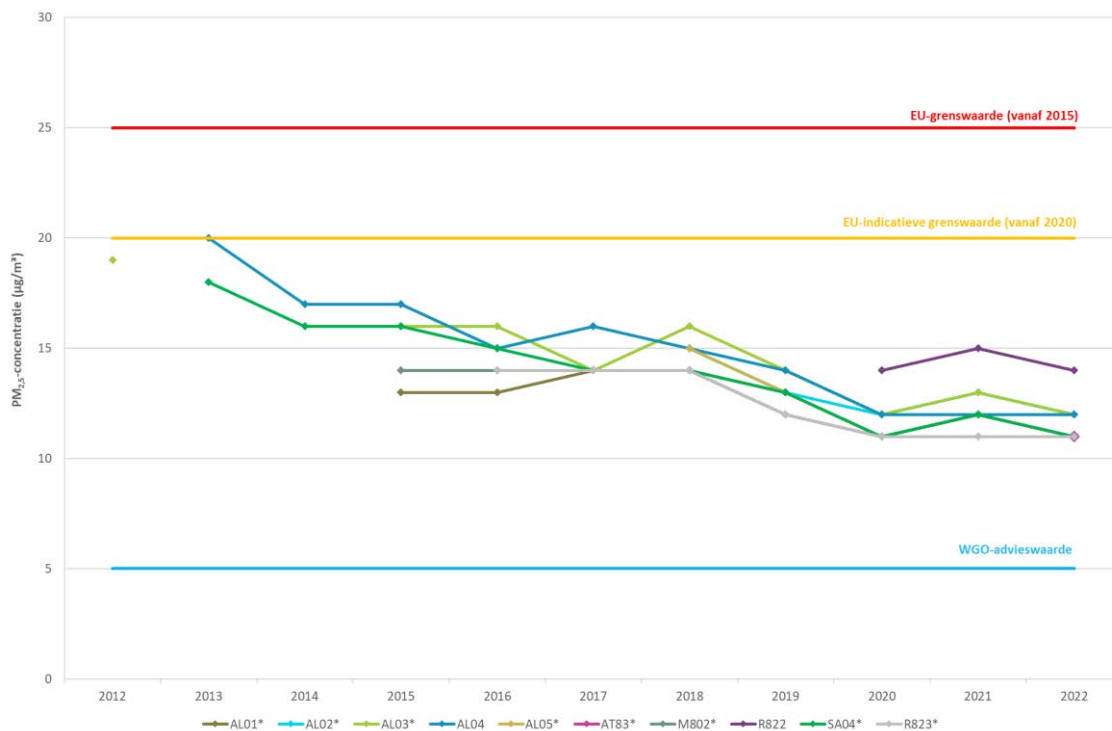
0 1 2 km

Figuur 40 vergelijkt het verloop van de $PM_{2,5}$ -concentraties op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven' met dit van het Vlaams stedelijk en landelijk gemiddelde in de periode 2014 tot en met 2022.

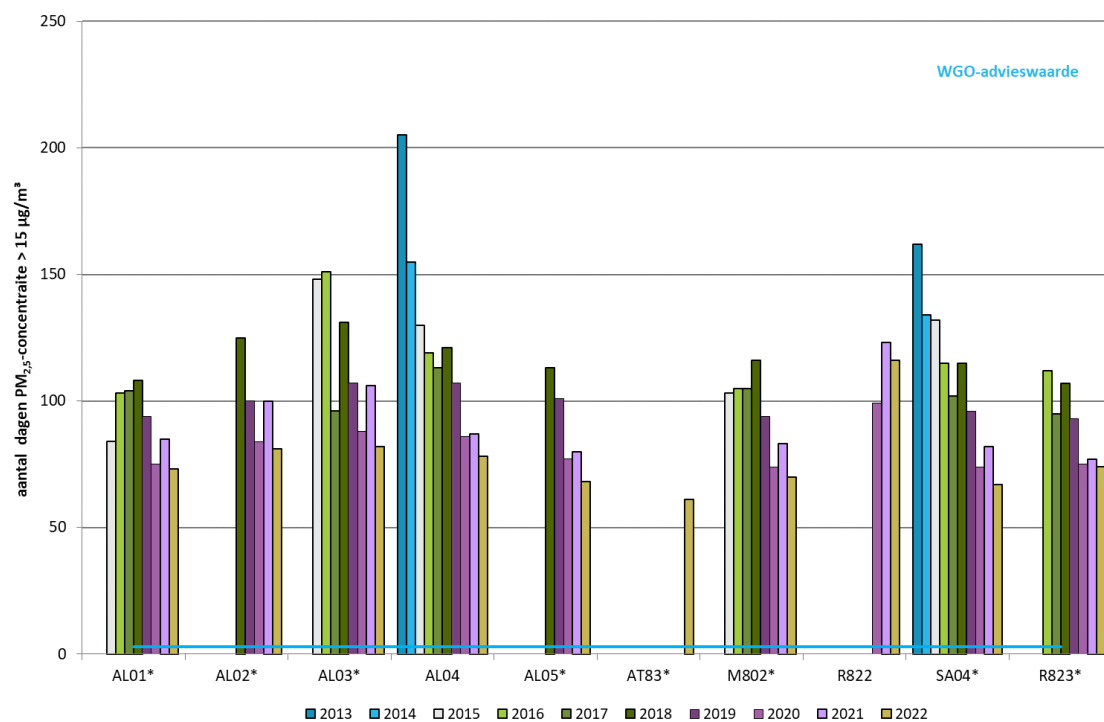
Figuur 40: Evolutie PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen

[illegible]

Figuur 41: Evolutie PM_{2,5}-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven



Figuur 42: Trend aantal dagen met PM_{2,5}-concentraties > 15 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



*: toetsing aan Europese doelstelling

Alleen data met voldoende databeschikbaarheid opgenomen in de figuur

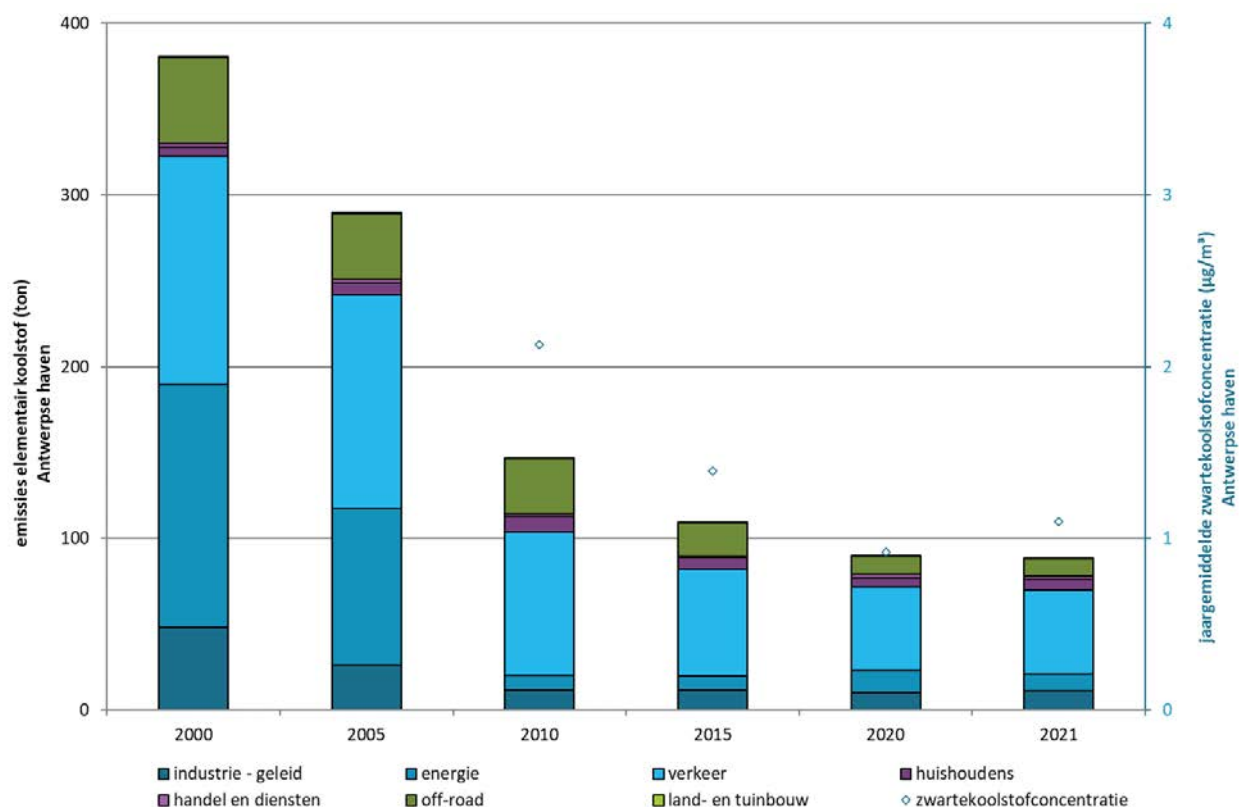
5.3 Zwarte koolstof

Elementair koolstof en zwarte koolstof geven allebei een indicatie van de roetdeeltjes in de lucht. Ze worden elk op een andere manier bepaald. Zwarte koolstof wordt met een optische methode bepaald, elementair koolstof met een thermische methode. Hierdoor zijn er ook kleine verschillen tussen beide fracties. Eerst bespreken we de emissies van elementair koolstof, daarna volgt de concentratie van zwarte koolstof in de omgevingslucht.

5.3.1 Emissies van elementair koolstof

Figuur 43 toont de emissies elementair koolstof en de jaargemiddelde zwartekoolstofconcentratie in de haven van Antwerpen voor de jaren 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 en 2021.

Figuur 43: Emissies elementaire koolstof en jaargemiddelde zwartekoolstofconcentratie in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

De totale absolute emissie elementair koolstof is in de periode 2000-2021 met 77 % gedaald. Deze daling is tussen de jaren 2000 en 2005 vooral in de sector energie en de geleide emissies van de industrie duidelijk. Tussen 2010 en 2015 is dit eerder voor de sectoren verkeer en off-road. Daarna is er een lichte daling gelijkmatig over alle sectoren.

Figuur 44 geeft het aandeel van de sectoren voor de emissies van elementair koolstof in de Antwerpse haven voor 2000 en 2021. In 2000 was de sector energie de voornaamste bron. In 2021 is dit verkeer, verantwoordelijk voor meer dan de helft van de uitstoot, vooral door scheepverkeer dat 50 % van de totale emissies uitstoot. De sector industrie is de tweede grootste sector in 2021, goed voor 13 % van de totale emissies, gevolgd door energie en off-road (elk 11 %).

elementair koolstof, Antwerpse haven, 2000

Category	Percentage
energie	37%
verkeer	35%
off-road	13%
land- en tuinbouw	<1%
industrie - geleid	13%
huishoudens	1%
handel en diensten	1%

Sub-category	Percentage
scheepvaart	22%
wegverkeer	12%
spoorverkeer uitlaai	1%

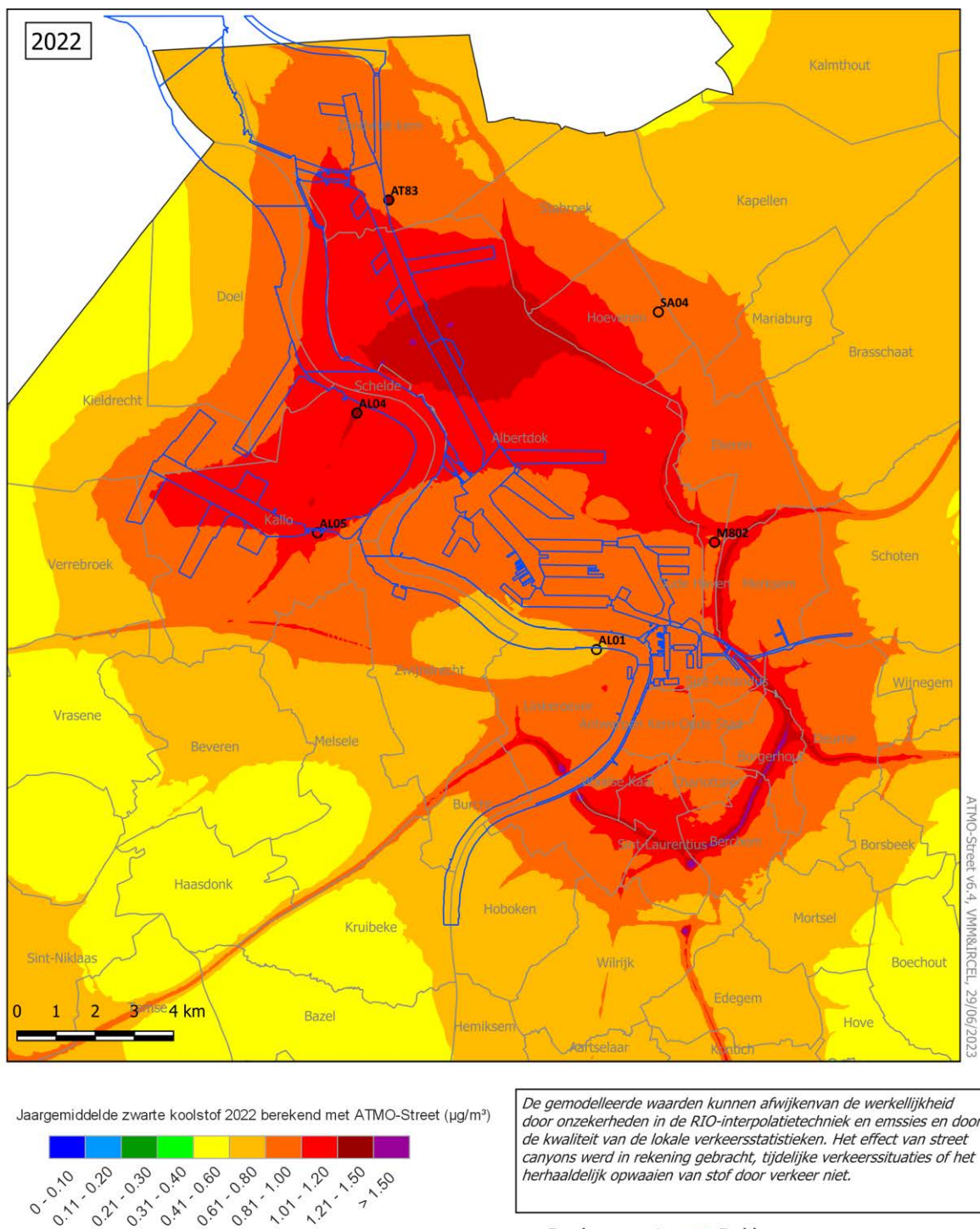
elementair koolstof, Antwerpse haven, 2021

Category	Percentage
verkeer	56%
energie	11%
off-road	11%
land- en tuinbouw	0%
industrie - geleid	13%
huishoudens	7%
handel en diensten	2%

Sub-category	Percentage
scheepvaart	50%
wegverkeer	5%
spoorverkeer uitlaai	1%

[illegible]

Figuur 46: Gemodelleerd jaargemiddelde van zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2022



De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 0,56 en 0,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor 2022.

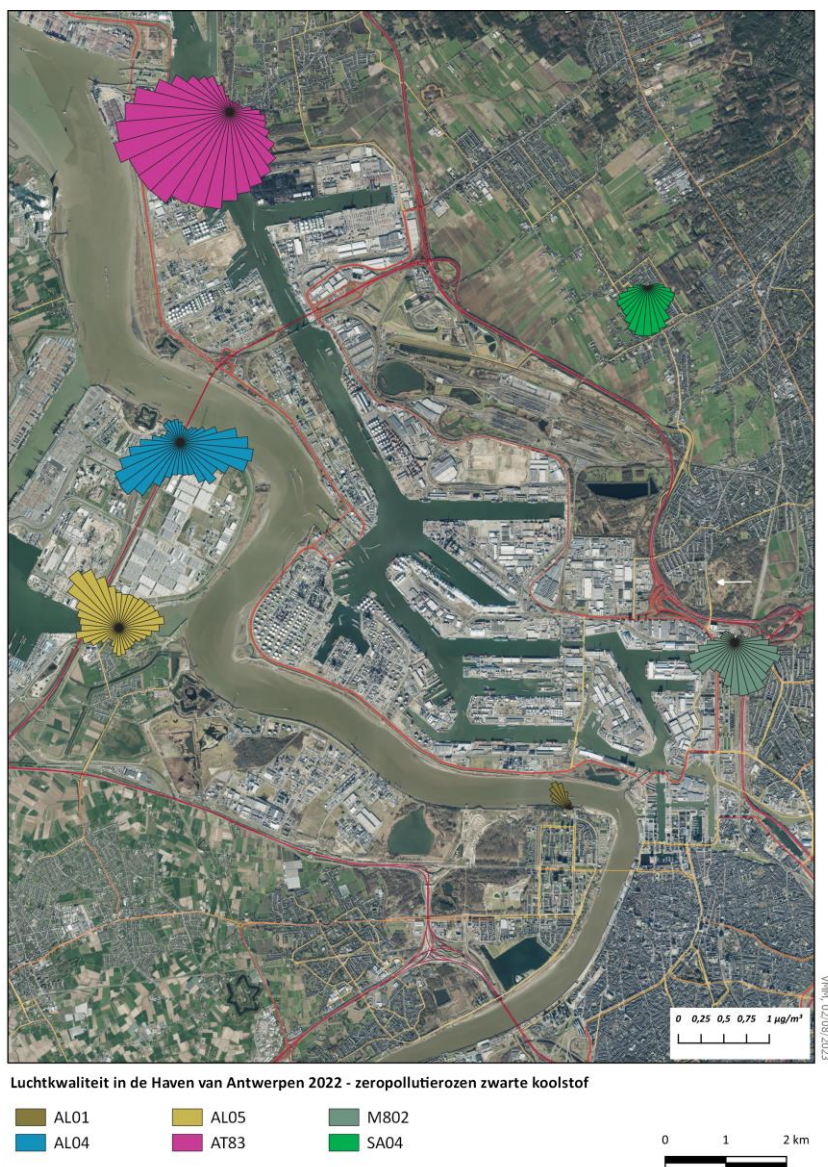
5.3.3.2 Pollutierozen zwarte koolstof

Om lokale invloeden op de zwartekoolstofconcentraties te bekijken, werden er zeropollutierozen gemaakt (Figuur 47). Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6. Zwarte koolstof heeft een sterke concentratiegradiënt en kent een grotere invloed door lokale bronnen dan PM₁₀.

Bedrijven rapporteren geen emissies van zwarte koolstof. Scheepverkeer is een belangrijke bron van zwarte koolstof. De nieuwe meetplaats AT83 wijst naar bronnen in de westelijke tot zuidwestelijke sector. Hier liggen verschillende dokken. Ook verkeerswisselaars en tunnelmonden geven aanvoer van zwarte koolstof aan. Dit is het geval op de meetplaats Antwerpen-Luchtbal (M802) en Liefkenshoektunnel (AL04). AL05 wijst naar aanvoer vanuit de noordwestelijke sector.

De invloed vanuit de haven op de verder gelegen meetplaatsen Antwerpen – Wandeldijk (AL01) en Hoevenen (SA04) is minder groot dan op de meer centraal gelegen meetplaatsen.

Figuur 47: Zeropollutierozen voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2022

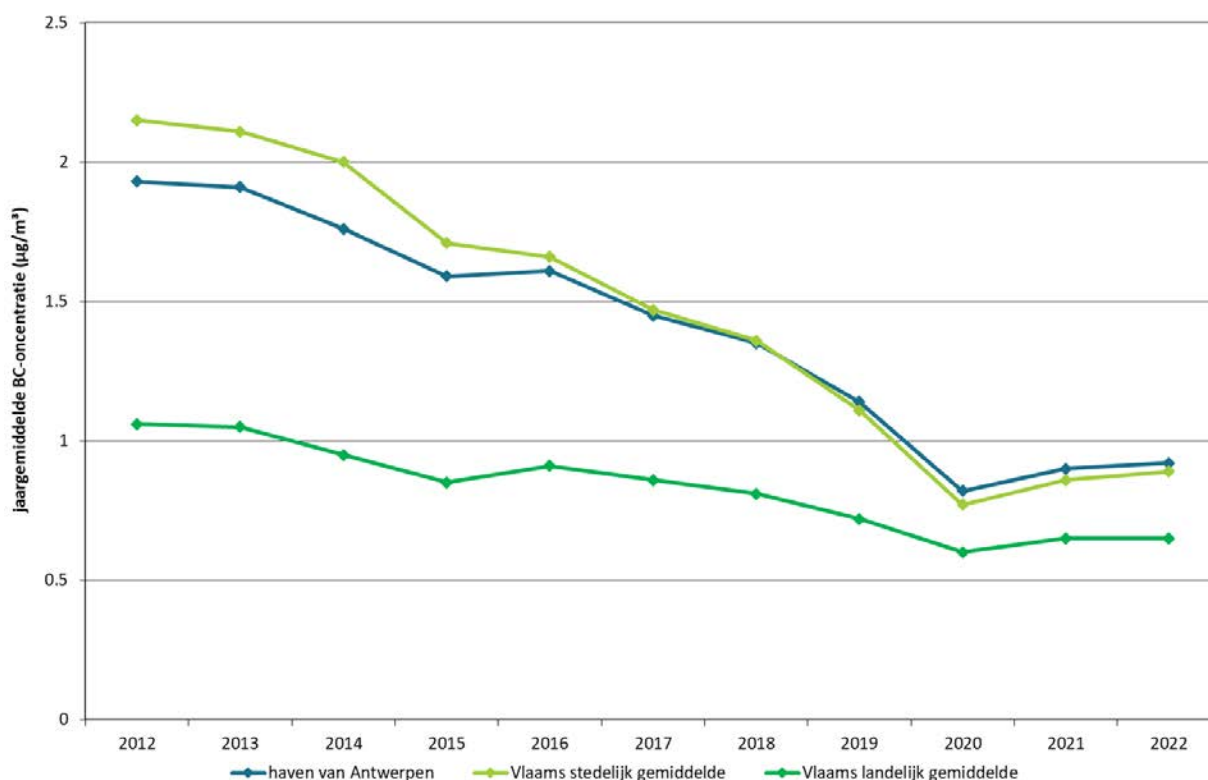


5.3.4 Trend van concentratie zwarte koolstof

Figuur 48 vergelijkt het verloop van de concentratie zwarte koolstof op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven' met dit van het Vlaams stedelijk en landelijk gemiddelde in de periode 2012 tot en met 2022.

Op alle virtuele meetplaatsen is er een globale dalende trend die het sterkst is op de stedelijke meetplaatsen. Vanaf 2016 loopt de concentratie in de Antwerpse haven vrij gelijk met dit van de stedelijke meetplaatsen. In 2020 daalde de concentratie van zwarte koolstof sterker dan de jaren daarvoor, door het effect van de coronamaatregelen. Deze impact zien we duidelijker op de stedelijke meetplaatsen waar de uitstoot door verkeer drastisch daalde toen het personenverkeer aan banden werd gelegd. De laatste 2 jaar is er op alle virtuele meetplaatsen een lichte stijging komt omdat er na de corona-periode weer meer voertuigkilometers worden gereden en omdat de energiecrisis tot meer houtstook leidt. Ook de invoering van de lage-emissiezone beïnvloedt de trend. De huidige beperkingen van LEZ werken vooral op het terugdringen van roetdeeltjes. De invoering van de LEZ zorgde voor een versnelde vergroening van het wagenpark in Vlaanderen. De concentraties zijn het laagst op de landelijke meetplaatsen maar het verschil met de andere typelocaties wordt steeds kleiner.

Figuur 48: Evolutie jaargemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse haven ten opzichte van stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen



Figuur 49 toont het verloop van de jaargemiddelde concentratie zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor de periode 2012 tot 2022. Op alle meetplaatsen dalen de concentraties tot 2020. Daarna is er een stagnatie of lichte stijging. Bij meetplaatsen AL01 en M802 waar al het langst gemeten wordt, halveren de concentraties sinds 2012. Op meetplaats SA04 nemen de concentraties met een derde af. De hoogste concentratie in 2022 meten we op de nieuwe meetplaats AT83 in Berendrecht.

Figuur 49: Evolutie concentratie zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse haven



5.4 Bijdrage verbranding fossiele brandstoffen aan zwarte koolstof en PM₁₀

Bij de verbranding van fossiele brandstoffen en hout komt er o.a. fijn stof en zwarte koolstof (BC) vrij. Zwarte koolstof is een onderdeel van fijn stof. Daarnaast bestaat er ook nog organische koolstof (OC) en *brown carbon* dat een onderdeel is van OC.

De VMM meet zwarte koolstof op 6 meetplaatsen. Op 4 meetplaatsen Antwerpen-Wandeldijk (AL01), Hoevenen (SA04), Antwerpen-Luchtbal (M802) en de nieuwe meetplaats AT83 gebeurt dit met een aethalometer (Magee AE33). Dit toestel kan onderscheiden of de partikels zwarte koolstof afkomstig zijn van houtverbranding of verbranding van fossiele brandstoffen (vooral dieselroet). Het onderscheid wordt gemaakt door het verschil in absorptie van licht van verschillende golflengtes door de verschillende fracties (zie Bijlage 6 - 5.5). Op AL04 en AL05 wordt zwarte koolstof nog altijd gemeten met een MAAP-monitor die niet toelaat beide fracties van elkaar te onderscheiden. Tabel 6 toont de datum van de ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen.

Tabel 6: Datum van ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen

Meetplaats	Datum ingebruikname aethalometer
AL01: Antwerpen-Wandeldijk	20/11/2019
M802: Antwerpen-Luchtbal	05/12/2019
SA04: Hoevenen	19/11/2019
AT83: Berendrecht-Zoutestraat	16/11/2021

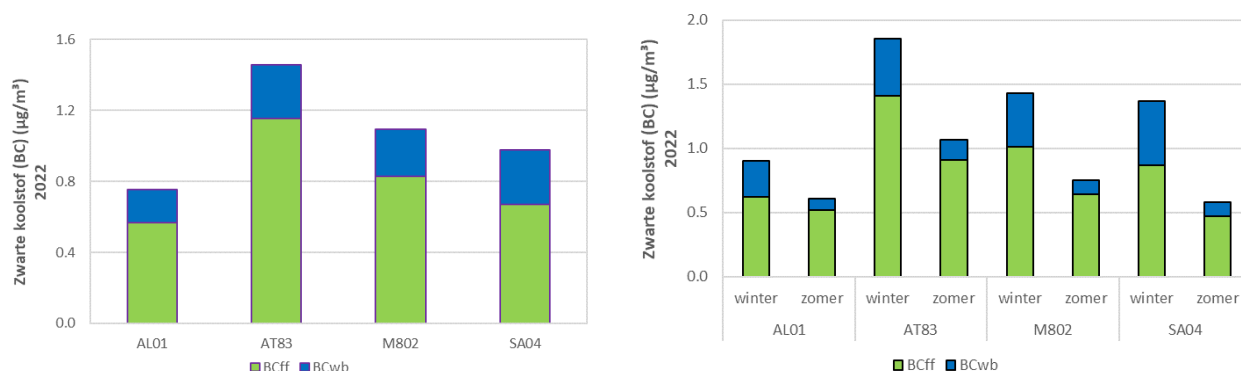
5.4.1 Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan zwarte koolstof

Figuur 50 toont voor 2022 voor elke meetplaats de gemiddelde concentraties aan zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}) en zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}). De grafiek ernaast toont de concentraties opgesplitst in winter- en zomermaanden.

De absolute concentratie van zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}) varieert tussen 0,57 en 1,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en is het hoogst op de meetplaats AT83 in Berendrecht. De absolute concentratie van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) varieert in 2022 tussen 0,18 en 0,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en is het hoogst op de meetplaats SA04 in Hoevenen, gevolgd door AT83 in Berendrecht.

In de wintermaanden⁴ is de bijdrage van houtverbranding groter dan in de zomermaanden. In de winter is er meer houtverbranding, en hebben we ook vaker ongunstige weersomstandigheden - zoals temperatuursinversies - waarbij de luchtverontreiniging minder goed verdund wordt. Dit zorgt er mee voor dat ook de concentraties zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen hoger liggen in de wintermaanden dan in de rest van het jaar. In 2022 varieert de relatieve bijdrage van houtverbranding tussen de 19 % en 25 %. Die is het hoogst op de meetplaats in Hoevenen (SA04) en het laagst op de meetplaats AT83 in Berendrecht. Tijdens de zomermaanden is het verschil tussen de meetplaatsen voor de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (0,09-0,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) kleiner dan tijdens de wintermaanden (0,28-0,50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figuur 50: Zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) en houtverbranding (BC_{wb}) op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor het volledig jaar en opgesplitst in zomer en winter, 2022

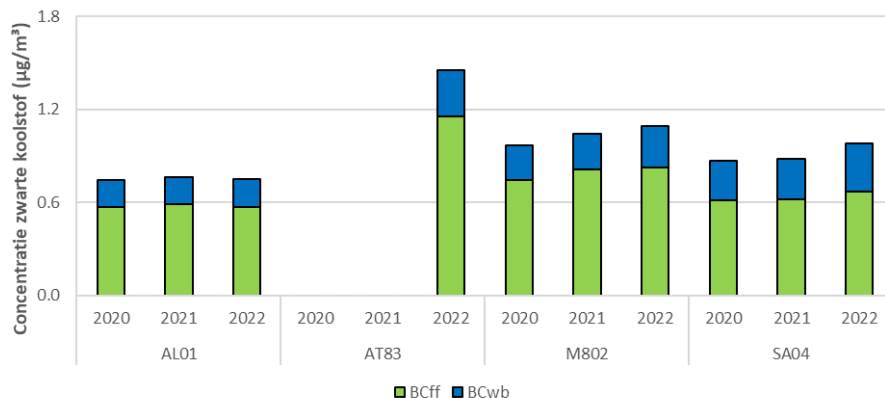


Op de 3 meetplaatsen waar we BC al langer meten met de aethalometer Magee AE33 kunnen we het verloop van de concentraties BC_{ff} en BC_{wb} bekijken voor de periode 2020-2022 (Figuur 51).

Op M802 en SA04 ligt de concentratie zwarte koolstof door houtverbranding (BC_{wb}) in 2022 hoger dan in 2021. We zien een stijging van 17 % op jaarbasis en van 21 % - 23 % tijdens de winter. Deze stijging is groter dan wat we bij de fractie BC_{ff} afkomstig van fossiele brandstoffen zien: 2 % - 9 % op jaarbasis en 10 % - 15 % tijdens de winter. Op AL01 daalt de concentratie BC_{ff} en voor BC_{wb} zien we een beperktere stijging van 5 % op jaarbasis en van 10 % tijdens de winter. Meteorologische omstandigheden kunnen de luchtconcentraties ook beïnvloeden maar de grotere stijging bij BC_{wb} wijst op een toename van houtstook. Ook de concentratie van PAK neemt in Vlaanderen toe. Ook dit wordt gerelateerd aan de toename van houtverbranding.

⁴ wintermaanden: januari-maart en oktober-december; zomermaanden: april-september

Figuur 51: Evolutie van de bijdrage houtverbranding en bijdrage fossiele brandstoffen tot de concentratie zwarte koolstof voor de periode 2020-2022



5.4.2 Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan PM₁₀

Figuur 52 geeft de bijdrage van houtverbranding en fossiele brandstof aan PM₁₀ weer.

De bijdrage van houtverbranding aan fijn stof bestaat maar voor een klein deel uit zwarte koolstof (ongeveer 9 %). Het overgrote deel bestaat uit bruine koolstof ('brown carbon') en andere organische deeltjes. Dit is veel minder het geval bij de verbranding van fossiele brandstoffen, waar zwarte koolstof de hoofdcomponent is. Houtverbranding draagt dus meer bij aan de fijnstofconcentraties in de lucht dan verbranding van fossiele brandstoffen.

Omdat de bijdrage van houtverbranding en van fossiele brandstoffen aan PM₁₀ met een vaste factor wordt berekend uit respectievelijk BC_{wb} en BC_{ff} zien we dus dezelfde patronen.

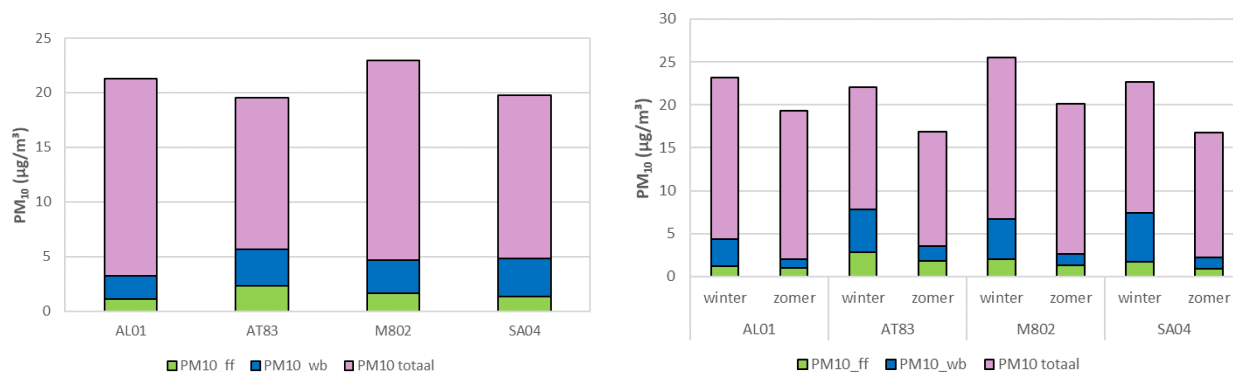
Net zoals bij zwarte koolstof liggen voor PM₁₀ de bijdragen van houtverbranding en fossiele brandstoffen in de wintermaanden hoger dan in de zomermaanden. Voor PM₁₀ afkomstig van houtverbranding is dit verschil veel groter dan bij PM₁₀ afkomstig van fossiele brandstoffen. In de wintermaanden zijn de concentraties PM_{10_wb} verdubbeld tot verdrievoudigd t.o.v. de zomermaanden. Voor PM_{10_wb} wijst het grote verschil tussen beide seizoenen duidelijk op een verschil in uitstoot.

Bij PM_{10_ff} komt het verschil tussen de winter- en zomermaanden grotendeels door de ongunstige weersomstandigheden in de wintermaanden die verdunning van de vervuiling tegengaan.

Op jaarbasis varieert de relatieve bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ (PM_{10_wb}) tussen 10 % en 18 % in 2022. De relatieve bijdrage van houtverbranding is het hoogst op de meetplaats in Hoevenen (SA04). Tijdens de wintermaanden loopt dit bij SA04 op tot 25 %.

De relatieve bijdrage van fossiele brandstoffen aan PM₁₀ (PM_{10_ff}) varieert op jaarbasis tussen 5 % en 12 % in 2022. De relatieve bijdrage van fossiele brandstoffen is het hoogst op de meetplaats in Berendrecht (AT83) en het laagst op de meetplaats Wandeldijk (AL01).

Figuur 52: PM₁₀ afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10_ff}) en houtverbranding (PM_{10_wb}) op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor het volledig jaar en opgesplitst in zomer en winter, 2022



5.4.3 Gemiddeld dagverloop in de winter- en zomermaanden

Zwarte koolstof

Figuur 53 en Figuur 54 geven voor alle meetplaatsen voor alle dagen van de week het gemiddelde verloop⁵ weer van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding en zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen.

Figuur 53 geeft het gemiddelde dagverloop voor de **wintermaanden** van 2022:

- De concentraties zwarte koolstof afkomstig van **houtverbranding** (BC_{wb}, bovenaan) vertonen in de wintermaanden op alle meetplaatsen een gelijkaardig dagverloop. Op alle dagen is er een avondpiek die beduidend hoger is op SA04. Er is geen duidelijke ochtendpiek.
- Het verloop van de concentraties zwarte koolstof afkomstig van **fossiele brandstoffen** (BC_{ff}, onderaan) is ook gelijkaardig tussen de meetplaatsen, maar de absolute concentraties verschillen wel duidelijk tussen de meetplaatsen. De hoogste concentratie zien we op de meetplaats in Berendrecht AT83, de laagste op AL01. Op meetplaatsen AL01, M802 en SA04 zien we op weekdagen een duidelijke ochtend- en een avondpiek. In het weekend liggen de concentraties lager dan op weekdagen en is de ochtendpiek minder uitgesproken. Op AT83 zien we een ander profiel. Er tekent zich geen ochtend- of avondpiek af en de concentratie tijdens weekdagen verschilt niet veel met weekenddagen.

Figuur 54 toont hetzelfde als Figuur 53 maar dan voor de **zomermaanden** van 2022.

- In de zomer zijn de concentraties van zwarte koolstof afkomstig van **houtverbranding** veel lager dan in de wintermaanden en zien we quasi identieke concentraties over de hele dag, en op alle dagen. De concentraties verschillen weinig tussen de verschillende meetplaatsen.
- In de zomermaanden liggen de concentraties van zwarte koolstof afkomstig van **fossiele brandstoffen** lager. De ochtendpiek is zichtbaar. De avondpiek is meer uitgevlakt. Concentraties zijn lager in het weekend. De concentratie op AT83 ligt ook tijdens de zomermaanden hoger dan op de andere meetplaatsen en er zijn geen duidelijke ochtend- of avondpieken in de dagverlopen.

⁵ Deze dagverlopen staan in UT (= universal time).

- In de winter verschilt UT 1 uur met lokale tijd, bv. 2 uur UT = 3 uur lokale tijd.
- In de zomer verschilt UT 2 uur met lokale tijd, bv. 2 uur UT = 4 uur lokale tijd.

Figuur 55 en Figuur 56 geven voor alle dagen van de week het verloop van PM_{10} afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}), van PM_{10} afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10_ff}) en van PM_{10} , respectievelijk voor de winter- en zomermaanden.

De **PM_{10-wb}**-concentraties zijn in de wintermaanden zoals verwacht duidelijk hoger dan tijdens de zomermaanden, aangezien er tijdens de wintermaanden meer uitstoot door houtverbranding is. Voor de **PM_{10-ff}**-concentraties is het concentratieniveau tijdens de zomermaanden iets lager dan tijdens de wintermaanden. Tijdens de zomermaanden zijn de onderlinge verschillen tussen de meetplaatsen kleiner maar de concentraties op AT83 zijn nog altijd duidelijk hoger dan op de andere meetplaatsen.

In het weekend vertonen de **PM₁₀**-concentraties minder variatie gedurende de dag. Op AL01 was de concentratie van zwarte koolstof het laagst. Dit is niet zo voor PM₁₀: vooral tijdens de week is de concentratie er hoger. Deze zijn een gevolg van (her)opwaaiend stof bij de werken in kader van de Oosterweelverbinding.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

5.4.4 Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting

Figuur 57 geeft voor de wintermaanden in 2022 voor elke meetplaats de concentraties zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding en van fossiele brandstof weer in functie van de windrichting.

De hoogste concentraties zwarte koolstof afkomstig van **houtverbranding** (BC_{wb} , Figuur 57, links) werden op de meetplaatsen gemeten bij wind uit het oosten tot zuidoosten. Dit is iets wat we algemeen in Vlaanderen zien en ook naar voor kwam in een vroegere studie⁶ naar houtverbranding. Deze verhoogde concentraties zijn een combinatie van:

- minder gunstige weersomstandigheden die gepaard gaan met wind uit deze richtingen. In de winter betekent dit meestal koud en droog weer met kans op temperatuurinversie, wat leidt tot hogere concentraties.
- meer houtverbranding op koudere dagen
- aanvoer van verontreinigde landlucht

De rozen zijn qua vorm vrij gelijkaardig voor elke meetplaats, wat aangeeft dat er in de directe omgeving van de meetplaatsen weinig impact is van houtverbranding. De concentraties in Hoevenen op SA04 zijn het hoogst. Verder zien we voor meetplaatsen AT83, M802 en SA04 een lokale verhoging vanuit het noorden.

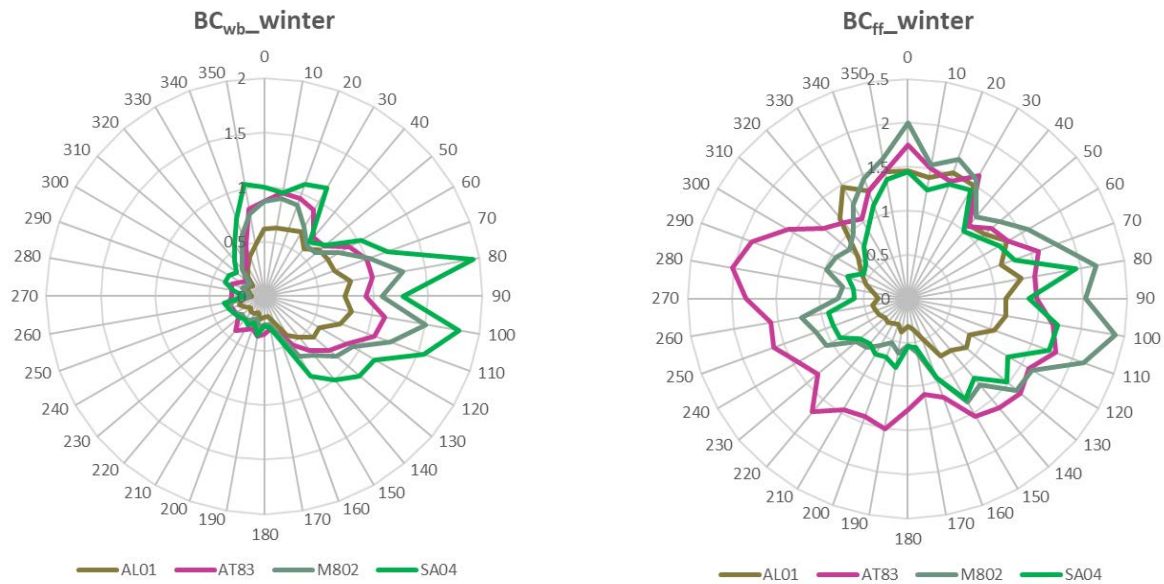
Noot: Het meetnet is opgebouwd om de algemene luchtkwaliteit of specifieke industriële bronnen in Vlaanderen op te volgen. De meetplaatsen met AE33 aethalometers zijn niet specifiek gekozen in functie van mogelijke lokale bronnen van huishoudelijke houtverbranding. De impact van huishoudelijke houtverbranding zal lokaal op tal van plaatsen in Vlaanderen zeker groter zijn dan wat wordt gemeten op de huidige meetplaatsen uitgerust met een AE33 aethalometer.

In de pollutierozen van zwarte koolstof afkomstig van de verbranding van **fossiele brandstoffen** (BC_{ff} , Figuur 57, rechts) zien we net als bij houtverbranding hogere concentraties uit het oosten tot zuidoosten en het noorden. Maar er zit wél meer verschil in de vorm van de rozen, wat duidt op invloed van lokale bronnen. Op de meetplaats Berendrecht (AT83) meten we hogere concentraties uit het westen tot zuidwesten. Dit is de richting van de dokken.

- Ook de meetplaats Luchtbal (M802) wijst naar een aanvoer uit de westelijke sector. Dit is de richting van het kruispunt Havanalaan-Noorderlaan en de haven. De zuidoostelijke sector met de autosnelweg komt ook sterk naar voor.
- De metingen op Hoevenen (SA04) wijzen ook naar het westen, richting haven.

⁶ VMM (2011), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2010

Figuur 57: Pollutieroos voor zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}) tijdens de wintermaanden 2022 (µg/m³)



6 VLUCHTIGE ORGANISCHE STOFFEN – BTEX, VOS EN A/K

Vluchtige organische stoffen (VOS) is een verzamelnaam voor een groep van gasvormige stoffen die vooral uit koolstof- en waterstofatomen bestaan. Sommige VOS (bv. benzeen) zijn kankerverwekkend, andere bedreigen de ozonlaag.

In deze paragraaf bespreken we volgende componenten:

- benzeen, toluen, ethylbenzeen, xyleenisomeren (BTX)
- een reeks van vluchtige organische stoffen (VOS)
- aldehyden en ketonen (A/K)

We bespreken de gerapporteerde industriële emissies van de BTEX-componenten, 1,2-dichloorethaan, formaldehyde en de totaal NMVOS-emissies in de Antwerpse haven. Daarna volgt een bespreking van de concentraties van automatische en semiautomatische metingen. Voor de automatische BTEX-metingen bekijken we ook de geografische spreiding in de Antwerpse haven.

Meer informatie over VOS vind je in bijlage 4.

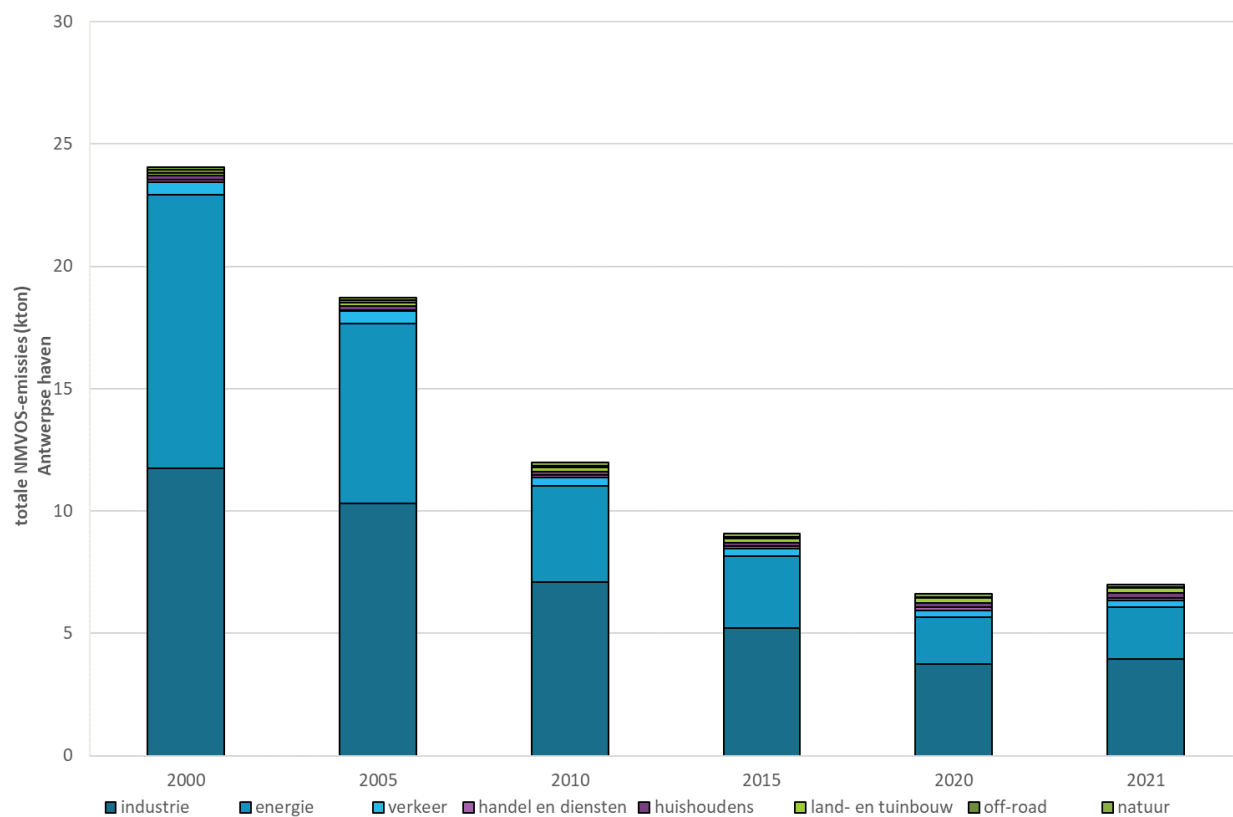
6.1 Emissions

6.1.1 Emissie van totaal NMVOS

Figuur 58 toont de NMVOS-emissies in de Antwerpse haven voor de jaren 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 en 2021 voor verschillende sectoren. De niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) omvatten alle organische stoffen, met uitzondering van methaan, die fotochemische oxidanten kunnen produceren door reactie met stikstofoxides onder invloed van zonlicht. De NMVOS-emissie toont de som van alle stoffen, maar geeft geen informatie over de individuele componenten.

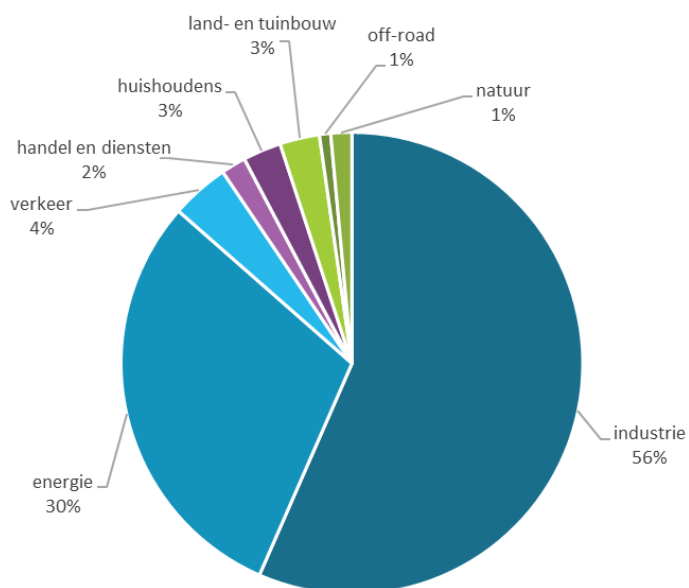
De sectoren met de grootste emissies waren industrie en energie, samen goed voor zo'n 86 % van de emissies in 2021. Binnen de sector energie is 96 % van de NMVOS-emissies afkomstig van de petroleumraffinaderijen. De verkeeremissie kwam maar een fractie van de emissies van de sectoren industrie en energie: 4 % in 2021 waarvan 3 % door scheepvaart. De overige sectoren hadden een verwaarloosbaar aandeel. In de periode 2000 - 2015 daalden de NMVOS-emissies gestaag. Sindsdien dalen de emissies in mindere mate. In de periode 2000-2021 dalen de NMVOS-emissies met 71 %

Figuur 58: Evolutie totaal NMVOS-emissie in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 59: Aandeel van de sectoren in de NMVOS-emissies in de Antwerpse haven in 2021

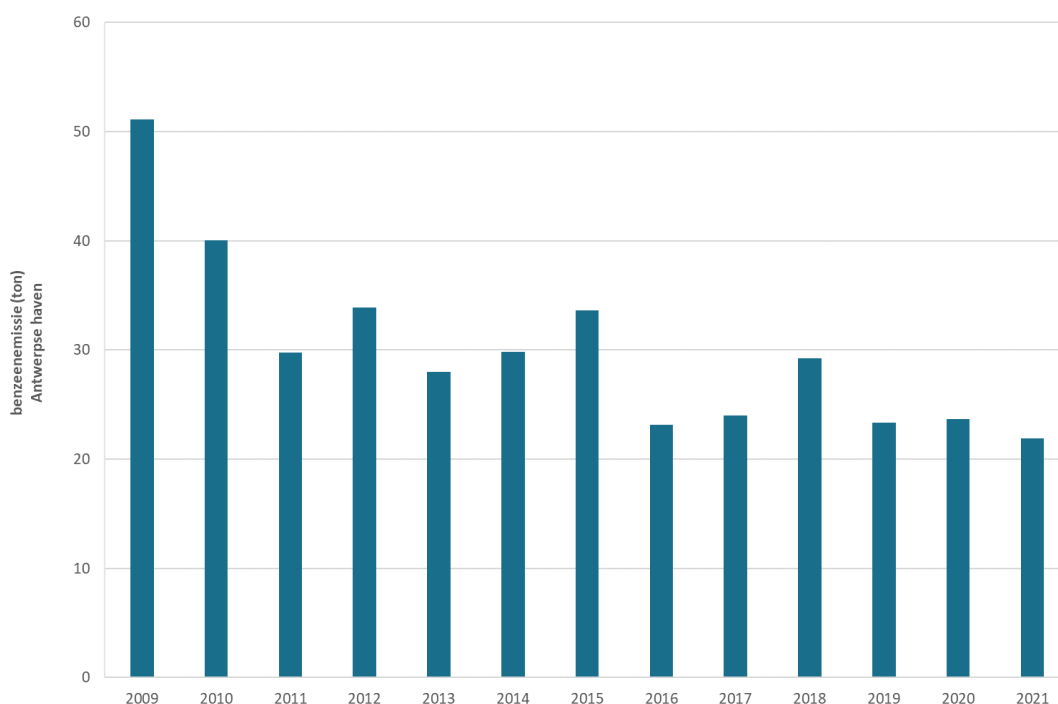


6.1.2 Emissie van individuele stoffen

Figuur 60 tot en met Figuur 63 komen van het Team Emissie-inventaris Lucht van de VMM en geven alleen de emissies weer die de bedrijven in de Antwerpse haven rapporteren in het Integraal Milieujaarverslag (IMJV):

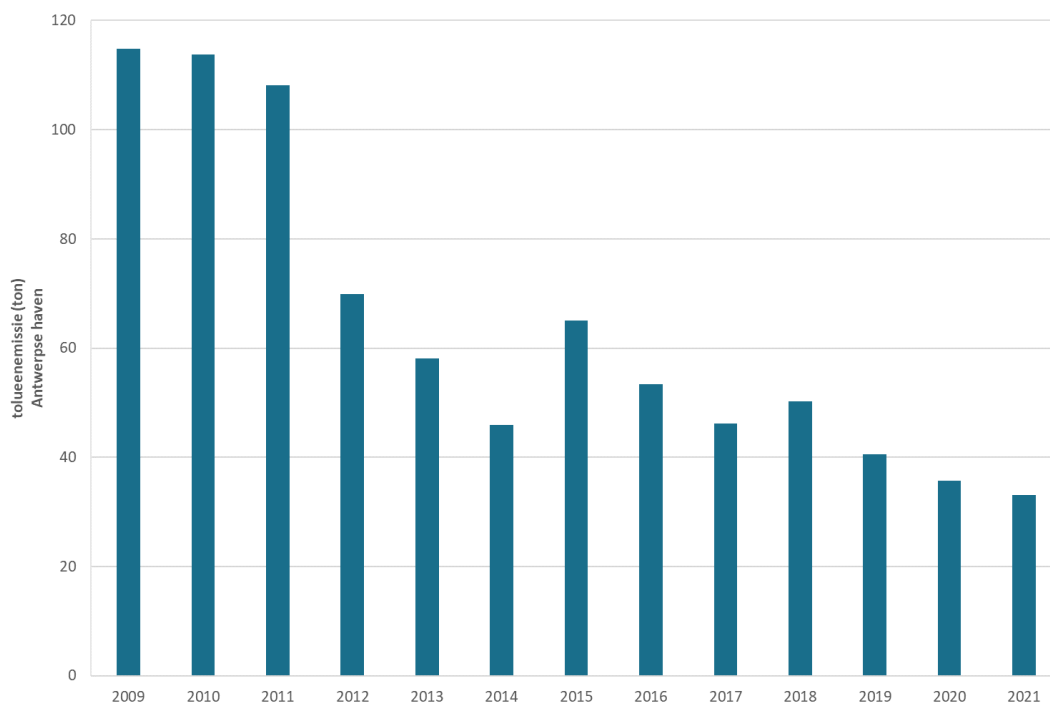
- De emissies van benzeen vertonen een globaal dalend verloop. Er is een sterke daling tot 2011, daarna schommelt de gerapporteerde uitstoot (Figuur 60).
- De toluleenemissies lagen in de periode 2009-2011 hoger dan in de daaropvolgende jaren. Daarna is er een globaal dalend verloop (Figuur 61).
- De emissies van de xyleenisomeren kenden tussen 2009 en 2011 een sterke daling. Sinds 2011 schommelt de gerapporteerde uitstoot. Globaal zien we wel een dalende trend (Figuur 62).
- De emissies van 1,2-dichloorethaan kennen een dalend verloop tot 2014. Na 2014 is er weer een stijgend verloop tot 2018. De laatste 3 jaar zien we een schommelend verloop (Figuur 63).

Figuur 60: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies benzeen in de Antwerpse haven



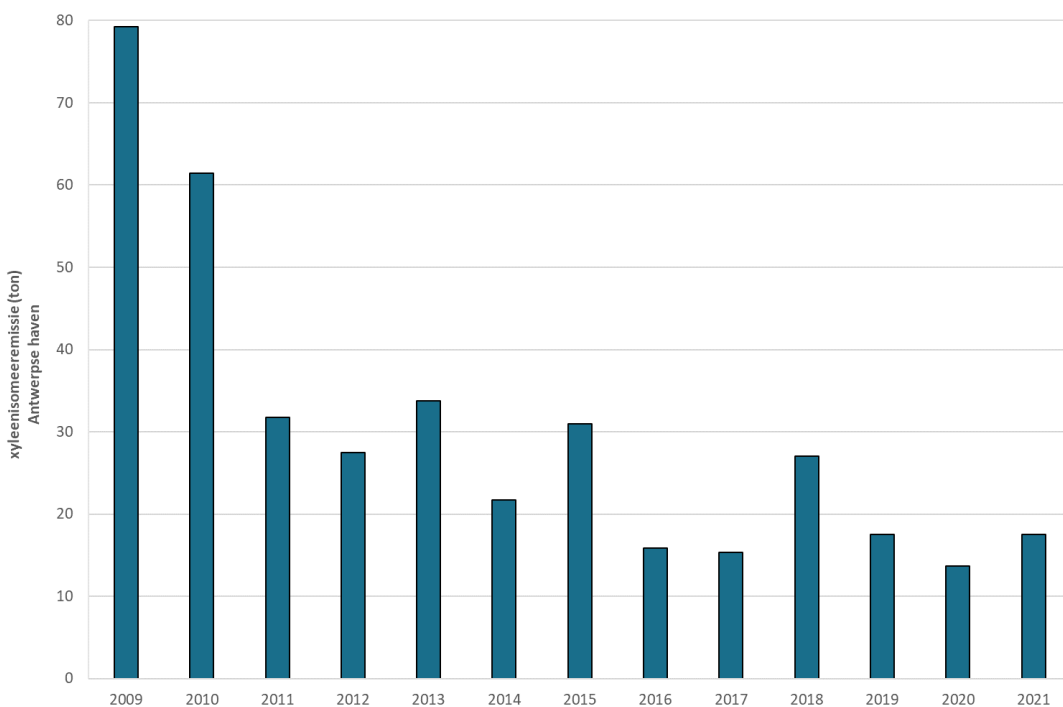
Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 61: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies toluen in de Antwerpse haven



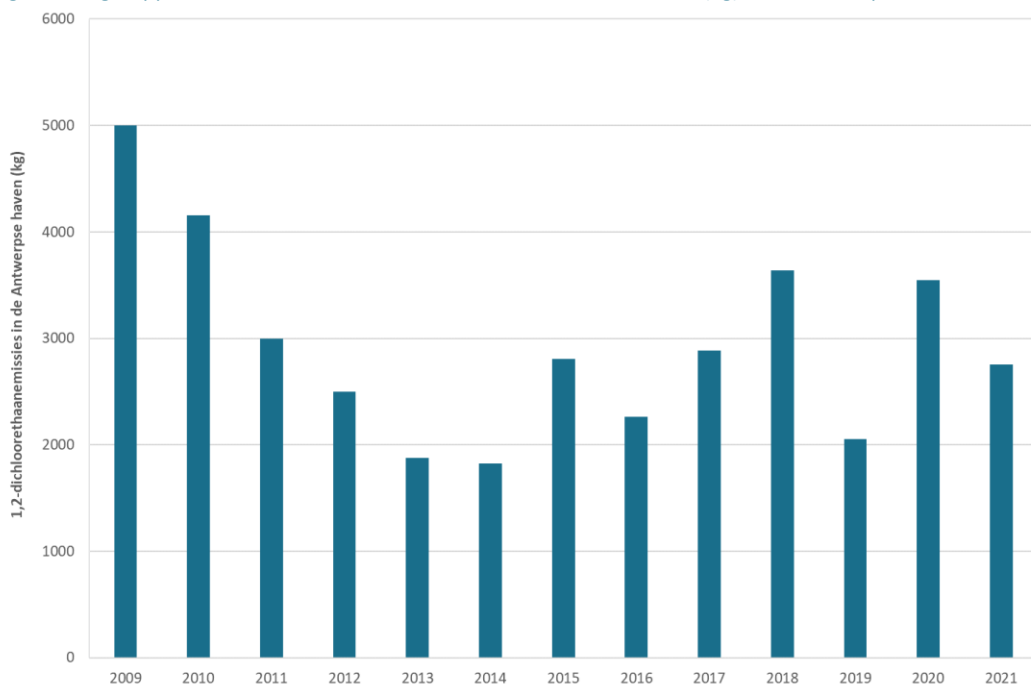
Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 62: gerapporteerde industriële IMJV-emissies xyleenisoimeren in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

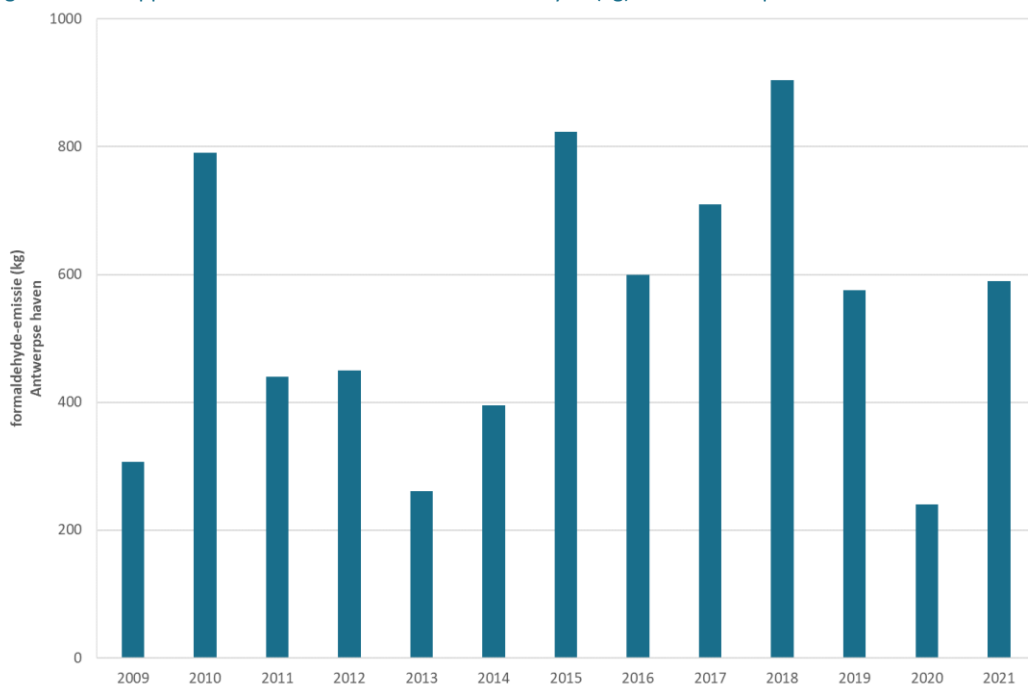
Figuur 63 : gerapporteerde industriële IMJV-emissies 1,2-dichloorethaan (kg) in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 64 toont de gerapporteerde industriële emissies van formaldehyde in de Antwerpse haven. We zien een grillig verloop met een globaal stijgende trend tot in 2018. In 2019 en 2020 zien we duidelijk lagere waarden, gevolgd door hogere gerapporteerde emissies in 2021.

Figuur 64: Gerapporteerde industriële emissies formaldehyde (kg) in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

6.2 BTEX-concentraties – automatische metingen

6.2.1 BTEX-concentraties in 2022

Toetsing aan regelgeving

Alleen voor benzeen en toluen bestaat er een regelgeving. De VMM meet deze parameters op 5 meetplaatsen in de Antwerpse Haven. Door de ligging van de meetplaatsen moeten niet alle meetplaatsen getoetst worden:

- A) wel toetsing op AL01(Wandeldijk) , AT83 (Berendrecht), M802 (Luchtbal)
B) geen toetsing op AT44 (Ordamstraat), R822 (Polderdijkweg)

Tabel 7 toont de toetsing aan de regelgeving. Ter informatie beoordelen we alle meetplaatsen.

Tabel 7: Toetsing concentraties benzeen en toluen aan regelgeving

2022 – benzeen	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen
EU-jaargrenswaarde	5 µg/m³	3/3	2/2
VLAREM-P98	50 µg/m³	3/3	2/2
2022 – toluen	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen
WGO-halfuuradvieswaarde	1000 µg/m³	3/3	2/2
WGO-weekadvieswaarde	260 µg/m³	3/3	2/2

Benzeen is kankerverwekkend waardoor geen veilig niveau van blootstelling kan bepaald worden. De WGO drukt de schadelijkheid van benzeen uit als het aantal extra kankergevallen bij een levenslange blootstelling aan een bepaalde concentratie. Bij een levenslange benzeenconcentratie van $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zou er één extra kankergeval per 1.000.000 inwoners zijn. In de Antwerpse haven ligt, afhankelijk van de locatie, het kankerrisico tussen 1 extra kankergeval op 350.000 inwoners en 1 extra kankergeval op 67.000 inwoners als de huidige concentraties constant blijven in de tijd. Het Departement Zorg beoordeelt deze concentraties als gezondheidkundig niet verwaarloosbaar.

Concentratie per meetplaats

Figuur 65 toont voor alle meetplaatsen de toetsing aan de regelgeving. Hieruit volgt dat alle doelstellingen ruim gehaald zijn.

In 2022 werd het hoogste benzeenjaargemiddelde gemeten op de meetplaats Polderdijkweg (R822) in de Antwerpse haven en bedroeg 2,52 µg/m³. Deze meetplaats ligt in industriegebied en de luchtkwaliteit wordt beïnvloed door de nabijheid van de petrochemische industrie. Ook de piekwaarden (P98) van benzeen lagen op deze meetplaats een stuk hoger dan op de andere meetplaatsen. In de omgeving meet de VMM ook benzeen op de meetplaatsen Ordamstraat (AT44), Wandeldijk (AL01), Luchtbal (M802) en sinds 2022 in Berendrecht (AT83). De benzeenwaarden varieerden er in 2022 tussen 0,48 µg/m³ op AL01 en 0,77 µg/m³ op AT44.

Voor toluene werden beide WGO-doelstellingen ruim gehaald. Voor toluene noteerden we in 2022 het hoogste halfuurmaximum op de meetplaats Polderdijkweg (R822) – 119 µg/m³. Op M802 en AT44 lag het halfuurmaximum in dezelfde grootteorde, op AL01 en AT83 was dit een stuk lager. Op R822 maten we ook het hoogste weekgemiddelde: 16,5 µg/m³. Op de andere 4 meetplaatsen lagen de maximale weekgemiddelden van toluene een factor 4 lager.

The figure consists of four bar charts arranged in a 2x2 grid, showing the results of measurements for benzene and toluene in Antwerp harbor for the year 2022. The locations measured are AL01*, AT44, AT83*, M802*, and R822.

Top Left Chart: Benzeen - jaargemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Antwerpse haven (2022)
 This chart shows the annual average benzene concentrations. The y-axis ranges from 0 to 6. A red horizontal line indicates the EU-grenswaarde (limit) at 5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The concentrations for the locations are approximately: AL01* (0.4), AT44 (0.8), AT83* (0.7), M802* (0.5), and R822 (2.5).

Top Right Chart: Benzeen - P98 daggemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Antwerpse haven (2022)
 This chart shows the 98th percentile daily average benzene concentrations. The y-axis ranges from 0 to 60. A red horizontal line indicates the VLAREM-grenswaarde (limit) at 50.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The concentrations for the locations are approximately: AL01* (1.5), AT44 (2.5), AT83* (2.5), M802* (1.5), and R822 (8.0).

Bottom Left Chart: Toluëen - max halfuur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Antwerpse haven (2022)
 This chart shows the maximum half-hourly toluene concentrations. The y-axis ranges from 0 to 150. A blue horizontal line indicates the WGO-advieswaarde half uur (WGO advice value for half hour) at 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The concentrations for the locations are approximately: AL01* (25), AT44 (85), AT83* (35), M802* (95), and R822 (120).

Bottom Right Chart: Toluëen - max weekgemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Antwerpse haven (2022)
 This chart shows the maximum weekly average toluene concentrations. The y-axis ranges from 0 to 20. A blue horizontal line indicates the WGO-advieswaarde week (WGO advice value for week) at 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The concentrations for the locations are approximately: AL01* (1.5), AT44 (3.5), AT83* (1.5), M802* (3.5), and R822 (16.5).

The figure consists of four bar charts arranged in a 2x2 grid, each showing the annual average concentration (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) of a specific volatile organic compound (VOC) in the Antwerp harbor in 2022. The locations are AL01*, AT44, AT83*, M802*, and R822. The y-axis for each chart represents the concentration, with scales varying by compound: Toluene (0 to 6), Ethylbenzene (0 to 1.5), m+p-xylene (0 to 3), and o-xylene (0 to 1.5).

Toluene - jaargemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Antwerpse haven (2022)

Location	Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AL01*	0.9
AT44	1.5
AT83*	1.1
M802*	1.3
R822	5.6

Ethylbenzeen - jaargemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Antwerpse haven (2022)

Location	Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AL01*	0.25
AT44	0.5
AT83*	0.3
M802*	0.3
R822	1.3

m+p-xyleen - jaargemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Antwerpse haven (2022)

Location	Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AL01*	0.7
AT44	1.2
AT83*	0.8
M802*	0.8
R822	2.8

o-xyleen - jaargemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Antwerpse haven (2022)

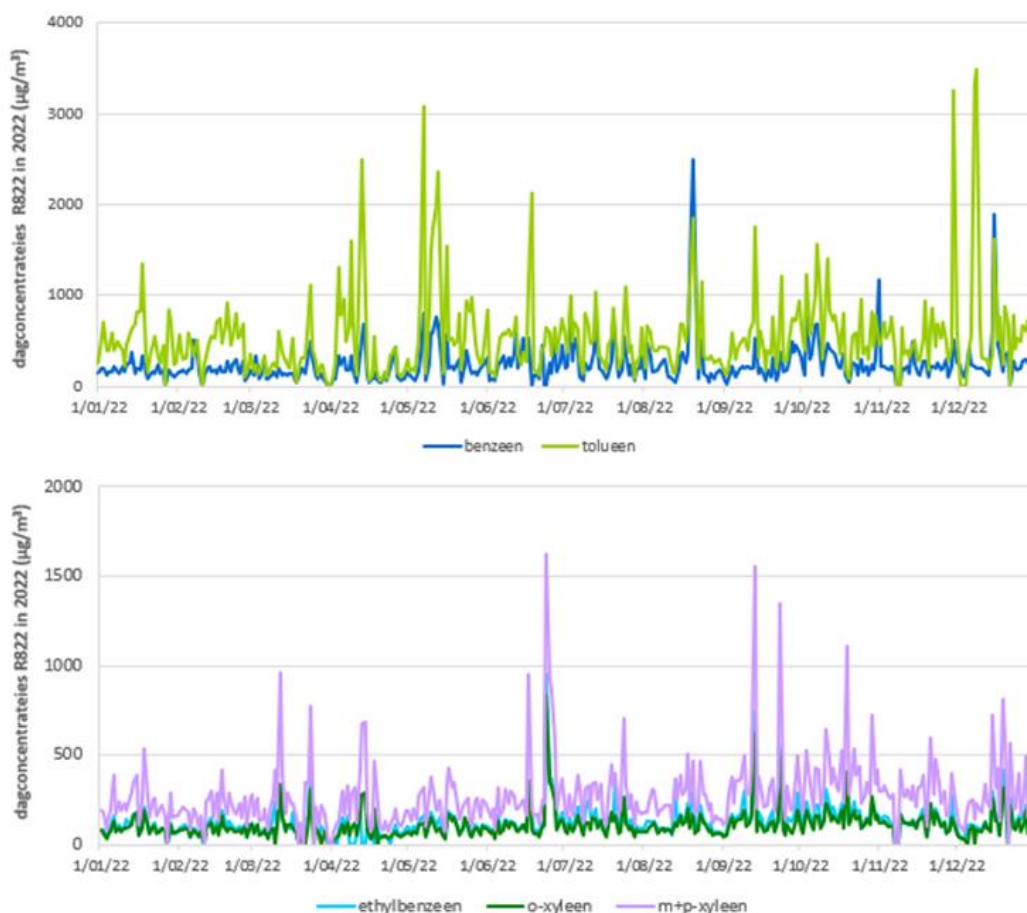
Location	Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AL01*	0.25
AT44	0.45
AT83*	0.25
M802*	0.3
R822	1.1

////////////////////////////////////

Figuur 66 toont de jaargemiddelden van toluen, ethylbenzeen, m+p-xyleen en o-xyleen op de meetplaatsen gemeten in 2022. Het jaargemiddelde van benzeen vind je in de figuur erboven. Net als bij benzeen is het jaargemiddelde het hoogst op R822. De 2de hoogste concentraties meten we op meetplaats AT44 in de Ordamstraat. Op de overige 3 liggen de jaargemiddelden een stuk lager en zijn ze vrij vergelijkbaar.

Focussen we op R822, dan zien we hetzelfde verloop bij ethylbenzeen, o-xyleen en m+p-xyleen. Benzeen en toluen hebben een ander verloop.

Figuur 67: Verloop van de dagwaarden van benzeen, toluen, ethylbenzeen, m+p-xyleen en o-xyleen op R822 in 2022



6.2.2 Geografische spreiding van BTEX-componenten

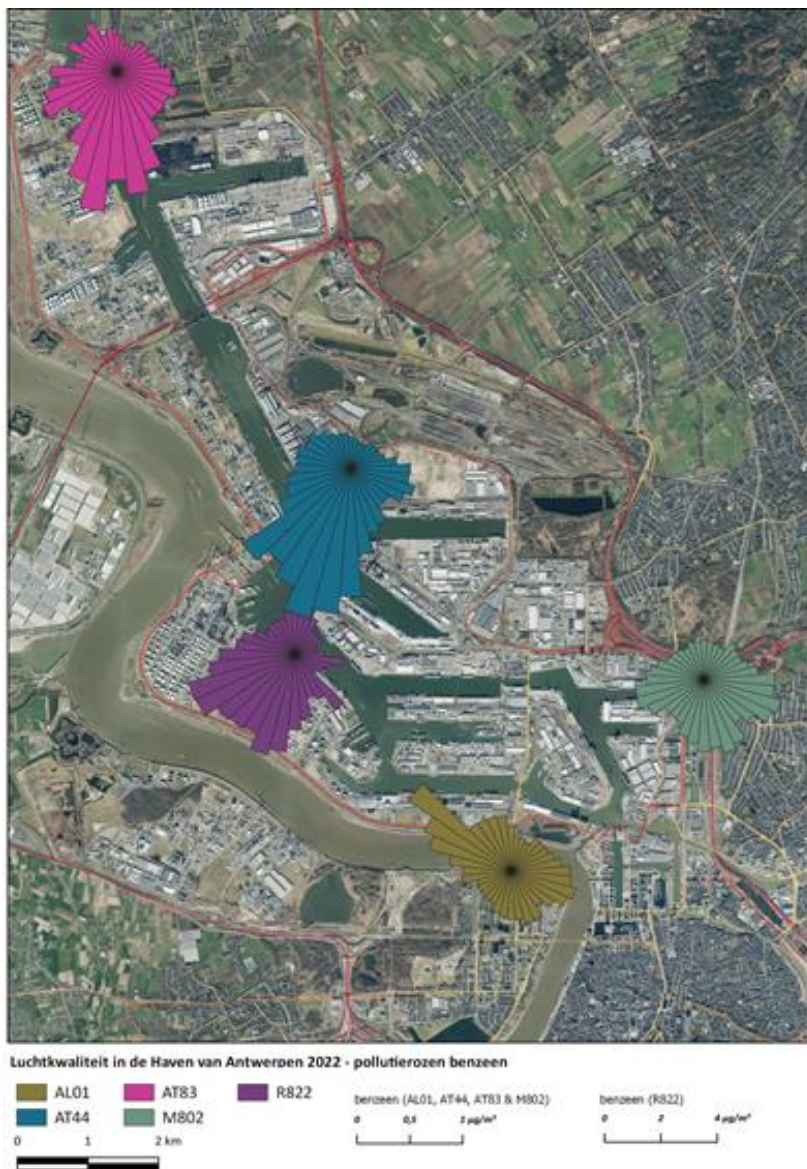
Figuur 68 t.e.m. Figuur 72 tonen de pollutierozen van benzeen, toluen, ethylbenzeen en de xyleenisomeren op de verschillende meetplaatsen in de Antwerpse haven in 2022. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6. In het havengebied worden de BTEX-componenten op vijf locaties gemeten, AT83 is nieuw vanaf 2022. De locaties Berendrecht (AT83), Luchtbal (M802) en Wandeldijk (AL01) liggen op locaties dichtbij bewoning. De locaties Polderdijkweg (R822) en Ordamstraat (AT44) liggen op een industriële locatie. De concentraties van alle componenten liggen op R822 veel hoger dan op de andere meetplaatsen. Daarom gebruiken we in de figuren verschillende schalen. We consulteerden het IMJV die de uitstoot van de bedrijven in 2021 bundelt. De VOS-screeningscampagne toonde wel aan dat er ook nog andere bronnen in de haven zijn die VOS uitstoten.

Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 5 bedrijven die in 2021 meer dan 1 ton benzeen uitstoten (bijlage 3). Daarna vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We komen tot de volgende vaststellingen:

- R822: ZW-Z: TotalEnergies Olefins Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical – ZO: ATPC Refinery, NW: TotalEnergies Refinery Antwerp
- AT44: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp, TotalEnergies Olefins Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical
- AL01: NW: TotalEnergies Refinery Antwerp, TotalEnergies Olefins Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical, ATPC Refinery
- AT83: Z: Vesta Terminal Antwerp

Ook M802 geeft benzeenaanvoer weer vanuit de richting van de raffinaderijen en aanvoer van de drukke verkeersweg E19 uit zuidelijke richting.

Figuur 68: Pollutierozen benzeen in de Antwerpse haven in 2022

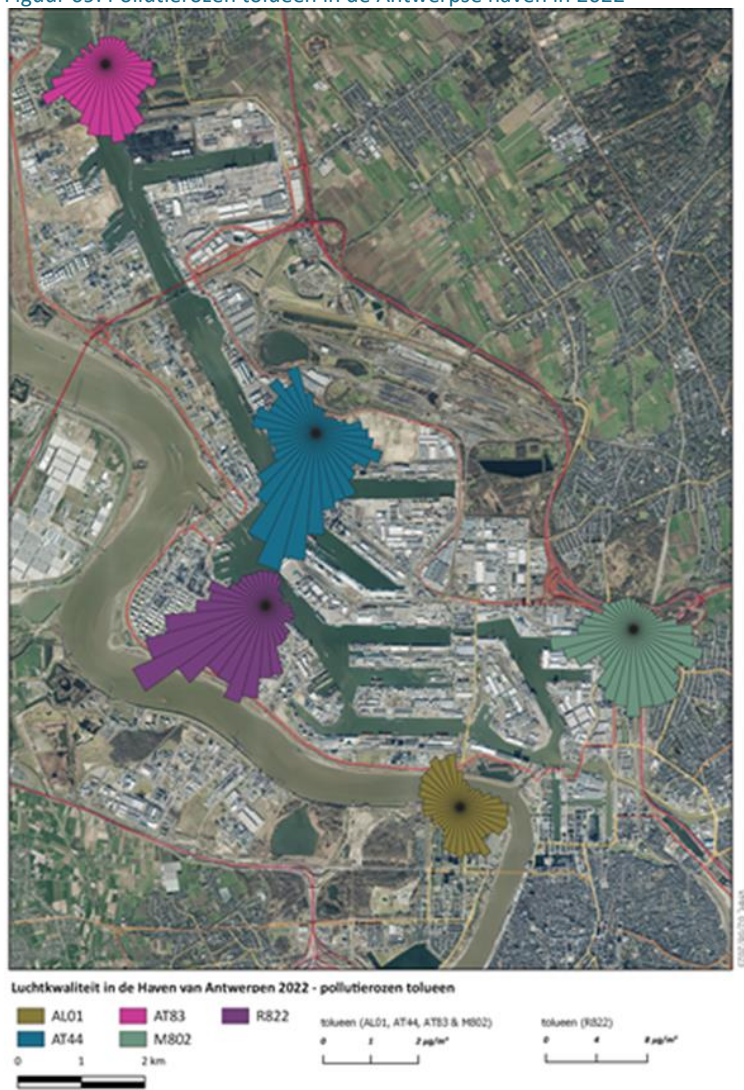


Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 5 bedrijven die in 2021 meer dan 1 ton tolueen uitstoten (bijlage 3). Daarna vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We komen tot de volgende vaststellingen:

- R822 en AT44: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp, TotalEnergies Olefins Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical
- AL01: NW: TotalEnergies Refinery Antwerp, TotalEnergies Olefins Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical – W 3M
- AT83: Z: Vesta Terminal Antwerp.

Op Luchtbal (M802) zien we naast bronnen uit de richting van de haven ook een aanvoer uit het zuiden, in de richting van de verkeersweg E19. In het zuidoosten liggen ook 2 bedrijven die hun tolueenemissie rapporteren in het IMJV: PPG Coatings, een fabrikant van verven en coatings met in 2021 een emissie van 1,2 ton en Euroblast, een bedrijf gespecialiseerd in het coaten en conserveren van staalplaten met een emissie van 0,8 ton. Bij AT83 zien we in mindere mate ook een zuidwestelijke aanvoer. Het IMJV bevat geen bedrijven in die sector.

Figuur 69: Pollutierozen tolueen in de Antwerpse haven in 2022



Kijken we naar de pollutierozen dan zien we dat de voornaamste bronnen ten zuiden van de meetplaats R822 liggen. Ook is er aanvoer uit de westelijke sector. Ook AT44 wijst de zuidelijke en westelijke sector aan als bron voor ethylbenzeen. Op meetplaats AL01 meten we ook ethylbenzeen uit dit deel van de haven. De concentraties op M802 liggen lager, maar wijzen ook op bronnen in het havengebied en op een invloed van de verkeersweg E19 in het zuiden. AT83 wijst vooral naar bronnen uit het zuiden.

Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2022 - pollutierozen ethylbenzeen

Locatie	ethybenzeen (AL01, AT44, AT83 & M802)	ethybenzeen (R522)
AL01	0 - 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 - 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
AT83	0 - 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 - 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
R822	0 - 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 - 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
AT44	0 - 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 - 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
M802	0 - 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 - 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
R522	0 - 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 - 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

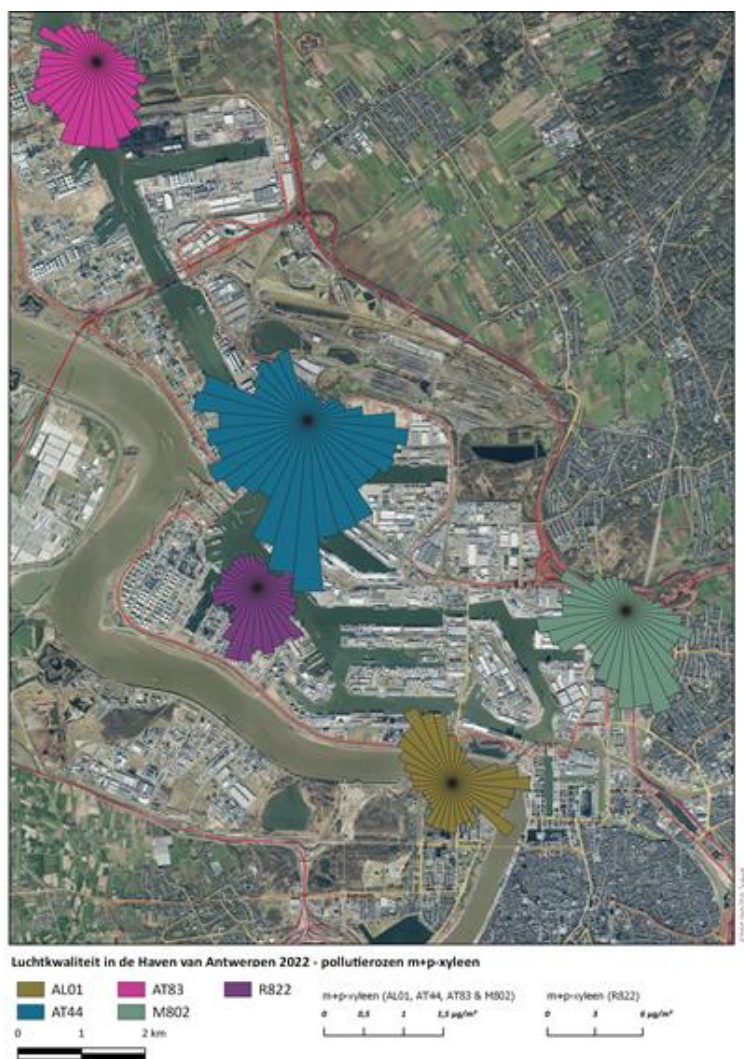
De pollutierozen van m+p-xyleen en o-xyleen geven een gelijkaardig beeld.

In het IMJV rapporteren bedrijven de uitstoot van alle xyleenisomeren. Hieruit blijkt dat er in de Antwerpse haven 3 bedrijven zijn die in 2021 meer dan 1 ton xyleen uitstoten (bijlage 3). Daarna vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We komen tot de volgende vaststellingen:

- R822: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical
- AT44: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical
- AL01: NW: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical – W: 3M
- AT83: Z: Vesta Terminal Antwerp.

Op meetplaats AT44 wijst de pollutieroos ook naar aanvoer uit het westen. Op M802 zien we naast bronnen uit de richting van de haven ook een aanvoer uit het zuiden. AL01 wijst ook de oostelijke sector aan. Bij AT83 zien we in mindere mate ook een zuidwestelijke en een noordwestelijke aanvoer.

Figuur 71: Pollutierozen m+p-xyleen in de Antwerpse haven in 2022



Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2022 - pollutierozen o-xyleen

Legend:

- AL01
- AT83
- R822
- AT44
- M802

o-xyleen (AL01, AT44, AT83 & M802)

o-xyleen (R822)

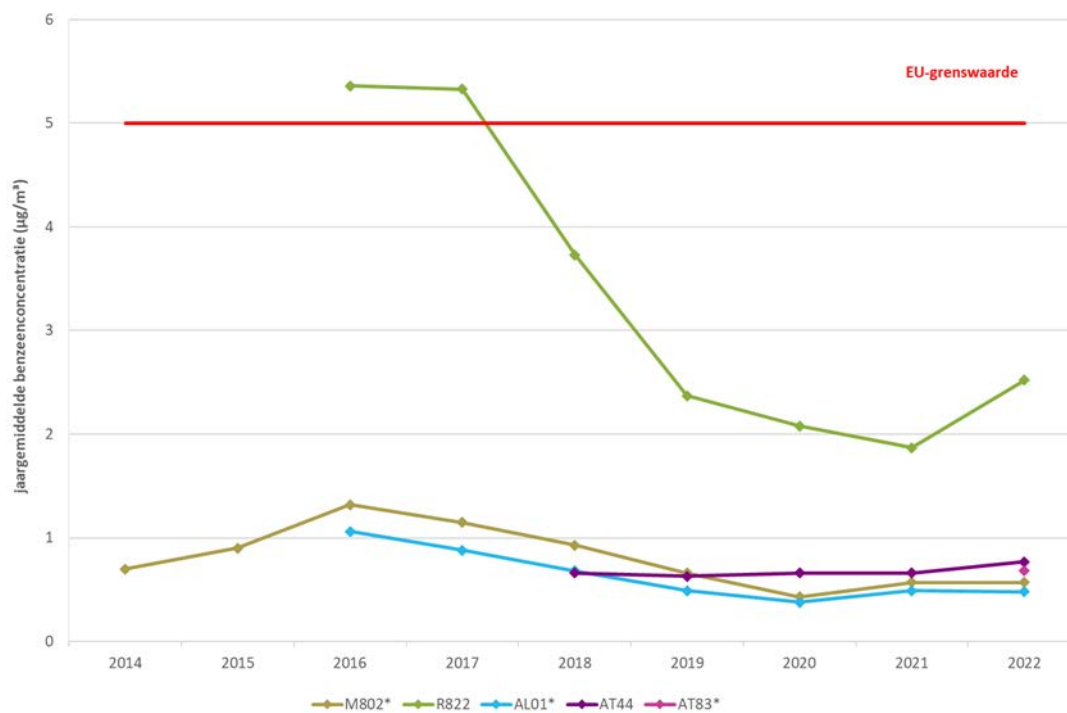
Scale: 0 0.5 1 2 km

Scale: 0 0.5 1 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figuur 73 tot en met Figuur 77 tonen de evolutie in de gemeten BTEX-componenten in de periode 2014-2022 op de meetplaatsen in de Antwerpse haven.

Ook voor ethylbenzeen, m+p-xyleen en o-xyleen zien we op R822 een sterke daling tot 2019, maar daarna blijven de concentraties vrij stabiel. Op de andere meetplaatsen zien we weinig variatie over de jaren heen.

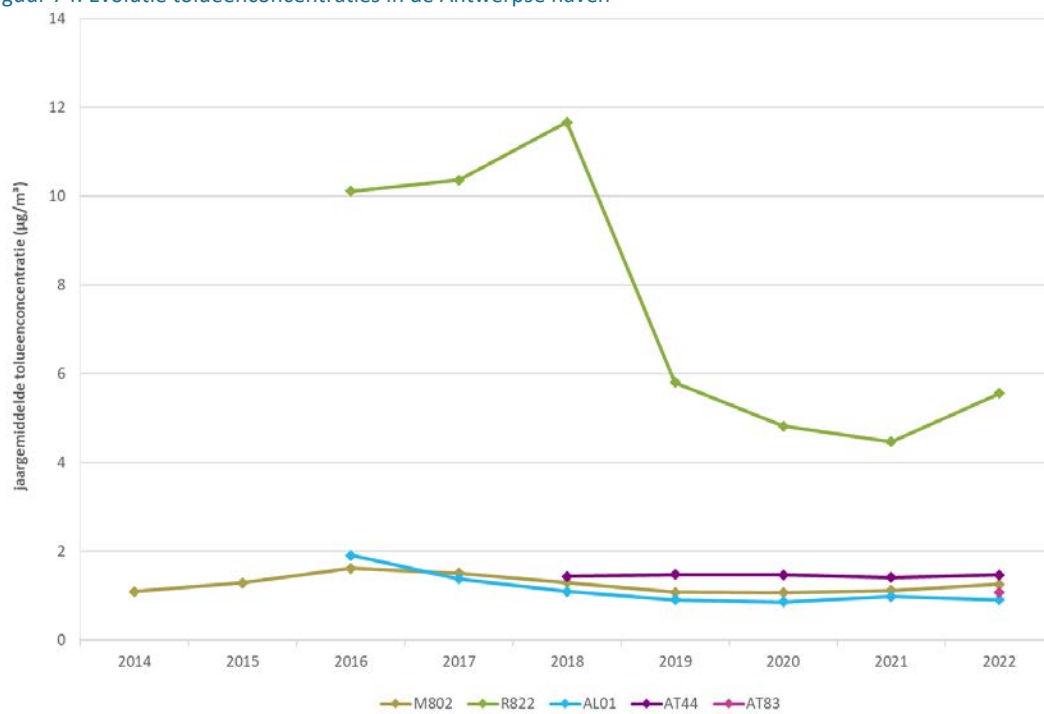
Figuur 73: Evolutie benzeenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84%); in 2016 op R822 (73 %) en AL01 (27 %); in 2017 op R822 (78%)

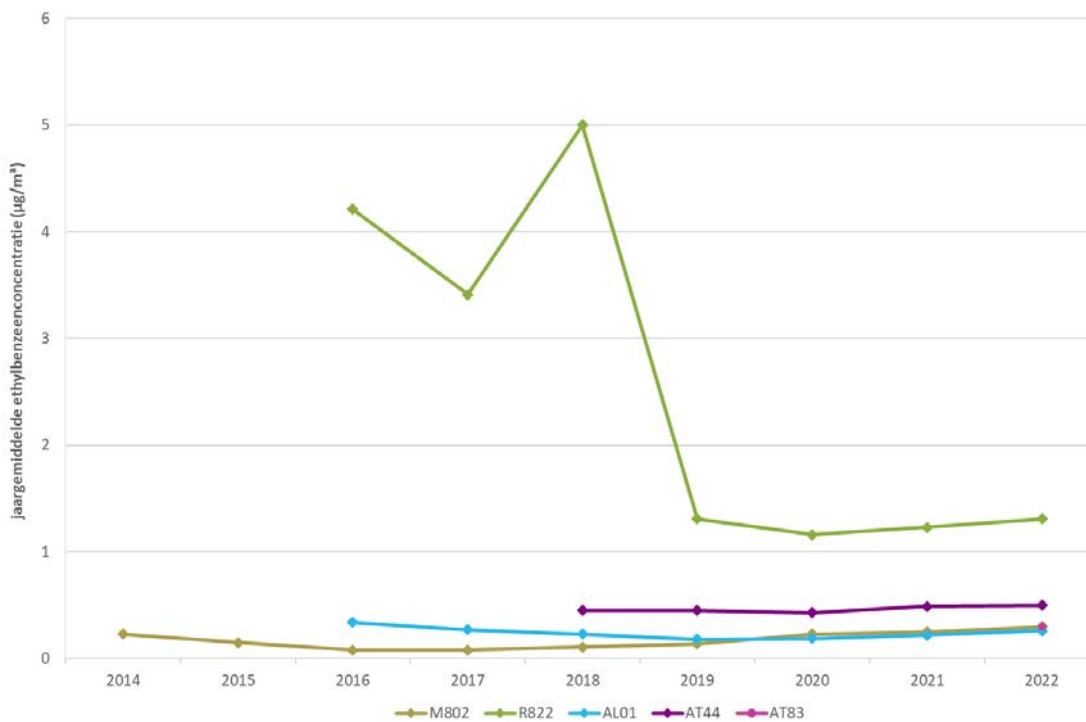
*: toetsing aan Europese doelstelling

Figuur 74: Evolutie toluleenconcentraties in de Antwerpse haven



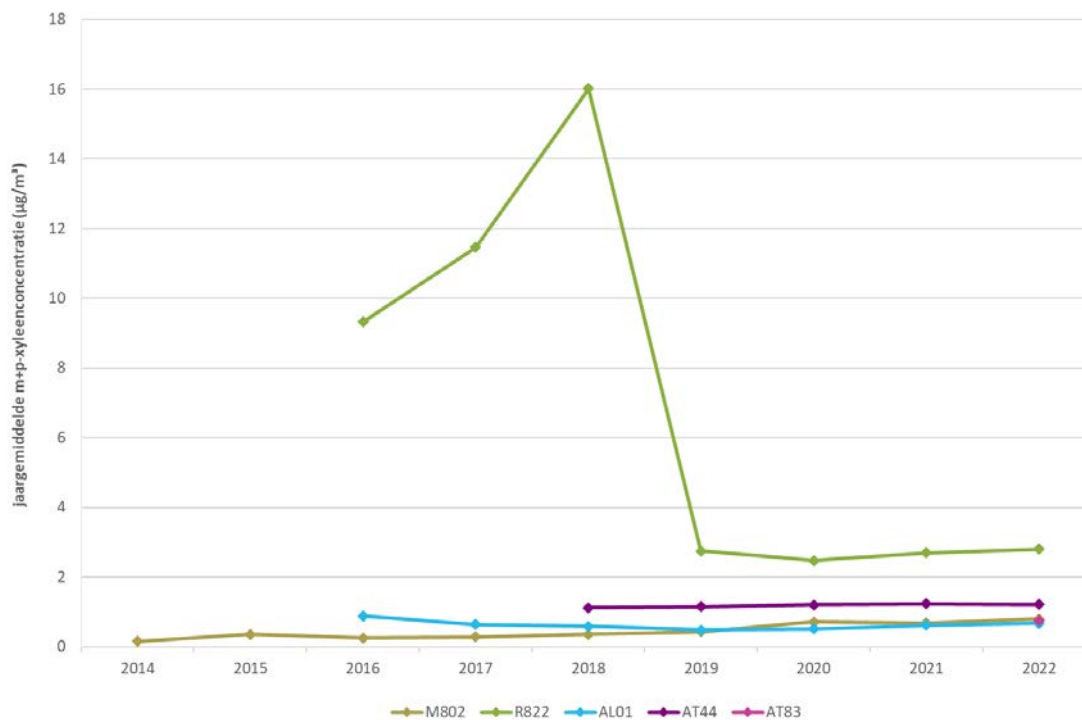
Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84 %); in 2016 op R822 (76 %), AL01 (27 %)

Figuur 75: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in de Antwerpse haven



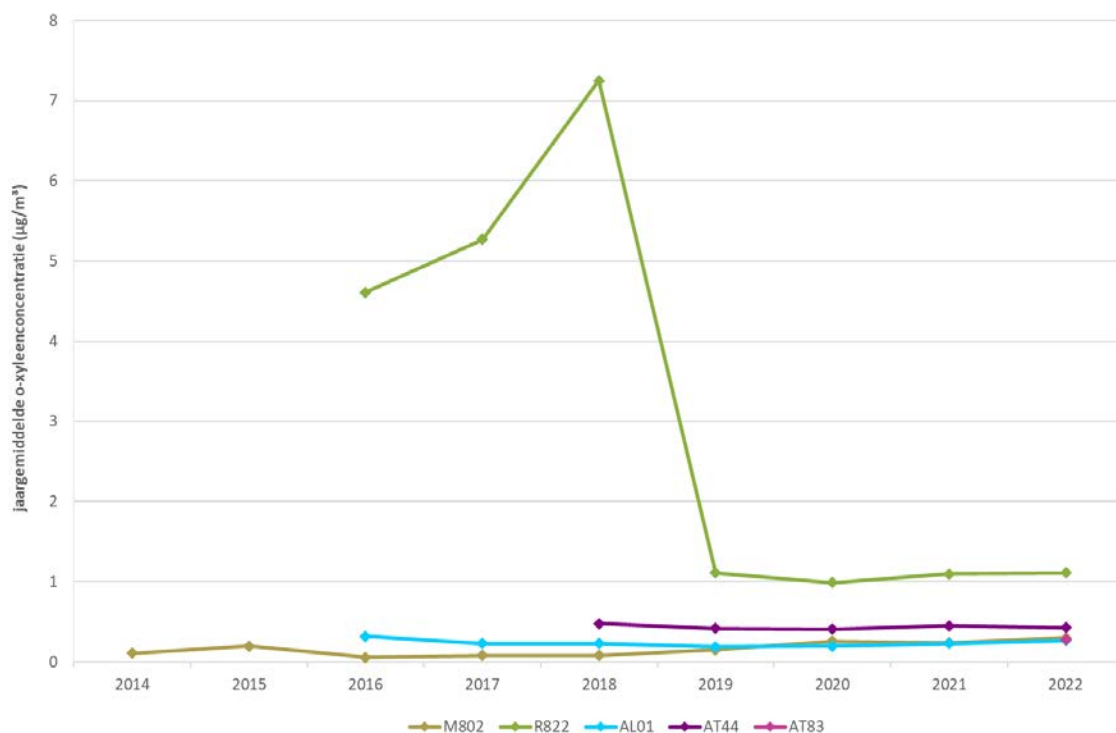
Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84 %); in 2016 op R822 (75 %), AL01 (27 %)

Figuur 76: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84%); in 2016 op R822 (75%); AL01 (27%).

Figuur 77: Evolutie o-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84%); in 2016 op R822 (76%); AL01 (27%).

6.3 VOS- en A/K-concentraties – semiautomatische metingen

De VMM meet VOS op twee vaste locaties: R822 (Polderdijkweg) en R893 (Ekersedijk). Daarnaast meten we op R822 ook aldehyden en ketonen (A/K). Voor beide type metingen gebruiken we passieve samplers. De VOS-stalen op Polderdijkweg werden wekelijks bemonsterd in plaats van veertiendaags om verzadiging van de samplers te vermijden. De stalen voor A/K zijn wel veertiendaagse stalen.

6.3.1 VOS-concentraties in 2022

Toetsing aan regelgeving

Binnen de groep van VOS bestaan er toetsingswaarden voor benzeen, toluen, tetrachlooretheen en 1,2-dichloorethaan. De VMM meet deze parameters op 2 meetplaatsen in de Antwerpse Haven met passieve samplers. Door de ligging van de meetplaatsen moeten niet alle meetplaatsen getoetst worden aan de regelgeving:

- A) wel toetsing op R893 (Ekerse Dijk)
- B) geen toetsing op R822 (Polderdijkweg)

Op R822 staan er ook BTEX-monitoren die halfuursgemiddelden leveren. Voor R822 toetsen we de benzeen- en toluenconcentraties gemeten met de monitor. De passieve bemonsteringsmethode levert wekelijkse of veertiendaagse gemiddeldes op. Daarom kunnen we een aantal doelstellingen maar indicatief toetsen.

Tabel 8: Toetsing concentraties VOS aan regelgeving

2022 – benzeen	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen
EU-jaargrenswaarde	5 µg/m ³	1/1	1/1*
VLAREM-P98	50 µg/m ³	nvt	1/1*
2022 – toluen	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen
WGO-halfuurdadvieswaarde	1000 µg/m ³	nvt	1/1*
WGO-weekadvieswaarde	260 µg/m ³	1/1 [§]	1/1*
2022 – tetrachlooretheen	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen
WGO-jaaradvieswaarde	250 µg/m ³	1/1	1/1
2022 – 1,2-dichloorethaan	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen
WGO-dagadvieswaarde	700 µg/m ³	1/1 [§]	1/1 [§]

*: op basis van automatische metingen

§: indicatieve toetsing

Concentratie per meetplaats

Tabel 9 geeft de jaargemiddelde concentratie van de VOS-componenten voor de meetlocatie R893 en R822 en het virtueel gemiddelde voor Vlaanderen. Dit virtueel gemiddelde toont het gemiddelde van alle passief gemeten meetplaatsen, behalve meetplaats R822. Figuur 78 toont de grafiek van deze gegevens.

Tabel 9: Jaargemiddelde concentratie en maxima VOS-componenten R893, R822 en Vlaamse gemiddelde in 2022

Polluent (µg/m ³)	Jaargemiddelde R893	Maximum ⁽¹⁾ R893	Jaargemiddelde R822	Maximum ⁽²⁾ R822	Jaargemiddelde Vlaanderen
1,2,3-trimethylbenzeen	0,15		0,58		0,10
1,2,4-Trimethylbenzeen	0,42		1,65		0,29
1,2-dichloorethaan	0,03	0,21	0,08	0,50	0,03
1,3,5-trimethylbenzeen	0,11		0,43		0,08
1-hexeen	0,56		0,64		0,17
3-methylhexaan	0,31		1,40		0,19
3-methylpentaan	0,43		2,10		0,19
chloorbenzeen	0,09		0,20		0,03
iso-pentaan	0,64		3,11		0,37
meta-ethyltolueen	0,22		0,88		0,16
n-heptaan	0,38		2,12		0,19
n-hexaan	0,87		3,79		0,36
n-nonaan	0,20		1,24		0,11
n-octaan	0,29		1,26		0,20
n-pentaan	0,58		3,30		0,31
ortho-ethyltolueen	0,17		0,67		0,11
p-ethyltolueen	0,13		0,46		0,09
propylbenzeen	0,11		0,40		0,08
tetrachlooretheen	0,10		0,12		0,10
benzeen	0,81		2,52*		0,64
tolueen	1,72	3,20	5,56*	16,5	1,14
ethylbenzeen	0,45		1,31*		0,24
m+p-xyleen	1,26		2,80*		0,65
o-xyleen	0,43		1,11*		0,23

Parameters met een toetsingskader

*meetresultaten van automatische metingen

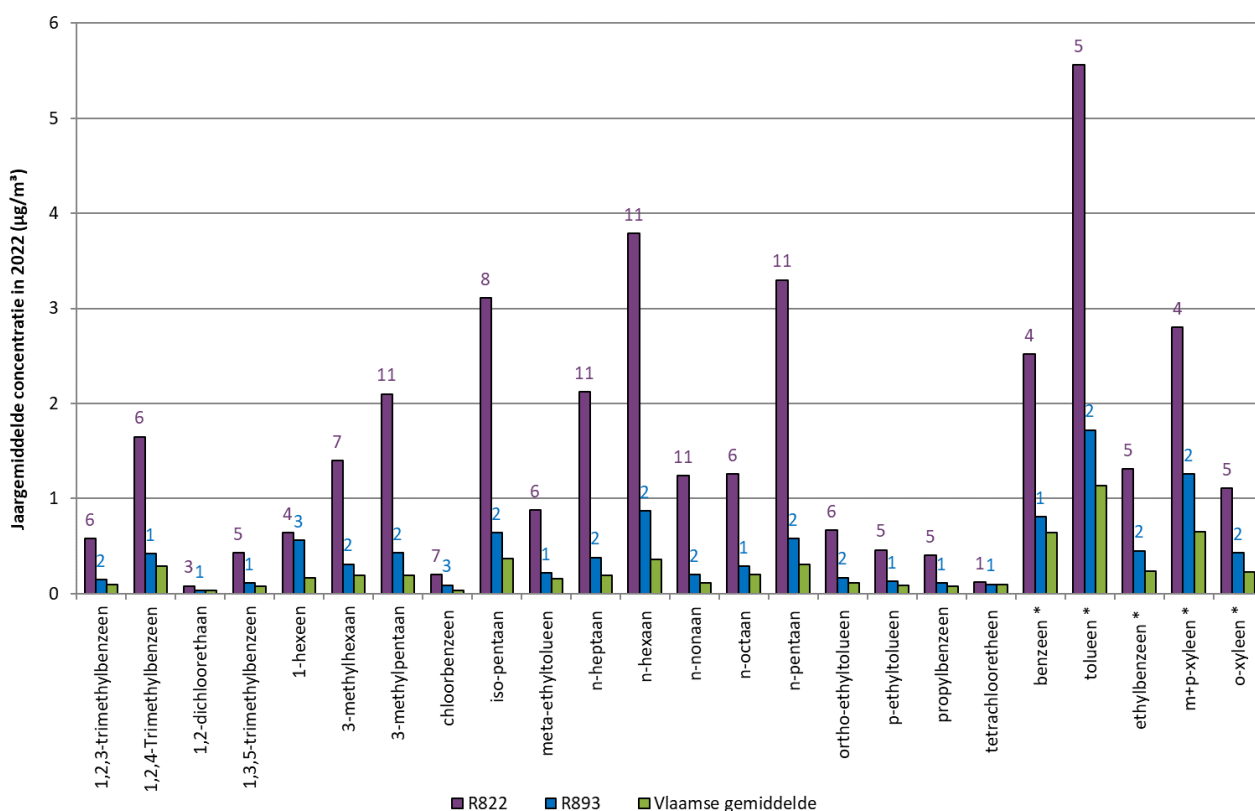
(1): 2-weekgemiddelde

(2) weekgemiddelde

Het jaargemiddelde van benzeen lag op beide meetplaatsen ver onder de EU-grenswaarde van 5 µg/m³. Ook het jaargemiddelde van tetrachlooretheen lag ver onder de WGO-advieswaarde van 250 µg/m³. De WGO definieerde ook een dagadvieswaarde van 700 µg/m³ voor 1,2-dichloorethaan. Aangezien deze advieswaarde van toepassing is op dagwaarden en de passieve bemonsteringsmethode wekelijkse of veertiendaagse gemiddeldes oplevert, is deze toetsing indicatief. Ondanks deze beperking is het onwaarschijnlijk dat de advieswaarde overschreden is op R822 en R893 doordat het maximaal week- resp. 2-weekgemiddelde veel lager was. Een zelfde conclusie kunnen we trekken voor toluen. Het hoogste 2-weekgemiddelde was 3,2 µg/m³ op R893, op R822 was dit 16,5 µg/m³ als weekgemiddelde. De WGO-weekadvieswaarde is veel hoger: 260 µg/m³.

Wat opvalt is dat de concentraties van de VOS-componenten op R822 veel hoger liggen dan op R893. Beide liggen hoger dan het virtueel Vlaamse gemiddelde (Figuur 78). Dit was ook in vorige meetjaren het geval. De componenten die relatief het hoogst liggen t.o.v. het Vlaams gemiddelde zijn voor R893 1-hexeen en chloorbenzeen, allebei een factor 3. Op R822 liggen bijna alle componenten minstens een factor 3 hoger dan het Vlaams gemiddelde met 5 componenten die een factor 10 hoger liggen: n-nonaan, n-heptaan, 3-methylpentaan, n-pentaan en n-hexaan. 1-Hexeen wordt onder andere gebruikt als co-monomeer in copolymerisatieprocessen. Chloorbenzeen is een vaak gebruikt oplosmiddel. Ook n-hexaan en n-heptaan zijn oplosmiddelen en bestanddelen van benzine. N-nonaan maakt deel uit van het petroleumdestillaat kerosine, en wordt daarnaast ook als oplosmiddel en brandstofadditief gebruikt. Ook n-pentaan is een oplosmiddel, 3-methylpentaan tenslotte komt voor in aardolie.

Figuur 78: Vergelijking VOS-componenten in de Antwerpse haven met vermelding van factor verschil t.o.v. Vlaams gemiddelde



*op basis van automatische metingen

Toetsing aan regelgeving

Concentratie per meetplaats

Het jaargemiddelde van de detecteerbare A/K-componenten op R822 is vergelijkbaar met de jaargemiddelde concentratie in Gent. De concentraties van aceton+acroleïne en acetaldehyde liggen zelfs iets lager in Antwerpen dan in Gent.

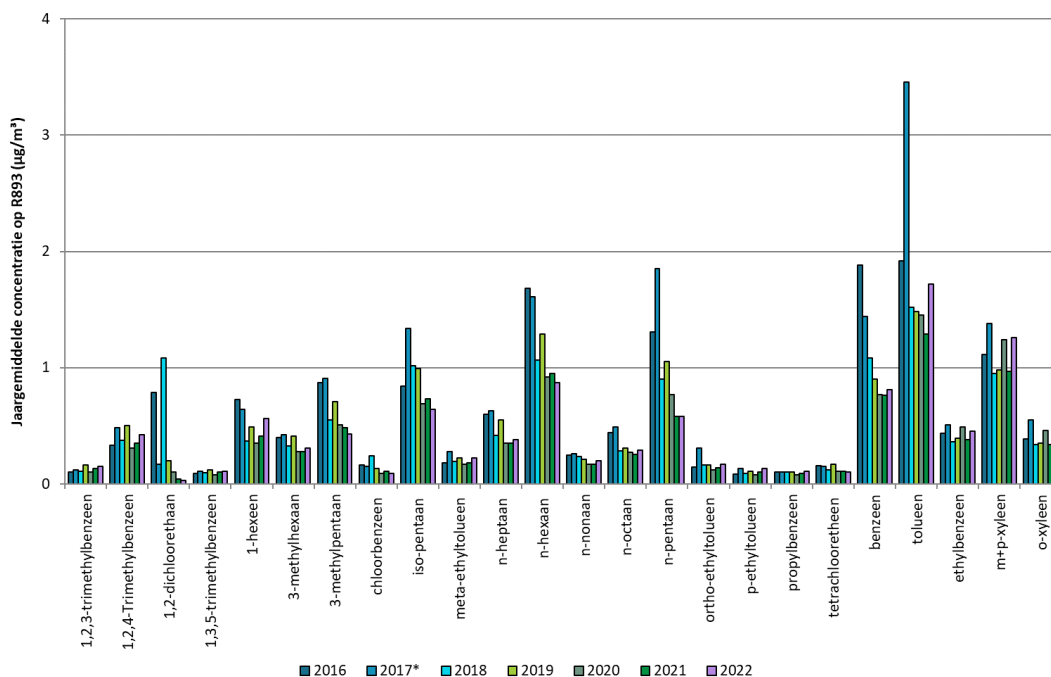
A bar chart comparing the annual average concentrations of three pollutants (acetone+acrolein, acetaldehyde, and formaldehyde) in 2022 at two stations, R822 and R702. The y-axis represents the concentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ranging from 0.0 to 2.5. The x-axis lists the pollutants. For each pollutant, there are two bars: a purple bar for R822 and a green bar for R702. The legend at the bottom indicates that purple represents R822 and green represents R702.

Pollutant	R822 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	R702 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
acetone+acroleïne	2.05	2.15
acetaldehyde	1.10	0.95
formaldehyde	1.65	1.50

Op de locatie R822 werden de VOS en A/K-metingen in mei 2018 opgestart. Daarom tonen we de jaargemiddelde concentraties voor de periode 2019-2022 (Figuur 81)

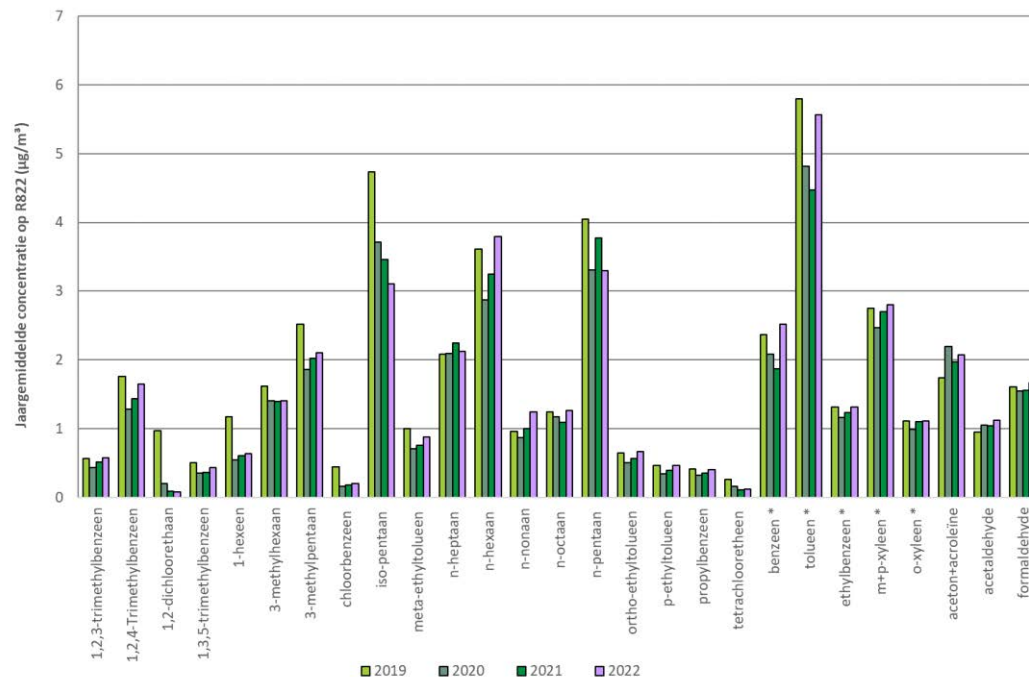
Bij de meeste componenten zijn de concentraties in 2022 lager in vergelijking met 2019. Alleen bij n-nonaan zien we een stijging van 29%, aceton+acroleïne en acetaldehyde nemen met een vijfde toe. Verder valt op dat de concentratie van bepaalde componenten een stuk hoger is dan in 2021. Dit is het meest uitgesproken voor n-hexaan, benzeen en toluen.

Figuur 80: Jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats Ekerse Dijk (R893) in de periode 2016-2022



* actieve metingen , databeschikbaarheid < 25 %.

Figuur 81: Jaargemiddelde VOS- en A/K-componenten op meetplaats Polderdijkweg (R822) in de periode 2019-2022



*: op basis van automatische metingen

7 DIOXINES EN PCB'S

Dioxines en PCB's (polychloorbifenylen) ontstaan bij onvolledige verbranding van organisch materiaal dat chloor bevat. We vinden ze ook terug in schroot. Komen deze stoffen via de lucht in ons water en voedsel terecht, dan kunnen ze zich opstapelen in ons vetweefsel en de gezondheid schaden.

In 2022 maten we deze stoffen op één locatie in de Antwerpse haven: op BV04 in Kallo. Deze meetplaats is zo geplaatst om de impact van het schrootbedrijf Belgian Scrap Terminal (BST) op de omgevingslucht in te schatten. De meetplaats staat in de onmiddellijke nabijheid van dit bedrijf, in industriegebied. De Afdeling Handhaving van het Departement Omgeving financierde dit.

7.1 Overzicht en toetsing van de dioxine- en PCB-meetwaarden

Tabel 10 toont de maand- en jaargemiddelde deposities van de 17 dioxines en 12 dioxineachtige PCB's voor de meetplaats in Kallo. In 2022 maten we de depositie op BV04 gedurende zes periodes van 28 dagen. Je ziet in de tabel dat de somresultaten van 4 van de 6 stalen boven de maandgemiddelde drempelwaarde van 21 pg TEQ/(m².dag) lagen. De waarden varieerden van 7,5 tot 274 pg TEQ/(m².dag). Deze toetsing is indicatief aangezien meetlocatie BV04 in industriegebied ligt (zie ook bijlage 5). De hoogste maandgemiddelde depositie zagen we in de periode juli-augustus 2022, zowel voor de dioxines als de PCB's.

Ook het jaargemiddelde overschrijdt met een waarde van 86 pg TEQ/(m².dag) de jaargemiddelde drempelwaarde. Deze toetsing is indicatief, niet alleen door de locatie (industriegebied) maar ook omdat de VMM de depositie van dioxines en PCB's niet het hele jaar rond meet.

Op BV04 zijn de dioxinedeposities altijd lager dan de PCB-depositiewaarden. Dit geldt voor het merendeel van de meetplaatsen nabij shredders in Vlaanderen.

Tabel 10: Dioxine en PCB-depositie op BV04 in 2022

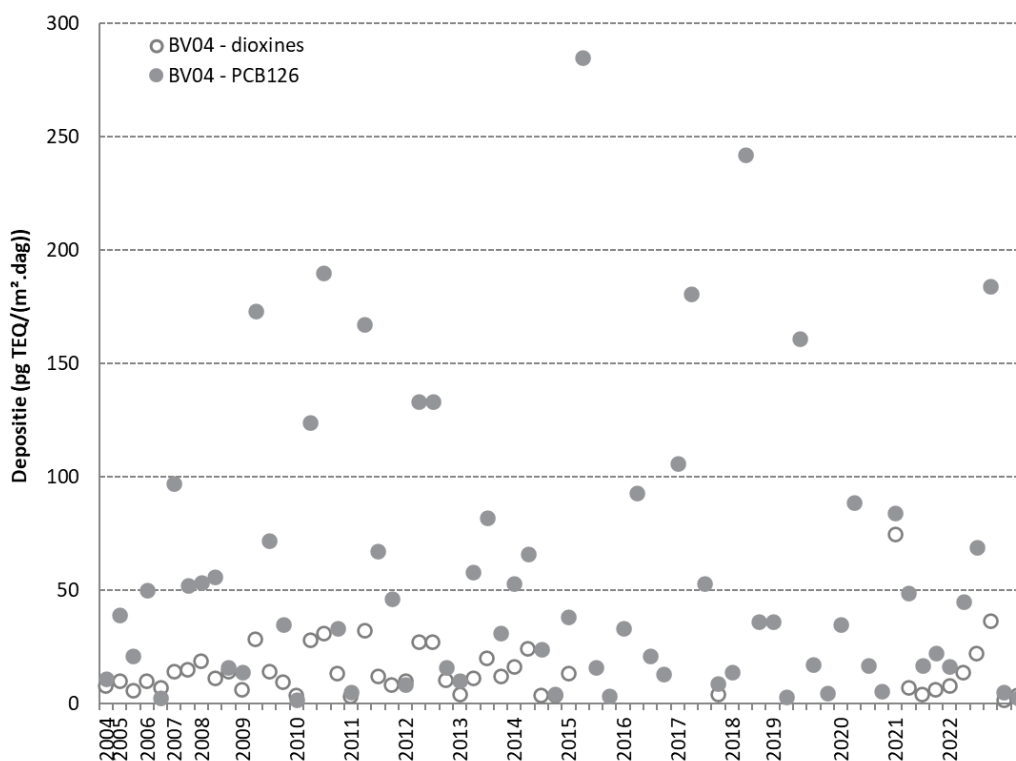
pg TEQ/(m ² .dag)	Dioxines	PCB's	Som
Drempelwaarde maanddepositie	-	-	21
Drempelwaarde jaardepositie	-	-	8,2
Februari – maart 2022	7,5	26	33
April – mei 2022	13	68	81
Juni 2022	22	90	112
Juli – augustus 2022	36	238	274
September – oktober 2022	1,5	7,2	8,7
November – december 2022	3,4	4,1	7,5
Gemiddelde 2022	14	72	86

7.2 Trend van dioxine- en PCB126-depositie

In Figuur 82 tonen we de evolutie van de somdepositie van 17 dioxines en de depositie van PCB126. We tonen de trend van PCB126 omdat dit – van alle dioxineachtige PCB's – de verbinding is die de VMM al het langst meet. De analyse van de dioxines op BV04 werd stopgezet in april 2015 en pas in 2021 weer opgestart. De analyse in de periode november – december 2017 was eenmalig.

Uit de figuur blijkt dat de PCB126-depositie regelmatig hoog is op deze meetplaats. De meetwaarden fluctueren, maar in 2022 was er weer een staal met een beduidend hogere PCB126-waarde: 184 pg TEQ/(m².dag). De dioxinedepositie is veel lager dan de PCB126-depositie. Toch is ze hoger dan in een achtergrondgebied. Eerder onderzoek toonde aan dat de verontreiniging meestal beperkt blijft tot enkele honderden meters rond een bedrijf.

Figuur 82: Trend depositie dioxines en PCB126 op meetplaats BV04 in Kallo

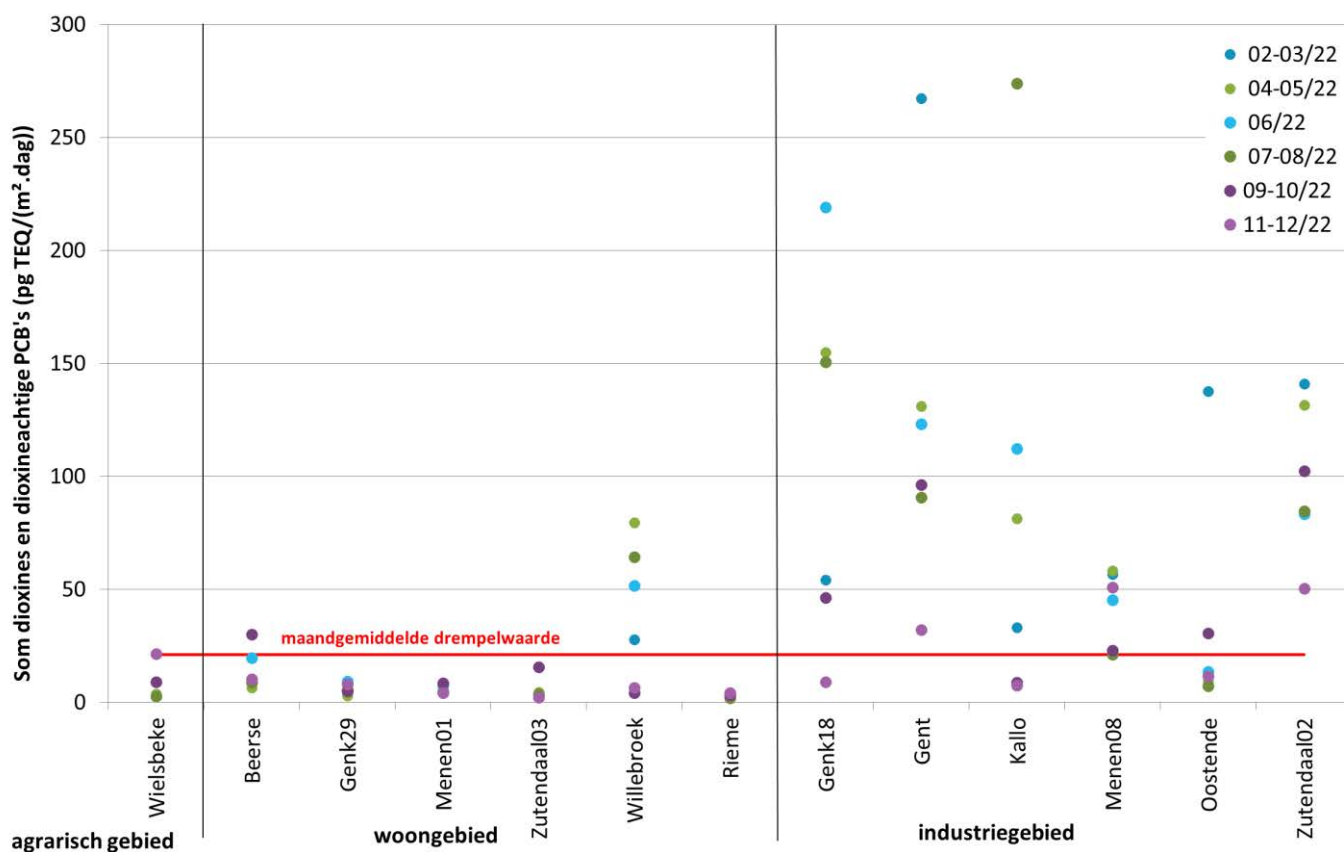


7.3 Vergelijking met andere meetlocaties

In 2022 maten we dioxines en dioxineachtige PCB's op 13 locaties, meestal in de buurt van een schrootbedrijf. Van de meetlocaties lag er 1 locatie in agrarisch gebied, 6 locaties in woonzone en 6 locaties in industriegebied. Afhankelijk van de locatie verzamelden we vier tot zes maandstalen, verspreid over het jaar.

Vergelijken we de dioxine- en PCB-deposities (somresultaten) in Kallo met meetposten in de nabijheid van andere shredders (alle locaties behalve Wielsbeke, Beerse en Rieme), dan zien we hetzelfde stramien. Hoge depositiewaarden worden afgewisseld met lagere waarden, zoals in Genk (industriegebied), Gent, Oostende en Zutendaal. In Willebroek en Menen zit er minder variatie op de meetwaarden, zie Figuur 83.

Figuur 83: Overzicht depositiestalen dioxines en dioxineachtige PCB's in 2022 in Vlaanderen



8 FOCUS OP MEETPLAATS AT83

Eind 2021 werd meetplaats AT83 in de Zoutestraat in Berendrecht opgestart. Met deze locatie monitoren we de luchtkwaliteit in het noordelijk deel van het havengebied. 2022 is het eerste jaar met metingen over een volledig jaar van volgende polluenten:

- zwaveldioxide (SO₂)
- stikstofdioxide (NO en NO₂)
- fijn stof (fracties PM₁₀ en PM_{2.5})
- zwarte koolstof (BC)
- benzeen, toluen, ethylbenzeen, o-xyleen en m+p-xyleen (BTEX)

In dit hoofdstuk bekijken we hoe de concentraties gemeten op deze meetplaats zich verhouden ten opzichte van de concentraties gemeten op de andere meetplaatsen in de Antwerpse haven.

Figuur 84 vergelijkt het jaargemiddelde dat we meten op AT83 met dit van de andere meetplaatsen in de Antwerpse haven. Hieruit volgt dat deze meetplaats beschouwd kan worden als een achtergrondlocatie voor fijn stof, SO₂, ethylbenzeen en xylenen. Op AT83 ligt het jaargemiddelde van benzeen en toluen bij de lagere van het meetnet in de haven. De concentratie van NO en NO₂ is duidelijk verhoogd maar is niet het hoogste jaargemiddelde van de Antwerpse haven. Bij zwarte koolstof is dit wel het geval.

Figuur 85 vergelijkt het dagverloop van zwarte koolstof met dat van NO. We tonen NO omdat dit een primaire pollutant is, NO₂ wordt deels in de atmosfeer gevormd na oxidatie van NO met zuurstof en ozon. We zien dat het patroon vrij gelijk loopt, wat wijst op eenzelfde bron.

De volgende figuur tenslotte toont de zeropollutierozen voor NO, NO₂ en zwarte koolstof. We zien dat deze naar dezelfde richting wijzen: naar het westen en zuidwesten. In deze richting liggen de dokken en het sluizencomplex. In het IMJV zijn er geen bedrijven in deze sector die voor 2021 NO₂-emissies rapporteren.

Analyse van de fracties zwarte koolstof toonden aan dat AT83 de meetplaats is met de grootste bijdrage door de verbranding van fossiele brandstoffen. Het dagverloop is ook anders dan bij de meetplaatsen aan de rand van de haven. Er tekent zich geen ochtend- of avondpiek af en de concentratie tijdens weekdays verschilt niet veel met weekenddagen. Het profiel op AT83 is dus anders dan wat we meten op meetplaatsen met meer wegverkeer (zie paragraaf 5.4). In de nabijheid zijn er veel dokken waardoor scheepvaart aan de basis lijkt te liggen van deze verhoogde concentraties.

[illegible]

The figure consists of two scatter plots showing annual average concentrations of various pollutants in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The top plot shows concentrations for NO_2 , NO , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, and SO_2 . The bottom plot shows concentrations for zwarte koolstof, benzeen, toluen, ethylbenzeen, o-xyleen, and m+p-xyleen. Data points are color-coded by location: AT83 (red), AT84 (orange), AT85 (yellow), AT86 (green), AT87 (blue), and AT88 (grey).

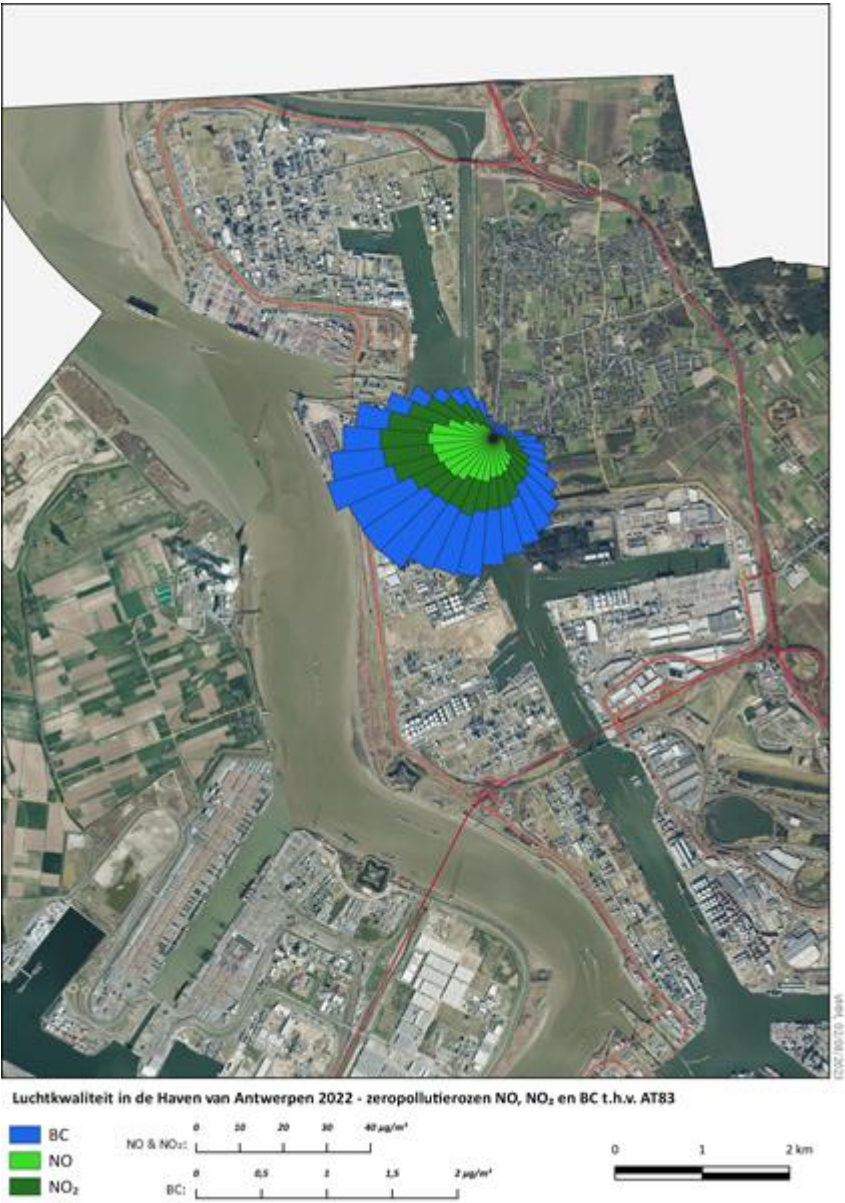
Top Plot: Annual Average Concentrations of NO_2 , NO , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, and SO_2

Pollutant	AT83	AT84	AT85	AT86	AT87	AT88
NO_2	27	20	26	23	21	32
NO	10	4	8	9	12	16
PM_{10}	20	21	20	22	24	26
$\text{PM}_{2.5}$	11	11	11	11	12	14
SO_2	1	6	3	2	2	7

Bottom Plot: Annual Average Concentrations of zwarte koolstof, benzeen, toluen, ethylbenzeen, o-xyleen, and m+p-xyleen

Pollutant	AT83	AT84	AT85	AT86	AT87	AT88
zwarte koolstof	1.5	0.8	1.2	1.0	1.1	1.3
benzeen	0.7	0.5	0.6	0.7	0.8	2.5
toluen	1.1	1.0	1.0	1.1	1.5	5.5
ethylbenzeen	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	1.3
o-xyleen	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	1.1
m+p-xyleen	0.8	0.8	0.8	0.8	1.2	2.8

Figuur 86: Zeropollutierozen NO, NO₂ en BC in de Antwerpse haven in 2022



9 PFAS

9.1 Wat zijn PFAS

Poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) zijn een grote, heterogene groep van meer dan 6000 stoffen met zeer uiteenlopende fysische en chemische eigenschappen. Ze zijn zowel water- als vetafstotend en goed bestand tegen bijvoorbeeld hitte en zuren. PFAS worden sinds de jaren '60 massaal gebruikt in verschillende toepassingen zoals oppervlaktebehandeling van tapijten, textiel, leer, karton en papier, als surfactant in blusschuim, in de mijnbouw en de olie-industrie ...

Wetenschappelijk onderzoek toonde aan dat een aantal PFAS – waaronder perfluorooctaansulfonzuur (PFOS) en perfluorooctaanzuur (PFOA) – persistent, bioaccumulatief en toxisch zijn. Ze worden wereldwijd aangetroffen in het milieu, in biota en de mens. Zo ook in de buurt van de 3M-fabriek in Zwijndrecht, waar tijdens de werken aan de Oosterweelverbinding verschillende PFAS-verbindingen teruggevonden werden.

Het Vlaamse actieplan PFAS wil PFAS beter monitoren en zo de problematiek aanpakken. Meer informatie over dit actieplan staat op <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling>.

9.2 Metingen

Sinds de zomer van 2021 voert de VMM PFAS-metingen uit nabij de 3M-site en de Oosterweelwerf.

In 2022 werd op 6 locaties PFAS in zwevend stof gemeten en op 11 locaties PFAS in depositie. PFAS in zwevend stof werd ook op R818 gemeten maar alleen bij fijnstofmetingen boven een bepaalde drempelwaarde.

Om tijdig in te grijpen bij verspreiding van mogelijk met PFAS vervuilde grond via de lucht door de Infrastructuurwerken Linkeroever en Scheldetunnel, werden er extra meetplaatsen voor fijn stof opgericht. Dit doen we omdat het meten van PFAS in zwevend stof analyses in het labo vergen, waardoor deze pas na enkele weken beschikbaar zijn en dus niet direct kunnen inspelen op mogelijke stofverspreiding. De concentraties van fijn stof kunnen wel continu opgevolgd worden met automatische monitoren. Daar kan snel actie mee ondernomen worden.

Een bespreking van de resultaten van de stofmetingen vind je in het rapport 'Luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie – jaarrapport 2022' op de [VMM-website](#).

9.3 Resultaten PFAS 2022

PFAS in zwevend stof:

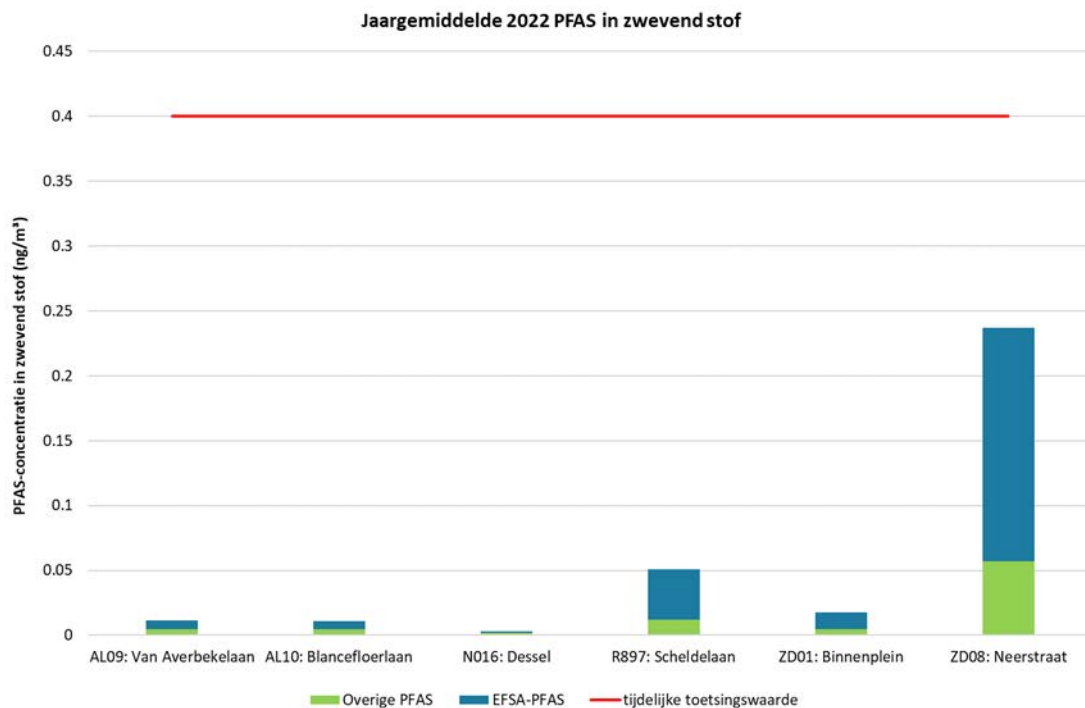
- Op alle meetlocaties waren PFAS meetbaar in het zwevend stof in de omgevingslucht. De verbindingen die het meest voorkwamen zijn PFOS, gevolgd door PFOA, en in mindere mate, PFOSA(A)-varianten, PFBA en HFPO-DA.
- De concentraties variëren sterk in tijd, ruimte en samenstelling. In de buurt van 3M en de Oosterweelwerf zijn de concentraties duidelijk verhoogd. De concentraties variëren ook sterk

- De hoogste concentraties werden doorgaans gemeten aan de Neerstraat in Zwijndrecht. Dit kan vooral verklaard worden door de kortere afstand van deze locatie tot het 3M-terrein t.o.v. de andere locaties.
- Voor de som van 4 PFAS-verbindingen (PFOS + PFOA + PFNA + PFHxS) is een tijdelijke toetsingswaarde vastgelegd van 0,4 ng/m³ (jaargemiddelde concentratie) voor volwassenen ter hoogte van bewoning. Dit gaat ervan uit dat 20 % van de totale blootstelling aan PFAS via de lucht komt. Op geen enkele meetlocatie overschreed de jaargemiddelde EFSA-PFAS som het tijdelijke gezondheidskundig toetsingskader.

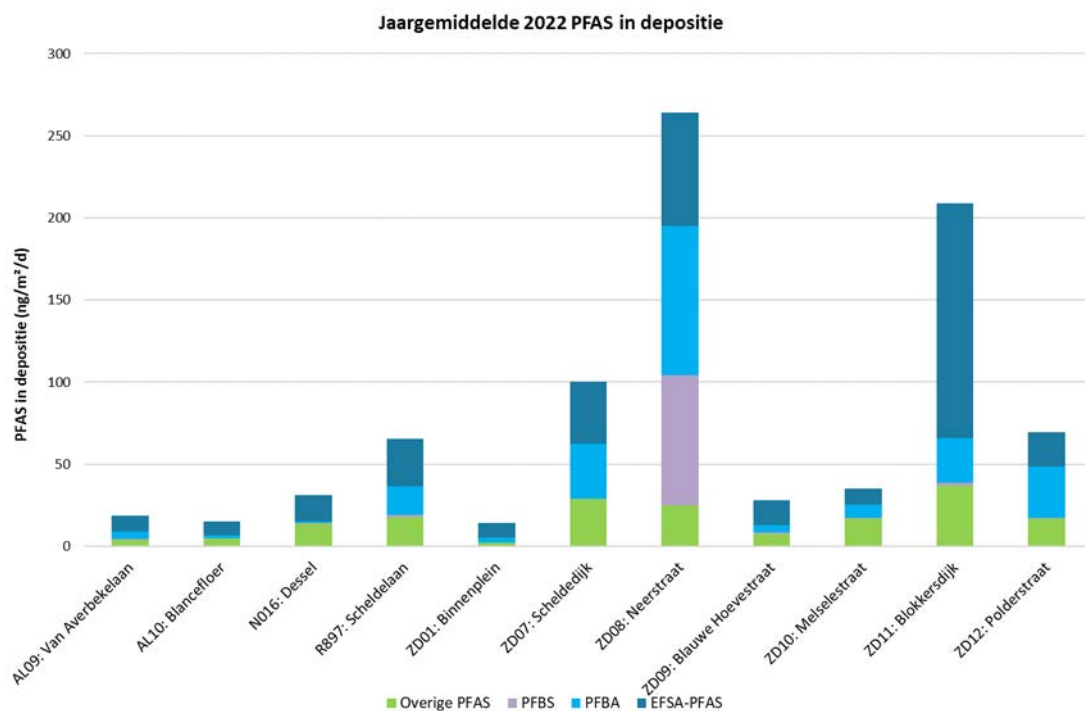
PFAS in depositie:

- Er is momenteel geen toetsingskader voor PFAS-deposities. De risico's door blootstelling aan PFAS via depositie kunnen dus niet beoordeeld worden.

Figuur 87: Jaargemiddelden voor PFAS in zwevend stof in 2022



Figuur 88: Jaargemiddelden voor PFAS in depositie in 2022



10 BESLUIT

De VMM voerde in 2022 verschillende metingen uit in het Antwerpse havengebied. Op basis van de resultaten besluiten we het volgende:

SO₂:

- De SO₂-emissies kennen een dalende trend.
- De voornaamste bronnen zijn de raffinaderijen in het centrum van de haven.
- Alle Europese grenswaarden en drempelwaarden voor SO₂ werden gerespecteerd in 2022.
- De WGO-dagadvieswaarde werd overal gehaald.
- De jaargemiddelde concentratie neemt geleidelijk af maar ligt hoger dan het Vlaams stedelijk gemiddelde.

NO₂:

- De NO_x-emissies kennen een globaal dalende trend tussen 2000 en 2021.
- Industrie en scheepvaart zijn belangrijke emittoren.
- De Europese grenswaarden werden in 2022 op alle meetplaatsen gerespecteerd.
- De WGO-uuradvieswaarde werd op 1 meetplaats overschreden, voor de dag- en jaaradvieswaarden was dit op alle meetplaatsen.
- Pollutierozen duiden industriële bronnen en de invloed van verkeer aan.
- De jaargemiddelde concentratie neemt de laatste 10 jaar geleidelijk af. In 2022 stijgt de concentratie op een aantal meetplaatsen en ligt de gemiddelde concentratie in de Antwerpse haven een vijfde hoger dan het Vlaams stedelijk gemiddelde.

Fijn stof:

PM₁₀:

- De sector industrie (geleide emissies en niet-geleide emissies heeft in 2021 het grootste aandeel in de primaire stofemissies. Voor de precursoren heeft de $\text{NO}_x(\text{NO}_2)$ uitstoot het grootste aandeel.
- De Europese jaargrenswaarde werd gerespecteerd. De WGO-jaaradvieswaarde niet.
- De Europese daggrenswaarde werd gerespecteerd, de WGO-dagadvieswaarde nergens.
- Globaal dalende trend van de concentraties tussen 2012-2022 met in 2022 lagere concentraties dan het stedelijk gemiddelde.

PM_{2.5}:

- Er is een dalende trend van de emissies van primair PM_{2,5}. Sinds 2015 is er geen bijkomende daling.
- Verkeer is de grootste bron, gevolgd door industrie en energie.
- De Europese jaargrenswaarde werd gerespecteerd, de WGO-advieswaarden voor jaar- en daggemiddelden werden overal overschreden.
- De PM_{2,5}-concentratie voor de haven van Antwerpen kent een licht dalende trend en stagneert de laatste 3 jaar tot het niveau van het stedelijk gemiddelde.
- De hoogste concentraties situeren zich rond de Antwerpse ring en in het havengebied.

[illegible]

- De uitstoot van elementair koolstof kent een globaal dalende trend.
- Voornaamste bron van emissies is verkeer (vooral scheepsverkeer), gevolgd door de industrie en raffinaderijen. Ook mobiele bronnen die niet op de weg rijden bv. vorkheftrucks (off-road) zijn een belangrijke bron.
- De virtuele concentratie zwarte koolstof in de Antwerpse haven is iets hoger dan het virtueel stedelijk gemiddelde.
- De trend van de zwartekoolstofconcentraties is dalend, met de laatste 2 jaar een lichte stijging.
- De hoogste concentraties in de haven worden gemeten aan de nieuwe meetpost AT83 in Berendrecht.

- De industriële emissies van benzeen, toluen en xyleenisomeren in de Antwerpse haven kenden een globaal dalend maar schommelend verloop met tussentijds jaren met hogere emissiewaarden.
- De jaargemiddelde benzeenconcentratie lag op alle meetplaatsen lager dan de Europese grenswaarde.
- De VLAREM-grenswaarde voor benzeen en de WGO-advieswaarden voor toluen werden gerespecteerd.
- Het extra kankerrisico voor benzeen lag tussen 1 op 67.000 en 1 op 350.000 inwoners. Dit is gezondheidkundig niet verwaarloosbaar.
- De metingen wijzen als bron onder andere de petroleumraffinaderijen aan.
- Meetwaarden in het centrum van de haven (R822 en in mindere mate ook AT44) zijn hoger dan op de andere meetplaatsen en we zien in 2022 een lichte stijging.

- De emissies van totaal NMVOS kennen een dalende trend tot 2015. Sinds dan is de daling van de emissies minder sterk.
- De sectoren met de grootste emissies waren industrie en energie, samen goed voor zo'n 86 % van de emissies in 2021.
- Voor toluëen en tetrachlooretheen bleven de WGO-advieswaarden op basis van respectievelijk week- en jaargemiddelden ruimschoots gerespecteerd.
- Voor toluëen, 1,2-dichloorethaan en formaldehyde bleven de maximale week- of tweeweekegemiddelden onder de advieswaarden van de WGO (indicatieve toetsing).

- Sinds het begin van de metingen is in Kallo de PCB126-depositie regelmatig hoog in de onmiddellijke nabijheid van het schrootbedrijf Belgian Scrap Terminal (BST). In deze buurt zijn er geen woongebieden.
- De dioxine- en PCB-deposities in Kallo waren in 2022 vergelijkbaar met waarden waargenomen nabij andere shredders.

- Op alle locaties ligt PFAS in zwevend stof onder de toetsingswaarde.
- Dichterbij het bedrijf 3M en de Oosterweelwerf worden hogere concentraties gemeten.

111

BIJLAGEN



Automatische meetnetten

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven– jaarrapport 2022 113

¹ : BELAC 456-TEST - VMM Dienst Lucht.

114 Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven– jaarrapport 2022

Semiautomatische meetnetten

parameter	SAROAD-code	eenheid	toesteltype bemonstering	meetprincipe analyse	volgens norm	meetonzekerheid		bepaling meetonzekerheid	onder accreditatie	uitbesteding
dioxines	16930	pg TEQ/(m².dag)	Bergerhoff kruik	HRGC/MS	EPA 1613	24%	$u_{tot} = 2 \sqrt{(CV_{RW})^2 + (u_{bias})^2}$		ja ¹	ja
coplaire PCB	16954	pg TEQ/(m².dag)	Bergerhoff kruik	HRGC/MS	EPA 1613	37%	$u_{tot} = 2 \sqrt{(CV_{RW})^2 + (u_{bias})^2}$		ja ¹	ja
benzeen	45201	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	22%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725		ja ²	nee
tolueen	45202	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	46%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725		ja ²	nee
ethylbenzeen	45203	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	42%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725		ja ²	nee
m+p-xyleen	45109	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	38%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725		ja ²	nee
o-xyleen	45204	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	30%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725		ja ²	nee
propylbenzeen	45209	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	30%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725		ja ²	nee
m-ethyltolueen	45212	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	38%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725		ja ²	nee
p-ethyltolueen	45213	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	52%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725		ja ²	nee

[illegible]

1,2-dichloorethaan	43815	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	102%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja²	nee
tetrachloorethyleen	43817	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	66%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja²	nee
chloorbenzeen	45801	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	30%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja²	nee
aceton+acroleïne	43551	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	29%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	Ja²	nee
acetaldehyde	43503	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	24%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja²	nee
benzaldehyde	45501	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
butyraldehyde	43510	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
crotonaldehyde	43528	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
cyclohexanon	43991	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
formaldehyde	43502	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	22%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	Ja²	nee
hexanaldehyde	43517	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
metacroleïne	43515	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
methylethylketon	43552	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
propionaldehyde	43504	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
tolualdehyde	45504	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
valeraldehyde	43518	µg/m³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee

[illegible]

bijlage 2 Afbakening Antwerpse haven

Met de Antwerpse haven wordt in dit rapport het gebied bedoeld met industriële havenactiviteiten dat zich uitstrekt ten westen, noordwesten en noorden van de Antwerpse agglomeratie. Contractueel is vastgelegd om alle relevante metingen in het havengebied te rapporteren en te vergelijken met meetwaarden in Vlaanderen. Zo is het havenbedrijf geïnformeerd over de luchtkwaliteit in de Antwerpse haven.

Daarnaast is binnen het Antwerpse havengebied voor de Europese commissie een luchtkwaliteitszone gedefinieerd. Hiervoor is een regio gedefinieerd, de zone BEF01S, met 67.000 inwoners. In zone BEF01S zijn er een aantal meetplaatsen die ook gerapporteerd worden aan Europa. Die meetplaatsen zijn vooral gericht op representativiteit voor de algemene bevolking. Een aantal meetstations van de VMM liggen ook in deze zone maar worden niet gerapporteerd aan Europa. Er zijn ook meetstations die net buiten de zone liggen maar wel beïnvloed worden door de havenactiviteiten. Dit rapport omvat alle relevante meetstations in de ruime havenomgeving ongeacht of deze aan Europa gerapporteerd worden.

Voor de rapportering wordt vanaf rapportering in 2020 deze afbakening ook gebruikt voor de bepaling van de emissies en dit voor de volledige tijdsreeks.

Figuur 89 toont de Antwerpse haven met daarbinnen aangeduid de afbakening van de luchtkwaliteitszone BEF01S.

[illegible]

Figuur 89: Kaart afbakening Antwerpse haven



Afbakening Haven van Antwerpen

 Europese zone BEF01S

0 1000 2000 m



bijlage 3 Emissies van bedrijven

Vlaamse bedrijven die conform VLAREM vergunningsplichtig zijn als klasse 1 of 2 én boven de drempelwaarde emitteren, zijn verplicht bepaalde milieurelevante informatie kenbaar te maken aan de Vlaamse overheid via het Integraal Milieujaarsverslag. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste emittoren in 2021. We tonen enkel de bedrijven die boven een bepaalde tonnage rapporteerden in het IMJV. De figuur toont de locatie van de bedrijven en de meetplaatsen.

Deze kaart toont de locatie van de administratieve zetels van de bedrijven. Om de richting van de pollutierozen te interpreteren werden de locaties van de individuele emissiepunten van de verschillende parameters in rekening genomen.

Tabel 11: Emissies van 2021 die bedrijven rapporteerden in het IMJV

	2021 - emissies gerapporteerd aan IMJV (ton/jaar)	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	benzeen	tolueen	xylenen
Bedrijf	> 100 ton	> 100 ton	> 20 ton	> 20 ton	> 1 ton	> 1 ton	> 1 ton	> 1 ton
1 3M						9,7		
2 Air Liquide Large Industries		194						
3 Antwerp Bulk Terminal			21					
4 ATPC Refinery					1,8			
5 BASF Antwerpen	345	1307						
6 Boortmalt			23					
7 Borealis Kallo		498						
8 Electrabel WKK Covestro		106						
9 Eurochem Antwerpen		113	151	58				
10 Euroports Terminals Antwerp			265	53				
11 Evonik Antwerpen		587						
12 Exxonmobil Petroleum & Chemical - Esso Raffinaderij	482	1308	33	29	6,4	3,9	3,6	
13 Indaver Site Doel		434						
14 Indaver		158						
15 Ineos Oxide Utilities		171						
16 Ineos Phenol Blegium		115						
17 Ineos Styrolution Belgium		105						
18 Lanxess	139	475						
19 Slib- en co-verwerkings centrale		300						
20 Tecoma		138						
21 Total Energies Olefins Antwerpen		687			1,8	1,4		
22 TotalEnergies Refinery Antwerp	3940	3083	151	124	9,5	11,6	8,8	
23 Vesta Terminal Antwerp					1,3	5,7	4,0	
24 Zandvliet Power - Terrein BASF		398						

bijlage 4 Beschrijving van de polluenten

4.1 Zwaveldioxide – SO₂

Zwavel dioxide (SO_2) is zeer wateroplosbaar en heeft een zuur karakter. Bij inademing is SO_2 irriterend en bij hoge concentraties kan het ademhalingsproblemen veroorzaken, vooral bij personen die lijden aan astma of chronische longziekten. SO_2 heeft nadelige effecten op de vegetatie door de rechtstreekse opname van SO_2 door de planten. Verder is SO_2 in belangrijke mate medeverantwoordelijk voor de verzuring van het milieu. Ook zorgt deze stof voor een versnelde verwerking van historische gebouwen of steen in het algemeen en voor metaalcorrosie. Bovendien kunnen chemische processen in de atmosfeer SO_2 omzetten tot deeltjes. SO_2 draagt dus ook bij aan de vorming van secundair fijn stof.

4.2 Stikstofoxides – NO/NO₂

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO₂) en stikstofmonoxide (NO). Bij verbrandingsprocessen op hoge temperaturen ontstaat in eerste instantie vooral NO. NO heeft een korte levensduur in de atmosfeer en is een kleur-, reuk- en smaakloos gas dat op zich weinig toxisch is. NO wordt door reacties met zuurstof en ozon omgezet tot NO₂. NO₂ heeft een langere levensduur in de atmosfeer en is schadelijk voor mens en ecosystemen. Het is een bruinrood gekleurd toxisch gas dat slecht ruikt en irritatie aan de luchtwegen kan veroorzaken. Zowel korte episodes van hoge concentraties, als langdurige blootstelling aan lage concentraties zijn schadelijk voor de gezondheid.

NO_x dragen bij aan de vorming van fijn stof. Verder spelen NO_x een belangrijke rol in de milieuverzuring en de fotochemische smogvorming. NO_x kunnen net als SO₂ over grote afstanden getransporteerd worden en kunnen dus effecten veroorzaken in verafgelegen gebieden.

Stikstofoxiden worden voornamelijk uitgestoten bij verbrandingsprocessen op hoge temperaturen.

4.3 Fijn stof – PM₁₀, PM_{2.5} en zwarte koolstof

Zwevend stof (PM = *Particulate Matter*) is een mengsel van vloeibare of vaste deeltjes met uiteenlopende samenstellingen en afmetingen. Zowel de natuur als menselijke activiteiten kunnen een bron zijn van deze deeltjes.

Opdeling naar oorsprong: primair en secundair

Naargelang hun oorsprong maakt men onderscheid tussen primaire en secundaire deeltjes. Primaire deeltjes ontstaan door rechtstreekse uitstoot in de atmosfeer door verschillende soorten bronnen of door mechanische verkleining van grover materiaal. Secundaire deeltjes ontstaan in de atmosfeer door chemische of fysische reacties uit gasvormige componenten zoals ammoniak, zwaveldioxide, stikstofoxiden of organische verbindingen.

Stofdeeltjes deelt men vaak in volgens de grootte op basis van de aerodynamische diameter (a.d.). Dit is de diameter van een bolvormig deeltje dat in de omgevingslucht hetzelfde gedrag vertoont als het stofdeeltje:

- TSP: Totaal stof. De VMM meet deze fractie niet in de omgevingslucht. Enkel aan deeltjes kleiner dan 10 µm kent men gezondheidsrisico's toe. De VMM rapporteert wel de emissies van TSP.
- PM₁₀ en PM_{2,5}: stofdeeltjes met een a.d. kleiner dan 10 respectievelijk 2,5 µm;
- ultrafijn stof (UFP): deeltjes met een a.d. kleiner dan 0,1 µm (PM_{0,1});
- zwarte koolstof/elementair koolstof: bevindt zich voornamelijk in de fijne fractie van het fijn stof. Het is een maat voor de roetconcentratie in de omgevingslucht. Deze deeltjes ontstaan bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen, biomassa en biobrandstof. Wanneer ze met een optische methode gemeten worden, spreken we van zwarte koolstof, anders van elementair koolstof.

Geen veilige drempelwaarde

Zelfs al voor de geboorte veroorzaakt fijn stof negatieve effecten. Onderzoek⁷ toonde namelijk aan dat een foetus via de moeder al zeer vroeg in de ontwikkeling in aanraking komt met luchtvervuiling, doordat fijn stof-roetdeeltjes doordringen tot de placenta en zich daar opstapelen, met negatieve invloeden op de ontwikkeling van de foetus.

Blootstelling aan PM_{2,5} wordt ook in verband gebracht met een verhoogd risico op hersenaandoeningen zoals de ziekte van Alzheimer.

Eind 2013 classificeerde het *International Agency for Research on Cancer* (IARC), het gespecialiseerde kankeragentschap van de WGO, fijn stof als kankerverwekkend voor de mens⁸. Belangrijk is dat fijn stof niet enkel kan leiden tot longkanker; een langdurige blootstelling kan ook borstkanker en kankers van het spijsverteringsstelsel veroorzaken⁹. Midden 2012 classificeerde het IARC ook al dieseluitlaatgassen als kankerverwekkend voor de mens. Dieselwagens stoten – ten opzichte van benzinewagens – veel meer stikstofoxiden en roetdeeltjes uit.

⁸ WHO, Kurt Straif, Aaron Cohen, Jonathan Samet. *Air pollution and cancer*.

<https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/AirPollutionandCancer161.pdf>

⁹ Wong C.M. et al. 2016. Cancer mortality risks from long-term exposure to ambient fine particle. *Cancer Epidemiol biomarkers prev*; 25(5): 839-45

Gemiddeld verlies van 14 gezonde maanden

De dienst Milieuraapportering van de VMM (MIRA) herberekende de ziektelast door de verschillende milieupolluenten voor de Vlaamse bevolking, waarbij in de nieuwe rekenmethode meer gezondheidseffecten in rekening gebracht werden¹⁰. Gemiddeld verliest een Vlaming 14 gezonde maanden over heel zijn leven bij een levenslange blootstelling aan de huidige fijnstofconcentraties. Dit is een gemiddelde waarde, bij bepaalde gevoelige personen, zoals astmapatiënten, kinderen en ouderen, zal de impact groter zijn. Fijn stof is veruit de belangrijkste pollutant in de gezondheidsimpact door milieufactoren. Het aandeel wordt geschat op 71 %.

Hoge concentraties kunnen acuut effect hebben

Tijdens een fijnstofepisode doen mensen die bijzonder gevoelig zijn voor luchtverontreiniging best geen grote lichamelijke inspanningen. Tot deze groep behoren jonge kinderen, ouderen, personen met het chronisch obstructief longlijden (COPD¹¹) en personen met hart- en vaatziekten. Omwille van de kleine afmeting kunnen fijnstofdeeltjes gemakkelijk overal binnendringen en zijn de concentraties ervan binnenshuis niet significant lager dan in de buitenlucht.

Ook tal van andere effecten

Andere effecten van stofdeeltjes zijn verminderde zichtbaarheid en bevuilding van blootgestelde oppervlakken en materialen. Ze hebben mogelijk een invloed op het klimaat: naargelang de samenstelling kan fijn stof zowel voor afkoeling als voor opwarming zorgen. Bovendien draagt fijn stof bij tot de verzurende en vermistende depositie.

4.4 Dioxines en PCB's

Dioxines en polychloorbifenylen (PCB's) zijn een groep stoffen waarvan een deel toxisch zijn.

Dioxines is een verzamelnaam voor zo'n 210 verschillende scheikundige stoffen. Tot deze groep behoren de polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD's) en de polychloordibenzofuranen (PCDF's). Het zijn vlakke moleculen met 2 benzeenringen, 4 chlooratomen en 1 of 2 zuurstofbruggen voor respectievelijk de PCDF en PCDD. Van alle PCDD's is de 2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine, of kortweg 2,3,7,8-TCDD de meest toxische. In totaal bestaan er 17 giftige dioxines met chlooratomen op de 2,3,7- en 8-plaatsen. Dioxines ontstaan bij onvolledige of niet-efficiënte verbranding van organisch materiaal dat chloor bevat.

PCB's is een verzamelnaam voor zo'n 209 verschillende stoffen. 12 hiervan zijn uiterst giftig en staan bekend als de dioxineachtige PCB's. Ze hebben eenzelfde werking als de dioxines. PCB's werden door de mens geproduceerd en hadden diverse industriële toepassingen. Sinds de jaren tachtig is er een verbod op hun productie. PCB's breken nauwelijks af, we vinden ze nog steeds in het milieu.

Niet alle dioxines en PCB's zijn even schadelijk. De toxiciteit van deze verbindingen wordt weergegeven door de toxische equivalentiefactor of TEF. Hoe hoger de TEF, hoe giftiger de verbinding. De TEF's gedefinieerd door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) worden meestal als standaard gehanteerd. Afgekort spreekt

¹⁰ MIRA (2019), *Verloren gezonde levensjaren (DALY's) door fijn stof*

<https://www.milieuraapport.be/milieuthemas/milieu-gezondheid/dalys/verloren-gezonde-levensjaren-dalys-door-blootstelling-aan-fijn-stof>

¹¹ Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Vooral schrootbedrijven stoten dioxines en PCB's uit in de lucht waarna ze binden op stofdeeltjes. Dit stof valt op zijn beurt neer op gewassen die als voeding dienen voor mens en dier. Vervolgens binden de dioxines en PCB's zich op dierlijke lichaamsvetten waarna de mens deze, na consumptie van dierlijke producten zoals vlees, vis en zuivelproducten, opneemt. Net omdat de opname voornamelijk gebeurt via voeding, is het belangrijk dat ze niet voorkomen in agrarische gebieden en woonzones.

4.5 Vluchtige organische stoffen - VOS

Sommige VOS-componenten zoals benzeen en vinylchloride zijn kankerverwekkend en werken rechtstreeks in op de gezondheid. Daarnaast hebben VOS een onrechtstreeks effect op het milieu door hun aandeel in de fotochemische luchtverontreiniging. Samen met stikstofoxiden vormen ze, op warme dagen, onder invloed van zonnestralen immers ozon en oxidanten die de gezondheid, gewassen en materialen schade toebrengen. Ook hebben ze een aandeel in de fijnstofproblematiek door de vorming van secundair fijn stof.

bijlage 5 Overzicht luchtkwaliteitsnormen

De Europese Commissie definieerde streef- en grenswaarden en alarmdrempels voor diverse polluenten. Deze Europese normen zijn opgenomen in de Vlaamse wetgeving. De Europese regelgeving is vaak gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De WGO definieert advieswaarden voor verschillende polluenten. Die advieswaarden hebben als doel de risico's van gezondheidsschade door luchtverontreiniging te beperken en zijn meestal strenger dan de Europese grens- of streefwaarden. De WGO stelde op 22 september 2021 haar advieswaarden bij. Bij de definiëring van deze Europese grens- of streefwaarden werd er, naast de gezondheidseffecten, rekening gehouden met de technische haalbaarheid. Daarnaast werd een kosten-batenanalyse uitgevoerd om de economische consequenties van de opgelegde concentratieniveaus in te schatten.

EU herzielt momenteel de richtlijnen Luchtkwaliteit

De Europese Commissie heeft in oktober 2022 een voorstel voor herziening van de richtlijnen Luchtkwaliteit gelanceerd. In het voorstel zien we een verstrenging van de meeste grenswaarden. Daarnaast worden de meeste streefwaarden verstrengd naar grenswaarden. Dit voorstel is momenteel nog in bespreking tussen de lidstaten en deze wetgeving is dus nog niet van kracht. Daarom toetst de VMM de data van 2022 nog niet aan de regelgeving uit dit voorstel, maar enkel aan de huidige EU-regelgeving en de huidige WGO-advieswaarden.

4.1 Zwaveldioxide – SO₂

De Europese Richtlijn 2008/50/EG definieert grenswaarden en een alarmdrempel voor SO₂. Deze richtlijn bevat ook een kritiek niveau voor de bescherming van de vegetatie. De Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) definieerde advieswaarden en een kritiek niveau voor de bescherming van de vegetatie.

Tabel 12: Regelgeving voor SO₂ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2000 en 2021)

	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
EU-richtlijn 2008/50/EG*	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	350 µg/m ³ ; max. 24 overschrijdingen per jaar
		1 dag	125 µg/m ³ ; max. 3 overschrijdingen per jaar
	Alarmdrempel	Gedurende 3 opeenvolgende uren	500 µg/m ³
	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar en winterseizoen**	20 µg/m ³
WGO	Advieswaarde	1 dag	40 µg/m ³
		10 minuten	500 µg/m ³
	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar en/of winterseizoen**	10-30 µg/m ³ (afhankelijk van vegetatietype)

** : het winterseizoen is van 1 oktober tot en met 31 maart.

NO _x	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar	30 µg/m ³ uitgedrukt als NO ₂
-----------------	--	------	---

4.3 Fijn stof – PM₁₀ en PM_{2,5}

4.3.1 Regelgeving PM₁₀

De Europese richtlijn 2008/50/EG definieert grenswaarden voor PM₁₀ op basis van gezondheidsstudies, economische gevolgen en de technische haalbaarheid. De WGO-advieswaarden voor PM₁₀ werden verstrengd in 2021 en zijn veel lager dan de Europese grenswaarden. De WGO baseert zich enkel op gezondheidsstudies.

Tabel 15: Regelgeving voor PM₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2021)

Onderwerp		Middelingstijd	Doelstelling
EU-richtlijn 2008/50/EG*	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 dag	50 µg/m ³ ; max. 35 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	40 µg/m ³
WGO	Advieswaarden	1 dag	45 µg/m ³ ; max. 3 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	15 µg/m ³

*: Sinds 1 januari 2005 moet de grenswaarde voor PM₁₀ gerespecteerd worden.

4.3.2 Regelgeving PM_{2,5}

Richtlijn 2008/50/EG definieert grens- en streefwaarden voor PM_{2,5}. Hierin staat ook de nationale streefwaarde inzake vermindering van de blootstelling tegen 2020 ten opzichte van 2010. Hiertoe wordt een gemiddelde blootstellingsindex (GBI) gedefinieerd: dit is de gemiddelde PM_{2,5}-concentratie op stedelijke achtergrondmeetplaatsen over de laatste 3 jaar binnen een bepaalde lidstaat. De gravimetrische metingen op de stedelijke achtergrondmeetplaatsen in Brugge (BB15), Borgerhout-achtergrond (R801), Schoten (R811) en Gent-Baudelohof (R701) worden gebruikt voor de bepaling van de gewestelijke gemiddelde blootstellingsindex (GGBI) voor Vlaanderen, zoals bepaald in bijlage 2.5.3.14 van VLAREM II.

Tabel 16: Europese regelgeving voor PM_{2,5} (2008/50/EG)

EU-regelgeving (2008/50/EG)	Middelingstijd	Doelstelling	Datum waarop de waarde moet bereikt zijn
Grenswaarde	Jaar	25 µg/m ³	1 januari 2015
Indicatieve grenswaarde	Jaar	20 µg/m ³	1 januari 2020
Nationale streefwaarde inzake vermindering van de blootstelling ten opzichte van de GBI in 2010	GBI	15,2 µg/m ³	2020
Vlaamse streefwaarde inzake vermindering van de blootstelling ten opzichte van de GBI in 2010	GGBI	15,7 µg/m ³	2020

4.5 Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS)

De Europese richtlijn 2008/50/EG legt een grenswaarde op voor benzeen als jaargemiddelde. In VLAREM II staat er een grenswaarde op basis van dagwaarden. Verder bestaat er een VLAREM-richtwaarde voor vinylchloride en formuleerde de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) advieswaarden voor vier VOS-componenten. Onderstaande tabel toont een overzicht.

Tabel 18: Regelgeving voor VOS (richtlijn 2008/50/EG, VLAREM II en WGO 2000)

	Middelingsdij	Grenswaarde	Richtwaarde	Advieswaarde
Richtlijn 2008/50/EG				
Benzeen ^a	jaar	5 µg/m ³		
VLAREM II				
Benzeen	jaar	50 µg/m ³ als P98 op basis van dagwaarden		
Vinylchloride ^b	jaar	10 µg/m ³ als P98 op basis van halfuren	1 µg/m ³	
WGO				
1,2-dichloorethaan ^c	dag			700 µg/m ³
Tolueen	week			260 µg/m ³
	half uur			1.000 µg/m ³
Styreen ^b	week			260 µg/m ³
Tetrachlooretheen	jaar			250 µg/m ³
Formaldehyde ^c	half uur			100 µg/m ³

a: Sinds 1 januari 2005 moet de grenswaarde voor benzeen gerespecteerd worden.

b: Er was geen analyse van deze component. Toetsing was dus niet mogelijk.

c: De VMM meet met een ander tijdsvenster, toetsing is dus indicatief.

Benzeen is kankerverwekkend waardoor geen veilig niveau van blootstelling kan bepaald worden. De WGO drukt de schadelijkheid van benzeen uit als het aantal extra kankergevallen bij een levenslange blootstelling aan een bepaalde concentratie. Bij een levenslange benzeenconcentratie van 17 µg/m³ zou er één extra kankergeval per 10.000 inwoners zijn. Bij een concentratie van 1,7 µg/m³ rekent men één extra kankergeval per 100.000 inwoners en bij 0,17 µg/m³ één per 1.000.000.

bijlage 6 Methodiek

In dit rapport worden verschillende methodieken gebruikt om gegevens weer te geven of te genereren. In deze bijlage worden deze methodieken toegelicht.

5.1 Pollutierozen en zeropollutierozen

Pollutierozen tonen per windrichting het gemiddelde van de gemeten concentraties volgens de op dat moment heersende windrichting. Potentiële vervuilende bronnen kunnen op die manier geïdentificeerd worden. Wanneer bijvoorbeeld uit een bepaalde windrichting steeds lucht met hogere concentraties wordt aangevoerd omdat daar een bron aanwezig is, zal de gemiddelde waarde hoger zijn in dit segment van de pollutieroos en 'wijst' de pollutieroos als het ware de richting van de bron aan door de langere balk. Bij aanvoer van lucht met lage concentraties zal de balk van de pollutieroos korter zijn. Hoe de pollutieroos er uiteindelijk uitziet, hangt niet alleen af van de concentraties maar ook van de windrichting. Als in de beschouwde periode weinig tot geen wind was uit een bepaalde richting, kan dit een bron maskeren.

Wanneer de pollutierozen vrij rond zijn van vorm, wijst dit op een dominante invloed van de achtergrondconcentraties. Uit dergelijke pollutierozen zijn moeilijk de lokale invloeden af te leiden. Daarom kunnen er zero-pollutierozen gemaakt, waarbij steeds de laagste meting, de achtergrond, werd afgetrokken. Per windsector – elke 10° – worden de metingen van de pollutierozen van een set meetplaatsen naast elkaar gelegd en de laagste concentratie wordt telkens afgetrokken van alle andere concentraties uit die sector. Op deze manier wordt de aanvoer van de achtergrondpollutie eruit gefilterd en komen de lokale bronnen beter naar voren.

Een dosisroos geeft per windrichtingsegment procentueel het aandeel weer in de totale jaaraanvoer van de pollutant op de meetlocatie. Bij de meeste dosisrozen is er duidelijke aanvoer uit de overheersende zuidwestelijke windrichting. Dit is logisch omdat er nu eenmaal de meeste wind uit die richting komt. Lokale bronnen uit andere richtingen die veel invloed hebben op de concentratie op de meetplaats zullen als pieken zichtbaar zijn in de dosisroos.

5.2 VLOPS-model

Het VLOPS-model (Vlaamse Operationeel Prioritaire Stoffen-model)¹² is een atmosferisch transport- en dispersiemodel dat op basis van emissiegegevens, gegevens over landgebruik en meteogegevens de luchtkwaliteit en deposities berekent. De Vlaamse emissiegegevens zijn afkomstig van de meest recente cijfers van de Emissie-inventaris Lucht van de VMM. De emissiegegevens voor bronnen buiten Vlaanderen zijn afkomstig van de EMEP- (*The European Monitoring and Evaluation Programme*)¹³ en E-PRTR- (*The European Pollutant Release and Transfer Register*)¹⁴ emissie-inventarissen. Voor de kaarten in dit rapport gebruikten we de Vlaamse emissiegegevens van 2021, de overige Belgische emissiegegevens van 2020, de Europese emissiegegevens van 2020 en de meteo van 2022. Voor SO₂ werden de parameters hoogte en

¹² Van jaarsveld, J.A. et al. (2012). Description of OPS 4.3.15. RIVM: Bilthoven Nederland

¹³ EMEP. <https://www.ceip.at/>

¹⁴ E-PRTR. <http://prtr.ec.europa.eu>

warmte-inhoud voor scheepvaart in VLOPS gelijk getrokken met diegene die in ATMO-Street gebruikt worden. De resolutie van de kaarten is 1 x 1 km². Voor de berekeningen in dit rapport gebruikte de VMM de versie VLOPS23.

5.3 IFDM-model

Voor de tekst in deze bijlage baseerden we ons grotendeels op volgende informatiebronnen:

- https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/IMPACT_Handleiding_v2.1_DEF.pdf ;
- https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/defRLBlucht2012_aangepast2021.pdf ;
- <https://www.irceline.be/nl/documentatie/modellen/rio-ifdm> .

Immissie Frequentie Distributie Model

Met IFDM kan je de verspreiding van luchtverontreiniging op korte afstanden van een (agro-)industriële emissiebron berekenen. De emissiebron kan zowel een punt- (bv. een fabrieksschouw) als een lijnbron (bv. uitstoot van het verkeer op een weg of een deel van een weg) zijn. Het rekenhart van IFDM houdt rekening met de meest relevante processen die zich voordoen in de atmosfeer. Na het verlaten van de bron worden de pollutanten verdund in de atmosfeer als gevolg van diffusie en turbulentie. Een deel van de pollutanten zal ook uit de atmosfeer verdwijnen door allerlei processen als bezinking, chemische en fotochemische reacties, uitwassen door neerslag en andere. IFDM-berekeningen gebeuren voor een bepaald aantal punten in een afgebakend gebied. Via een verdere bewerking (interpolatie) krijgen we een gedetailleerde concentratiekaart met een hogere resolutie van bv. $10 \times 10 \text{ m}^2$ voor visualisatie.

Gaussisch pluimmodel

IFDM gebruikt een gaussisch pluimmodel als verspreidingsmodel. Daarbij is de concentratie in de pluim gaussisch verdeeld rond de pluimas in zowel horizontale als verticale richting. Het model gaat dus uit van een in tijd en ruimte constante meteo en is bijgevolg niet geschikt voor berekeningen van ogenblikkelijke concentraties. Met de basisvergelijking van het model worden uurgemiddelden uitgerekend, op basis van uurgemiddelde meteo. De basisvergelijking houdt geen rekening met eventuele verwijdering door neerslag (droge en natte depositie) en chemische omvorming van componenten in de atmosfeer.

De onzekerheid op de berekende resultaten wordt enerzijds veroorzaakt door de nauwkeurigheid van de inputgegevens, anderzijds door de beperkingen van het model.

Inputgegevens

De meteorologie (windrichting, windsnelheid, stabiliteit van de atmosfeer en neerslag) is een erg belangrijke parameter in de verspreiding van de polluenten in de atmosfeer. Het is daarom belangrijk te kunnen beschikken over kwaliteitsvolle en representatieve meteodatasets. In IFDM zit een routine om de meteorologische gegevens van een gewone meteomast om te zetten naar de Bultynck-Malet stabiliteitsklassen.

Daarnaast zijn emissiegegevens voor de te modelleren bronnen nodig. Hiermee bedoelen we onder meer emissievrachten, schoorsteenkenmerken voor geleide emissiebronnen en de ligging en grootte van niet-

IFDM biedt de mogelijkheid om voor pollutanten achtergrondconcentraties in rekening te brengen. Op die manier kan de gebruiker de totale (jaargemiddelde) concentratie laten berekenen als de som van de Vlaamse achtergrondconcentratie en de voorgrondconcentratie van het doorgerekende project.

IFDM is een relatief eenvoudig model dat in de meerderheid van de gevalstudies waar luchtverspreidingsberekeningen moeten worden uitgevoerd zal voldoen. Het is evenwel belangrijk de beperkingen van dit model goed te begrijpen, en het dan ook enkel te gebruiken in situaties die daartoe geschikt zijn. Zo zijn/is:

- geen berekeningen mogelijk bij veranderlijke windrichting;
- berekeningen op afstanden groter dan 20 km van de bron weinig betrouwbaar;
- berekende concentraties in het zog van een obstakel niet accuraat;
- berekeningen op erg geaccidenteerd terrein niet mogelijk (hetgeen in Vlaanderen evenwel maar op weinig plaatsen het geval is);
- de resolutie van het IFDM-rekenrooster zelf in te stellen, maar dichtbij de bron (afstand bron-receptor kleiner dan hoogte van de bron) zijn de berekende waarden verbonden met grotere onzekerheden. Als vuistregel kan worden gesteld dat voor hoge bronnen de resultaten betrouwbaar zijn vanaf 100 m van de bron. Voor diffuse emissies op lage hoogtes zijn de resultaten betrouwbaar vanaf ongeveer 10 m;
- IFDM ontworpen voor passieve (niet-reactieve) polluenten. IFDM houdt geen rekening met (foto)chemische reacties. Een uitzondering hierop is de chemische reactie tussen NO_2 -, NO - en O_3 -concentraties onder invloed van zonlicht en warmte.

De VMM meet op heel wat plaatsen de luchtkwaliteit. Op plaatsen zonder metingen gebruikt de VMM modellen die de luchtkwaliteit inschatten. Het model ATMO-Street wordt ingezet voor stoffen met een belangrijke impact op de gezondheid namelijk stikstofdioxide, zwarte koolstof (roet) en fijn stof.

- RIO: via een ruimtelijk interpolatiemodel wordt de luchtkwaliteit in heel Vlaanderen ingeschat op basis van de luchtkwaliteitsmetingen.
- IFDM: berekent de lokale luchtkwaliteit op basis van meteorologische gegevens en de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen.
- OSPM: berekent de impact van het streetcanyon-effect.

RIO gebruikt meetresultaten en schat daarmee de luchtkwaliteit in heel Vlaanderen op een 'slimme' manier. Slim, omdat RIO ook informatie over landgebruik mee in rekening neemt. Dat is nodig want er bestaat een relatie tussen luchtkwaliteit en landgebruik. Zo is er meer luchtvervuiling in gebieden met veel bewoning en verkeer (zoals steden), dan op plaatsen in bosrijke zones. RIO maakt een inschatting van de 'achtergrondconcentraties' voor gebieden met een oppervlakte van 4x4 km². Binnen zo'n rooster cel van 4x4 km² kan RIO geen onderscheid maken tussen bijvoorbeeld kleinere bosgebieden en meer verstedelijkte

IFDM berekent de impact van de uitstoot van punt- en lijnbronnen op de luchtkwaliteit in de onmiddellijke omgeving van die puntbronnen (bv. een fabrieksschouw) of lijnbronnen (bv. uitstoot van het verkeer op een weg of een deel van een weg). Het IFDM-model gebruikt ook meteorologische gegevens. Zo beïnvloeden de windsnelheid en windrichting de verspreiding van de luchtvervuiling. Ook de temperatuur heeft een effect op de snelheid waarmee stoffen chemisch veranderen in de atmosfeer, zoals dit het geval is bij stikstofdioxide en ozon. De punten waarvoor IFDM-berekeningen plaatsvinden, zijn het dichtst geconcentreerd langs wegen en in de buurt van industrie. Via een verdere bewerking (interpolatie) krijgen we een gedetailleerde concentratiekaart met een hogere resolutie van bv. $10 \times 10 \text{ m}^2$ voor visualisatie. Het IFDM dispersiemodel is echter een '*open street*' model en houdt geen rekening met obstakels zoals bomen, geluidsschermen, gesloten huizenrijen... Hierdoor onderschat RIO-IFDM de concentraties in *street canyons*. In deze smalle straten is de natuurlijke ventilatie beperkt waardoor de luchtvervuiling zich opstapelt.

ATMO-Streetkaarten zijn wetenschappelijk het meest onderbouwd en zijn de best beschikbare kaarten om de lokale luchtkwaliteit in te schatten. Controle gebeurde - zoals bij al de modellen - door te vergelijken met echte metingen en toonde aan dat de modelketen beter presteert door toevoeging van het OSPM-model.

- met tijdelijke verkeerssituaties (bv. omleidingen of files) wordt geen rekening gehouden;
- de impact van nieuwe verkeerssituaties (nieuwe wegen, mobiliteitsplannen in uitvoering,...) zijn niet altijd onmiddellijk zichtbaar;
- het herhaaldelijk opwaaien van stof door het verkeer en het effect van de aanwezigheid van groen (zoals bomen in een straat) worden niet in rekening gebracht;
- de lokale vervuiling die veroorzaakt wordt door onder andere houtkachels, open haarden en grote veeteeltbedrijven is niet zichtbaar op de kaarten. De vervuiling van deze bronnen wordt wel mee opgenomen in de 'achtergrondconcentratie' (met een lagere ruimtelijke resolutie van 4x4 km²).

De aethalometer Magee AE33 meet de absorptie van het licht door zwarte koolstof bij verschillende golflengten, van ultraviolet (UV) tot infrarood (IR). De lichtabsorptie door de deeltjes afkomstig van houtverbranding en afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen tonen een verschillende afhankelijkheid van de gebruikte golflengte. Deeltjes afkomstig van houtverbranding absorberen relatief meer in het UV. Historisch gezien wordt zwarte koolstof bij een aethalometer bepaald bij infraroodlicht van 880 nm.

Het toestel bepaalt de bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof (BC) door middel van de aethalometermethode¹⁵. Bij deze methode gaat men ervan uit dat de gemeten absorptie bij elke golflengte de som is van de absorptie door deeltjes afkomstig van houtverbranding¹⁶ en afkomstig van fossiele brandstoffen. Zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen wordt vooral geassocieerd met dieselroet.

$$BC = BC_{wh} + BC_{ff}$$

wb = woodburning = houtverbranding

ff = fossil fuel = fossiele brandstoffen

De VMM¹⁷ bepaalde de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ in een aantal studies aan de hand van de concentratie levoglucosan. Deze organische verbinding is een pyrolyseproduct van cellulose en vormt een goede tracer voor de verbranding van biomassa.

De inschatting van de bijdrage van houtverbranding aan PM_{10} gebeurt op basis van een studie¹⁸ gebaseerd op Vlaamse data, waarin een factor van 22,56 werd voorgesteld. Deze factor rekent ook secundair stof van houtverbranding mee. VITO¹⁹ gebruikte deze factor in een studie in Dessel rond de bijdrage van houtverbranding aan luchtverontreiniging door burgers. Vergelijking met andere methoden voor het berekenen van de bijdrage van houtverbranding aan PM_{10} toonde aan dat vermenigvuldiging van de levoglucosanconcentraties met de factor 22,56 behoorde tot de meest waarschijnlijke methoden voor het bepalen van de bijdrage van houtverbranding aan PM_{10} .

De studie van VITO van 2017 vond een goede correlatie tussen de concentratie levoglucosan en de concentratie zwarte koolstof door de verbranding van hout. Ze vonden de volgende relatie:

$$\text{Levoglucosan } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 0,5 \times \text{BC}_{\text{wb}} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

Deze relatie werd bevestigd tijdens VMM-meetcampagnes in de winter 2019-2020 en 2020-2021 op respectievelijk 2 en 5 meetplaatsen.

We gebruiken in dit rapport bijgevolg de volgende relatie om de bijdrage van houtverbranding aan PM_{10} in de Antwerpse haven te berekenen:

$$PM_{10\text{ wb}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 22,56 \times 0,5 \times BC_{\text{wb}} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

De formule geeft ook aan dat de 'black carbon' van houtverbranding maar ca. 9 % bedraagt van de totale bijdrage van houtverbranding aan fijn stof. Het overgrote deel van de bijdrage bestaat uit bruine koolstof ('brown carbon'²⁰⁾) en andere organische deeltjes. Deze verhouding van BC_{wb} vs PM_{10_wb} sluit nauw aan bij de factor gebruikt op de Franse meetnetten²¹.

¹⁵ J. Sandradewi et al. (2008), Using Aerosol Light Absorption Measurements for the Quantitative Determination of Wood Burning and Traffic Emission Contributions to Particulate Matter, *Environmental Science & Technology* 42 (9), 3316-3323

¹⁶ Voor de verschillende zwartekoolstof fractaties zijn er verschillende naamgevingen in gebruik:

- Zo worden zowel de term houtverbranding als biomassaverbranding gebruikt. Verbranding van biomassa is in een huishoudelijke context vooral houtverbranding (BC_{wb}). In een industriële context zijn er meerdere mogelijkheden zodat men daar ook de meer algemene term biomassaverbranding (BC_{bh} of BB) gebruikt.

- De andere fractie is de zwartekoolstoffractie veroorzaakt door verbranding van fossiele brandstoffen (BC_{ff} of FF)

¹⁷ VMM (2011), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2010

VMM (2013), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2011-2012

¹⁸ W. Maenhout et al. (2016), Sources of the PM₁₀ aerosol in Flanders, Belgium, an re-assessment of the contribution from wood burning, *Science of the Total Environment*, 562, 550-560

¹⁹ M. Van Poppel et al. (2017), Inschatting van de bijdrage van houtverbranding door burgers aan luchtverontreiniging in Vlaanderen

²⁰ Brown carbon zijn lichtabsorberende organische deeltjes die niet zwart zijn

²¹ LCSQA (2020), Guide méthodologique pour la mesure du « Black Carbon » par Aethalomètre multi longueur d'onde AE33 dans l'air ambiant

$$PM_{10\text{ ff}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 2 \times BC_{\text{ff}} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

[illegible]

