



Vlaanderen
is milieu

Luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie

jaarrapport 2021

Titel

Samenstellers

Inhoud

Wijze van refereren

Verantwoordelijke uitgever

Vragen in verband met dit rapport

Coverfoto

Depotnummer

D/2022/6871/020

[illegible]

SAMENVATTING

In 2015 sloten de stad Antwerpen en de VMM een overeenkomst af om de luchtkwaliteit te meten en te beoordelen naar aanleiding van de invoering van de lage-emissiezone op 1 februari 2017. Hiervoor startte de VMM in 2015 drie nieuwe meetplaatsen op: Park Spoor Noord (R803), Belgiëlei (R805) en Groenenborgerlaan (R817). In november 2016 volgde de vierde meetplaats aan de Antwerpse ring (R804). Op al deze meetplaatsen meet de VMM fijn stof (PM₁₀, PM_{2,5} en zwarte koolstof) en stikstofoxiden (NO₂ en NO).

De overeenkomst bepaalt dat de VMM jaarlijks een rapport over de luchtkwaliteit opstelt waarin de bovengenoemde polluenten van de nieuwe meetplaatsen worden besproken samen met die van de bestaande meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie.

Dit rapport beschrijft voor de zone Antwerpse agglomeratie:

- de resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen in 2021
- de meest recent beschikbare emissiedata, namelijk 2020.

De emissiegegevens in dit rapport werden verzameld op basis van emissies die door de bedrijven gerapporteerd werden in het Integraal Milieujaarverslag (IMJV) en modelberekeningen.

Doordat er momenteel niet genoeg gedetailleerde informatie beschikbaar is over verkeersintensiteit en vlootsamenstelling op het lokale wegennet, worden de berekeningen van de verkeersemissies binnen de Antwerpse agglomeratie grotendeels gebaseerd op de mobiliteitsinformatie van het wegennet op Vlaams niveau (snelwegen). De emissiegegevens voor verkeer houden dus geen rekening met de invoering van de LEZ. Vanaf de rapportering volgend jaar is dit wel voorzien door het gebruik van het nieuwe spreidingsmodel FLOMOVIA.

1. Stikstofdioxide – NO₂

Emissions

Binnen de Antwerpse agglomeratie is in 2020 68 % van de NO_x (NO₂)-emissies afkomstig van verkeer. 56 % van de totale emissies komt door wegverkeer en 9 % door scheepvaart. Andere relevante sectoren zijn handel en diensten (11 %), industrie (9 %) en huishoudens (8 %, vooral gebouwenverwarming).

In 2020 bedroeg de NO_x (NO₂)-emissie in de Antwerpse agglomeratie 2971 ton. Dit is 3,3 % van de totale Vlaamse NO_x (NO₂)-uitstoot.

Tussen 2005 en 2020 zijn de NO_x (NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie met 60 % gedaald. Deze daling ligt grotendeels aan de verminderde emissies door het wegverkeer. In 2020 was er door de coronamaatregelen minder uitstoot van wegverkeer.

Toetsing regelgeving luchtkwaliteit

Voor het tweede jaar op rij werd de Europese jaargrenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2021 op geen enkele meetplaats overschreden. Het ATMO-Street-model berekent wel nog in beperkte mate overschrijdingen langs snelwegen, de belangrijkste verkeersassen en in *street canyons*.

In 2021 verstregde de WGO haar jaaradvieswaarde voor NO₂ van 40 µg/m³ naar 10 µg/m³. Geen enkele meetplaats in de Antwerpse agglomeratie voldeed aan deze strengere advieswaarde.

In 2021 heeft de WGO haar dagadvieswaarde verstrengd: de WGO laat maximaal 3 dagen per jaar een daggemiddelde boven 45 µg/m³ toe (vroeger 3 dagen > 50 µg/m³ toegelaten). Deze verstrengde WGO-advieswaarde werd nog nooit op een Antwerpse meetplaats behaald. Dit geldt voor alle Vlaamse meetplaatsen.

Over de periode van 2011 – 2021 zagen we de eerste jaren een duidelijke daling, maar sinds 2016 is het verloop eerder schommelend. Bij vergelijking van de jaargemiddelden 2021 met 2020, is de tendens sterk variabel: een status quo op 6 van de 11 Antwerpse meetplaatsen, een stijging op 4 meetplaatsen en een daling op 1 meetplaats. Deze variatie in tendens 2020-2021 zagen we ook in de rest van Vlaanderen.

3. Fijn stof – PM_{2,5}

De sector verkeer is met 30 % de tweede grootste bron van primaire PM_{2,5}-emissies. 22 % van de totale emissies komt van het wegverkeer. Hiervan komt meer dan de helft van niet-uitlaatemissies.

Vroeger schommelde het verloop van de emissies door huishoudens gekoppeld aan strengere winters. De laatste jaren zien we ook hier een lichte daling. Door de stijgende energieprijzen schakelen meer mensen weer over naar houtkachels, dus deze emissies kunnen in de toekomst weer stijgen.

Ook de dagadvieswaarde werd verstrengd van 25 µg/m³ naar 15 µg/m³ (=maximaal 3 dagen met een daggemiddelde boven 15 µg/m³ toegelaten per jaar). De WGO-advieswaarde voor daggemiddelden ligt ver buiten bereik op de Antwerpse meetplaatsen. Dit is ook zo in de rest van Vlaanderen.

5

In de periode 2011-2021 daalden de PM_{2,5}-jaargemiddelden geleidelijk. Op bijna alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie zijn de jaargemiddelden in 2021 licht (+1 µg/m³) gestegen tegenover 2020. Hetzelfde beeld zien we in de rest van Vlaanderen.

De jaargemiddelden verschillen weinig tussen de meetplaatsen. Op de verkeersgerichte meetplaatsen is het jaargemiddelde slechts $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger dan op de achtergrondmeetplaatsen. Dit duidt op het belang van de achtergrondconcentratie bij $\text{PM}_{2.5}$.

4. Zwarte koolstof/Elementair koolstof

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 de Antwerpse agglomeratie draagt de sector verkeer 42 % bij aan de emissies van elementair koolstof in 2020. Wegverkeer is verantwoordelijk voor 35 % van de totale EC-emissies. EC wordt vooral gevormd door de verbranding van fossiele brandstoffen, met dieselmuitstoot als een van de grootste bronnen. Het aandeel van verkeer is bij EC groter dan bij PM₁₀ of PM_{2.5}.

De sector huishoudens is de tweede grootste bron met 39 %. Meer concreet komt 36 % van de totale EC-emissies door de verbranding van hout in open haarden en kachels.

De emissies van elementair koolstof zijn tussen 2005 en 2020 met 77 % gedaald. Dat komt bijna uitsluitend door de dalende uitlaatemissies van het wegverkeer door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. Ook de emissies door huishoudens bevatten heel wat elementair koolstof. In het verleden fluctueerden deze emissies van jaar tot jaar door meteorologische omstandigheden: strenge winters zorgden voor een verhoogd verbruik van fossiele brandstoffen en brandhout. De laatste jaren is deze bijdrage vrij constant. Door de stijgende energieprijzen schakelen meer mensen weer over naar houtkachels, dus de emissies kunnen in de toekomst weer stijgen.

Er bestaan momenteel geen Europese normen of WGO-advieswaarden voor zwarte koolstof.

De meetstations tonen dalende concentraties van zwarte koolstof in de periode 2011-2021. In 2021 zien we op alle Antwerpse meetplaatsen een stijging van de BC-jaargemiddelden ten opzichte van 2020. Deze stijgingen variëren tussen 3 % en 17 %. De overige meetplaatsen in Vlaanderen tonen dezelfde tendens.

Op de Antwerpse meetstations met een volledige tijdreeks zien we een daling van 59 % tot 68 % tussen 2011 en 2021.

Op alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie meten we zwarte koolstof met een aethalometer (Magee AE33). Dit toestel kan de bijdrage van houtverbranding en de bijdrage van fossiele brandstoffen aan zwarte koolstof (BC) bepalen. Hieruit berekenen we de bijdrage van houtverbranding en de bijdrage van fossiele brandstoffen aan PM_{10} .

In de wintermaanden is enerzijds de bijdrage van houtverbranding groter dan in de zomermaanden en anderzijds is ook de variatie tussen de meetplaatsen groter.

Op jaarbasis varieert de relatieve bijdrage van houtverbranding aan **PM₁₀** (PM_{10_wb}) tussen 9,4 % en 12,7 % over de meetplaatsen. Tijdens de wintermaanden is de bijdrage van houtverbranding aan de PM₁₀-concentraties dubbel tot drie keer zo hoog als tijdens de zomermaanden.

6. Metingen op Linkeroever

Midden 2021 bleek uit onderzoek van de Universiteit Antwerpen dat PFAS zich wijd verspreid heeft rond het bedrijf 3M en er waren ook aanwijzingen dat door de grondwerken voor de Oosterweelverbinding PFAS via fijn stof door de lucht verspreid werd. De VMM is hierop onmiddellijk op Linkeroever enerzijds luchtmetingen van PFAS en anderzijds extra metingen van fijn stof opgestart.

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 opgesteld in samenwerking met Lantis. Indien er lokale stofpieken gemeten worden nabij een woongebied, dan wordt, aan de hand van een waarschuwings- en actiedrempel, actie op het terrein ondernomen.

Dit stofactieplan is nog maar in voege sinds februari 2022. Tijdens de eerste maanden zagen we vooral lokale stofevents op de meetplaats Burchtse Weel. Deze worden in samenwerking met de afdeling Handhaving van het Departement Omgeving nauwgezet opgevolgd.

Het is moeilijk om een wetenschappelijk onderbouwde, algemene uitspraak te doen over het lokale netto-effect van de LEZ op de concentraties NO₂ en zwarte koolstof. De concentraties in de omgevingslucht zijn immers afhankelijk van meteorologische parameters. Ook leiden wegenwerken en verkeersmaatregelen binnen de LEZ tot (tijdelijk) andere verkeersstromen in de binnenstad en tot meer of minder verkeer in de

7

omgeving van de vaste meetplaatsen. Daarnaast moet ook rekening gehouden worden met het effect van het anticiperende gedrag van de mensen om te voldoen aan de voorwaarden van de LEZ. De invoering en verdere verstrengingen van de LEZ werd 2 jaar eerder al aangekondigd. Bijkomend zal de LEZ in Antwerpen ook leiden tot een wijziging van het wagenpark buiten de LEZ en ook daar de concentraties beïnvloeden.

Om het effect van de invoering van de LEZ in Antwerpen te beoordelen zou men een vergelijking moeten kunnen uitvoeren van de concentraties binnen de LEZ met de concentraties binnen een sterk vergelijkbare stedelijke omgeving waar er geen LEZ ingevoerd is. Zo zou de impact van het weer en van de autonome vernieuwing van het wagenpark in Vlaanderen op de concentraties ingeschat kunnen worden en zou een netto-effect van de LEZ berekend kunnen worden. Maar verkeersgerichte metingen in andere steden zijn beperkt en ook daar zijn vaak maatregelen of initiatieven met een impact op de luchtkwaliteit. Het evaluatierapport LEZ¹ heeft ook aangetoond dat de invoering van een LEZ heeft geleid tot een versnelde vergroening van het wagenpark, zowel binnen de LEZ als in de rest van Vlaanderen.

De **NO₂**-concentraties zijn op de meetplaatsen in de LEZ tussen 20 % en 35 % gedaald tussen 2016 en 2021. Voor de overige meetstations in Vlaanderen (de 9 meetstations in de Antwerpse agglomeratie niet meegerekend) zien we in 2021 t.o.v. 2016 een daling tussen 13 % en 40 %.

De waargenomen relatieve NO₂-dalingen in de LEZ liggen binnen de range die we elders in Vlaanderen waarnemen. Er zijn geen eenduidige aanwijzingen dat de LEZ een extra lokale daling van de NO₂-concentraties heeft teweeggebracht.

De concentraties **zwarte koolstof** zijn op de meetplaatsen in de LEZ tussen 37 % en 56 % gedaald tussen 2016 en 2021. Voor de overige meetstations in Vlaanderen (de 8 meetstations in de Antwerpse agglomeratie niet meegerekend) zien we in 2021 t.o.v. 2016 een relatieve daling tussen 27 % en 51 %.

Wanneer we dalingen van de concentraties zwarte koolstof bekijken zien we dat de concentraties op de verkeersgerichte meetplaats aan de Plantin en Moretuslei (R802) en ook op de achtergrondmeetlocaties in en aan de rand van de LEZ globaal meer dalen dan elders. De LEZ heeft er dus voor gezorgd dat de concentraties zwarte koolstof lokaal extra daalden.

Deze resultaten komen overeen met de verwachtingen. De huidige beperkingen van de LEZ focussen vooral op het terugdringen van de uitstoot van roetdeeltjes. Het terugdringen van stikstofdeeltjes wordt belangrijker vanaf de volgende verstrenging in 2026. Misschien zien we nadien ook voor NO₂ een netto-effect van de LEZ.

¹ Departement Omgeving & Vlaamse Milieumaatschappij (2020), Impact van de lage-emissiezones op het wagenpark, de luchtkwaliteit en sociaal kwetsbare groepen, Eindrapport – november 2020, <https://www.vmm.be/nieuws/archief/milieu-en-sociale-impact-van-lage-emissiezones>

INHOUD

Samenvatting.....	3
1 Inleiding.....	16
2 Het meetnet	17
3 Stikstofoxiden.....	21
3.1 Emissie van stikstofoxiden (uitgedrukt als stikstofdioxide) (NO_x (NO_2)).....	21
3.2 NO_2 -concentraties	23
3.2.1 Metingen automatisch meetnet	23
3.2.2 Invloed van de coronamaatregelen op de concentraties	25
3.2.3 Passieve samplers	28
3.2.4 ATMO-Street model	31
3.2.5 Toetsing aan de grenswaarden	33
3.2.6 Pollutierozen	35
3.3 NO -concentraties	38
3.3.1 Metingen automatisch meetnet	38
3.3.2 Pollutierozen	40
4 Fijn stof	44
4.1 Emissie van PM_{10}	44
4.2 PM_{10} -concentraties	46
4.2.1 Metingen automatisch meetnet	46
4.2.2 ATMO-Street model	49
4.2.3 Toetsing aan de grenswaarden	51
4.2.4 Pollutierozen	53
4.3 Emissie van $\text{PM}_{2,5}$	57
4.4 $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties.....	59
4.4.1 Metingen automatisch meetnet	59
4.4.2 ATMO-Street model	61
4.4.3 Toetsing aan de grenswaarden	63
4.4.4 Chemische samenstelling van $\text{PM}_{2,5}$	64
4.4.5 Pollutierozen	65
4.5 Emissies van elementair koolstof.....	68
4.6 Concentraties zwarte koolstof	70
4.6.1 Metingen automatisch meetnet	70
4.6.2 ATMO-Street model	73
4.6.3 Toetsing aan de regelgeving	74
4.6.4 Pollutierozen	75
4.7 Ultrafijn stof (UFP)	78
4.7.1 Metingen automatisch meetnet	78

Tabel 1 : Overzicht van de automatische meetplaatsen en gemeten pollutanten in de Antwerpse agglomeratie in 2021.....	18
Tabel 2 : Overzicht van de NO ₂ -meetplaatsen passieve samplers in 2021	19
Tabel 3: NO ₂ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021 (µg/m ³)	24
Tabel 4: Aantal dagen met een concentratie > 25 µg/m ³ NO ₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011-2021.....	33
Tabel 5: Aantal uren met een concentratie > 200 µg/m ³ NO ₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011-2021.....	34
Tabel 6: Overzicht van het aantal uren met een concentratie > 200 µg/m ³ NO ₂ in 2021	34
Tabel 7: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021 (µg/m ³)	38
Tabel 8: PM ₁₀ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021 (µg/m ³)	47
Tabel 9: Aantal dagen met PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011-2021	51
Tabel 10: Aantal dagen met PM ₁₀ -concentratie > 45 µg/m ³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011-2021.....	52
Tabel 11: PM _{2,5} -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021 (µg/m ³)	59
Tabel 12: Aantal dagen met PM _{2,5} -concentratie > 15 µg/m ³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011-2021.....	63
Tabel 13: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021 (µg/m ³)	71
Tabel 14: Datum van ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen	80
Tabel 15: Absolute en relatieve bijdrage van houtverbranding (BC _{wb}) aan de totale hoeveelheid zwarte koolstof (BC) en aan PM ₁₀ , voor het volledig jaar en opgesplitst in zomer en winter, 2021	85
Tabel 16: Overzicht van de stofmeetplaatsen op Linkeroever in het kader van PFAS.....	100
Tabel 17: Aantal dagen met overschrijding van de waarschuwingsdrempel uit stofactieplan-Zwijndrecht (mrt-apr 2022)	101
Tabel 18: Aantal dagen met overschrijding van de actiedrempel uit stofactieplan-Zwijndrecht (mrt-apr 2022).....	101
Tabel 19 : Absolute en relatieve verschil in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2021 ten opzichte van 2016/2020 voor NO ₂ (µg/m ³)	110
Tabel 20 : Absolute en relatieve verschil in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2021 ten opzichte van 2016/2020 voor zwarte koolstof (µg/m ³).....	111
Tabel 21: Relatieve en absolute dalingen van de NO ₂ -concentraties in Antwerpen en in de rest van Vlaanderen	112

11

Figuur 1: Ligging van de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie eind 2021 en afbakening van de zone Antwerpse agglomeratie	20
Figuur 2: Aandeel van de sectoren in de NO _x (NO ₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2020	22
Figuur 3: Trend van de NO _x (NO ₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie, 2005-2020	22
Figuur 4: NO ₂ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021	24
Figuur 5: Verloop van de NO ₂ -dagwaarden in 2021	25
Figuur 6: Evolutie van de filezwaarte, voortschrijdend jaargemiddelde (kilometeruren per werkdag)	26
Figuur 7: Vergelijking van de verkeersprestaties (voertuigkilometers) op de Vlaamse snelwegen in 2019-2021	27
Figuur 8: Indicatieve NO ₂ -jaargemiddelden met passieve samplers in Antwerpen voor 2017-2021 (µg/m ³).29	
Figuur 9: Ligging en resultaten van de passieve samplers in Antwerpen, 2021	30
Figuur 10: Gemodelleerd NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2021	32
Figuur 11: Pollutierozen voor NO ₂ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2021 (µg/m ³): klassieke roos (links) en zeroeroos (rechts)	36
Figuur 12: Pollutierozen NO ₂ voor de meetplaatsen van de Antwerpse agglomeratie in 2021	37
Figuur 13: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021	39
Figuur 14: Verloop van de NO-dagwaarden in 2021	40
Figuur 15: Pollutierozen voor NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2021 (µg/m ³): klassieke roos (links) en zeroeroos (rechts)	42
Figuur 16: Pollutierozen NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2021	43
Figuur 17: Aandeel van de sectoren in de primaire PM ₁₀ -emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2020 ...	45
Figuur 18: Trend van primaire PM ₁₀ - emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie, 2005 – 2020	45
Figuur 19: PM ₁₀ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021	47
Figuur 20: Verloop van de PM ₁₀ -dagwaarden in 2021	48
Figuur 21: Gemodelleerd PM ₁₀ -jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2021	50
Figuur 22: Aantal dagen met een PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ (EU) op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021	52
Figuur 23: Aantal dagen met een PM ₁₀ -concentratie > 45 µg/m ³ (WGO) op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021	53
Figuur 24: Pollutierozen voor PM ₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2021 (µg/m ³): klassieke roos (links) en zeroeroos (rechts)	55
Figuur 25: Pollutierozen PM ₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2021	56
Figuur 26: Aandeel van de sectoren in de emissies primair PM _{2,5} in de Antwerpse agglomeratie in 2020	58

13

1 INLEIDING

In dit rapport bespreken we de luchtconcentraties en emissies van een aantal pollutanten in de Antwerpse agglomeratie. We toetsen de concentraties van 2021 aan de Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Ook de trend wordt besproken.

De emissiegegevens in dit rapport werden verzameld door de Emissie-inventaris Lucht van de VMM op basis van door de bedrijven gerapporteerde emissies in het Integraal Milieujaarsverslag en door modelberekeningen. Meer uitleg over de methodiek van de emissie-inventaris vind je in bijlage 4. De meest recente data die momenteel beschikbaar zijn, zijn de emissiecijfers voor het jaar 2020.

Afbakening luchtkwaliteitszone Antwerpse agglomeratie

De emissiegegevens hebben betrekking op de zone Antwerpse agglomeratie zoals afgebakend voor de beoordeling van de luchtkwaliteit in het kader van de richtlijn 2008/50/EG.

Met de agglomeratie Antwerpen (luchtkwaliteitszone BEF02A) worden volgende districten bedoeld: Antwerpen (min 6 sectoren die tot de zone Antwerpse haven behoren), Berchem, Borgerhout, Deurne, Ekeren, Merksem en Wilrijk. Het district Berendrecht-Zandvliet-Lillo wordt niet weerhouden door zijn industriële karakter. Dit district valt volledig in de zone Antwerpse haven². Het district Hoboken valt volledig binnen de zone Antwerpse agglomeratie. Een uitzondering hierop wordt gemaakt bij de afbakening van de zones voor de zware metalen. Hierbij wordt de wijk Moretusburg in Hoboken³ als een aparte zone gedefinieerd.

De speciale beschermingszones die in VLAREM II (artikel 1.1.2) rond Antwerpen gedefinieerd werden, namelijk Antwerpen, Borsbeek, Edegem, Mortsel, Schoten, Wijnegem en Wommelgem werden toegevoegd aan de zone Antwerpse agglomeratie. Zwijndrecht werd door het industriële karakter toegevoegd aan de zone Antwerpse haven.

De afbakening van de zone Antwerpse agglomeratie wordt verder in het rapport getoond in Figuur 1.

² De meest recente resultaten van de meetposten in de Antwerpse haven vind je in het jaarrapport over de Antwerpse haven op de VMM-website: <https://www.vmm.be/lucht/publicaties-lucht>

³ <https://www.vmm.be/lucht/evolutie-luchtkwaliteit/beleidsplannen/hoboken/saneringsplan-hoboken>

2 HET MEETNET

In het kader van het invoeren van de lage-emissiezone (LEZ) werden op vier nieuwe plaatsen in Antwerpen metingen opgestart in de periode 2015-2016:

- Park spoor Noord (R803)
- Antwerpen-Ring (R804), ter hoogte van het op- en afrittencomplex Borgerhout richting Nederland
- Antwerpen-Belgiëlei (R805)
- Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817)

De meetplaats R804 werd in november 2016 opgestart, de andere waren al in 2015 operationeel. De LEZ werd ingevoerd vanaf 1 februari 2017.

De meetresultaten van deze meetplaatsen rapporteren we samen met de meetresultaten van de overige vaste meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie:

- Hoboken (HB23)
- Antwerpen-Linkeroever (AL01)
- Antwerpen-Luchtbal (M802)
- Borgerhout-achtergrond (R801)
- Borgerhout-straatkant (R802)
- Antwerpen-Van Maerlantstraat (R806)
- Schoten (R811)
- Antwerpen-Burchtse Weel (R818)

De meetplaats Burchtse Weel is eind 2017 opgericht in samenwerking met Lantis naar aanleiding van de Oosterweelwerken op Linkeroever.

M802 ligt strikt genomen in de zone Antwerpse haven, maar wordt ook hier mee besproken.

Voor de berekening van de pollutierozen gebruikten we de meteorologische metingen van de KMI-meetplaats in Stabroek (SA06).

We bespreken in dit rapport uitgebreid de polluenten:

- stikstofoxiden (NO_2 en NO)
- PM_{10}
- $\text{PM}_{2,5}$
- zwarte koolstof (BC)
- ultrafijnstof (UFP)

Eind 2021-begin 2022 werden er 4 extra meetplaatsen (ZD01, ZD08, AL09, AL10) voor fijn stof opgericht op Linkeroever naar aanleiding van de PFAS-problematiek rond het bedrijf 3M en de grondwerken in kader van de Oosterweelverbinding. De resultaten hiervan worden kort besproken in hoofdstuk 5.

De specificaties over o.a. het meetprincipe en de meetonzekerheid staan in bijlage 1.

Tabel 1 geeft een overzicht van de automatische meetplaatsen en de parameters die gemeten worden. Naast de code vermelden we ook het adres, het type meetstation en de Lambertcoördinaten van de meetplaats.

Tabel 1 : Overzicht van de automatische meetplaatsen en gemeten pollutanten in de Antwerpse agglomeratie in 2021

Meetplaats		Adres	Classificatie meetplaats (IPR) ⁴	Lamb X	Lamb Y	PM ₁₀	PM _{2,5}	Zwarte koolstof	UFP	NO ₂	NO
Code	Naam										
AL01	Antwerpen-Linkeroever	Wandeldijk, Antwerpen	voorstedelijk-industrieel	150865	214046	✓	✓	✓	-	✓	✓
HB23	Hoboken	Curiestraat, Antwerpen (Hoboken)	voorstedelijk-industrieel	148054	206698	✓	✓	-	-	-	-
M802	Antwerpen-Luchtbal	Havanastraat, Antwerpen	voorstedelijk-industrieel	153884	216790	✓	✓	✓	-	✓	✓
R801	Borgerhout-achtergrond	Plantin en Moretuslei, Antwerpen (Borgerhout)	stedelijk-achtergrond	154407	211080	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R802	Borgerhout- straatkant	Plantin en Moretuslei, Antwerpen (Borgerhout)	stedelijk-verkeer	154396	211055	✓	✓	✓	-	✓	✓
R803	Antwerpen-Park spoor Noord	Viséstraat, Antwerpen	stedelijk-achtergrond	154172	213191	✓	✓	✓	-	✓	✓
R804*	Antwerpen-Ring	Ring - Afrit Borgerhout	stedelijk- nvt	155119	210695	✓	✓	✓	-	✓	✓
R805	Antwerpen- Belgiëlei	Belgiëlei, Antwerpen	stedelijk-verkeer	153689	210922	✓	✓	✓	-	✓	✓
R806	Antwerpen-Van Maerlantstraat	Van Maerlantstraat, Antwerpen	stedelijk-verkeer	153408	212595	-	-	-	-	✓	✓
R811	Schoten	Lodewijk Weijtenstraat, Schoten	voorstedelijk-achtergrond	158560	215807	✓	✓	-	-	✓	✓
R817	Antwerpen-Groenenborgerlaan	Groenenborgerlaan, Antwerpen	voorstedelijk-achtergrond	153441	207467	✓	✓	✓	-	✓	✓
R818*	Antwerpen-Burchtse Weel	Burchtse Weel, Antwerpen	voorstedelijk-achtergrond	148723	211364	✓	✓	✓	-	✓	✓
ZD01	Zwijndrecht, Binnenplein	Binnenplein, Zwijndrecht	voorstedelijk-achtergrond	147007	211728	✓ ¹	✓ ¹	-	-	-	-
ZD08	Zwijndrecht, Neerstraat	Neerstraat, Zwijndrecht	voorstedelijk-achtergrond	147399	213042	✓ ²	✓ ²	-	-	-	-

¹: metingen opgestart op 01/10/2021

²: metingen opgestart op 05/10/2021

*: De concentraties op deze meetplaats worden niet aan Europa gerapporteerd.

R804: De reden is dat deze meetplaats op een locatie ligt die minder representatief is voor de menselijke blootstelling (zie macrocriteria voor een meetplaats in Bijlage III van EU-richtlijn 2008/50/EG).

R818: De reden is dat deze meetplaats tijdelijk in functie van de infrastructuurwerken op Linkeroever is opgericht.

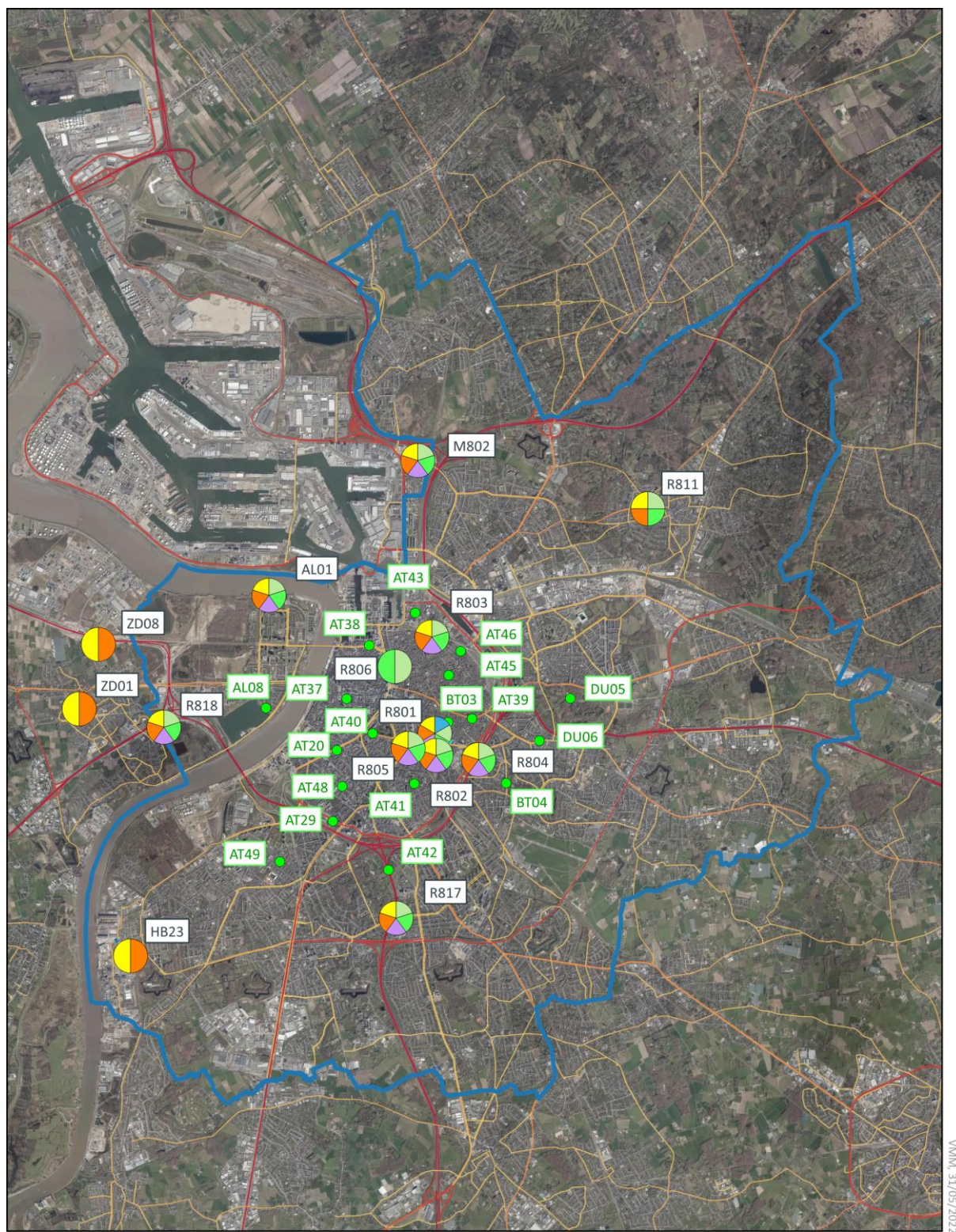
⁴ Leidraad (2013) bij de IPR-richtlijn 2011/850/EU

De resultaten van de metingen met passieve samplers staan in paragraaf 3.2.3.

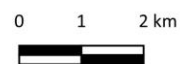
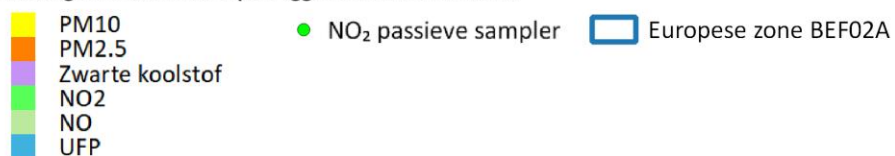
Meetplaats Code	Naam	Adres	Lamb X	Lamb Y
AL08	Antwerpen-Galgenweellaan	Galgenweellaan, Antwerpen	150793	211755
AT20	Antwerpen-Amerikalei	Amerikalei, Antwerpen	152235	210896
AT29	Antwerpen-Desguinlei	Desguinlei, Antwerpen	152153	209450
AT37	Antwerpen-Steenhouwersvest	Steenhouwersvest, Antwerpen	152434	211942
AT38	Antwerpen-Tunnelplaats	Tunnelplaats, Antwerpen	152894	213029
AT39	Antwerpen-Turnhoutsebaan	Turnhoutsebaan, Antwerpen	154981	211538
AT40	Antwerpen-Rubenslei	Rubenslei, Antwerpen	152962	211238
AT41	Antwerpen-Paradeplein	Paradeplein, Antwerpen	153808	210214
AT42*	Antwerpen-Floralienlaan	Floralienlaan, Antwerpen	153284	208459
AT43	Antwerpen-Viaduct-Dam	Viaduct-Dam, Antwerpen	153827	213693
AT45	Antwerpen-Lange Beeldekenstraat	Lange Beeldekenstraat, Antwerpen	154509	212422
AT46	Antwerpen-Pothoekstraat	Pothoekstraat, Antwerpen	154751	212912
AT47	Antwerpen-Osystaat	Osystaat, Antwerpen	153463	212421
AT48	Antwerpen-Haantjeslei	Haantjeslei, Antwerpen	152343	210160
AT49	Antwerpen-Wittestraat	Wittestraat, Antwerpen	151077	208626
BT03	Borgerhout-Sergeyselsstraat	Sergeyselsstraat, Borgerhout	154496	211466
BT04	Borgerhout-Karel De Preterlei	Karel De Preterlei, Borgerhout	155675	210225
DU05	Deurne-Rivierenhof	Rivierenhof/Parkweg DE, Deurne	156979	211950
DU06	Deurne-Herentalsebaan	Herentalsebaan, Deurne	156350	211089

Figuur 1 toont de ligging van de automatische meetplaatsen (Tabel 1) en van de locaties met passieve samplers (Tabel 2).

Figuur 1: Ligging van de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie eind 2021 en afbakening van de zone Antwerpse agglomeratie



Metingen in de Antwerpse agglomeratie eind 2021



3 STIKSTOFOXIDEN

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO_2) en stikstofmonoxide (NO). Ze worden uitgestoten tijdens de verbrandingsprocessen van fossiele brandstoffen (steenkool, petroleumproducten en gas) gebruikt in huishoudelijke verwarming, industriële processen en, de belangrijkste bron, de verbrandingsmotoren van verkeer.

In tegenstelling tot NO is NO_2 een toxisch gas dat irritatie aan de luchtwegen kan veroorzaken. Een kwart⁵ van de jaarlijkse astmagevallen bij kinderen zou komen door NO_2 . Ook voor het milieu is NO_2 schadelijk, omdat het via depositie mee kan leiden tot verzuring en vermisting van bodem en water, met negatieve effecten op ecosystemen en de biodiversiteit. 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 2.

3.1 Emissie van stikstofoxiden (uitgedrukt als stikstofdioxide) (NO_x (NO_2))

De meest recente beschikbare emissie-data voor de Antwerpse agglomeratie gaan over het jaar 2020. Meer informatie over de emissie-inventaris staat in bijlage 5.

Figuur 2 toont het aandeel van de sectoren in de NO_x (NO_2)-emissies in 2020.

- 68 % van de NO_x (NO_2)-emissies in de Antwerpse agglomeratie komt door verkeer. 56 % van de totale emissies komt door wegverkeer. Scheepvaart (exclusief cruiseschepen) was verantwoordelijk voor 9 % van de NO_x -emissies in de Antwerpse agglomeratie.
- Andere relevante sectoren zijn handel en diensten (11 %), industrie (9 %) en huishoudens (8 %, door gebouwenverwarming).

Figuur 3 toont de evolutie van de NO_x (NO_2)-emissies per sector voor de zone Antwerpse agglomeratie.

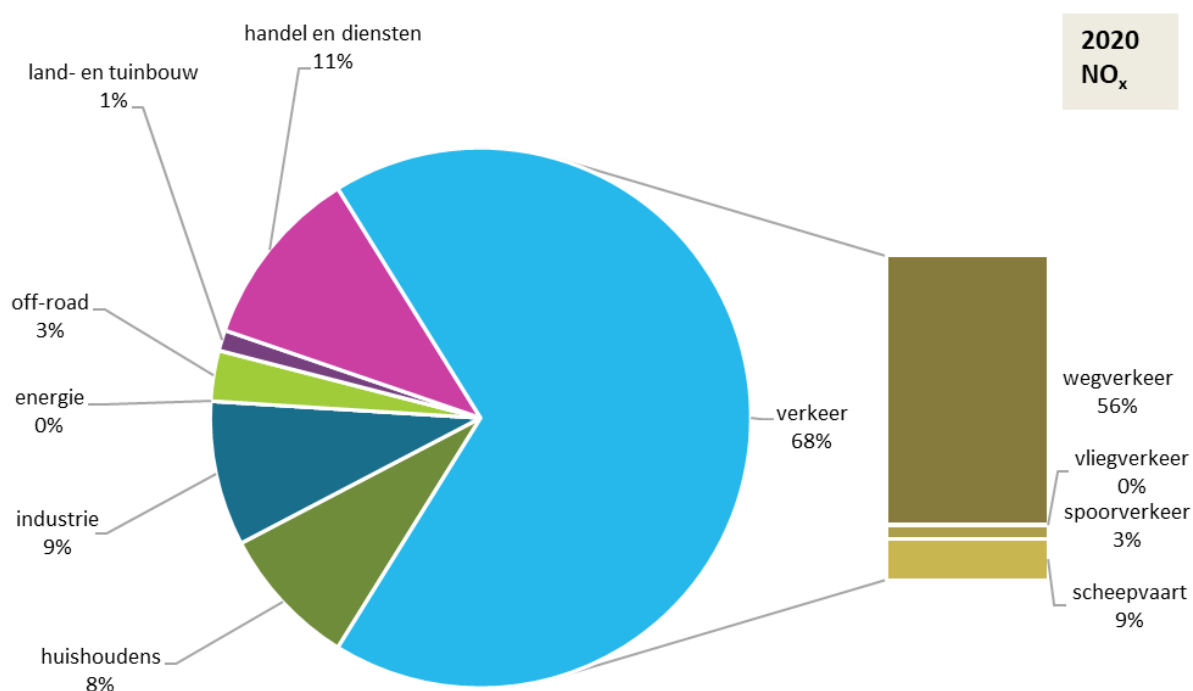
In 2020 bedroeg de NO_x (NO_2)-emissie in de Antwerpse agglomeratie 2971 ton. Dit is 3,3 % van de totale Vlaamse NO_x (NO_2)-uitstoot.

Tussen 2005 en 2020 zijn de NO_x (NO_2)-emissies in de Antwerpse agglomeratie met 60 % gedaald. Deze daling ligt voor 80 % aan dalende emissies van het wegverkeer.

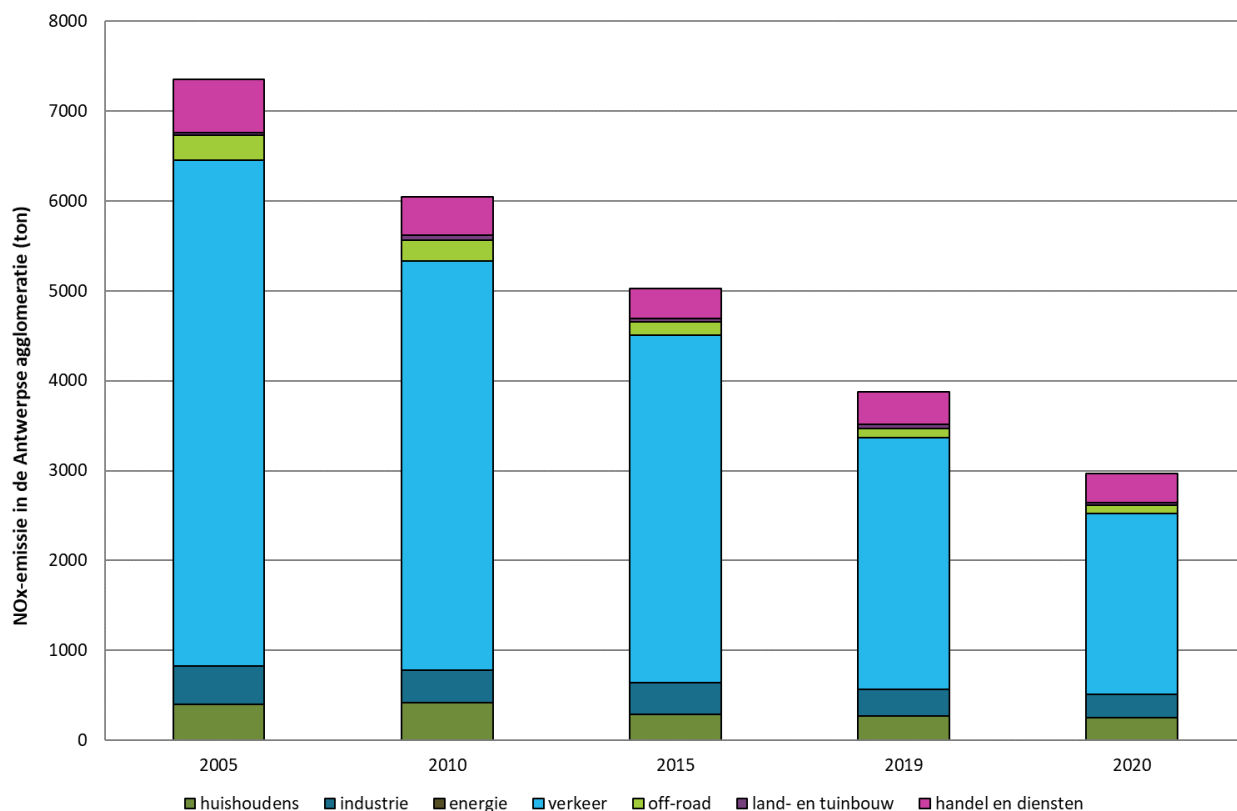
Tussen 2019 en 2020 zijn de NO_x (NO_2)-emissies in de Antwerpse agglomeratie met 23 % gedaald (absoluut 909 ton). Dit is voor 84 % te danken aan minder emissies van het wegverkeer. In 2020 was er door de coronamaatregelen veel minder verkeer.

⁵ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017320184>

Figuur 2: Aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2020



Figuur 3: Trend van de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie, 2005-2020



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Naast directe uitstoot wordt NO₂ ook indirect gevormd door chemische reacties in de atmosfeer. Stikstofoxiden door verbrandingsprocessen komen vooral als NO in de lucht terecht. Enerzijds wordt het weinig toxische NO relatief snel omgezet naar het toxische gas NO₂ door reactie met o.a. ozon (O₃). Anderzijds neemt NO₂ deel aan de fotochemische ozonvorming waarbij O₃ wordt gevormd en NO₂ wordt omgezet tot NO. De chemie van stikstofcomponenten in de atmosfeer is heel complex en de relatie tussen de emissies van NO_x en de gemeten NO₂-concentraties is niet lineair.

In het saneringsplan luchtkwaliteit dat voor Antwerpen werd opgesteld in 2017, werd ingeschat dat:

- ### 3.2 NO₂-concentraties

Tabel 3 toont de jaargemiddelden voor het automatisch meetnet. De verschillen in de concentraties NO₂ zijn sterk gelinkt aan verschillen in verkeersintensiteit. De hoogste NO₂-concentraties worden gemeten op de meetplaats R804 aan de Antwerpse Ring, gevolgd door de meetplaats R802 aan de Plantin en Moretuslei en de meetplaats R805 op de middenberm van de Belgiëlei. De laagste NO₂-concentraties worden gemeten op de achtergrondmeetplaats in Schoten (R811). De meetplaats in Schoten ligt in een voorstedelijke omgeving. Het meetstation ligt wat achterin, naast een gemeentewerf.

Echter in 2021 zien we een stijging in vergelijking met 2020: de gemiddelde stijging is 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oftewel 9 % in de Antwerpse agglomeratie. Dit komt doordat de NO_2 -concentraties in 2020 zeer sterk gedaald waren door het effect van de coronamaatregelen, waardoor er minder uitstoot van verkeer was. In 2021 zien we ook nog een zeker effect van de coronamaatregelen, maar in mindere mate dan in 2020.

De concentraties in 2021 zijn nog steeds lager dan in 2019, het laatste precoronajaar. De concentraties in 2021 lijken weer meer de algemene dalende trend te volgen.

Ook op andere (voor)stedelijke meetplaatsen in Vlaanderen zien we een vergelijkbare stijging in de NO₂-jaargemiddelden van 2020 naar 2021.

Wanneer we de daling over de laatste 10 jaar bekijken (2011-2021), zien we voor de Antwerpse meetplaatsen met een volledige tijdreeks, een sterke daling van zo'n 42-43 %.

Tabel 3: NO₂-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021 (µg/m³)

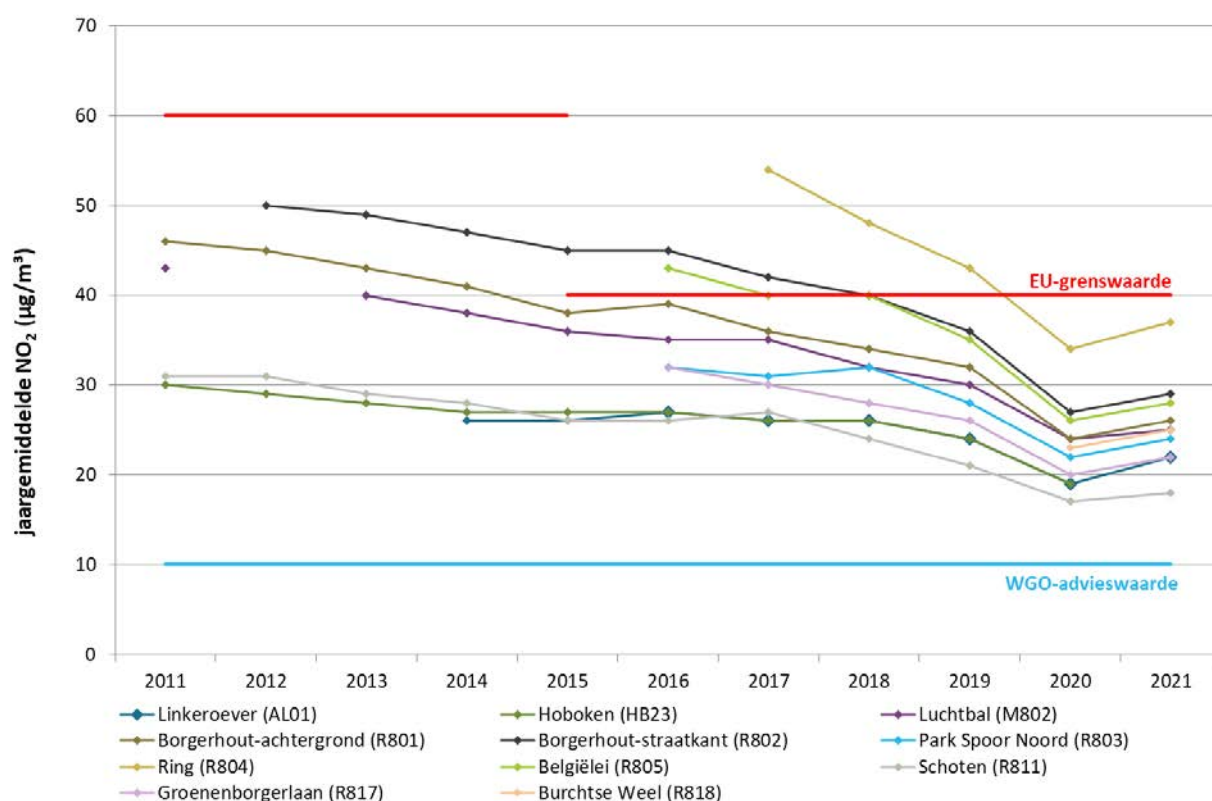
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Linkeroever (AL01)	-	-	-	26	26	27	26	26	24	19	22
Hoboken (HB23)	30	29	28	27	27	27	26	26	24	19	-
Luchtbal (M802)	43	-	40	38	36	35	35	32	30	24	25
Borg-achtergrond (R801)	46	45	43	41	38	39	36	34	32	24	26
Borg-straatkant (R802)	-	50	49	47	45	45	42	40	36	27	29
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	32	31	32	28	22	24
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	54	48	43	34	37
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	43	40	40	35	26	28
Van Maerlantstraat (R806)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schoten (R811)	31	31	29	28	26	26	27	24	21	17	18
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	32	30	28	26	20	22
Burchtse Weel (R818)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	25

Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (10 µg/m³)

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (60 µg/m³ tot en met 2014, 40 µg/m³ vanaf 2015)

*: door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde.

Figuur 4: NO₂-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021



De bovenste figuur groepeerde de verkeersgerichte meetstations. Op de meetplaats in de Van Maerlantstraat (R806), waar er een toestel vlakbij de stoeprand staat, worden hoge concentraties gemeten.

The figure consists of three vertically stacked line graphs, each showing the daily average NO₂ concentration (NO₂-dagwaarden) in µg/m³ from January 2021 to January 2022. The y-axis for all graphs ranges from 0 to 100 µg/m³. The x-axis shows dates from 1/01/21 to 1/12/21.

- Top Graph (verkeersgericht):** Shows data for four locations: R802 (black), R804 (yellow), R805 (green), and R806 (orange). These locations generally show higher NO₂ concentrations, with peaks often exceeding 60 µg/m³.
- Middle Graph ((voor)stedelijk):** Shows data for four locations: R801 (brown), R803 (teal), R811 (grey), and R817 (purple). These locations show moderate NO₂ concentrations, typically between 10 and 50 µg/m³.
- Bottom Graph (overige):** Shows data for three locations: AL01 (dark blue), M802 (dark purple), and R818 (light orange). These locations show lower NO₂ concentrations, generally below 40 µg/m³.

Om de verspreiding van het COVID-19-virus tegen te gaan, kondigde de Belgische overheid gedurende bepaalde maanden in 2020 nationale maatregelen af. Niet-essentiële winkels moesten sluiten en ook niet-essentiële verplaatsingen werden verboden. Thuiswerk was in bepaalde maanden verplicht en in andere maanden sterk aanbevolen. Hierdoor daalde het verkeer drastisch, zeker tijdens de eerste, strengste periode met maatregelen die tot midden mei duurden. Maar ook in de overige maanden in

Luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie – jaarrapport 2021

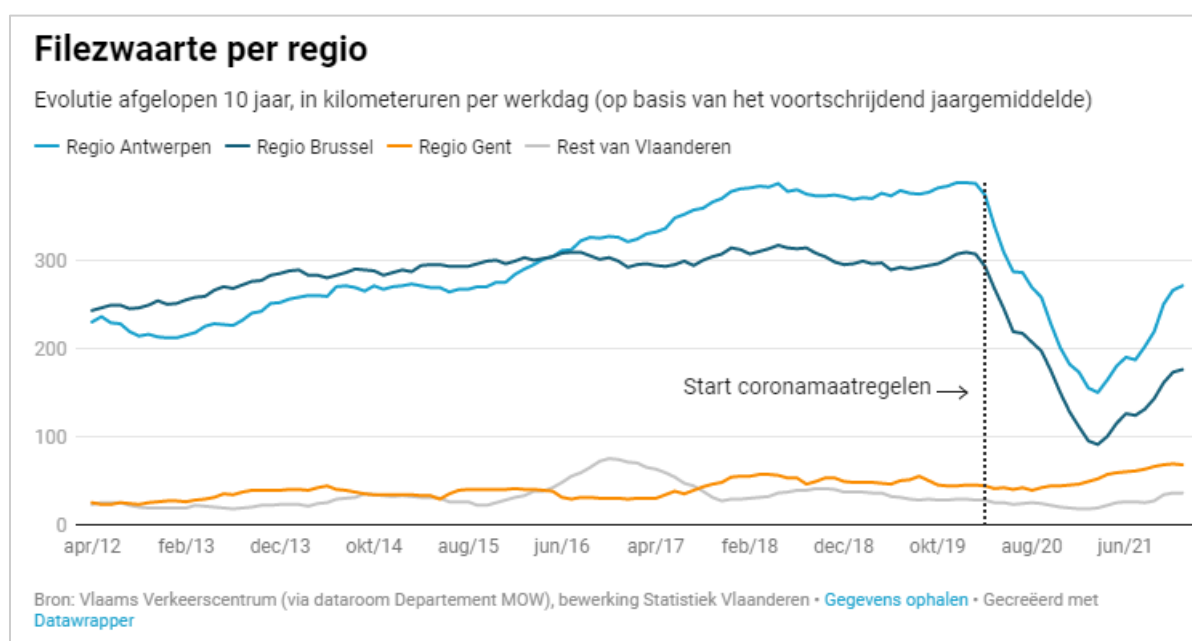
2020 was er duidelijk minder verkeer, vooral in het najaar tijdens de tweede, iets minder strenge lockdown vanaf midden oktober 2020.

In 2021 was er nog altijd veel virus in omloop, maar waren minder strenge maatregelen qua verplaatsingen van kracht, hoewel thuiswerken een belangrijke pijler bleef in de bestrijding van het virus.

Figuur 6 toont de evolutie van de filezwaarte van april 2012 tot december 2021. De filezwaarte geeft aan wat de gemiddelde omvang is van de files en combineert filelengte met fileduur. De filezwaarte is de voorbije jaren blijven stijgen, met een piek in mei 2018. In de daaropvolgende periode was er een beperkte daling, gevolgd door een zeer sterke daling in 2020. In april 2021 steeg het jaargemiddelde van de filezwaarte voor het eerst sinds het begin van de coronacrisis opnieuw. Eind 2021 was de filezwaarte nog altijd lager dan voor de coronacrisis.

De meeste en langste files doen zich voor in de regio's Antwerpen en Brussel. In de regio Antwerpen nam de filezwaarte tot begin 2020 sneller toe dan in en rond Brussel. De sterke daling in filezwaarte vanaf maart 2020 was veel groter in de regio's Antwerpen en Brussel dan elders. In dezelfde regio's is vanaf april 2021 ook weer de grootste stijging te zien.

Figuur 6: Evolutie van de filezwaarte, voortschrijdend jaargemiddelde (kilometeruren per werkdag)



Figuur 7 geeft het dagelijks aantal afgelegde voertuigkilometers (de 'verkeersprestatie') weer op de Vlaamse snelwegen voor de jaren 2019-2021.

De impact van de coronacrisis liet zich sterk voelen op de Vlaamse snelwegen, vooral in het voorjaar van 2020 en in het najaar van 2020. Maar ook in 2021 lag het aantal voertuigkilometers van de niet-vrachtwagens op de Vlaamse snelwegen nog altijd een stuk lager dan het niveau van voor de coronacrisis (jaar 2019).

The chart displays the monthly vehicle kilometers traveled (Vtgkm) in millions for three categories: 2019 non-freight vehicles, 2020 non-freight vehicles, and 2021 non-freight vehicles (solid lines), and 2019 freight vehicles, 2020 freight vehicles, and 2021 freight vehicles (dotted lines). The Y-axis represents the number of millions of vehicle kilometers per day (Vtgkm), ranging from 0 to 60. The X-axis represents the months from January to December.

The non-freight vehicle travel (solid lines) shows a significant dip in April 2020, reaching approximately 17 million Vtgkm, followed by a recovery to around 50 million Vtgkm by June 2020. The 2020 non-freight vehicle travel (orange solid line) shows a sharp decline in April 2020, reaching approximately 17 million Vtgkm, followed by a recovery to around 50 million Vtgkm by June 2020. The 2021 non-freight vehicle travel (grey solid line) shows a steady increase from January to September, peaking at approximately 51 million Vtgkm, followed by a decline to around 42 million Vtgkm in December 2021. The 2019 non-freight vehicle travel (blue solid line) shows a steady increase from January to September, peaking at approximately 54 million Vtgkm, followed by a decline to around 49 million Vtgkm in December 2021.

The freight vehicle travel (dotted lines) remains relatively stable throughout the period, with values ranging from approximately 7 to 10 million Vtgkm. The 2020 freight vehicle travel (orange dotted line) shows a slight dip in April 2020, reaching approximately 7 million Vtgkm, followed by a recovery to around 9 million Vtgkm by June 2020. The 2021 freight vehicle travel (grey dotted line) shows a steady increase from January to September, peaking at approximately 10 million Vtgkm, followed by a decline to around 8 million Vtgkm in December 2021. The 2019 freight vehicle travel (blue dotted line) shows a steady increase from January to September, peaking at approximately 10 million Vtgkm, followed by a decline to around 8 million Vtgkm in December 2021.

Month	2019- niet-vrachtwagens	2020- niet-vrachtwagens	2021- niet-vrachtwagens	2019- vrachtwagens	2020- vrachtwagens	2021- vrachtwagens
jan	48	49	36	9	9	9
feb	51	50	38	9	9	9
mrt	52	33	39	9	8	9
apr	54	17	40	9	7	9
mei	52	29	42	9	8	9
jun	54	43	47	9	9	10
jul	52	47	48	9	9	9
aug	55	46	51	9	8	9
sep	54	47	51	9	9	10
okt	54	42	50	9	9	10
nov	51	34	46	9	9	9
dec	49	36	42	8	8	8

Beide figuren maken duidelijk dat ook in 2021 (weliswaar in mindere mate dan in 2020) het verkeer werd beïnvloed door de coronamaatregelen en er hierdoor minder verkeer was en dus ook minder uitstoot van wegverkeer.

3.2.3 Passive samplers

Naast de metingen met automatische monitoren meet de VMM sinds 2017 ook NO₂ met passieve samplers in Antwerpen. In 2021 waren er 19 meetplaatsen (zie Tabel 2). De meetplaatsen bevinden zich op verschillende types locaties, onder meer in *street canyons*, langs drukke invalswegen en op achtergrondlocaties. De samplers werden telkens in duplo opgehangen gedurende periodes van 2 weken. Een volledig jaar bestaat dus uit 26 meetperiodes.

De automatische monitoren meten volgens de Europese referentiemethode. Passieve samplers niet, maar ze worden wel gekalibreerd ten opzichte van deze referentiemethode. De jaargemiddelden bekomen met passieve samplers voldoen aan de Europese criteria voor 'indicatieve metingen'. We spreken daarom van 'indicatieve jaargemiddelden'.

Met passieve samplers kunnen we metingen uitvoeren op plaatsen waar er geen ruimte is voor een vast meetstation, zoals in *street canyons*. De resultaten van de passieve samplers dienen ook om de modelresultaten te valideren en te verbeteren.

De meetplaats aan de Floraliënlaan (AT42) ligt vlakbij de tunnelmond van de Craeybeckxtunnel en zonder onmiddellijke bewoning in de buurt, waardoor deze locatie als minder representatief voor de menselijke blootstelling wordt beschouwd. Daarom wordt het resultaat van deze meetlocatie niet aan de Europese grenswaarden getoetst en niet aan Europa gerapporteerd.

In 2020 waren de concentraties sterk gedaald door het effect van de coronamaatregelen (minder verkeer), in 2021 was er weer meer verkeer en stegen de concentraties terug naar een meer normaal niveau. Gemiddeld stegen in 2021 de samplermetingen in Antwerpen met $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ of 7 % in vergelijking met 2020. Ter vergelijking: in Gent zagen we een gelijkaardige stijging van $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wat overeenkomt met 8 %.

De stijging van de NO₂-concentraties bij de Antwerpse locaties met de samplers ligt in dezelfde lijn als de stijging die op de meetplaatsen met automatische monitoren werd opgetekend.

Op alle individuele meetplaatsen (behalve AT45- Lange Beeldekenstraat) zien we in 2021 een stijging ten opzichte van 2020. De Lange Beeldekenstraat was in 2021 gedeeltelijk afgesloten voor verkeer door nutswerken, wat de daling kan verklaren.

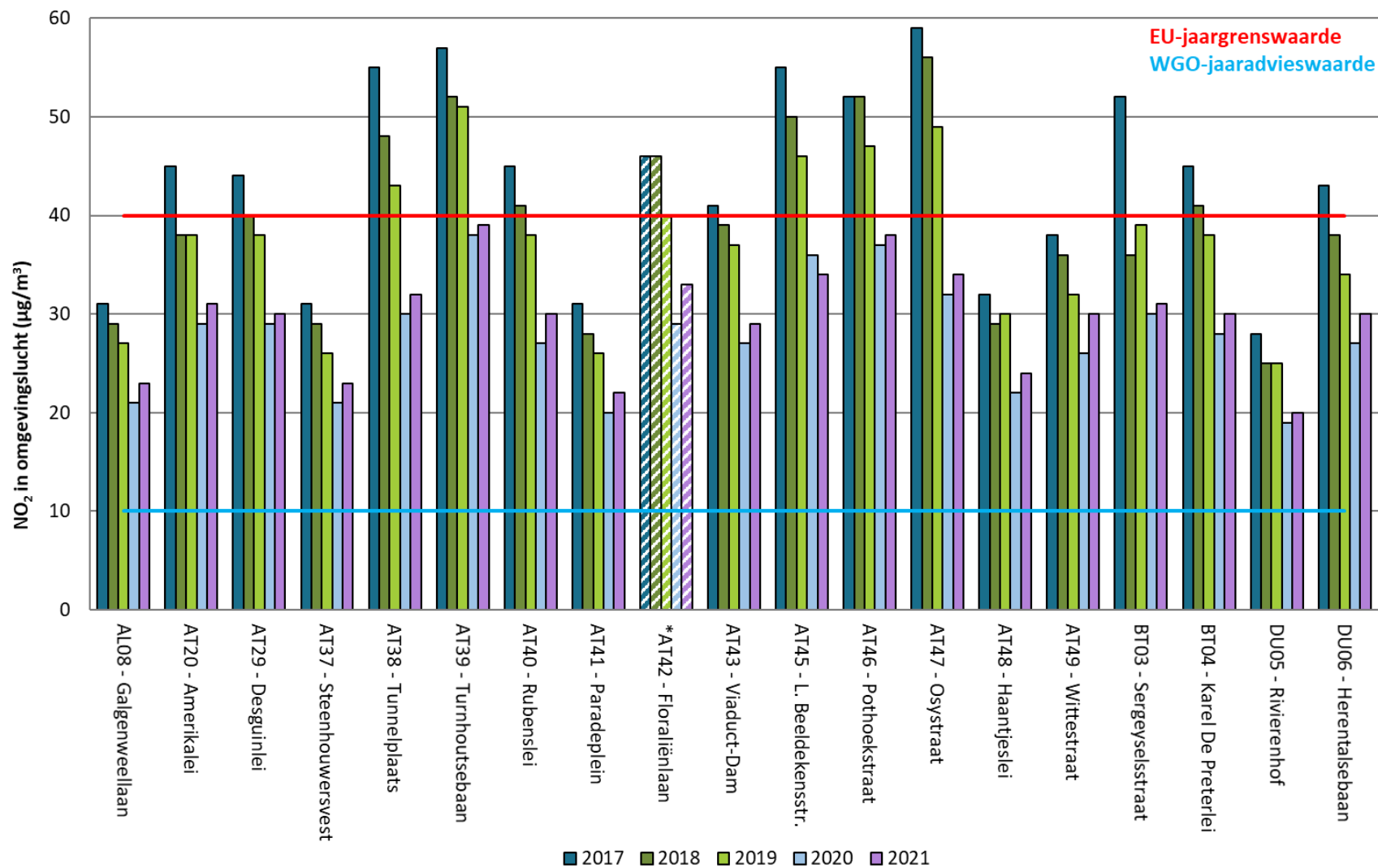
De grootste stijging (absoluut +4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, relatief +16 %) zagen we op de meetplaats aan de Wittestraat (AT49).

Het hoogste indicatieve jaargemiddelde was 39 µg/m³ in 2021 en werd gemeten aan de Turnhoutsebaan (AT39), een drukke invalsweg in Antwerpen.

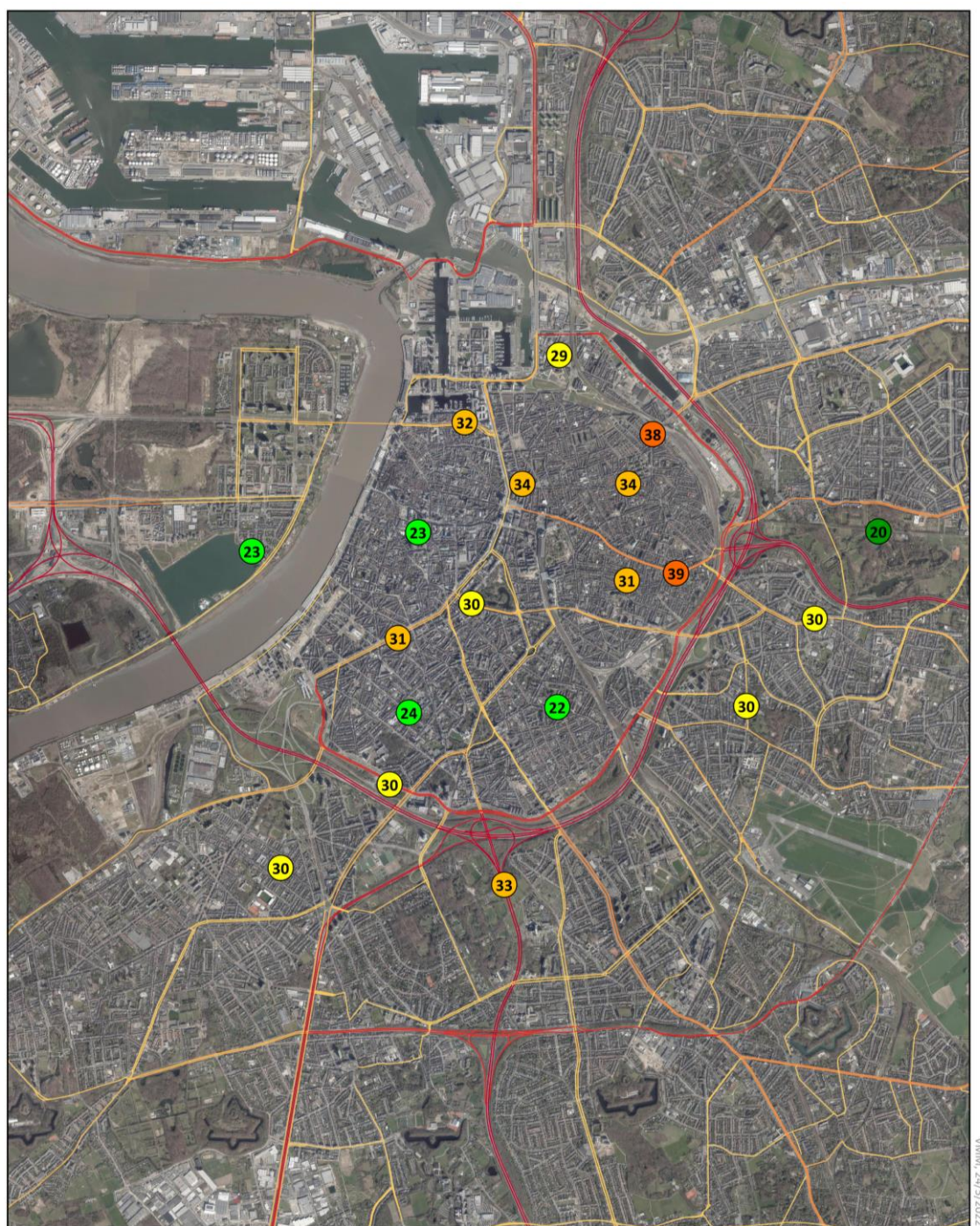
Figuur 8 toont de gekalibreerde, indicatieve jaargemiddelden voor de 19 meetplaatsen in Antwerpen voor de periode 2017-2021.

Figuur 9 toont de ligging en de resultaten van de meetlocaties van de samplers in Antwerpen.

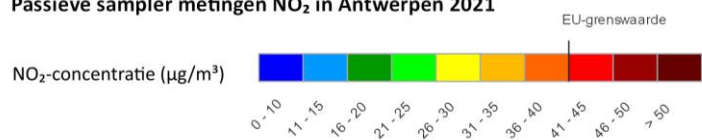
Figuur 8: Indicatieve NO₂-jaargemiddelden met passieve samplers in Antwerpen voor 2017-2021 (µg/m³)



Figuur 9: Ligging en resultaten van de passieve samplers in Antwerpen, 2021



Passieve sampler metingen NO₂ in Antwerpen 2021



• getal in bol = jaargemiddelde NO₂-concentratie



3.2.4 ATMO-Street model

Op plaatsen waar de VMM niet beschikt over meetresultaten 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.

Het ATMO-Street-model toont een simulatie van de jaargemiddelden in 2021. Hiervoor gebruikt het model:

- 1) gegevens over het **wagenpark** (bv. vlootsamenstelling, verdeling over de EURO-normen, ...). Voor deze modelkaart werd de vlootsamenstelling gebruikt afkomstig van de stad Antwerpen van de LEZ-zone (o.b.v. de ANPR-gegevens).
- 2) **(verkeers)emissiegegevens** voor 2021 afkomstig van een nieuw propagatiemodel voor verkeerstellingen. Als input voor ATMO-Street, werkten we dit jaar voor het eerst met verkeersemissies afgeleid van mobiliteitsdata uit het nieuwe propagatiemodel **FLOMOVIA**. De belangrijkste verschillen met vorige jaren zijn:
 - We gebruiken jaarlijks een zeer gedetailleerd nieuw verkeersnetwerk gebaseerd op de OpenStreetMap kaart van 1 januari, wijzigingen in het verkeersnetwerk na 1 januari zijn pas het volgend jaar zichtbaar. Dus de gekende situatie op 1 januari 2022 is gebruikt voor berekening van de emissies in 2021.
 - Alle beschikbare verkeerstellingen worden gebruikt: structurele tellingen op de snelwegen (Vlaams verkeerscentrum), tijdelijke structurele telcampagnes (Afdeling Wegen en Verkeer) en lokale verkeerstellingen van het burgerwetenschapsproject Telraam.
 - Voor de snelheden van voertuigen maakten we voor het eerst gebruik van *floating car data*, die geven een realistische inschatting van werkelijke snelheden. Zo worden ook structurele vertragingen indirect meegenomen.

Het gebruik van FLOMOVIA leidt op sommige locaties tot een andere spreiding van het verkeer in vergelijking met vorige jaren.

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

- De impact van nieuwe verkeerssituaties is niet altijd onmiddellijk zichtbaar.
- 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. Modelvalidatie gebeurt door te vergelijken met meetresultaten. In het algemeen geeft het model een lichte onderschatting in vergelijking met de metingen.

Meer uitleg over de methodiek van de modellering vind je in bijlage 4.

Figuur 10 toont de gemodelleerde NO₂-jaargemiddelden in de Antwerpse agglomeratie voor 2021, naast de gemeten jaargemiddelden met de monitoren en de passieve samplers. De hoogste concentraties worden gemodelleerd langs de Antwerpse Ring en langs de belangrijkste verkeersassen van de binnenstad. Ook de tunnelmonden zijn zichtbaar.

[illegible]

2021

Brasschaat

Melle

Zwijndrecht

Melsele

Burcht

Hoboken

Willebroek

Edegem

Mortsel

AT01

AT38

AT43

R803

AT46

R806

AT45

AT47

AT37

AT40

AT20

R805

R802

AT41

AT48

AT29

AT49

AT42

R817

BT03

AT39

BT04

DU05

DU06

R811

0 1 2 km

NO₂-jaargemiddelde 2021 berekend met ATMO-Street (µg/m³)

WGO-advieswaarde EU-grenswaarde

0 - 10 11 - 15 16 - 20 21 - 25 26 - 30 31 - 35 36 - 40 41 - 45 46 - 50 > 50

Deelgemeentes_agglo — Dokken

o meetplaats (kleur = gemeten waarde)
□ onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

De gemodelleerde waarden kunnen afwijken van de werkelijkheid door onzekerheden in de RIO-interpolatietechniek en emissies en door de kwaliteit van de lokale verkeersstatistiek. Het effect van straat canyons werd in rekening gebracht, tijdelijke verkeerssituaties of het herhaaldelijk opwaaien van stof door verkeer niet.

ATMO-Street v6.4, VMM/IRCEL, 10/11/2022

3.2.5 Toetsing aan de grenswaarden

Een overzicht van de regelgeving voor NO₂ vind je in bijlage 3.

Toetsing van de jaargemiddelden

In 2021 respecteerden alle **automatische** meetplaatsen⁶ de Europese jaargrenswaarde van 40 µg/m³. Dit is al sinds 2018 zo.

Ook bij de indicatieve metingen met **passieve samplers** in Antwerpen noteren we voor het 2^e jaar op rij geen overschrijdingen.

Maar de berekeningen met het **ATMO-Street model** (Figuur 10) tonen aan dat langs snelwegen, langs belangrijke verkeersassen en in *street canyons* nog in beperkte mate overschrijdingen van de jaargrenswaarde kunnen voorkomen.

In 2021 verstregde de WGO haar jaaradvieswaarde voor NO₂ van 40 µg/m³ naar 10 µg/m³. Geen enkele meetplaats (automatische monitoren, passieve samplers) in de Antwerpse agglomeratie voldeed aan deze verstregde advieswaarde.

Toetsing van de dagwaarden

Sinds 2021 heeft de WGO ook een advieswaarde voor daggemiddelden gedefinieerd. Een daggemiddelde van 25 µg/m³ mag maximaal 3 keer per jaar overschreden worden.

Zoals blijkt uit Tabel 4 is dit een zeer ambitieuze advieswaarde die nog nooit in de Antwerpse agglomeratie behaald werd. Dit geldt ook voor de overige Vlaamse meetplaatsen.

Tabel 4: Aantal dagen met een concentratie > 25 µg/m³ NO₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011-2021

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Linkeroever (AL01)	-	-	-	178	155	173	161	161	127	75	110
Hoboken (HB23)	226	203	200	185	179	170	171	172	131	77	-
Luchtbal (M802)	301	258"	255	283	250	255	257	236	218	139	163
Borg-achtergrond (R801)	294	320	285	301	278	294	267	257	212	144	171
Borg-sraatkant (R802)	-	330	316	320	309	324	309	298	265	183	207
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	226	232	226	175	114	144
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	345	327	310	255	266
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	316	302	306	273	172	187
Van Maerlantstraat (R806)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133"	253"
Schoten (R811)	223	221	196	196	171	167	173	130	103	61	74
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	230	212	187	143	83	106
Burchtse Weel (R818)	-	-	-	-	-	-	-	-	185	141	150

Blauw: overschrijdingen van de WGO- advieswaarde (3 dagen > 25 µg/m³ toegelaten per jaar)

*: Door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde

": Dit meetstation heeft minder dan de vereiste 90% gegevensvastlegging voor dit jaar

⁶ Op de automatische meetplaats in de Van Maerlantstraat (R806), die vlak naast de rijweg ligt, maten we in 2021 een gemiddelde van 46 µg/m³. Door technische problemen heeft dit toestel slechts 72% data, wat volgens Europa te weinig is om te toetsen aan de regelgeving.

Toetsing van de uurwaarden

De Europese regelgeving laat 18 uren met een concentratie hoger dan 200 µg/m³ NO₂ toe. De WGO laat geen enkel uur met een concentratie hoger dan 200 µg/m³ toe.

Alleen de meetplaatsen van het automatische meetnet kunnen aan de regelgeving voor uurgemiddelden getoetst worden omwille van de meetperiode. Tabel 5 toont het verloop van het aantal uren met een gemiddelde concentratie hoger dan 200 µg/m³ op de verschillende meetplaatsen voor de periode 2011-2021.

De afgelopen 10 jaar werd de Europese uurgrenswaarde op alle Antwerpse meetplaatsen gerespecteerd. De WGO-advieswaarde werd nog wel in meerdere jaren overschreden.

Tabel 5: Aantal uren met een concentratie > 200 µg/m³ NO₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011-2021

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Linkeroever (AL01)	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Hoboken (HB23)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Luchtbal (M802)	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Borg-achtergrond (R801)	1	6	0	4	2	0	0	0	0	0	0
Borg-straatkant (R802)	-	6	4	5	2	1	0	0	0	0	0
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	1	0	0	0	0	0
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
Van Maerlantstraat (R806)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2"	2"
Schoten (R811)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
Burchtse Weel (R818)	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0

Blauw: overschrijdingen van de WGO- advieswaarde (0 uren > 200 µg/m³ toegelaten per jaar)

Rood: overschrijding van de EU-grenswaarde (18 uren > 200 µg/m³ toegelaten per jaar)

*: Door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde.

": Dit meetstation heeft minder dan de vereiste 90% gegevensvastlegging voor dit jaar.

In 2021 noteerden we op de meetplaats aan de Van Maerlantstraat (R806) twee keer een uurgemiddelde boven 200 µg/m³. De WGO-advieswaarde werd op deze locatie dus overschreden.

Tabel 6: Overzicht van het aantal uren met een concentratie > 200 µg/m³ NO₂ in 2021

Locatie	datum	uurgemiddelde
Van Maerlantstraat (R806)	02/03/2021	272 µg/m ³
	30/03/2021	221 µg/m ³

3.2.6 Pollutierozen

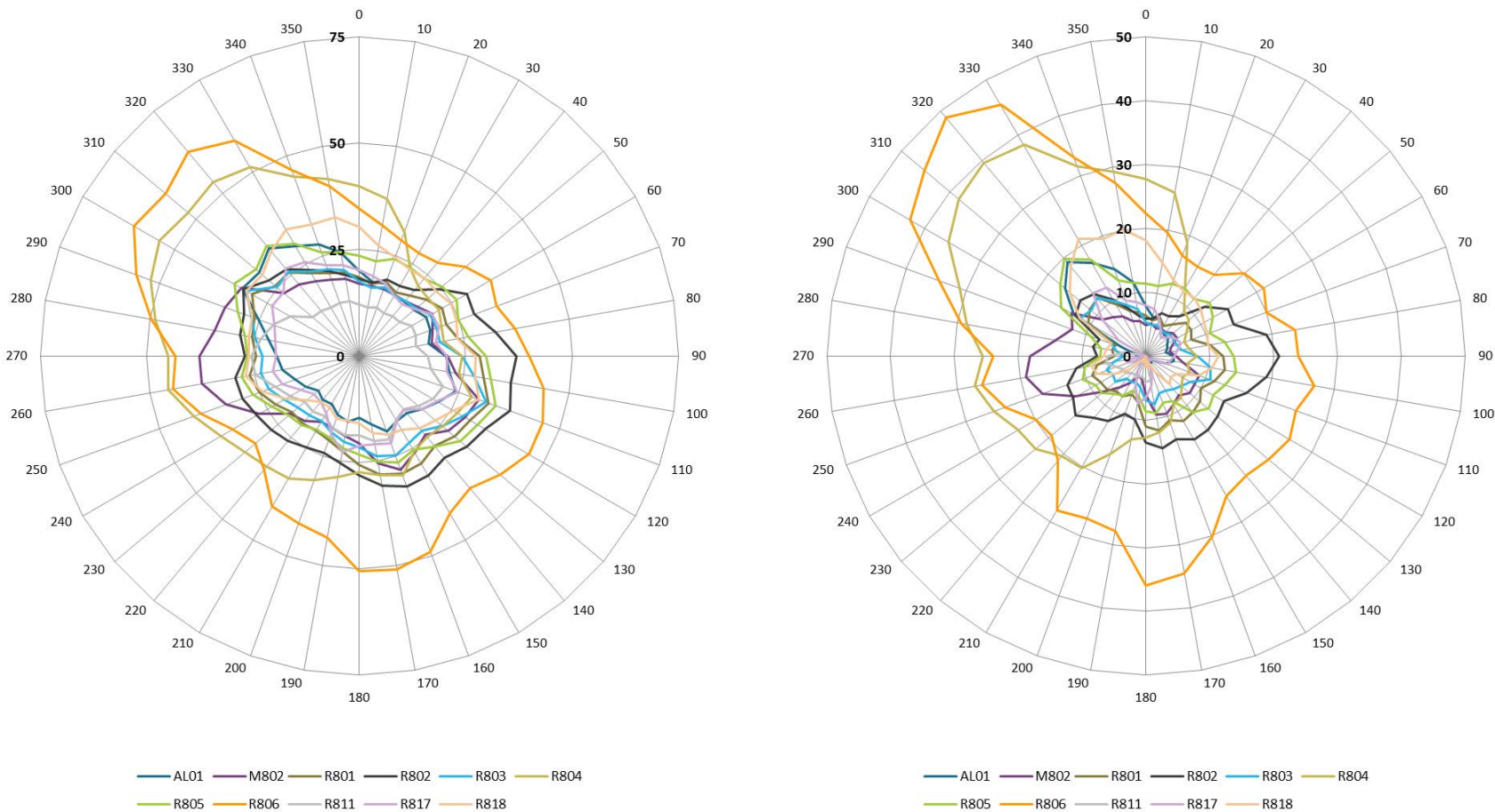
Figuur 11 geeft de pollutierozen voor NO₂ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Links wordt een klassieke pollutieroos getoond, rechts een zeropollutieroos waarbij de achtergrondconcentratie er werd uitgefilterd. Een algemene uitleg over de methodiek van (zero)pollutierozen staat in bijlage 4.

- **AL01:** Op de meetplaats Linkeroever zien we een verhoging uit het noordwesten, uit de richting van de Antwerpse haven.
- **M802:** Op de meetplaats aan de Luchtbal zien we een verhoging uit het westen. Ten westen van deze meetplaats ligt de Noorderlaan. In deze richting zijn ook parkeerplaatsen. Verder westwaarts ligt de Antwerpse haven.
- **R801/R802:** Op de meetplaatsen aan de Plantin en Moretuslei valt vooral de verhoging van noordoosten tot zuiden op, en dan ook vooral op de meetplaats aan de straatkant (R802). Het meetstation Borgerhout-straatkant ligt op 7,5 m en het meetstation Borgerhout-achtergrond op 30 m ten noorden van de straatkant. De concentraties in het meetstation het dichtst bij de straatkant zijn altijd hoger, uitgezonderd bij noordelijke wind, waar de concentraties van R801 en R802 samenvallen. We meten op deze locaties niet alleen de invloed van de Plantin en Moretuslei (ten zuiden van de meetplaatsen), maar ook de invloed van de Montensstraat in oostelijke richting. Beide meetstations liggen op dezelfde afstand van de Montensstraat. Het feit dat de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) bij wind vanuit oostelijke richting meer is afgeschermd van de Montensstraat door een hoog gebouw is waarschijnlijk de verklaring van de lagere concentraties bij oostelijke wind in vergelijking met het station aan de straatkant (R802).
- **R803:** Op de meetplaats in Park Spoor Noord zien we weinig lokale invloed.
- **R804:** Op de meetplaats aan de Ring zien we een grote invloed van het verkeer op de autostrade bij wind vanuit het zuidwesten tot het noorden.
- **R805:** De meetplaats Belgiëlei ligt op de middenberm van de Belgiëlei. Vooral bij wind uit noordwestelijke, maar ook bij noordoostelijke tot zuidoostelijke richting meet dit meetstation hogere concentraties ten opzichte van de overige meetlocaties.
- **R806:** Op de meetplaats aan de Van Maerlantstraat zien we verhoogde concentraties en een grote lokale invloed uit alle richtingen, vooral uit noordwestelijke en zuidelijke richting. De meetplaats bevindt zich op het voetpad, vlak langs de straatkant. Voor deze meetplaats waren in 2021 slechts 72% uurwaarden beschikbaar om de pollutieroos te maken.
- **R811:** Op de meetplaats in Schoten worden uit alle richtingen lage concentraties gemeten, behalve een kleine lokale verhoging uit het westen.
- **R817:** Op de meetplaats aan de Groenenborgerlaan zien we weinig lokale invloed.
- **R818:** Op de meetplaats aan de Burchtse Weel is er een duidelijke verhoging vanuit het noordwesten tot het noorden. Deze verhoging is afkomstig van de nabijgelegen E17 en de werken aan de Oosterweelverbinding.

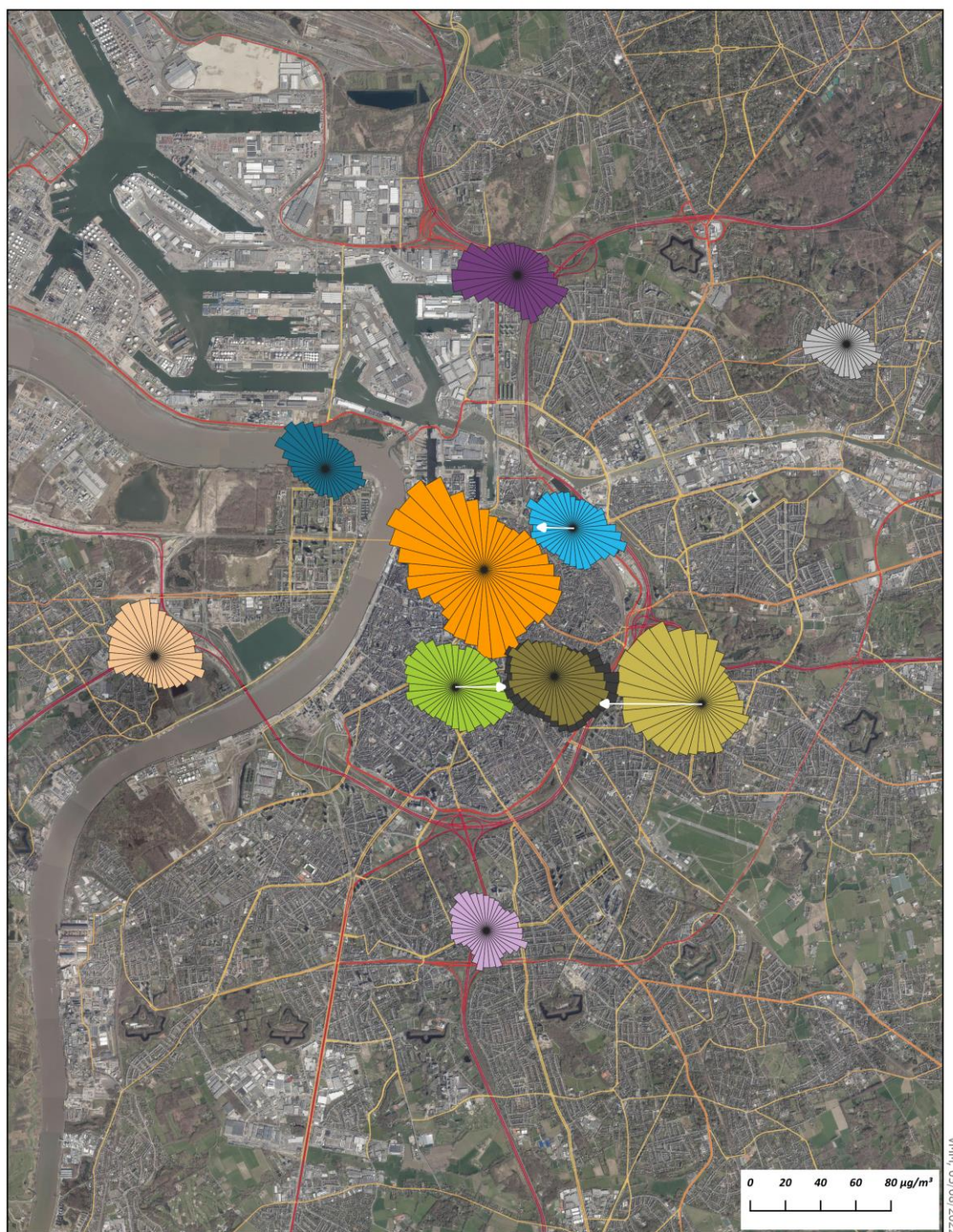
Figuur 12 toont de NO₂-pollutierozen voor 2021 op de kaart.



Figuur 11: Pollutierozen voor NO₂ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2021 (µg/m³): klassieke roos (links) en zeroeroos (rechts)



Figuur 12: Pollutierozen NO₂ voor de meetplaatsen van de Antwerpse agglomeratie in 2021



Pollutierozen NO₂ op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie 2021



3.3 NO-concentraties

3.3.1 Metingen automatisch meetnet

Tabel 7 geeft de NO-jaargemiddelden voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Net zoals voor NO₂, worden de hoogste NO-concentraties gemeten op de sterk door verkeer beïnvloede meetplaatsen, met als maximum de meetplaats aan de Ring (R804). De laagste concentraties worden gemeten op de achtergrondmeetplaatsen in Linkeroever (AL01) en Schoten (R811).

De meting in de Van Maerlantstraat (R806) werd opgestart midden 2020. In 2021 kampte dit meettoestel met technische problemen waardoor het niet voldoet aan het vereiste percentage data om een jaargemiddelde te berekenen. We kunnen wel een indicatief jaargemiddelde berekenen: 27 µg/m³.

Tabel 7: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021 (µg/m³)

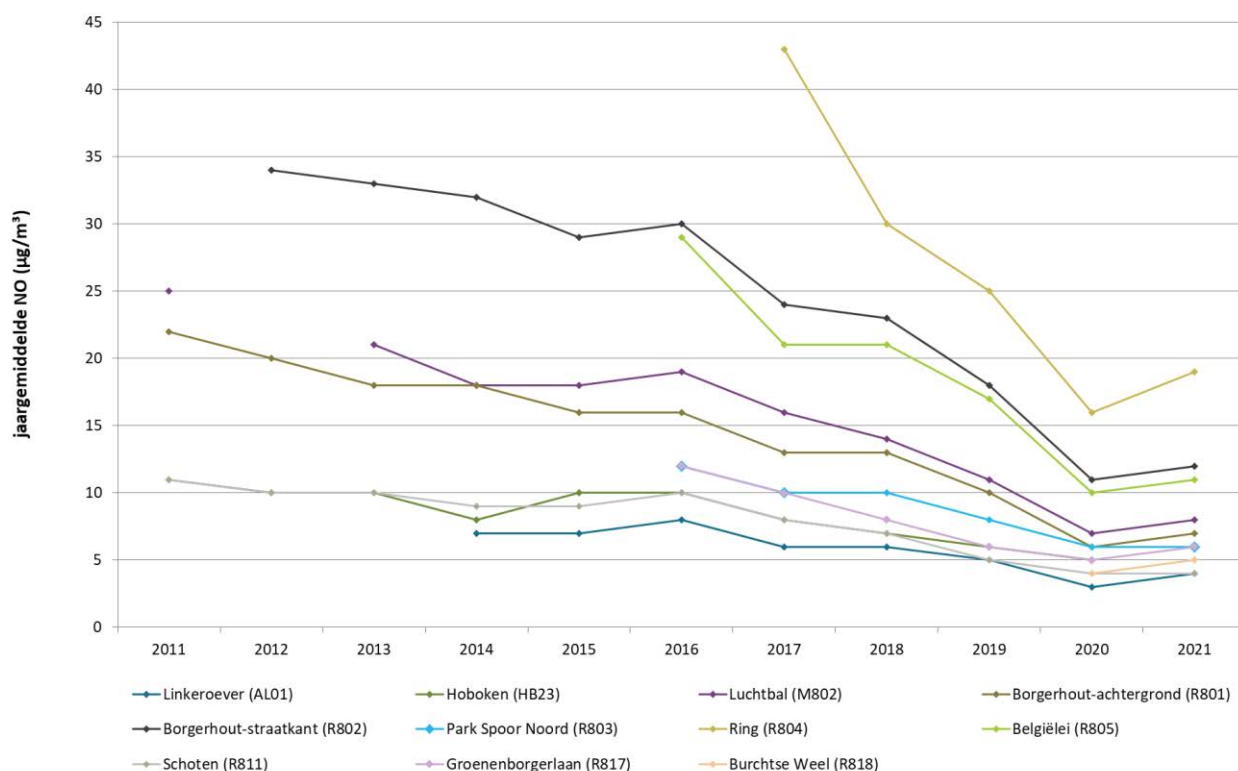
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Linkeroever (AL01)	-	-	-	7	7	8	6	6	5	3	4
Hoboken (HB23)	11	10	10	8	10	10	8	7	6	5	-
Luchtbal (M802)	25	-	21	18	18	19	16	14	11	7	8
Borg-achtergrond (R801)	22	20	18	18	16	16	13	13	10	6	7
Borg-straatkant (R802)	-	34	33	32	29	30	24	23	18	11	12
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	12	10	10	8	6	6
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	43	30	25	16	19
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	29	21	21	17	10	11
Van Maerlantstraat (R806)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schoten (R811)	11	10	10	9	9	10	8	7	5	4	4
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	12	10	8	6	5	6
Burchtse Weel (R818)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5

*: Door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde.

Figuur 13 toont het verloop van de jaargemiddelde NO-concentratie voor de periode 2011 tot 2021. Over de laatste 10 jaar zijn de NO-concentraties op alle Antwerpse meetplaatsen gedaald, vooral op de verkeersgerichte meetplaatsen. In 2020 waren de NO-jaargemiddelden extra gedaald door het effect van de coronamaatregelen. In 2021 zijn de jaargemiddelden op meerdere plaatsen weer licht gestegen ten opzichte van 2020.

De afgelopen 10 jaar noteerden we op de meetplaatsen met een volledige tijdreeks meer dan een halvering van de NO-concentraties (64 % tot 68 %).

Figuur 13: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021

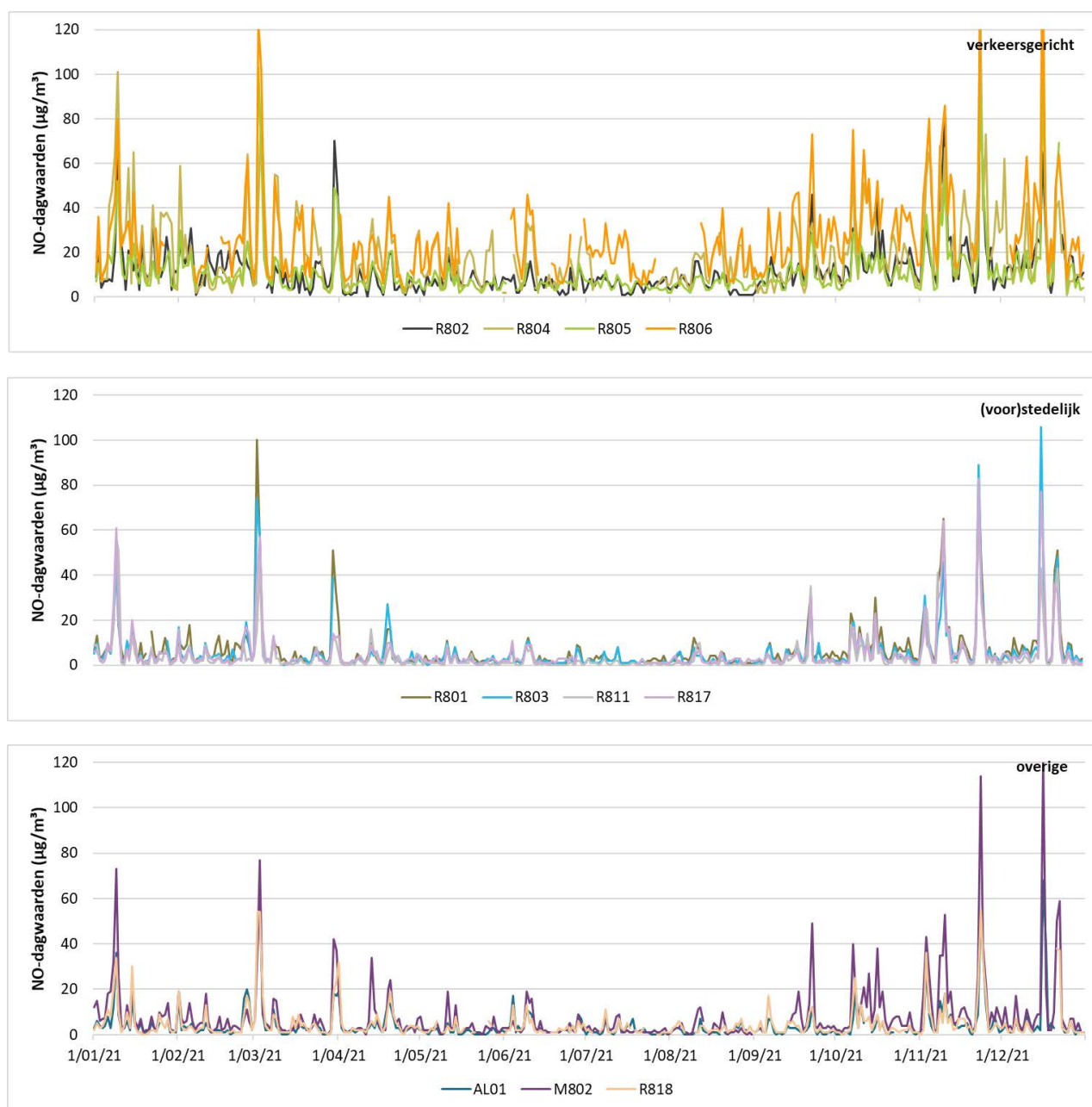


Figuur 14 toont het verloop van de NO-dagwaarden in 2021 per individueel meetstation.

Bij de verkeersgerichte meetplaatsen spant de meetplaats in de Van Maerlantstraat (meettoestel op stoeprand) weer de kroon.

Voor NO zien we een groot verschil tussen perioden met lage concentraties en perioden met piekconcentraties. Deze pieken komen voor in de wintermaanden en op alle meetplaatsen tegelijk. Dit toont aan dat de pieken een gevolg zijn van regionaal verhoogde concentraties, door ongunstige weersomstandigheden (temperatuursinversie, lage windsnelheid, weinig neerslag).

Figuur 14: Verloop van de NO-dagwaarden in 2021



3.3.2 Pollutierozen

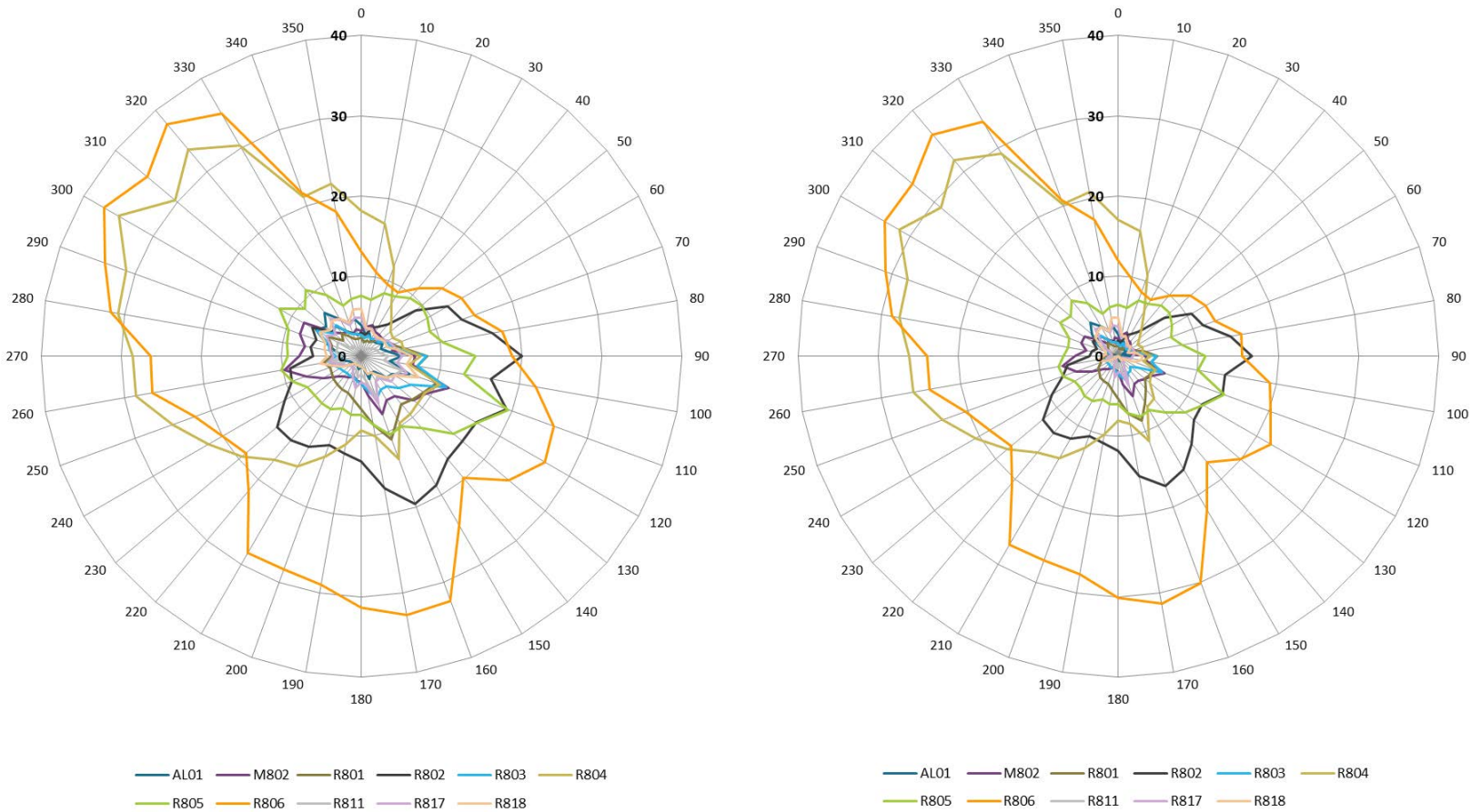
Figuur 15 geeft de (zero)pollutierozen voor NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Een algemene uitleg over de methodiek van pollutierozen staat in bijlage 4.

De vorm van de pollutierozen van NO is verschillend van deze van NO₂. De relatieve verschillen tussen de gemeten concentraties bij verschillende windrichtingen zijn ook groter dan bij NO₂.

Toch zijn de meeste vaststellingen die gemaakt werden bij de bespreking van de NO₂-rozen hier ook geldig.

- [illegible]

Figuur 15: Pollutierozen voor NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): klassieke roos (links) en zeroeroos (rechts)



Luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie – jaarrapport 2021



4 FIJN STOF

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.

PM₁₀ en PM_{2,5} zijn de stofdeeltjes met een diameter respectievelijk kleiner dan 10 µm en 2,5 µm, ultrafijn stof (UFP) de deeltjes kleiner dan 0,1 µm (PM_{0,1}). Zwarte koolstof, een maat voor de roetconcentratie, ontstaat bij onvolledige verbranding van onder meer fossiele brandstoffen.

De aanwezigheid van PM in de omgevingslucht heeft een negatieve invloed op de gezondheid zowel op korte als lange termijn. Onder andere luchtweginfecties, astma, verschillende kankers (niet alleen longkanker) en een verminderde levensverwachting zijn gelinkt met de aanwezigheid van fijn stof. 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.

Meer informatie over de gezondheidseffecten en over de oorsprong en classificatie van fijn stof vind je in bijlage 2.

4.1 Emissie van PM₁₀

De meest recent beschikbare emissiedata zijn deze voor 2020.

Onderstaande figuren geven de cijfers weer van het rechtstreeks uitgestoten, primair PM₁₀-stof.

Figuur 17 toont het aandeel van de sectoren in de emissies van **primair PM₁₀** in 2020.

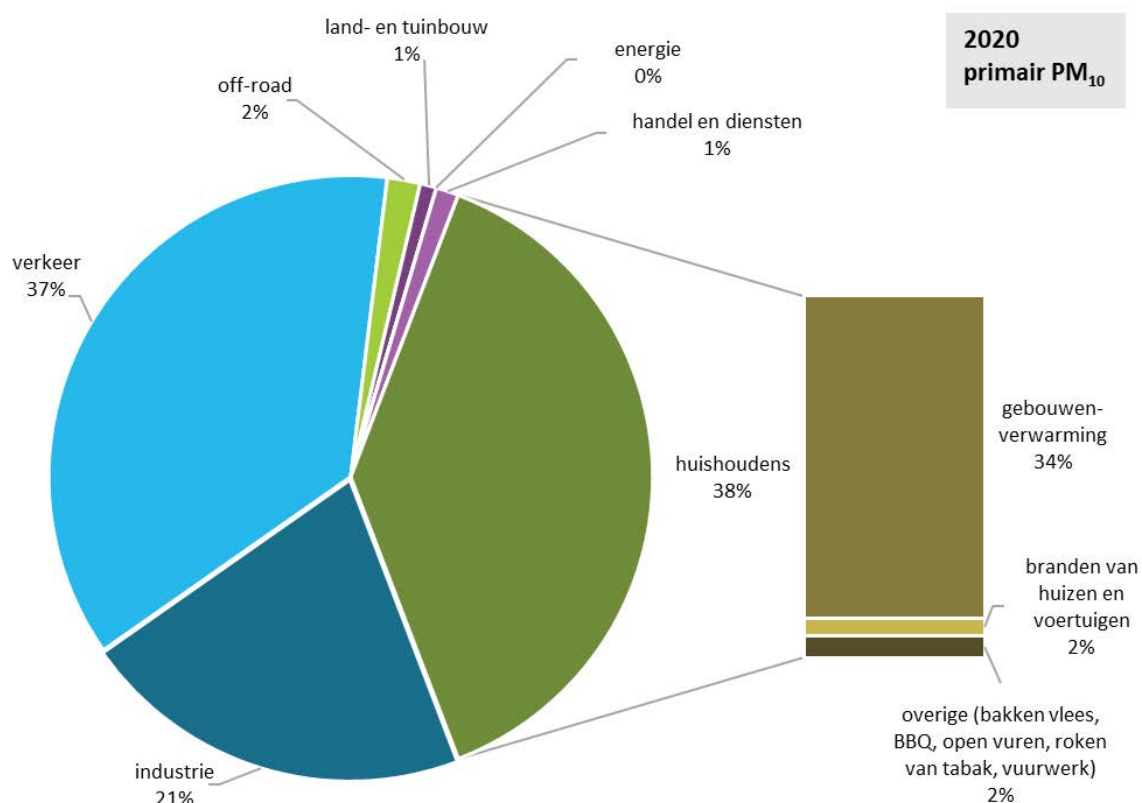
- De sector huishoudens was de belangrijkste bron van primair PM₁₀ in de Antwerpse agglomeratie met 38 %.
 - 34 % van de totale primaire PM₁₀-emissies is toe te wijzen aan de huishoudelijke gebouwenverwarming, vooral door de verbranding van hout in open haarden en kachels.
- Verkeer was de tweede belangrijkste bron van primair PM₁₀ in de Antwerpse agglomeratie met 37 %.
 - 27 % van de totale primaire PM₁₀-emissies komt van het wegverkeer. 80 % hiervan was afkomstig van niet-uitlaatemissies, onder meer door de slijtage van remmen en banden.
 - Spoorverkeer zorgt voor 7 % van de totale primaire PM₁₀-emissies (ook vooral niet-uitlaatemissies) en scheepvaart voor 2 % (enkel uitlaatemissies).

Figuur 18 toont de trend van de rechtstreeks uitgestoten (primaire) PM₁₀-emissies door de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie sinds 2005.

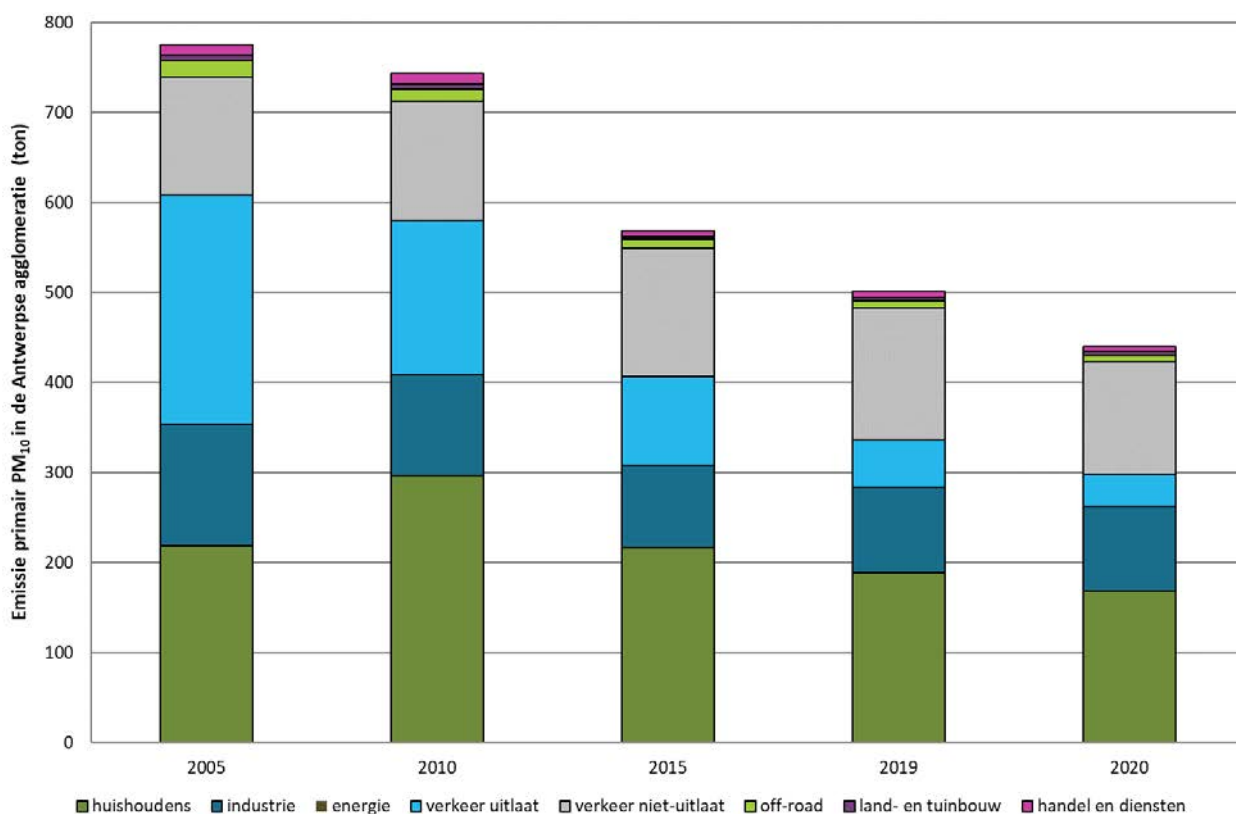
In 2020 stootte de zone Antwerpse agglomeratie 440 ton primair PM₁₀ uit. Dit was 2,9 % van de Vlaamse primaire PM₁₀-emissies dat jaar.

⁷ Bové H. et al. 2019. Ambient black carbon particles reach the fetal side of human placenta. Nature Communications 10:3866.
<https://www.nature.com/articles/s41467-019-11654-3.pdf>

Figuur 17: Aandeel van de sectoren in de primaire PM₁₀-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2020



Figuur 18: Trend van primaire PM₁₀-emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie, 2005 – 2020



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Tussen 2005 en 2020 zijn de emissies van **primaire PM₁₀** in de Antwerpse agglomeratie met 43 % gedaald. Deze daling komt hoofdzakelijk (2/3^e) door minder uitlaatemissies van het wegverkeer door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen.

De emissies door huishoudens fluctueerden in het verleden, afhankelijk van het verbruik van brandhout bij huishoudelijke verwarming, gekoppeld aan strenge winters. De laatste jaren zien we eerder een stagnatie/lichte daling van de emissies door de sector huishoudens.

Deze emissies kunnen in de toekomst weer stijgen doordat meer mensen teruggrijpen naar houtverwarming ten gevolge van de hoge energieprijzen.

Voor het berekenen van bovenstaande verkeersemissies binnen de Antwerpse agglomeratie wordt een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark. Bovenstaande emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van de LEZ. Hierin komt verandering vanaf de rapportering volgend jaar, wanneer er gebruik zal gemaakt worden van het spreidingsmodel FLOMOVIA (meer uitleg zie bijlage 5).

Fijn stof in de atmosfeer bestaat niet alleen uit primaire deeltjes die rechtstreeks worden uitgestoten maar ook uit een **secundaire fractie**. De secundaire fractie bestaat uit deeltjes die in de atmosfeer ontstaan door chemische en fysische reacties van voorlopverbindingen (precursoren). De belangrijkste precursoren zijn ammoniak (NH₃), stikstofoxides (NO_x), zwaveldioxide (SO₂) en verschillende semivluchtige organische verbindingen.

De primaire stofdeeltjes bestaan scheikundig gezien vooral uit anorganische componenten (mineralen), organische koolstofcomponenten en elementair koolstof (roetdeeltjes). Zie ook paragraaf 4.4.4.

Ook emissies van buiten de agglomeratie (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 70 % tot 80 % van het fijn stof afkomstig uit het buitenland en de andere gewesten⁸.

Verkeer is een belangrijke lokale bron van elementair koolstof, organische massa en mineraal stof. Naast deze primaire emissies zorgt verkeer ook nog voor heel wat NO_x-emissies, die zich in de atmosfeer omzetten tot fijn stof in de vorm van nitraatdeeltjes. Dit proces is vrij traag, waardoor dit zal leiden tot een regionale verhoging en niet alleen tot een lokale bijdrage.

4.2 PM₁₀-concentraties

4.2.1 Metingen automatisch meetnet

Tabel 8 toont de jaargemiddelden PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. In 2021 mat de VMM de hoogste PM₁₀-concentraties op de meetplaats op de middenberm van de Belgiëlei, een drukke verkeersas en street canyon.

Figuur 19 geeft de evolutie van de PM₁₀-jaargemiddelden op de verschillende meetplaatsen. Over de periode van 2011 – 2021 zagen we de eerste jaren een duidelijke daling, maar sinds 2016 schommelt het verloop eerder.

⁸ Felix Deutsch en Wouter Lefebvre (VITO), 2018, Referentietoek Lokaal Leefmilieu, Deeltaak Import/export balans

Bij vergelijking van de jaargemiddelden 2021 ten opzichte van 2020, is de trend sterk variabel:

- een status quo op 6 van de 11 Antwerpse meetplaatsen
- een stijging op 4 meetplaatsen
- een daling op 1 meetplaats, namelijk aan de Plantin en Moretuslei (R802)

Ook in de rest van Vlaanderen zagen we deze variatie in 2021 t.o.v. 2020: op 47 % van de meetplaatsen een stijging, op 37 % een status quo en slechts op 16 % een daling.

Op de meetstations met een volledige tijdreeks zien we in de periode 2011-2021 een daling in de PM₁₀-concentraties tussen 19 % en 35 %.

Tabel 8: PM₁₀-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021 (µg/m³)

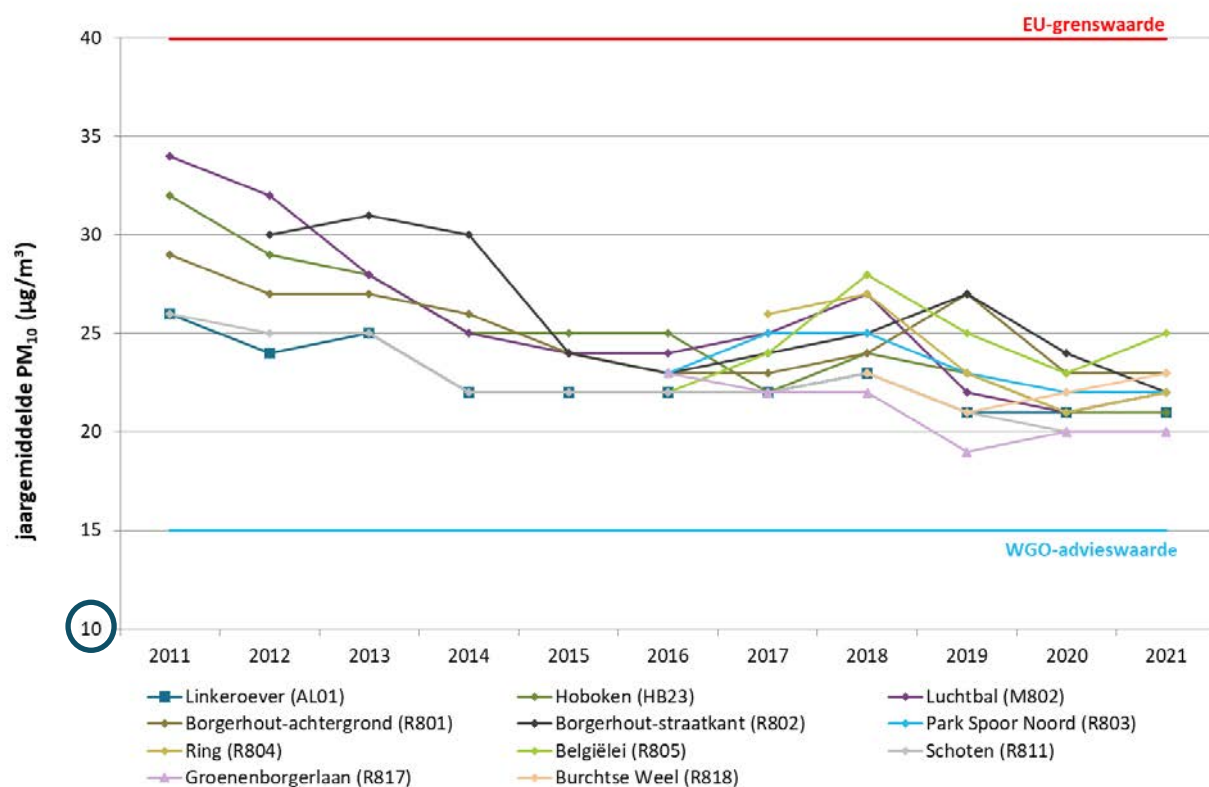
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Linkeroever (AL01)	26	24	25	22	22	22	22	23	21	21	21
Hoboken (HB23)	32	29	28	25	25	25	22	24	23	21	21
Luchtbal (M802)	34	32	28	25	24	24	25	27	22	21	22
Borg-achtergrond (R801)	29	27	27	26	24	23	23	24	27	23	23
Borg-straatkant (R802)	-	30	31	30	24	23	24	25	27	24	22
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	23	25	25	23	22	22
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	26	27	23	21	22
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	22	24	28	25	23	25
Schoten (R811)	26	25	25	22	22	22	22	23	21	20	20
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	23	22	22	19	20	20
Burchtse Weel (R818)	-	-	-	-	-	-	-	23	21	22	23

Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (15 µg/m³)

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (40 µg/m³)

*: Door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde.

Figuur 19: PM₁₀-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021

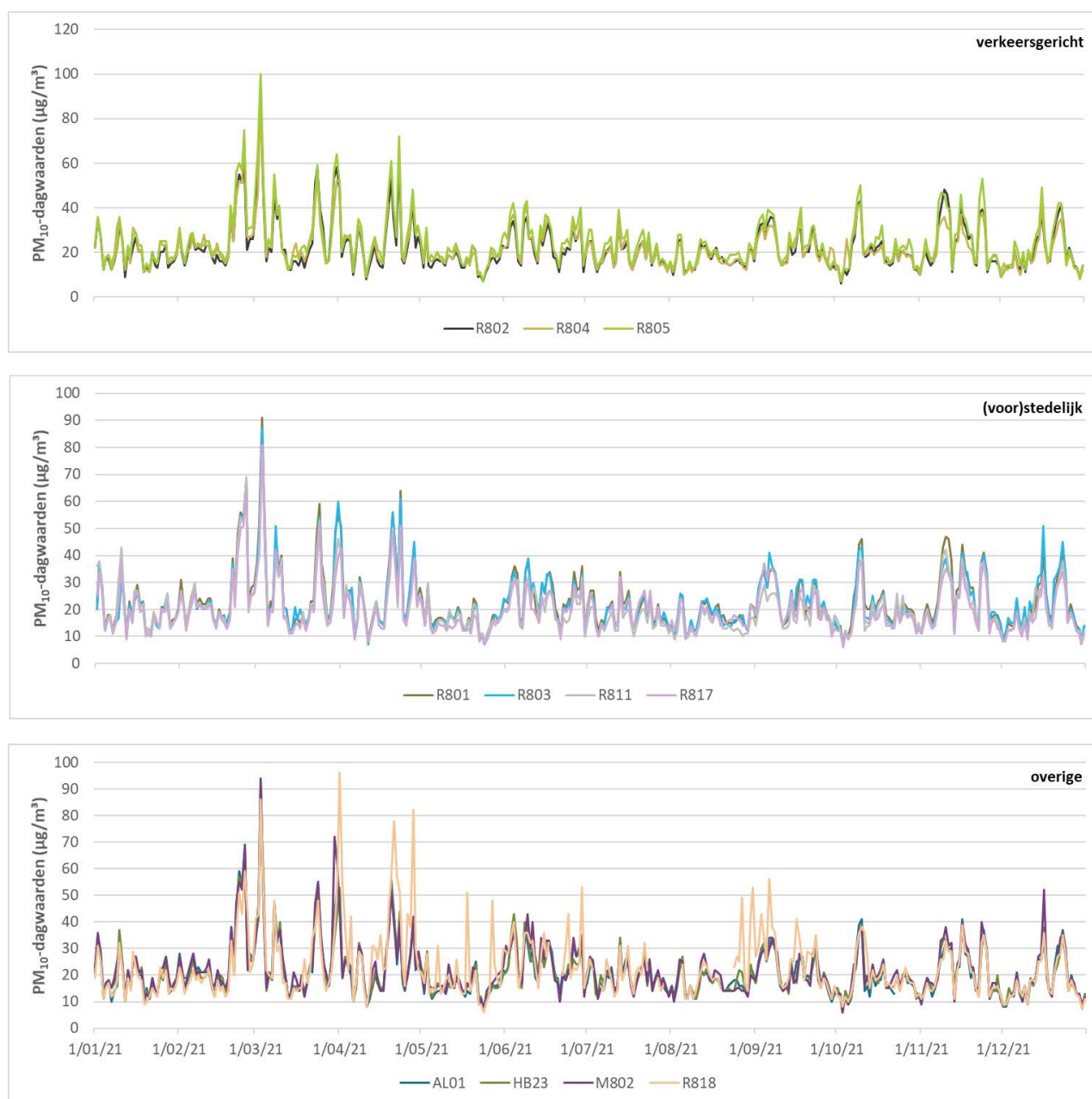


Figuur 20 toont het verloop van de PM₁₀-dagwaarden in 2021 per meetplaats. Het globale verloop is vrij gelijkaardig op alle meetstations en wordt sterk beïnvloed door de weersomstandigheden.

Op de meetplaats Burchtse Weel (R818) zien we wel verhoogde waarden in de periode april-september door de werken in het kader van de Oosterweelverbinding. Bij PM_{2,5} (zie Figuur 29) zien we deze verhoging bij de meetplaats R818 niet, het gaat dus om grof stof (diameter tussen 2,5 en 10 µm), wat typisch is bij (her)opwaaiend stof. Zie ook hoofdstuk 5.

Vooraf in de lentemaanden zien we verhoogde PM₁₀-dagwaarden in 2021. De lente van 2021 was koud, wat maakt dat er meer uitstoot van huishoudelijke verwarming is (met de verbranding van hout in open haarden en kachels als belangrijkste bron). Daarnaast bevorderen de verhoogde ammoniakemissies door het uitrijden van mest, de vorming van secundair fijn stof ('lentesmog').

Figuur 20: Verloop van de PM₁₀-dagwaarden in 2021



4.2.2 ATMO-Street model

Op plaatsen waar de VMM niet beschikt over meetresultaten worden de concentraties geschat aan de hand van rekenkundige modellen. Voor PM₁₀ gebruikt de VMM het ATMO-Street-model. Meer uitleg en de beperkingen van dit model lees je in paragraaf 3.2.4 en bijlage 4.

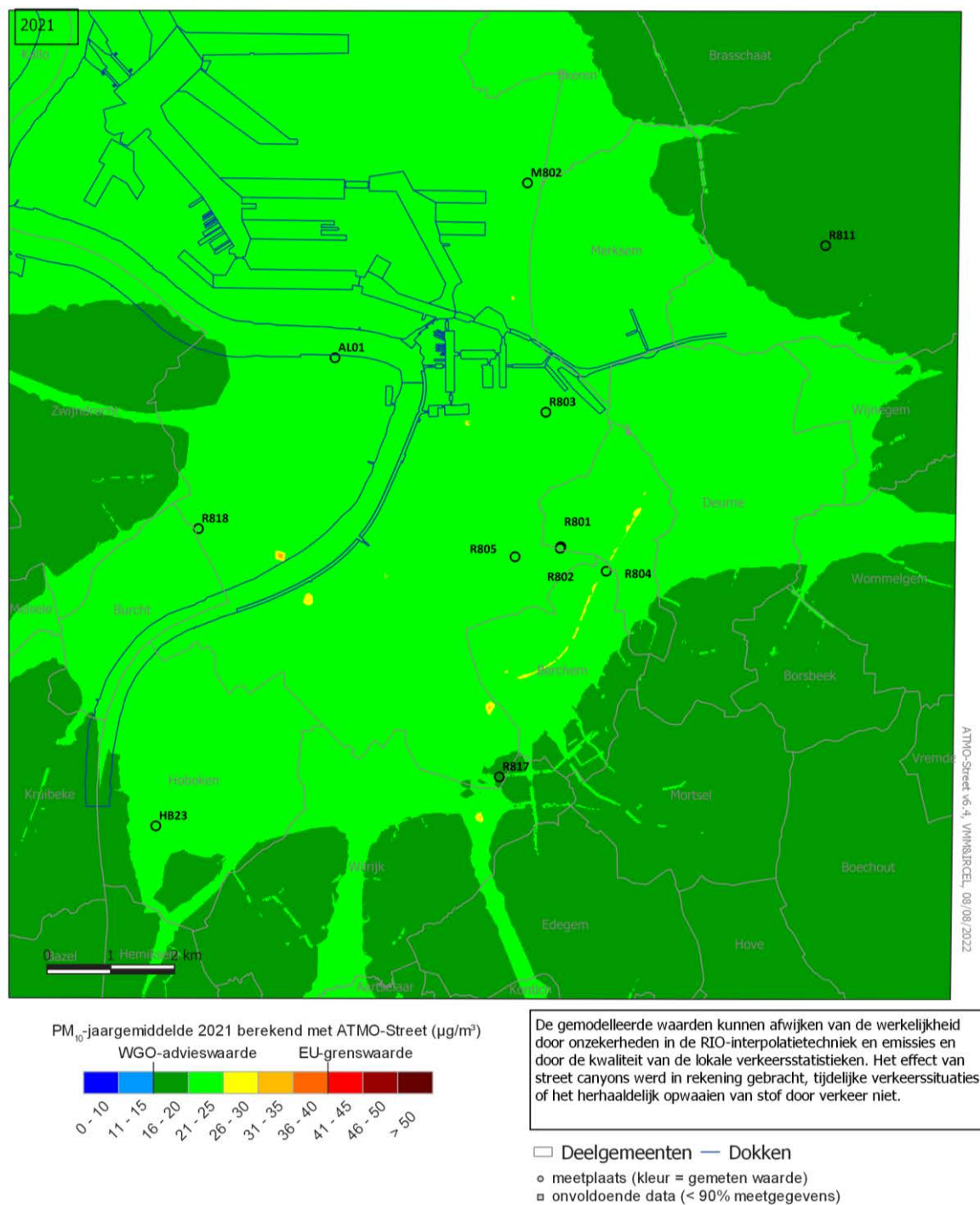
Figuur 21 toont de gemodelleerde jaargemiddelde PM₁₀-concentratie in de Antwerpse agglomeratie voor 2021. Belangrijk is dat voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart voor 2021 de meest recent beschikbare emissiedata werden gebruikt: voor wegverkeer is dit 2021, voor industrie en scheepvaart 2020. De impact van de LEZ werd mee doorgerekend.

In de Antwerpse agglomeratie berekent het model overwegend een PM_{10} -concentratie tussen 21 en $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Alleen op een beperkte zone van de Antwerpse ring en aan de tunnelmonden berekent het model iets hogere concentraties in 2021.

Voorgaande jaren berekende het model nog sterk verhoogde concentraties in de Antwerpse haven en de Gentse kanaalzone, vlakbij bedrijven met veel diffuse emissies van PM₁₀ en PM_{2,5}. Die modelkaarten gaven waarschijnlijk een overschatting van de reële situatie omdat de onderliggende emissiedataset van het ATMO-Street-model maar beperkt rekening houdt met de emissiereducerende maatregelen van deze bedrijven. Daarom werd er beslist om de diffuse emissies voorlopig niet meer op te nemen in het model totdat we dit beter in kaart kunnen brengen. Volgende zaken dienen verbeterd te worden:

- Betere implementatie van de stofreducerende maatregelen in de rekentool waarin de bedrijven hun emissies rapporteren aan de Vlaamse overheid.
- Meer informatie verzamelen over de bronkarakteristieken van deze diffuse emissies (emissiehoogte, diameter van de schouw, ...) zodat het model de spreiding van de emissies met grotere nauwkeurigheid kan berekenen.
- Meer informatie verzamelen over de tijdsprofielen van deze emissies voor de modelkaarten die de actuele luchtkwaliteit tonen.

Figuur 21: Gemodelleerd PM₁₀-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2021



4.2.3 Toetsing aan de grenswaarden

De regelgeving voor PM₁₀ is opgenomen in bijlage 3.

Toetsing van het jaargemiddelde

In de periode 2011-2021 werd de Europese jaargrenswaarde van 40 µg/m³ op geen enkele meetplaats in de Antwerpse agglomeratie overschreden (zie Tabel 8).

In 2021 werden de WGO-advieswaarden verstrengd voor PM₁₀: de advieswaarde van 20 µg/m³ werd verlaagd naar 15 µg/m³. Geen enkele meetplaats in de Antwerpse agglomeratie respecteerde in 2021 deze nieuwe, verstrengde advieswaarde. Ook in de rest van Vlaanderen werd deze verstrengde advieswaarde nergens behaald.

Trend en toetsing van de daggemiddelden

Europa

Tabel 9 toont per meetplaats het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ voor de periode 2011-2021.

Sinds 2014 is er geen overschrijding meer gemeten van de EU-daggrenswaarde (35 dagen met een concentratie boven 50 µg/m³ toegestaan op jaarbasis).

Tabel 9: Aantal dagen met PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011-2021

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Linkeroever (AL01)	29	22	18	11	10	8	12	12	8	6	8
Hoboken (HB23)	44	33	21	16	12	11	8	12	6	8	8
Luchtbal (M802)	54	41	30	18	15	11	17	19	5	6	9
Borg-achtergrond (R801)	34	31	19	17	13	8	10	13	22	12	10
Borg-straatkant (R802)	-	33	36	35	14	10	13	12	21	13	11
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	9	18	15	8	4	10
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	18	18	8	8	9
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	9	16	19	18	11	14
Schoten (R811)	33	27	21	13	11	9	13	8	5	6	5
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	15	11	10	3	4	6
Burchtse Weel (R818)	-	-	-	-	-	-	-	8	6	18	15

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (35 dagen > 50 µg/m³ toegelaten per jaar)

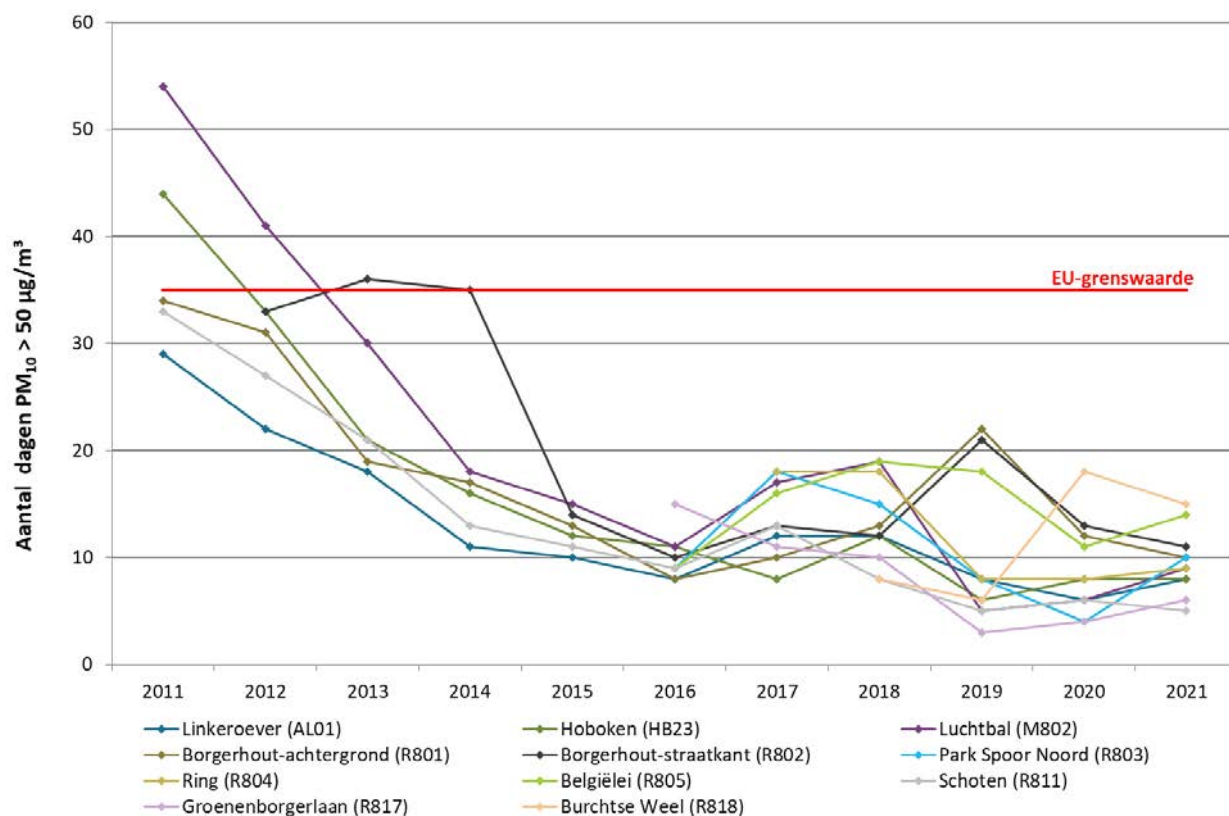
*: Door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde.

Figuur 22 toont het verloop van het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ voor de periode 2011-2021. Globaal genomen daalt het verloop, alhoewel het de laatste jaren eerder schommelt.

In 2021 zien we voor het aantal dagen:

- een stijging op 6 meetplaatsen. De grootste stijging is op de meetplaats aan Park Spoor Noord.
- een status quo op 1 meetplaats
- een daling op 4 meetplaatsen

Figuur 22: Aantal dagen met een PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ (EU) op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021



WGO

In 2021 verstregde de WGO haar dagadvieswaarde: de WGO laat maximaal 3 dagen per jaar een daggemiddelde boven 45 µg/m³ toe (vroeger 3 dagen > 50 µg/m³ toegelaten).

Tabel 10 toont per meetplaats het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 45 µg/m³ voor de periode 2011-2021. Figuur 23 toont het verloop.

Deze verstregde WGO-advieswaarde werd nog nooit op een Antwerpse meetplaats behaald. Dit geldt voor alle Vlaamse meetplaatsen.

Tegenover 10 jaar geleden is het aantal dagen met een concentratie boven 45 µg/m³ sterk gedaald.

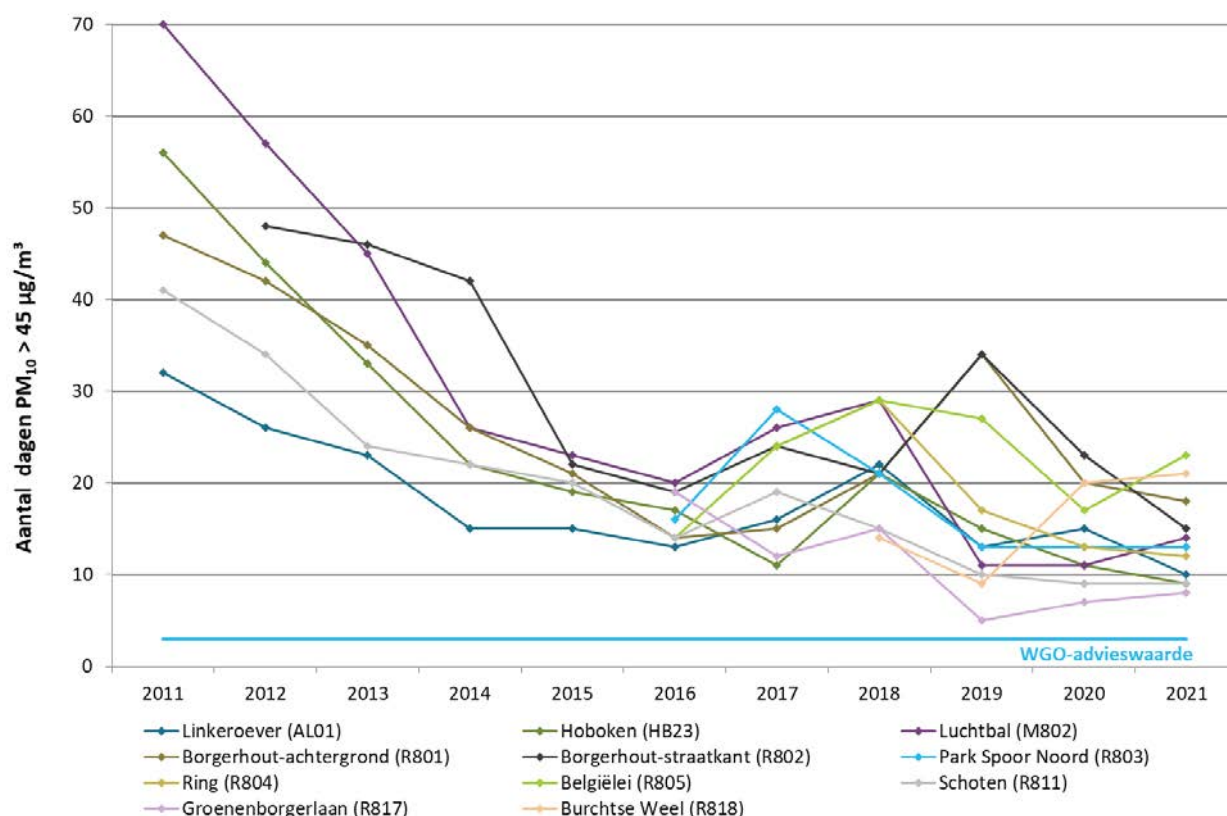
Tabel 10: Aantal dagen met PM₁₀-concentratie > 45 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011-2021

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Linkeroever (AL01)	32	26	23	15	15	13	16	22	13	15	10
Hoboken (HB23)	56	44	33	22	19	17	11	21	15	11	9
Luchtbal (M802)	70	57	45	26	23	20	26	29	11	11	14
Borg-achtergrond (R801)	47	42	35	26	21	14	15	21	34	20	18
Borg-straatkant (R802)	-	48	46	42	22	19	24	21	34	23	15
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	16	28	21	13	13	13
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	24	29	17	13	12
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	14	24	29	27	17	23
Schoten (R811)	41	34	24	22	20	14	19	15	10	9	9
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	19	12	15	5	7	8
Burchtse Weel (R818)	-	-	-	-	-	-	-	14	9	20	21

Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (3 dagen > 45 µg/m³ toegelaten per jaar)

*: Door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde.

Figuur 23: Aantal dagen met een PM_{10} -concentratie $> 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WGO) op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021



4.2.4 Pollutierozen

Figuur 24 geeft de (zero)pollutierozen voor PM_{10} voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Een algemene uitleg over de methodiek van pollutierozen lees je in bijlage 4.

Typisch hebben de pollutierozen van PM_{10} voor alle meetplaatsen een erg gelijkaardige, cirkelvormige vorm. Dit wijst erop dat de concentraties voor een zeer groot deel bepaald worden door regionale factoren: invoer van buiten Vlaanderen en secundaire vorming van fijn stof in de atmosfeer door chemische of fysische processen. Lokale bronnen zijn minder zichtbaar in de PM_{10} -pollutierozen.

Van noordoostelijke tot zuidoostelijke richting worden gemiddeld hogere concentraties gemeten op alle meetplaatsen. Deze hogere concentraties komen niet door lokale bronnen, maar zijn een regionaal fenomeen. Vanuit oostelijke richting is er aanvoer van continentale, meer vervuilde lucht.

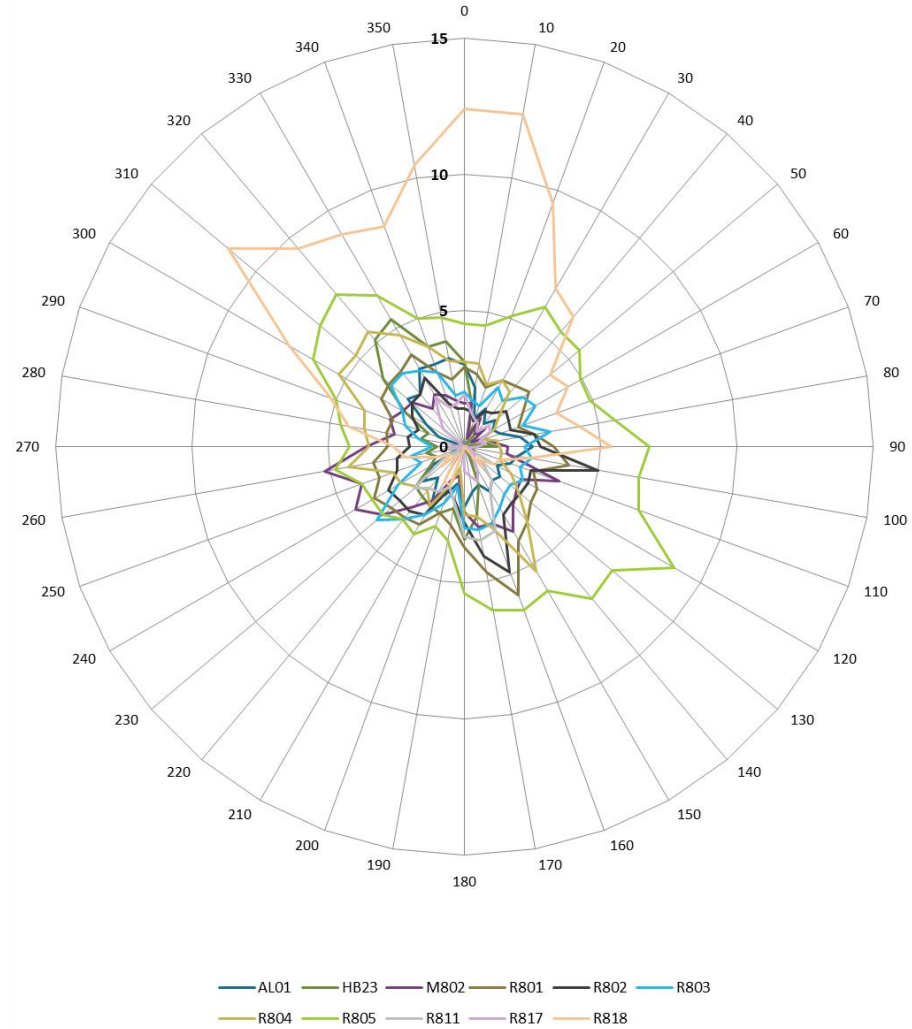
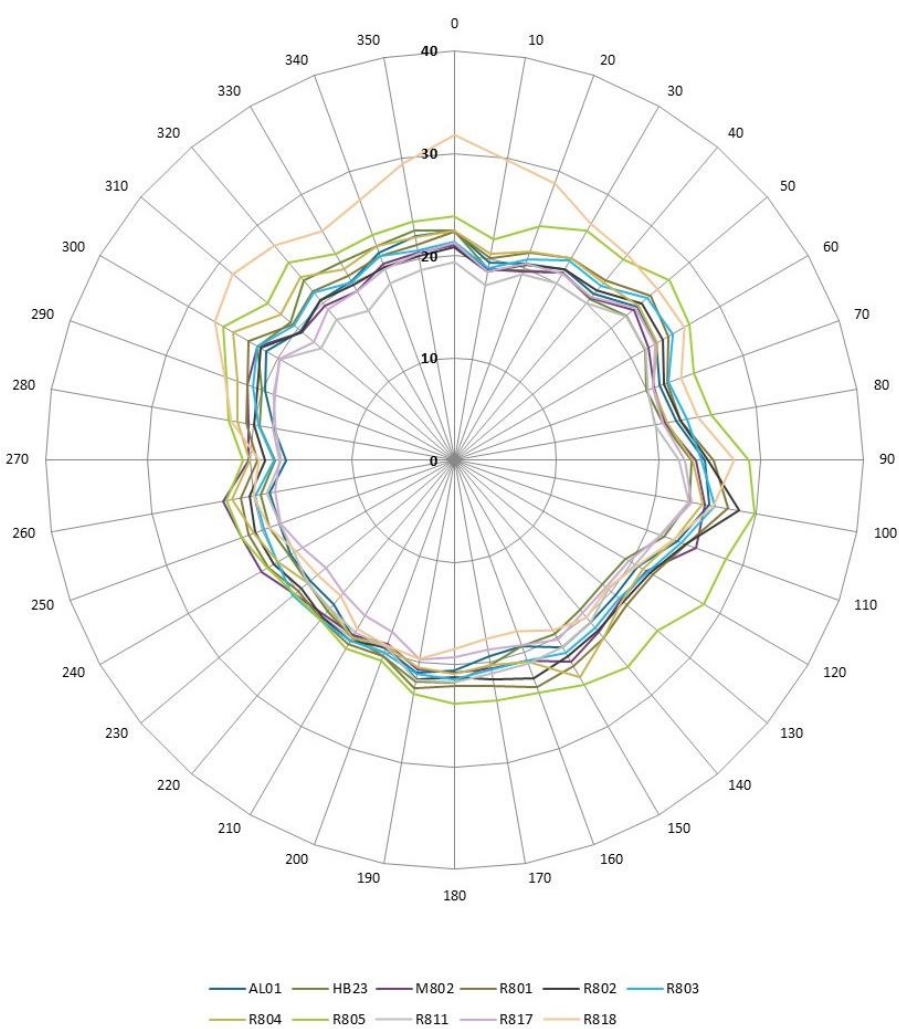
- **R818:** Op de meetplaats aan de Burchtse Weel zien we een sterke, lokale verhoging vanuit noordwestelijke tot noordelijke richting, waar er werken in het kader van de Oosterweelverbinding plaatsvinden. Dit zien we niet bij $PM_{2,5}$, wat aantoont dat deze lokale verhoging gaat over grof stof (= deeltjes tussen 2,5 en $10 \mu\text{m}$), wat typisch is bij heropwaaiend bodemstof.
- **R804:** Daar waar het meetstation aan de Ring duidelijk lokale verhogingen meet voor de sterk verkeersgerelateerde pollutanten NO_2 , NO en BC , zien we dit niet op de pollutierozen voor PM_{10} .

- **R805:** Dit meetstation ligt op de middenberm van de Belgiëlei en meet lokale verhogingen van PM_{10} vanuit bijna alle windrichtingen. Deze verhoging is grotendeels het gevolg van niet-uitlaatemissies (zoals slijtage van banden en van remmen en heropwaaiende deeltjes).

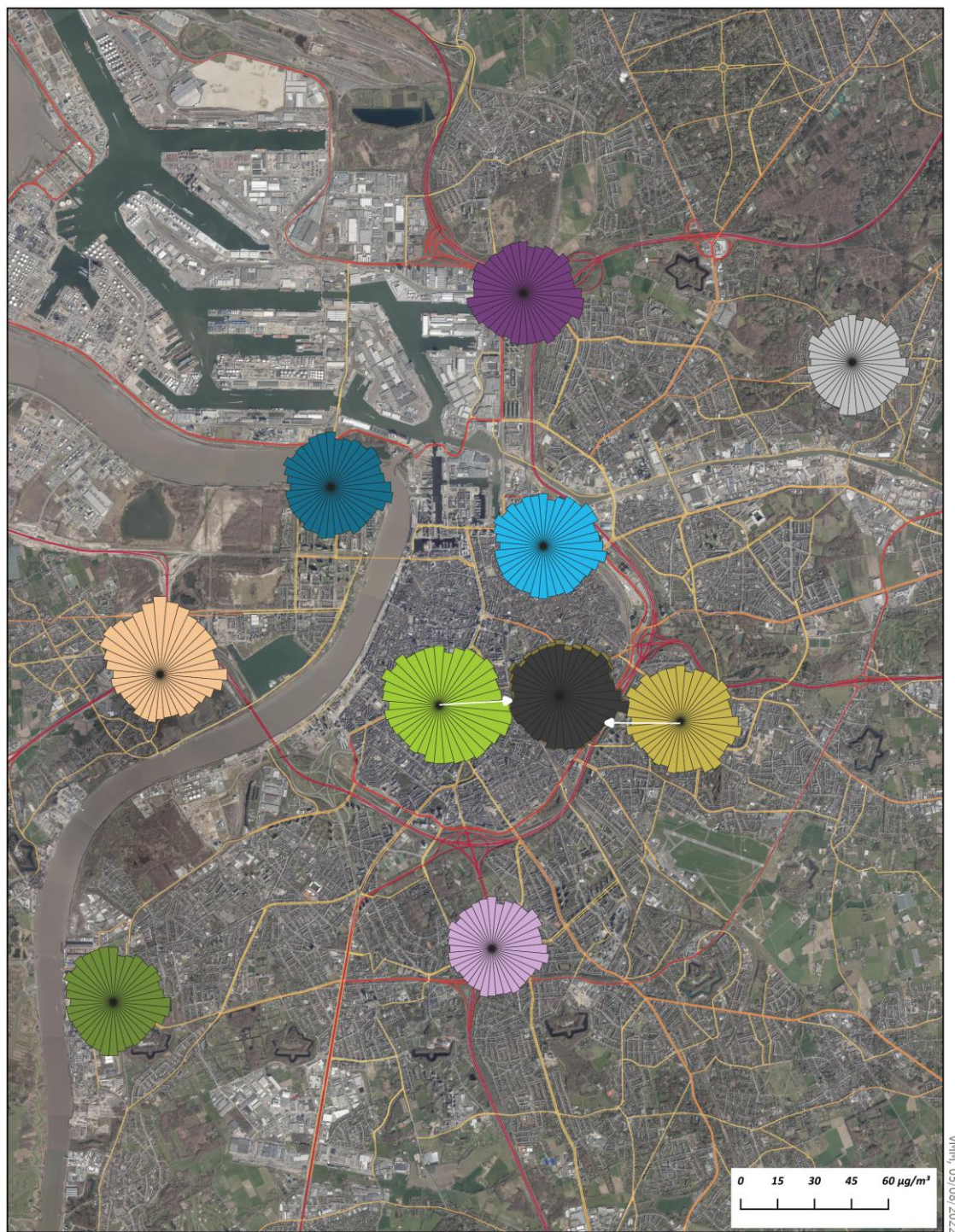
Figuur 25 toont de pollutierozen voor PM_{10} voor 2021 op kaart.



Figuur 24: Pollutierozen voor PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2021 (µg/m³): klassieke roos (links) en zeroeroos (rechts)



Figuur 25: Pollutierozen PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2021



Pollutierozen PM₁₀ op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie 2021

AL01	R802	R811
HB23	R803	R817
M802	R804	R818
R801	R805	

0 1000 2000 m

4.3 Emissie van PM_{2.5}

Zoals al gezegd zijn de meest recent beschikbare emissiedata die voor 2020.

Onderstaande figuren geven de cijfers weer van het rechtstreeks uitgestoten, primair PM_{2,5}-stof.

Figuur 26 toont het aandeel van de sectoren in de emissies van **primair PM_{2.5}** in 2020.

- 48 % van de emissies van primair PM_{2,5} in de Antwerpse agglomeratie komt van huishoudens.
 - 43 % van de totale primaire PM_{2,5}-emissies komt van gebouwenverwarming, vooral van houtverbranding.
- 30 % komt van verkeer.
 - 22 % van de totale primaire PM_{2,5}-emissies is afkomstig van het wegverkeer en 6 % van het spoorverkeer.

De bijdrage van het verkeer is - zowel relatief als absoluut - minder dan voor PM₁₀. Dit is door het verschil in niet-uitlaatemissies, die een stuk lager zijn bij PM_{2,5}. Heropwaaiende deeltjes zijn immers groter dan 2,5 µm. De niet-uitlaatemissies afkomstig van de slijtage van remmen en banden en het wegdek bestaan ook voor een deel uit deeltjes groter dan 2,5 µm.

Toch maken ook bij PM_{2,5} de laatste jaren de niet-uitlaatemissies het grootste deel van de emissies door de sector verkeer uit.

Figuur 27 toont de trend van de rechtstreeks uitgestoten (primaire) PM_{2,5}-emissies door de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie.

De primaire PM_{2,5}-emissies in de zone Antwerpse agglomeratie bedroegen 346 ton in 2020. Dit is 3,3 % van de totale Vlaamse primaire PM_{2,5}-emissies.

Tussen 2005 en 2020 zijn de emissies van **primair PM_{2,5}** in de Antwerpse agglomeratie met 49 % gedaald.

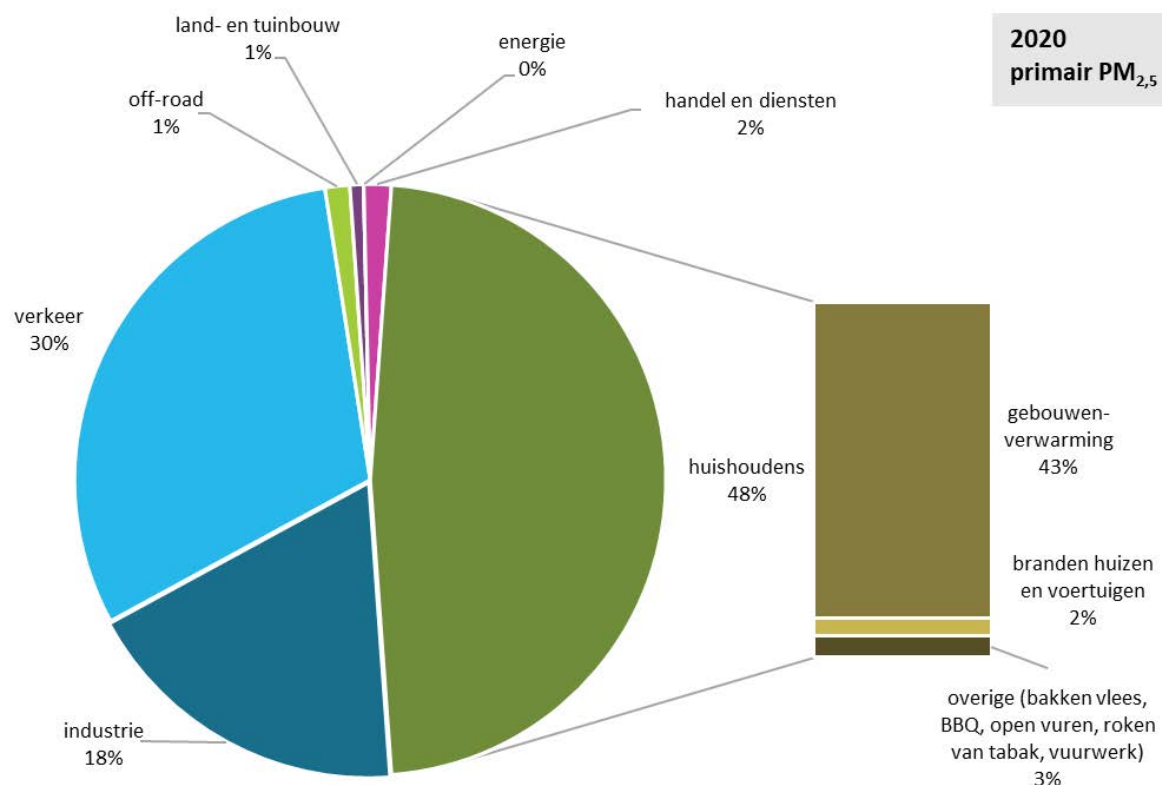
Zoals voor PM₁₀ daalden deze vooral door minder uitlaatemissies van het wegverkeer door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. De voorbije jaren stegen de niet-uitlaatemissies licht door het toenemend aantal voertuigen/voertuigkilometers. In 2020 zijn deze lager doordat er minder kilometers gereden zijn door de coronamaatregelen.

De emissies door huishoudens fluctueerden in het verleden, afhankelijk van het verbruik van brandhout bij huishoudelijke verwarming, gekoppeld aan strenge winters. De laatste jaren daalden de emissies door de sector huishoudens ook licht.

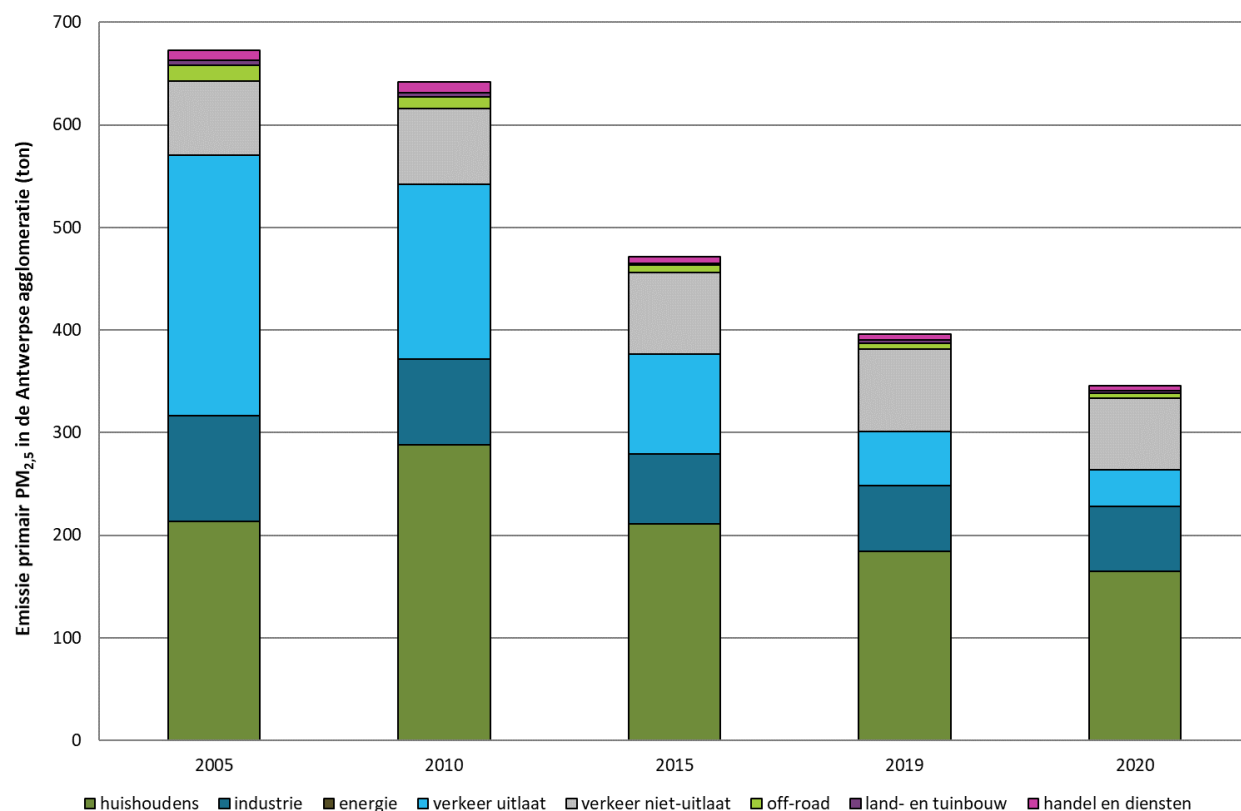
Door de stijgende energieprijzen schakelen meer mensen weer over naar houtkachels, dus deze emissies kunnen in de toekomst weer stijgen.

We berekenden bovenstaande verkeersemisseries binnen de Antwerpse agglomeratie op basis van een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark. Bovenstaande emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van de LEZ. Hierin komt verandering vanaf de rapportering volgend jaar, wanneer er gebruik zal gemaakt worden van het spreidingsmodel FLOMOVIA (meer uitleg zie bijlage 5).

Figuur 26: Aandeel van de sectoren in de emissies primair PM_{2,5} in de Antwerpse agglomeratie in 2020



Figuur 27: Trend van primaire PM_{2,5}-emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie, 2005-2020



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Zoals al aangehaald bij PM₁₀, bestaat fijn stof in de atmosfeer niet alleen uit primaire deeltjes die rechtstreeks worden uitgestoten, maar ook uit een **secundaire fractie**. De secundaire fractie bestaat uit deeltjes die in de atmosfeer ontstaan door chemische en fysische reacties.

Ook emissies van buiten de agglomeratie (Vlaanderen, de andere gewesten, buitenland) bepalen mee de gemeten concentraties in de Antwerpse agglomeratie. Zo komt in Vlaanderen gemiddeld 70 % tot 80 % van het fijn stof uit het buitenland en de andere gewesten⁹.

4.4 PM_{2,5}-concentraties

4.4.1 Metingen automatisch meetnet

Tabel 11 geeft de jaargemiddelden PM_{2,5} voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011-2021.

Figuur 28 toont de evolutie van de PM_{2,5}-jaargemiddelden op de verschillende meetplaatsen.

Op bijna alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie zijn de jaargemiddelden in 2021 licht (+1 µg/m³) gestegen tegenover 2020. Alleen op de meetplaatsen aan de Groenenborgerlaan (R817) en Borgerhout-straatkant (R802) noteerden we een stagnatie.

Hetzelfde beeld zien we in de rest van Vlaanderen: 69 % van de meetplaatsen noteren een stijging in het jaargemiddelde (vooral +1 µg/m³) en 31 % een status-quo.

Over de periode van 2011-2021 daalden de PM_{2,5}-jaargemiddelden geleidelijk. De jaargemiddelden verschillen weinig tussen de meetplaatsen. Op de verkeersgerichte meetplaatsen is het jaargemiddelde slechts 1 µg/m³ hoger dan op de achtergrondmeetplaatsen. Dit duidt op het belang van de achtergrondconcentratie bij PM_{2,5}.

Op de meetstations met een volledige tijdreeks zien we een daling van ongeveer 40 % tussen 2011 en 2021.

Tabel 11: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021 (µg/m³)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Linkeroever (AL01)	-	-	-	-	13	13	14	14	13	11	12
Hoboken (HB23)	-	-	-	-	15	15	13	14	13	11	12
Luchtbal (M802)	-	-	-	-	14	14	14	14	12	11	12
Borg-achtergrond (R801)	20	17	18	16	15	14	14	14	13	11	12
Borg-straatkant (R802)		19	19	16	15	15	15	14	14	12	12
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	14	15	15	13	11	12
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	16	16	14	11	12
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	13	14	15	14	12	13
Schoten (R811)	19	17	17	15	14	13	14	13	12	11	12
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	14	13	13	11	11	11
Burchtse Weel (R818)	-	-	-	-	-	-	-	13	11	10	11

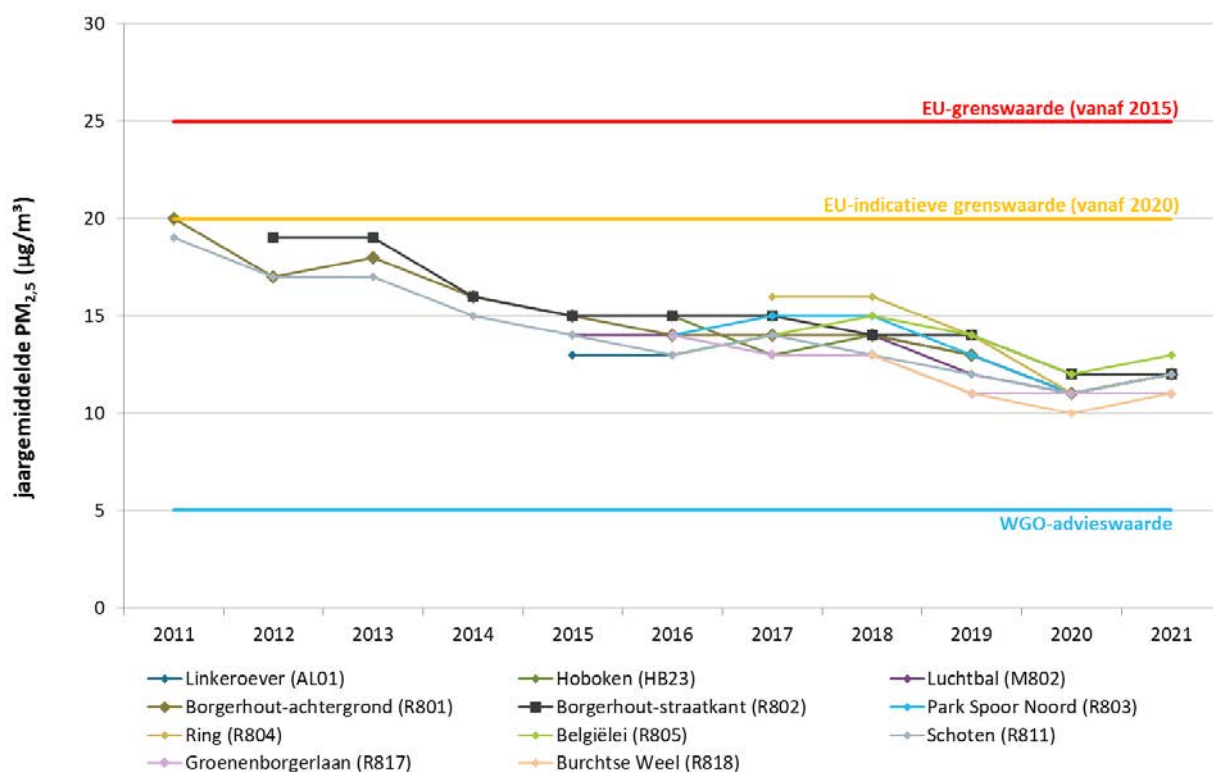
Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (5 µg/m³)

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (25 µg/m³)

*: Door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde.

⁹ Felix Deutsch en Wouter Lefebvre (VITO), 2018, Referentietraak Lokaal Leefmilieu, Deeltaak Import/export balans

Figuur 28: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021



Figuur 29 vertoont het verloop van de PM_{2,5}-dagwaarden in 2020 per meetplaats. Opvallend is dat het verloop en de gemeten concentraties zeer gelijkaardig zijn voor de verschillende meetplaatsen, wat weer duidt op het belang van de regionale invloed op de concentraties.

The figure consists of three vertically stacked line graphs, each showing the daily PM_{2.5} concentration (in µg/m³) from January 1, 2021, to December 31, 2021. The y-axis for all graphs ranges from 0 to 70 µg/m³. The x-axis represents time, with major ticks every month.

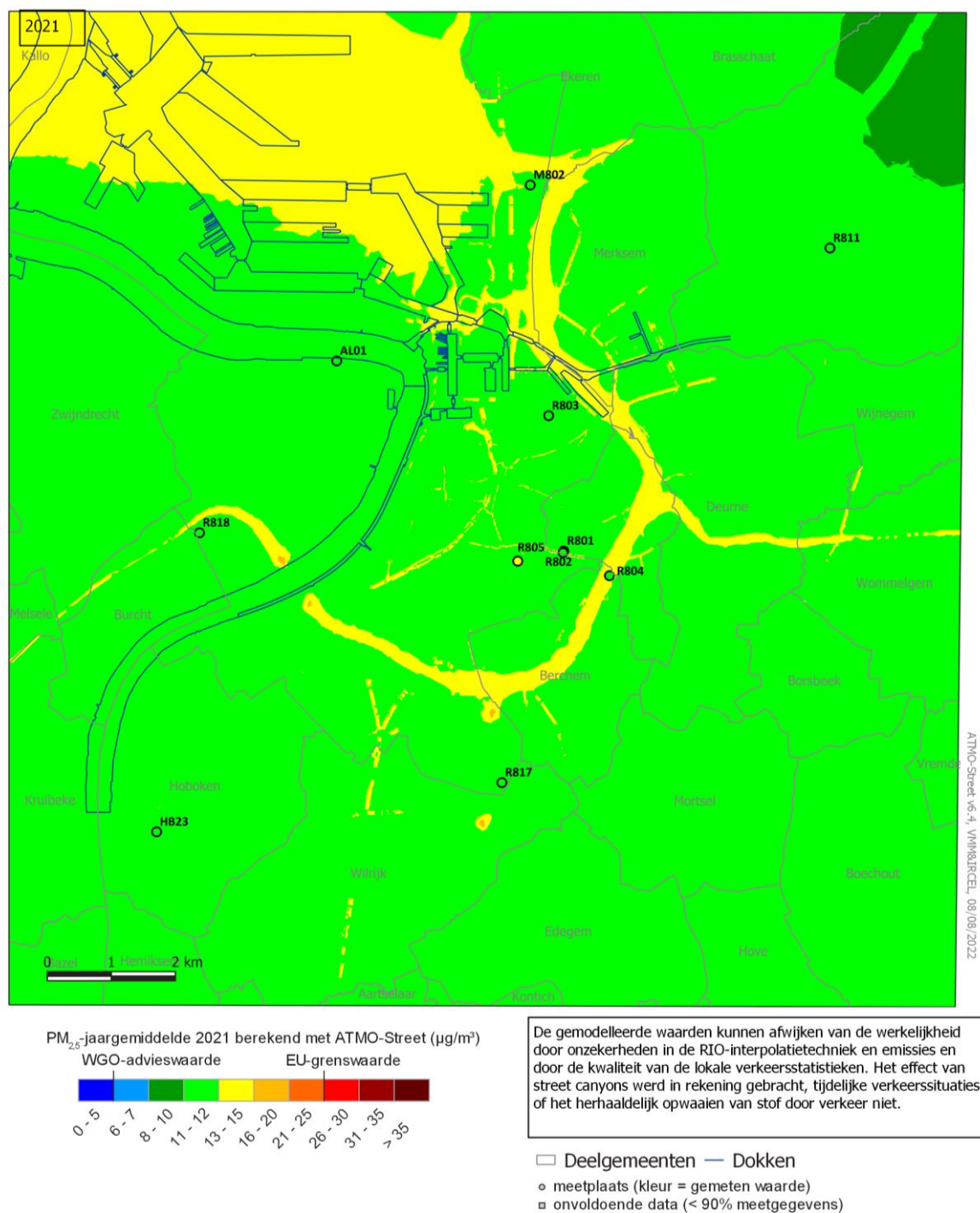
- Top Graph (verkeersgericht):** Shows data for three stations: R802 (black line), R804 (yellow line), and R805 (green line). R805 generally shows the highest concentrations, with several peaks exceeding 40 µg/m³, notably in March and May.
- Middle Graph ((voor)stedelijk):** Shows data for four stations: R801 (brown line), R803 (blue line), R811 (grey line), and R817 (purple line). The concentrations are more similar across stations, with peaks around 40-50 µg/m³ in March and May.
- Bottom Graph (overige):** Shows data for four stations: AL01 (teal line), HB23 (dark green line), M802 (dark purple line), and R818 (orange line). These stations generally show lower concentrations than the others, with peaks around 30-40 µg/m³ in March and May.

All three graphs exhibit a strong seasonal pattern, with higher concentrations typically observed in the spring months (March and May) and lower concentrations in the winter months (November and December).

Op plaatsen waar de VMM niet beschikt over meetresultaten schatten we de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Voor PM_{2,5} gebruikt de VMM het ATMO-Street-model. Meer uitleg en de beperkingen van dit model lees je in paragraaf 3.2.4 en bijlage 4.

De gemodelleerde PM_{2,5}-concentraties liggen in de Antwerpse agglomeratie overwegend tussen 11 en 12 µg/m³. Iets hogere concentraties worden gemodelleerd langs de Ring en de belangrijkste verkeersassen. Ook de tunnelmonden zijn zichtbaar op de kaart.

Figuur 30: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2021



4.4.3 Toetsing aan de grenswaarden

De regelgeving voor PM_{2,5} is opgenomen in bijlage 3.

Toetsing van het jaargemiddelde

Europa

De Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde van 25 µg/m³ PM_{2,5} wordt gehaald op alle Antwerpse meetplaatsen.

De indicatieve Europese grenswaarde van 20 µg/m³ (geldig vanaf 2020) wordt gehaald sinds 2009.

WGO

In 2021 heeft de WGO haar jaaradvieswaarde verstrengd van 10 µg/m³ naar 5 µg/m³.

De WGO-advieswaarde van 5 µg/m³ voor het jaargemiddelde wordt in 2020 op alle Antwerpse meetplaatsen overschreden. Dit is ook zo in de rest van Vlaanderen.

Trend en toetsing van de daggemiddelden

Europa

Europa definieerde geen grenswaarde voor PM_{2,5}-daggemiddelden.

WGO

In 2021 heeft de WGO haar dagadvieswaarde verstrengd van 25 µg/m³ naar 15 µg/m³. Dit wil zeggen dat de WGO per jaar maximaal 3 dagen met een daggemiddelde boven 15 µg/m³ toelaat.

De WGO-advieswaarde voor daggemiddelden ligt ver buiten bereik op de Antwerpse meetplaatsen. Dit is ook zo in de rest van Vlaanderen.

Tabel 12 toont per meetplaats het aantal dagen dat er een PM_{2,5}-daggemiddelde hoger dan 15 µg/m³ werd gemeten voor de periode 2011-2021.

Op lange termijn zien we een daling in het aantal dagen met een PM_{2,5}-daggemiddelde hoger dan 15 µg/m³. De resultaten schommelen wel van jaar tot jaar, door de invloed van de weersomstandigheden en soms door lokale invloeden (bv. wegenwerken).

Tabel 12: Aantal dagen met PM_{2,5}-concentratie > 15 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011-2021

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Linkeroever (AL01)	-	-	-	-	84	103	104	108	94	75	85
Hoboken (HB23)	-	-	-	-	115	114	93	108	98	73	80
Luchtbal (M802)	-	-	-	-	103	105	105	116	94	74	83
Borg-achtergrond (R801)	173	131	149	139	103	99	105	100	96	73	73
Borg-sraatkant (R802)	-	152	155	140	112	119	110	118	115	84	85
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	103	118	125	101	77	89
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	134	142	111	80	85
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	99	100	123	105	80	106
Schoten (R811)	154	129	138	115	96	102	93	91	82	71	77
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	116	94	94	88	73	74
Burchtse Weel (R818)	-	-	-	-	-	-	-	97	79	66	64

Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (3 dagen > 15 µg/m³ toegelaten per jaar)

*: Door de ligging van deze meetplaats toetsen we dit resultaat niet aan de EU-grenswaarde.

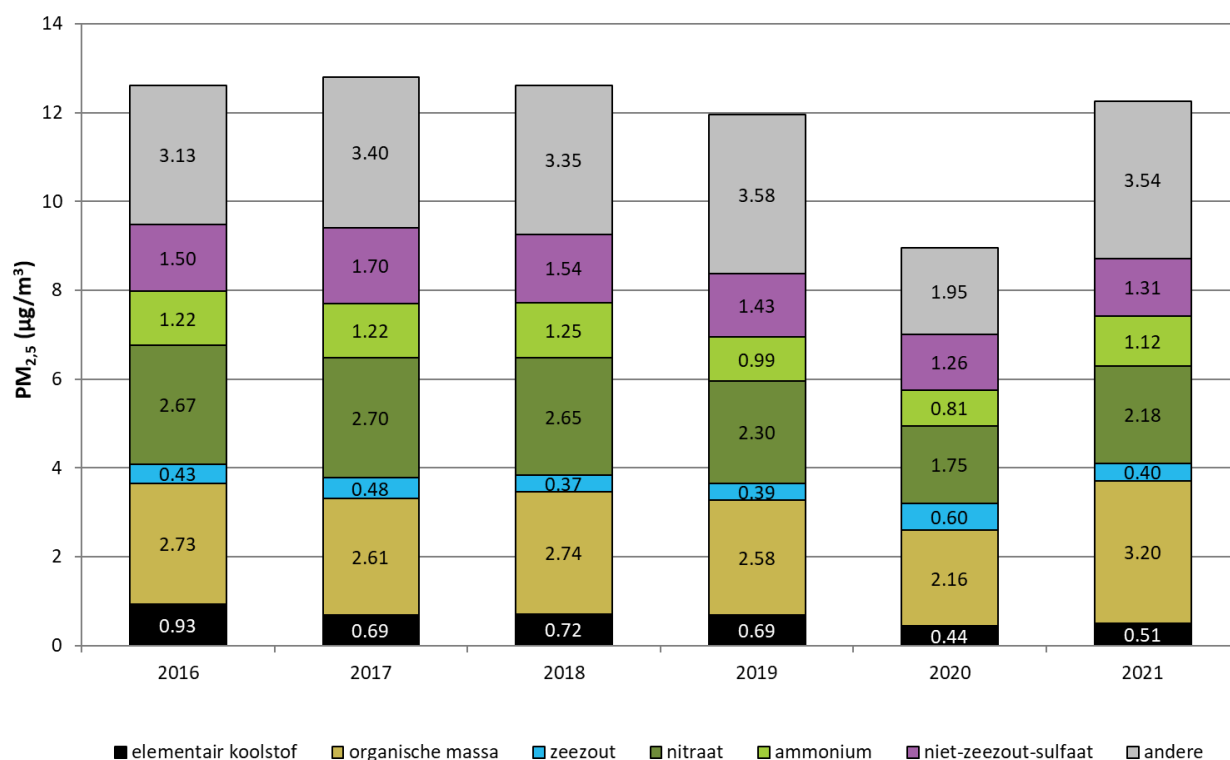
4.4.4 Chemische samenstelling van PM_{2,5}

De VMM bepaalt de chemische samenstelling van PM_{2,5} op 3 meetlocaties, waaronder sinds 2016 ook de meetlocatie Borgerhout-achtergrond (R801). De 2 andere locaties zijn Gent-Baudelohof en de achtergrondmeetplaats in Retie. Elke dag bemonsterde de VMM de PM_{2,5}-fractie op filters met de gravimetrische referentiemethode. Daarna voerde de VMM in het labo een chemische analyse uit om de 4 dagen (= op een van de 4 stalen). Over een heel jaar gaat dit over ongeveer 90 geanalyseerde filters.

In 2021 bestond de PM_{2,5}-fractie in Borgerhout-achtergrond (R801) gemiddeld uit:

- 38 % secundaire anorganische ionen (= som van ammonium, nitraat en niet-zeezout-sulfaat)
- 26 % organische massa (= koolstof-bevattende deeltjes die o.a. ontstaan bij houtverbranding)
- 4 % elementair koolstof (= dieselroet)
- 3 % zeezout
- 29 % andere (onder meer gebonden water en mineraal stof)

Figuur 31: Chemische samenstelling van PM_{2,5} in Borgerhout-achtergrond (R801), 2016-2021 (µg/m³)



Vergeleken met het jaar voordien steeg de totale PM_{2,5}-concentratie in 2021 sterk. Als we de aparte fracties bekijken, zien we ten opzichte van 2019 voor alle fracties een stijging (uitgezonderd zeezout). Deze stijging is een gevolg van minder gunstig weer, met minder wind van over zee en een heropleving van verkeer en industrie na de verregaande coronamaatregelen in 2020.

De bijdrage 'andere' nam op de meetplaats in Antwerpen het meest toe (+ 81%). In 2021 was er weer meer verkeer, wat leidde tot meer opwaaiend bodemstof en een verhoging van mineraal stof. Ook de organische massa nam sterk toe (+48 %), mogelijk door meer bijdrage van gebouwenverwarming en/of meer import van over het continent.

Enkel de bijdrage van zeezout nam af (-33 %) door minder zuidwestenwind van over zee.

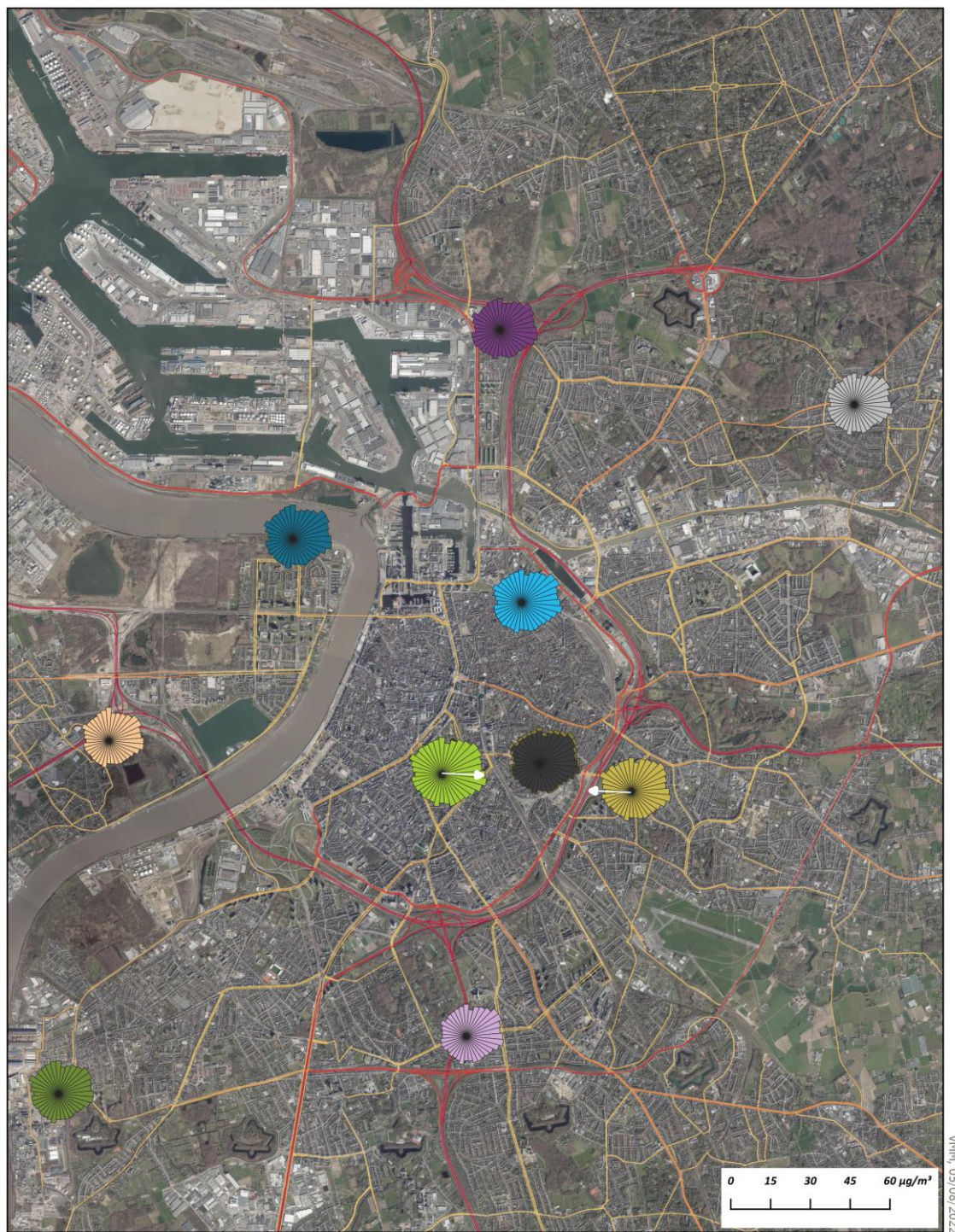
4.4.5 Pollutierozen

De PM_{2,5}-pollutierozen voor de verschillende meetplaatsen hebben globaal dezelfde vorm. Dat wijst erop dat de PM_{2,5}-concentraties voor een heel groot deel bepaald worden door regionale factoren. Lokale bronnen zijn minder zichtbaar in de pollutierozen. Dit is ook zo bij de PM₁₀-rozen.

De verschillen in absolute concentraties tussen de meetlocaties zijn klein: de regionale achtergrond is belangrijker dan de lokale invloed.

Figuur 33 toont de pollutierozen voor PM_{2.5} voor 2021 op kaart.

Figuur 33: Pollutierozen PM_{2,5} voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2021



Pollutierozen PM_{2,5} op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie 2021

AL01	R801	R811
HB23	R803	R817
M802	R804	R818
R802	R805	

0 1000 2000 m

4.5 Emissies van elementair 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.

Het verschil in terminologie tussen elementair koolstof (EC) en zwarte koolstof (BC) heeft te maken met de fysische of chemische eigenschappen van de deeltjes, die tot uiting komen bij het meten van deze pollutanten. De meettechniek voor het bepalen van zwarte koolstof maakt gebruik van de lichtabsorptiecapaciteiten van de deeltjes. Voor elementair koolstof wordt een thermische analysemethode gebruikt. Het gaat dus om zeer sterk aan elkaar verwante componenten, maar door de verschillende meetmethode zit er toch een variatie in de gemeten hoeveelheden.

De emissiedata betreffen elementair koolstof. De resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen handelen over zwarte koolstof.

De emissies van EC zijn rechtstreeks gelinkt aan de PM_{2,5}-emissies. De berekening van de EC-emissies gebeurt aan de hand van percentages van de hoeveelheid PM_{2,5} uit literatuur of uit metingen.

Figuur 34 toont het aandeel van de sectoren in de emissies van elementair koolstof in 2020.

In de Antwerpse agglomeratie leveren volgende sectoren de grootste bijdrage aan EC-emissies:

- 42 % van de EC-emissies komt door het verkeer.
 - Hiervan is wegverkeer de grootste bron met een bijdrage van 35 % aan de totale EC-emissies. Dit komt doordat EC vooral gevormd wordt door de verbranding van fossiele brandstoffen, met dieseluuitstoot als een van de grootste bronnen. Het aandeel van verkeer is (veel) groter dan bij PM₁₀ of PM_{2,5}.
- 39 % van de EC-emissies komt van de sector huishoudens.
 - 36 % van de totale EC-emissies is toe te wijzen aan de verbranding van hout in open haarden en kachels.

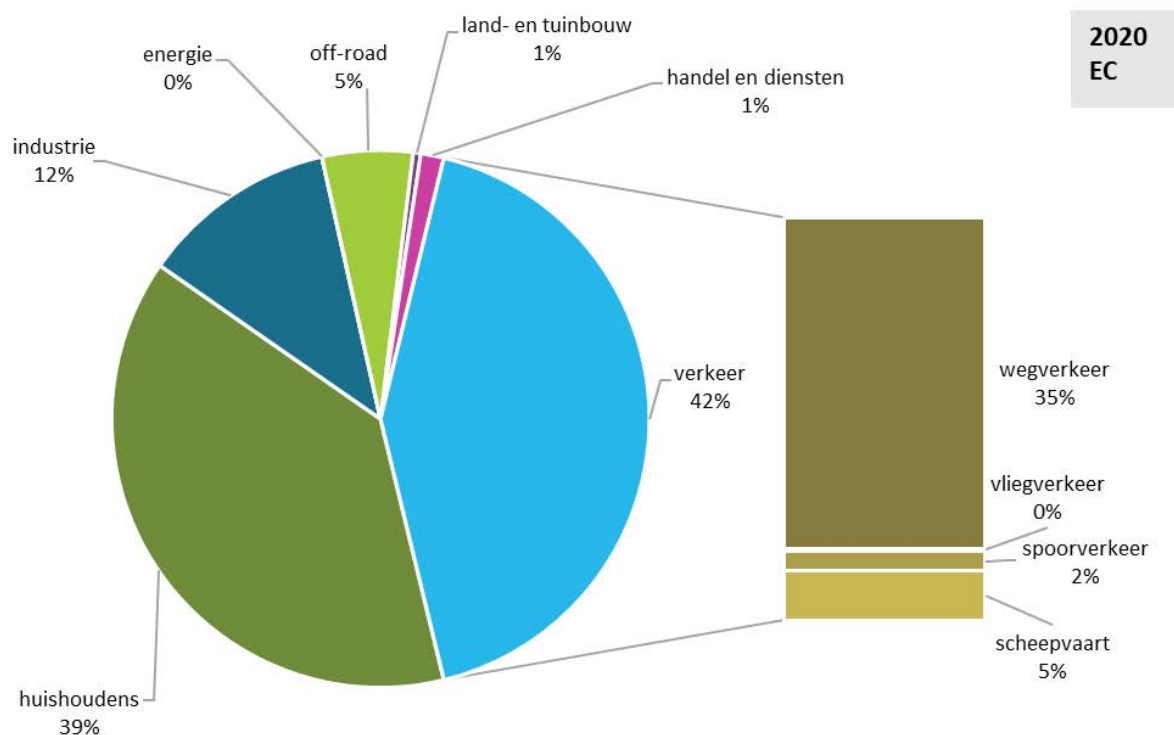
Figuur 35 toont de evolutie van de emissies van elementair koolstof door de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie.

De emissies van elementair koolstof in de zone Antwerpse agglomeratie bedroeg in 2020 50 ton. Dit is 3,6 % van de totale Vlaamse EC-emissies.

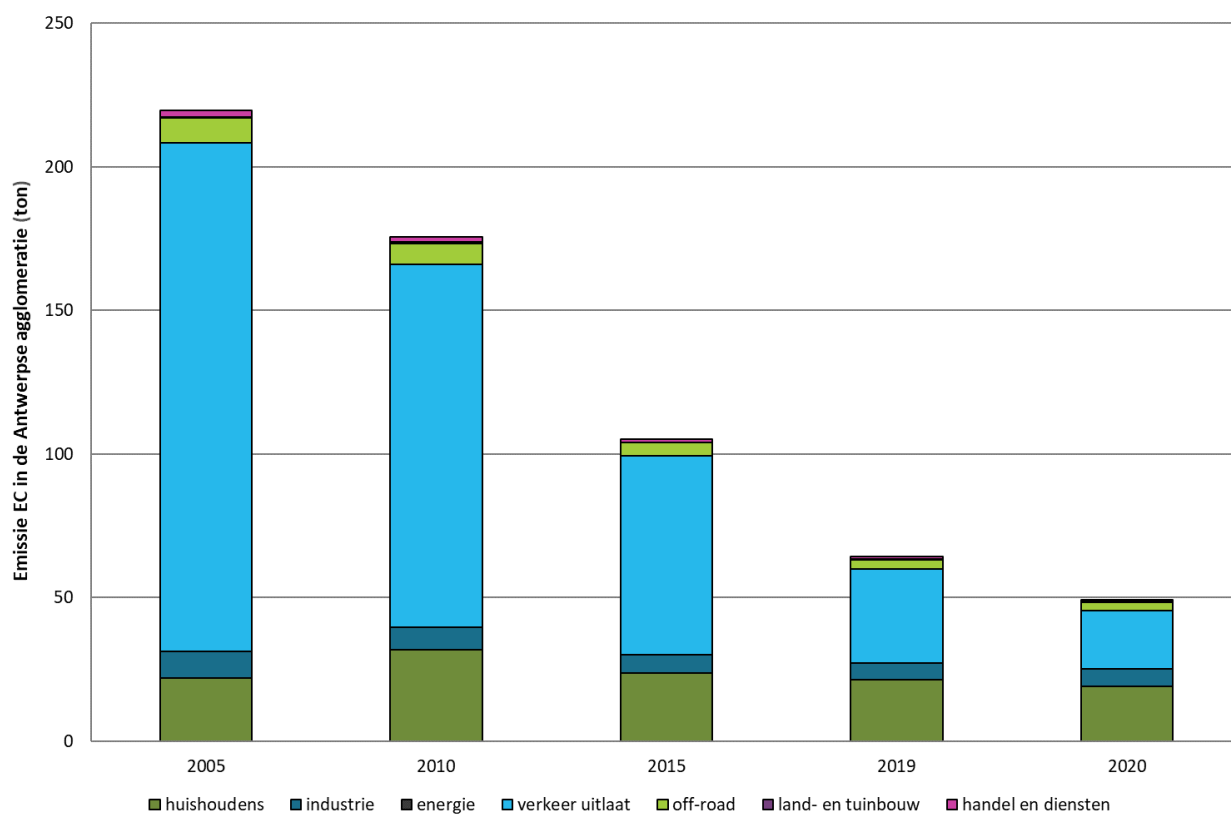
De emissies van elementair koolstof daalden tussen 2005 en 2020 met 77 %. Dat komt bijna uitsluitend door de dalende uitlaatemissies van het wegverkeer door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. Ook de emissies door huishoudens bevatten heel wat elementair koolstof. In het verleden fluctueerden deze emissies van jaar tot jaar door meteorologische omstandigheden: strenge winters zorgden voor een verhoogd verbruik van fossiele brandstoffen en brandhout. De laatste jaren is deze bijdrage vrij constant.

We berekenen bovenstaande verkeersemissies binnen de Antwerpse agglomeratie op basis van een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark. Bovenstaande emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van de LEZ. Hierin komt verandering vanaf de rapportering volgend jaar, wanneer er gebruik zal gemaakt worden van het spreidingsmodel FLOMOVIA (meer uitleg zie bijlage 5).

Figuur 34: Aandeel van de sectoren in de EC-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2020



Figuur 35: Trend van de emissies van elementair koolstof door verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie, 2005-2020



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

4.6 Concentraties zwarte koolstof

Zwarte 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.

Zwarte koolstof wordt door de verschillende bronnen onmiddellijk uitgestoten (primaire emissies). Het wordt in de atmosfeer niet gevormd uit voorlopercomponenten. Hierdoor worden de concentraties elementair koolstof (of zwarte koolstof) in de omgevingslucht -veel meer dan deze van PM₁₀ en PM_{2,5}- bepaald door lokale bronnen.

Gezien het belang van lokale bronnen, zien we ook grotere verschillen in de gemeten concentraties zwarte koolstof tussen stedelijke achtergrondmeetplaatsen en verkeersmeetplaatsen dan voor PM₁₀ of PM_{2,5}.

Het verschil in terminologie tussen elementair koolstof (EC) en zwarte koolstof (BC) heeft te maken met de fysische of chemische eigenschappen van de deeltjes, die tot uiting komen bij het meten van deze pollutanten. De meettechniek voor het bepalen van zwarte koolstof maakt gebruik van de lichtabsorptiecapaciteiten van de deeltjes. Voor elementair koolstof wordt een thermische analysemethode gebruikt. Het gaat dus om zeer sterk aan elkaar verwante componenten, maar door de verschillende meetmethode zit er toch een variatie in de gemeten hoeveelheden.

De emissiedata betreffen elementair koolstof. De resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen handelen over zwarte koolstof.

4.6.1 Metingen automatisch meetnet

Tabel 13 toont de jaargemiddelden zwarte koolstof voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Voor de meetplaatsen Park Spoor Noord (R803) en Belgiëlei (R805) kan er geen jaargemiddelde voor 2021 berekend worden, wegens te weinig geldige data door een langdurig defect.

In het verleden werden op de verkeersgerelateerde meetplaatsen aan de Ring (R804), de Belgiëlei (R805) en de Plantin en Moretuslei (R802) hogere concentraties zwarte koolstof gemeten. Ook op de meetplaats Luchtbal (M802) is het jaargemiddelde zwarte koolstof verhoogd.

De laatste jaren is het verschil tussen de verkeersgerichte meetplaatsen en de achtergrondmeetplaatsen sterk verkleind. Dit zien we ook bij de 2 naburige meetplaatsen aan de Plantin en Moretuslei (R801 en R802)¹⁰: in 2012 maten we nog een verschil in jaargemiddelden van 1,08 µg/m³ (30 %), nu in 2021 nog maar een verschil van 0,18 µg/m³ (17 %).

Figuur 36 toont de globaal dalende trend voor de concentraties zwarte koolstof tussen 2011 en 2021. Op de meetstations met een volledige tijdreeks varieert de daling in de periode 2011-2021 tussen 59 % en 68 %.

In 2021 zien we op alle Antwerpse meetplaatsen een stijging ten opzichte van 2020: deze stijgingen variëren tussen 3 % en 17 %. De grootste stijging (absoluut en relatief) noteren we op de meetplaats Burchtse Weel (R818).

Ook op alle andere meetplaatsen in de rest van Vlaanderen stijgen de concentraties van 2020 naar 2021: op deze meetplaatsen variëren de stijgingen tussen 1 % en 16 %, dus in dezelfde grootteorde als deze op de Antwerpse meetplaatsen.

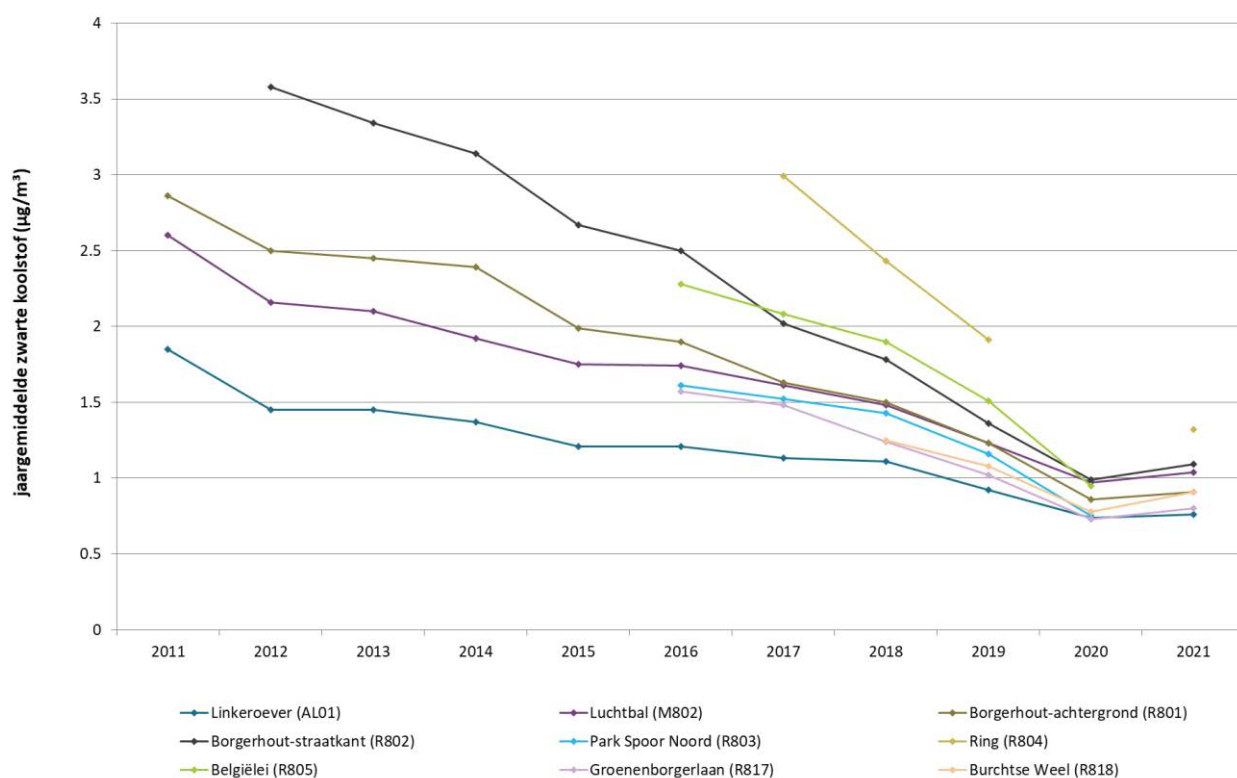
¹⁰ R802, Borgerhout-straatkant: een verkeersgerichte meetplaats op 7,5 meter van de straatkant
R801, Borgerhout-achtergrond: een stedelijke meetplaats op 30 meter van de straatkant

Tabel 13: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Linkeroever (AL01)	1,85	1,45	1,45	1,37	1,21	1,21	1,13	1,11	0,92	0,74	0,76
Luchtbal (M802)	2,60	2,16	2,10	1,92	1,75	1,74	1,61	1,48	1,23	0,97	1,04
Borg-achtergrond (R801)	2,86	2,50	2,45	2,39	1,99	1,90	1,63	1,50	1,23	0,86	0,91
Borg-straatkant (R802)	-	3,58	3,34	3,14	2,67	2,50	2,02	1,78	1,36	0,99	1,09
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	1,61	1,52	1,43	1,16	0,75	"
Ring (R804)	-	-	-	-	-	-	2,99	2,43	1,91	"	1,32
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	2,28	2,08	1,90	1,51	0,95	"
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	1,57	1,48	1,24	1,02	0,73	0,80
Burchtse Weel (R818)	-	-	-	-	-	-	-	1,25	1,08	0,78	0,91

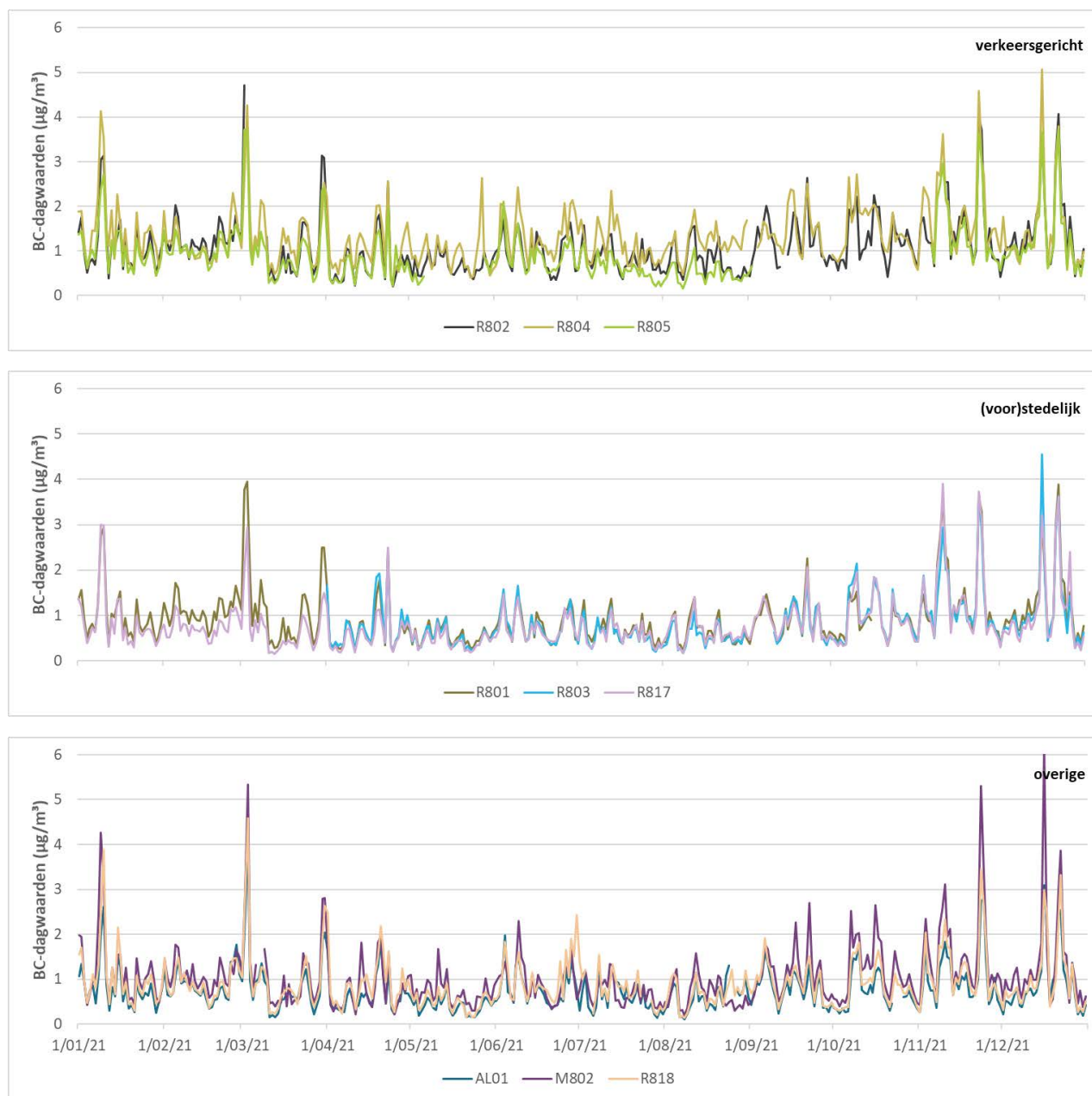
"": onvoldoende data om een jaargemiddelde te berekenen

Figuur 36: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2011 – 2021



Figuur 37 toont het verloop van de dagwaarden in 2021 per meetplaats. De algemene trend is, zoals bij alle polluenten, vrij gelijkaardig en wordt sterk beïnvloed door de weersomstandigheden. De concentraties verschillen tussen de meetplaatsen onderling bij zwarte koolstof meer dan bijvoorbeeld bij $PM_{2,5}$. Zwarte koolstof wordt alleen rechtstreeks uitgestoten (primair), waardoor het sterker beïnvloed wordt door lokale bronnen en er meer variatie is tussen de meetplaatsen. Verkeer is een belangrijke bron van zwarte koolstof, daardoor zien we de hoogste daggemiddelden op de verkeersgerichte meetplaatsen. De meetplaats aan de Ring (R804) is de koploper.

Figuur 37: Verloop van de zwarte koolstof-dagwaarden in 2021



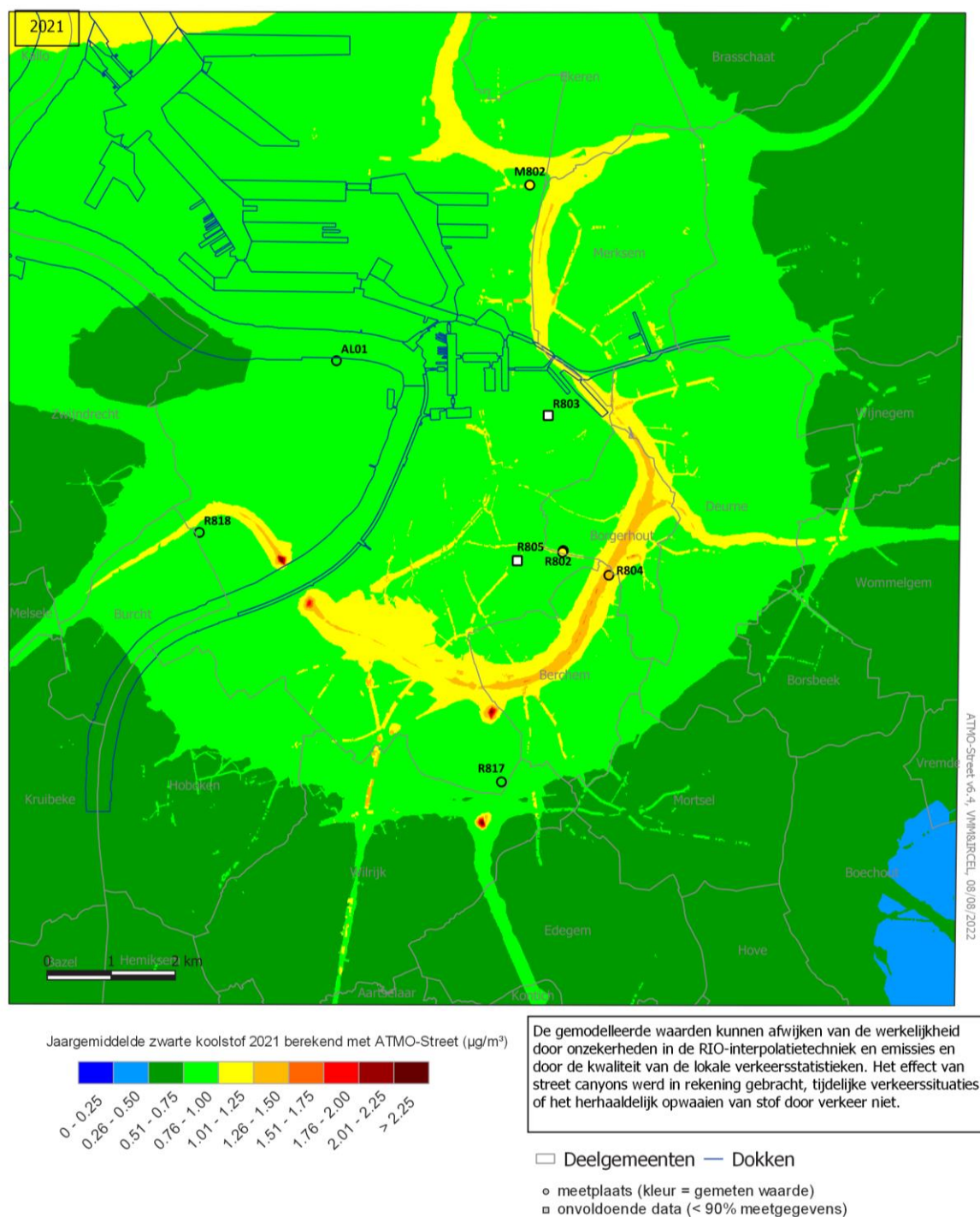
4.6.2 ATMO-Street model

Op plaatsen waar de VMM niet beschikt over meetresultaten schatten we de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Voor zwarte koolstof gebruikt de VMM het ATMO-Street-model. Meer uitleg en de beperkingen van dit model lees je in paragraaf 3.2.4 en bijlage 4.

Figuur 38 toont de gemodelleerde jaargemiddelde concentraties van zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeraties en omgeving in 2021. De impact van de LEZ werd mee doorgerekend.

Op Figuur 38 zien we dat de hoogste concentraties zwarte koolstof samenvallen met de snelwegen en de belangrijkste verkeersassen. De tunnelmonden zijn ook opnieuw zichtbaar, zoals bij NO₂ en (in mindere mate) bij PM.

Figuur 38: Gemodelleerd jaargemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2021



4.6.3 Toetsing aan de regelgeving

Voor zwarte koolstof bestaat er geen Vlaamse of Europese wetgeving. Ook de WGO heeft geen advieswaarden gepubliceerd voor zwarte koolstof.

4.6.4 Pollutierozen

Figuur 39 geeft de (zero)pollutierozen voor zwarte koolstof voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Een algemene uitleg over de methodiek van pollutierozen lees je in bijlage 4.

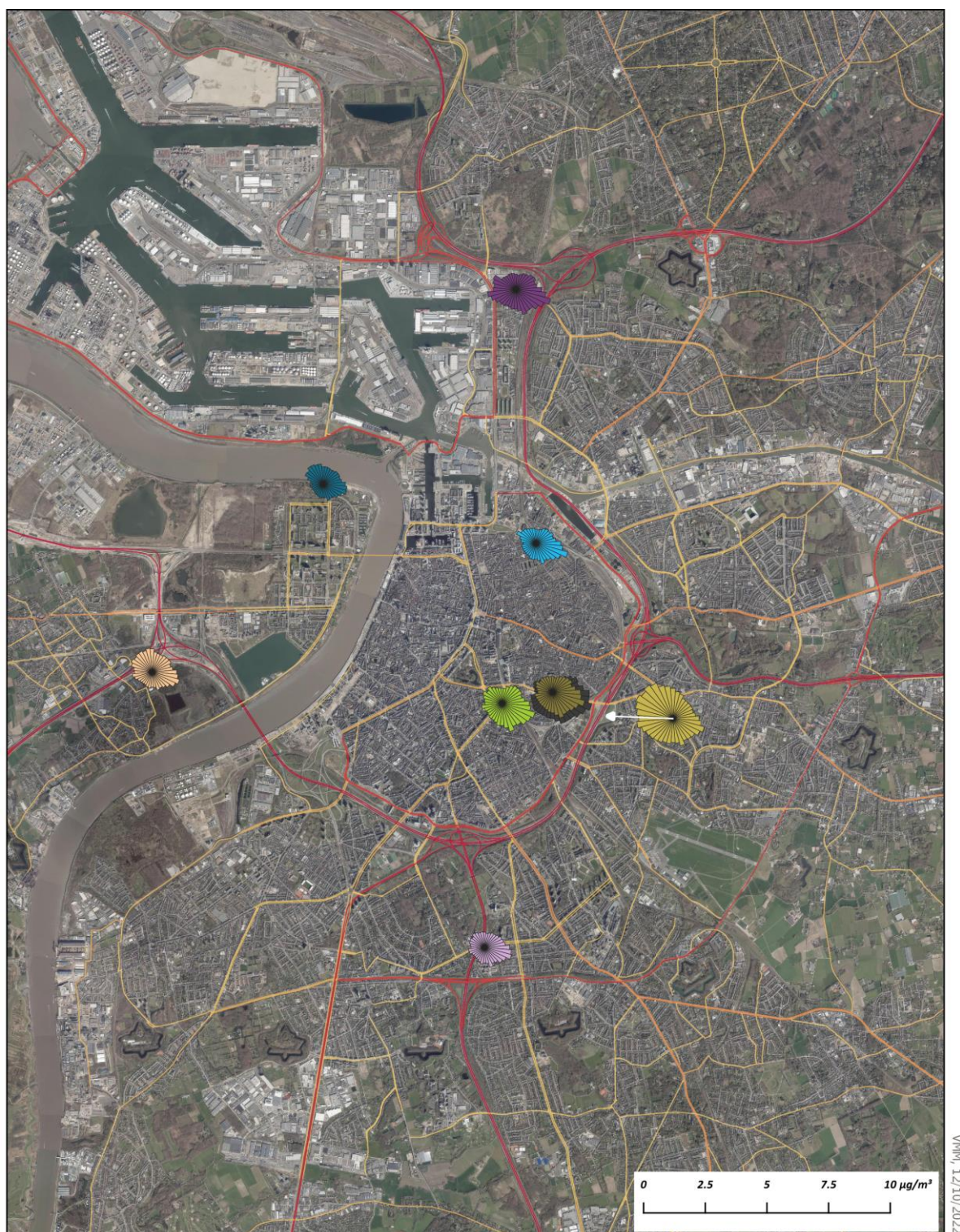
Alle locaties tonen verhoogde concentraties vanuit het oosten tot het zuiden. Dit komt doordat continentale landlucht meer vervuild is.

Aangezien zwarte koolstof enkel rechtstreeks wordt uitgestoten, en niet secundair gevormd wordt zoals fijn stof, is voor zwarte koolstof de invloed van lokale bronnen groter.

- **AL01:** Op de meetplaats Linkeroever zijn de concentraties over het algemeen laag. We zien wel een lokale invloed vanuit het noordwesten, de richting van de Antwerpse haven.
- **M802:** Op de meetplaats Luchtbal zien we verhoogde concentraties bij wind vanuit het westen, uit de richting van de Noorderlaan en een parking. De zero-roos toont ook vanuit het zuidoosten een lokale verhoging.
- **R801/R802:** De pollutieroos van de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) en de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) op 30 m van de straatkant vertonen grote overeenkomsten. De concentraties op de locatie R801 zijn, in vergelijking met de straatkant (R802) wel altijd lager, behalve bij wind uit noordelijke richtingen waar ze samenvallen.
Bovenop de regionale verhoging vanuit het oosten tot het zuiden, zien we op de meetplaatsen nog een lokale component uit deze windrichting.
- **R803:** Op de meetplaats Park Spoor Noord is er weinig lokale invloed te zien.
- **R804:** Op de meetplaats aan de Ring zien we een sterk lokale verhoging bij wind vanuit het zuidwesten tot het noorden. Dit zagen we ook bij de NO₂- en NO-rozen. Bij deze windrichtingen wordt de invloed van de Ring gemeten.
- **R805:** Deze meetplaats ligt op de middenberm van de Belgiëlei en wordt omgeven door het verkeer. We zien hier niet alleen vanuit het zuidoosten een lokale verhoging, maar ook vanuit andere richtingen.
- **R817:** Op de meetplaats aan de Groenenborgerlaan is er weinig lokale invloed te zien.
- **R818:** Op de meetplaats Burchtse Weel worden hogere waarden gemeten bij wind uit noordelijke richting, komende van de E17 autosnelweg en de werken in het kader van de Oosterweelverbinding.

Figuur 40 toont de pollutierozen voor zwarte koolstof voor 2021 op kaart.

Figuur 40: Pollutierozen concentraties zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2021



Pollutierozen zwarte koolstof op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie 2021

AL01	R802	R805
M802	R803	R817
R801	R804	R818

0 1000 2000 m

4.7 Ultrafijn stof (UFP)

Ultrafijn stof zijn deeltjes met een diameter kleiner dan 100 nm (= 0,1 µm). Ongeveer 90 % van alle deeltjes in de lucht zijn ultrafijne stofdeeltjes. Door hun zeer kleine afmeting kan UFP diep doordringen in de longen en daar in de bloedstroom terechtkomen en zo schadelijke effecten elders in het lichaam veroorzaken.

In een stedelijke omgeving is verkeer de belangrijkste bron van ultrafijn stof, maar ook de industrie en huishoudens (gebouwenverwarming) dragen bij tot de uitstoot van UFP. UFP ontstaat ook uit gasprecursoren (NO_x, SO₂, O₃).

4.7.1 Metingen automatisch meetnet

Figuur 41 toont het aantal ultrafijnstofdeeltjes per grootteklasse op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) voor de periode 2013 tot en met 2020.

tijd geldige UFP-metingen (uurgemiddelden) op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801). Door de lage beschikbaarheid aan data kunnen we geen betrouwbare data-analyse uitvoeren. We rapporteren daarom geen UFP-concentraties voor 2021.

Hieronder staat een bespreking van de vorige meetjaren.

UFP-concentratie

De laatste 2 jaar met beschikbare data (2019 en 2020) lag de gemiddelde UFP-concentratie (10-100 nm) op de meetplaats Borgerhout-achtergrond iets boven 8.000 deeltjes/cm³. Dit was lager dan de jaren ervoor. In een stedelijke omgeving is wegverkeer de belangrijkste bron van ultrafijne deeltjes.

Deeltjesgrootteverdeling

We zien de laatste jaren in Borgerhout dat meer dan de helft van de deeltjes een diameter tussen 10 en 30 nm had. De grootste klasse zijn de deeltjes met diameter 10-20 nm. Deze droegen in 2020 38 % bij aan het ultrafijn stof, deeltjes met een diameter van 20-30 nm 20 %. 22 % werd bijgedragen door deeltjes met een diameter 30-50 nm. Deeltjes in de grootteklassen 50-70 nm en 70-100 nm waren samen goed voor 20 % van de UFP-concentratie.

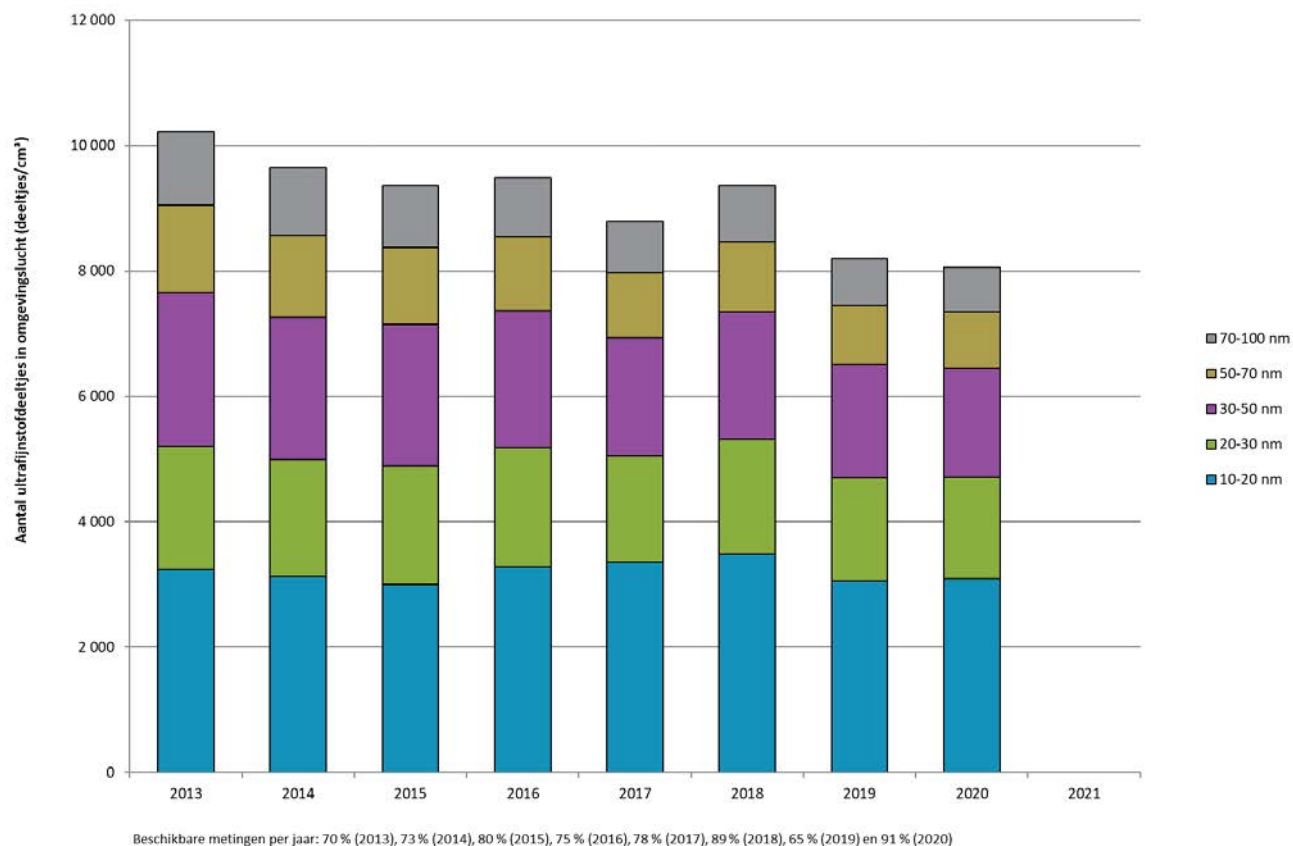
Variatie tussen week- en weekenddagen

Figuur 42 toont het gemiddelde dagverloop voor UFP op weekdays en in het weekend op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801), van 2016 t.e.m. 2020.

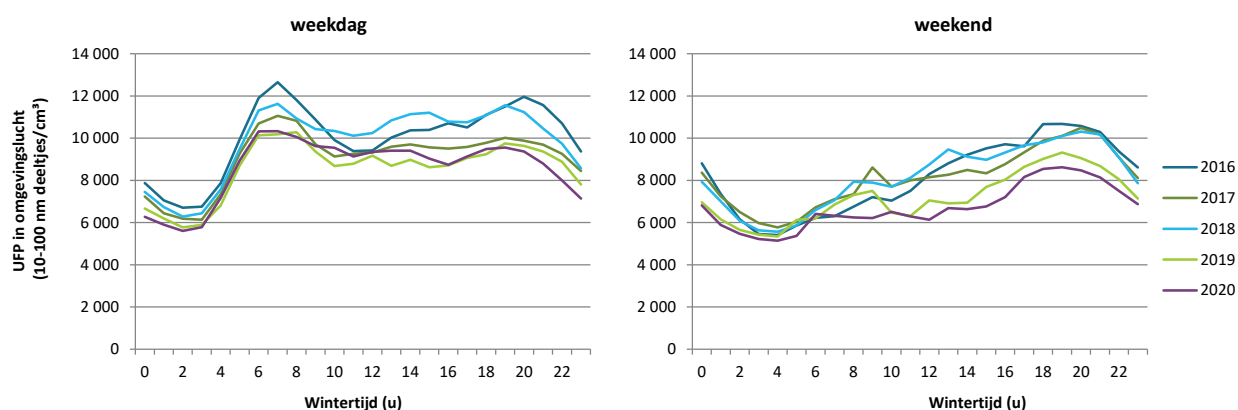
De UFP-concentratie varieert in de tijd door veranderingen in de uitstoot en de weersomstandigheden. De UFP-concentratie varieert ook tijdens de dag en week.

- Op weekdays zien we voor de meeste jaren een stijging tijdens de ochtend- en avondspits (behalve in 2020 wanneer er invloed was van de coronamaatregelen). De UFP-concentraties zijn hoger overdag dan 's nachts.
- In het weekend ligt de UFP-concentratie gemiddeld lager dan op weekdays. De UFP-concentratie was in het weekend hoger in de namiddag en avond dan 's morgens.

Figuur 41: Aantal ultrafijnstofdeeltjes per grootteklasse op de meetplaats Bergerhout-achtergrond (R801), 2013-2021 (deeltjes/cm³)



Figuur 42: Gemiddeld dagverloop van ultrafijn stof (10-100 nm deeltjes/cm³) op de meetplaats Bergerhout-achtergrond (R801) op weekdays (links) en in het weekend (rechts), 2016-2020



4.8 Bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof en PM₁₀

4.8.1 Methode

Op alle meetplaatsen opgericht bij het invoeren van de LEZ gebeuren de metingen van zwarte koolstof met een aethalometer (Magee AE33) waarmee ook de bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof gemeten wordt. Op de overige meetplaatsen werd vroeger zwarte koolstof met een MAAP-monitor gemeten. Eind 2019/begin 2020 werden de MAAP-monitoren overal vervangen door een Magee AE33.

In onderstaande tabel staat de datum van de ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen.

Tabel 14: Datum van ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen

Meetplaats	Datum ingebruikname aethalometer
AL01: Antwerpen-Linkeroever	20/11/2019
M802: Antwerpen-Luchtbal	05/12/2019
R801: Borgerhout-achtergrond	01/01/2020
R802: Borgerhout-straatkant	01/01/2020
R803: Antwerpen-Park spoor Noord	06/07/2017
R804: Antwerpen-Ring	01/11/2016
R805: Antwerpen-Belgiëlei	03/03/2017
R817: Antwerpen-Groenenborgerlaan	01/11/2015
R818: Antwerpen-Burchtse Weel	26/11/2019

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 aethalometermethode¹¹. Bij deze methode gaat men ervan uit dat de gemeten absorptie bij elke golflengte de som is van de absorptie door deeltjes afkomstig van houtverbranding¹² en afkomstig van fossiele brandstoffen. Zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen wordt vooral geassocieerd met dieselroet.

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

wb = woodburning = houtverbranding

ff = fossil fuel = fossiele brandstoffen

¹¹ 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

¹² Voor de verschillende zwartekoolstoffracties 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_{bb} of BB) gebruikt.
- De andere fractie is de zwartekoolstoffractie veroorzaakt door verbranding van fossiele brandstoffen (BC_{ff} of FF)

De VMM¹³ 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 PM₁₀ gebeurt op basis van een studie¹⁴ gebaseerd op Vlaamse data, waarin een factor van 22,56 werd voorgesteld. Deze factor rekent ook secundair stof van houtverbranding mee. VITO¹⁵ 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 PM₁₀ 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 PM₁₀.

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 PM₁₀ in de Antwerpse agglomeratie te berekenen. De data van de vorige jaren werden herrekend (omdat er eerder gerekend werd met een andere relatie tussen BC_{wb} en levoglucosan, gebaseerd op een meer beperkte meetperiode in 2018 en 2019). De formule die we nu gebruiken is dezelfde als die in de VITO-studie van 2017:

$$\text{PM}_{10_wb} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 22,56 \times 0,5 \times \text{BC}_{\text{wb}} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

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'¹⁶) en andere organische deeltjes. Deze verhouding van BC_{wb} vs PM_{10_wb} sluit nauw aan bij de factor gebruikt op de Franse meetnetten¹⁷.

Voor de berekening van de bijdrage van de verbranding van fossiele brandstoffen aan PM₁₀ hanteren we de op de Franse meetnetten¹⁷ gebruikte factor 2. Deze factor geeft ook aan dat BC een veel groter aandeel heeft in de totale PM-bijdrage bij verkeer (ongeveer 50%) dan bij houtverbranding.

$$\text{PM}_{10_ff} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 2 \times \text{BC}_{ff} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

4.8.2 Bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof

Figuur 43 toont voor 2021 voor elke meetplaats de maandelijkse concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en de concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}). In de wintermaanden¹⁸ 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

¹³ 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

¹⁴ 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

¹⁵ M. Van Poppel et al. (2017), Inschatting van de bijdrage van houtverbranding door burgers aan luchtverontreiniging in Vlaanderen

¹⁶ Brown carbon zijn lichtabsorberende organische deeltjes die niet zwart zijn

¹⁷ LCSQA (2020), Guide méthodologique pour la mesure du « Black Carbon » par Aethalomètre multi longueur d'onde AE33 dans l'air ambiant

¹⁸ wintermaanden: januari-maart en oktober-december; zomermaanden: april-september

verdund wordt. Dit zorgt er mee voor dat ook de concentraties zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen ook hoger liggen in de wintermaanden dan in de rest van het jaar.

De gemiddelde concentraties aan zwarte koolstof (BC), zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}) en zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) per meetplaats staan in Tabel 15 voor het volledig jaar 2021 en opgesplitst in winter- en zomermaanden.

In 2021 varieert de relatieve bijdrage van houtverbranding (**% BC_{wb} in BC**) tussen de 19 en 29 % en is deze het hoogst op meetplaats Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817). Niet onverwacht is dit percentage het laagst op de meetplaats aan de Antwerpse ring, waar de invloed van verkeer belangrijker is.

De absolute concentratie van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) varieert tussen 0,18 en 0,25 µg/m³ en is het hoogst op de meetplaats aan de ring (R804), waar ook de BC-concentratie het hoogst is.

Tijdens de zomermaanden is het verschil tussen de meetplaatsen voor de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (0,10-0,15 µg/m³) kleiner dan tijdens de wintermaanden (0,26-0,35 µg/m³).

De concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) varieert in 2021 tussen de 0,57 µg/m³ en 1,07 µg/m³. De hoogste concentratie wordt gemeten op de meetplaats aan de Antwerpse ring (R804), gevolgd door de verkeersgerichte meetplaats Borgerhout-straatkant (R802). Ook voor BC_{ff} liggen op alle meetplaatsen de concentraties tijdens de wintermaanden hoger dan tijdens de zomermaanden.

Op de 4 meetplaatsen waar BC al langer gemeten wordt met de aethalometer Magee AE33 kunnen we het verloop van de concentraties BC_{ff} en BC_{wb} bekijken voor de periode 2016-2021.

De daling in de concentratie zwarte koolstof komt vooral door een daling van de bijdrage door fossiele brandstoffen (zie Figuur 44 en tabel in bijlage 6). Dit maakt dat de relatieve bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof de afgelopen jaren is gestegen.

In bijlage 6 staat een tabel met de jaargemiddelden voor BC/PM₁₀ en de bijdragen afkomstig van houtverbranding en fossiele brandstoffen voor de periode 2016-2021 op de Antwerpse meetplaatsen.

4.8.3 Bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀

Figuur 45 geeft de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ weer. Zoals hierboven aangegeven bestaat de bijdrage van houtverbranding aan fijn stof maar voor een klein deel uit zwarte koolstof (ongeveer 9 %). Het overgrote deel van de bijdrage bestaat uit bruine koolstof ('brown carbon') en andere organische deeltjes. De bijdrage van verkeer aan PM₁₀ bestaat voor een groter deel uit zwarte koolstof (ongeveer 50 %). De bijdrage van verkeer aan organisch materiaal kan met de gebruikte apparatuur niet bepaald worden.

Fijn stof afkomstig van houtverbranding bestaat uit deeltjes afkomstig van onvolledige verbranding. Dit fijn stof is waarschijnlijk even schadelijk als fijn stof afkomstig van andere verbrandingsbronnen zoals het verkeer¹⁹.

Omdat de bijdrage van houtverbranding en van fossiele brandstoffen aan PM₁₀ met een resp. 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. Echter voor PM₁₀ afkomstig van houtverbranding is

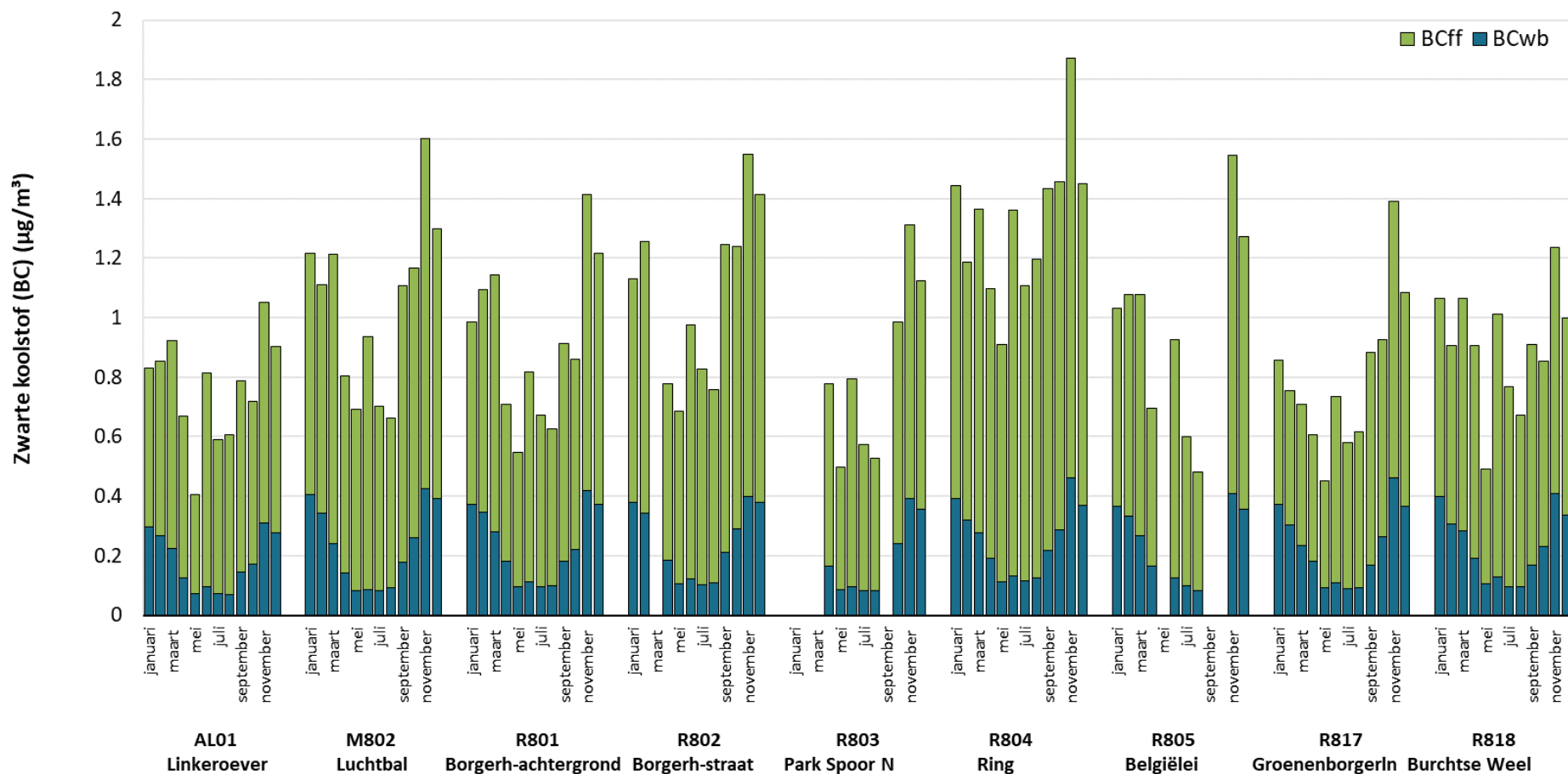
¹⁹ B. Brunekreef et al. (2012), Ten principles for clean air. Eur Resp J 2012; 39 :525-528

Voor PM_{10_ff} kan men ervanuitgaan dat het verschil tussen de winter- en zomermaanden grotendeels te wijten is aan de ongunstige weersomstandigheden in de wintermaanden die verdunning van de vervuiling tegengaan. Voor PM_{10_wb} wijst het grote verschil tussen beide seizoenen duidelijk op een verschil in uitstoot.

Op jaarbasis varieert de relatieve bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ (PM_{10_wb}) tussen 9,4 % en 12,7 % in 2021. De relatieve bijdrage van houtverbranding is het hoogst op de meetplaats aan de Groenenborgerlaan (R817) en aan de Antwerpse ring (R804).

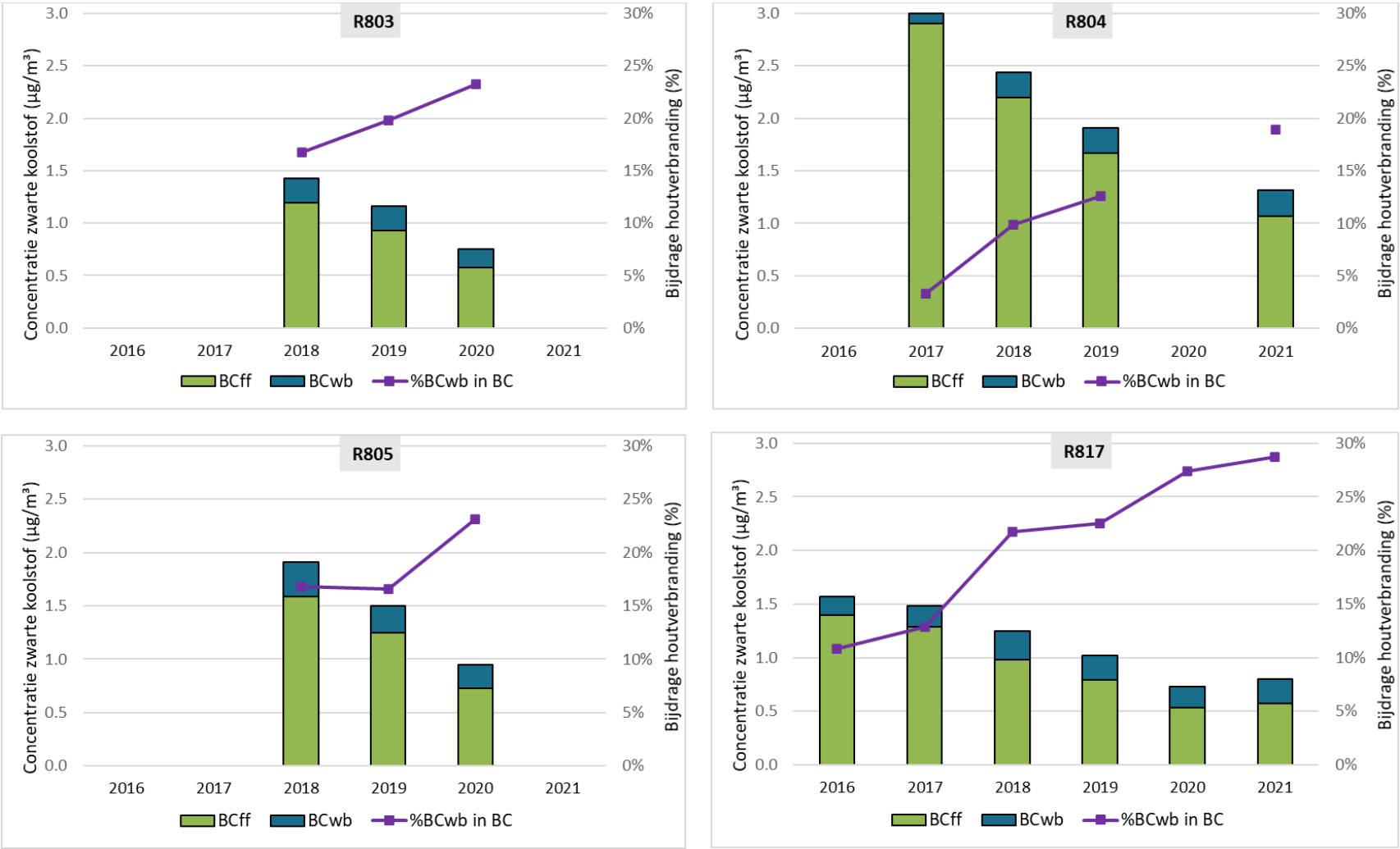
De relatieve bijdrage van fossiele brandstoffen aan PM_{10} ($PM_{10,ff}$) varieert op jaarbasis tussen 5,5 % en 9,6 % in 2021. De relatieve bijdrage van fossiele brandstoffen is het hoogst op de meetplaats aan de Antwerpse ring (R804) en het laagst op de achtergrondmeetplaats Linkeroever (AL01).

Figuur 43: Maandelijks gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) op de Antwerpse meetplaatsen in 2021

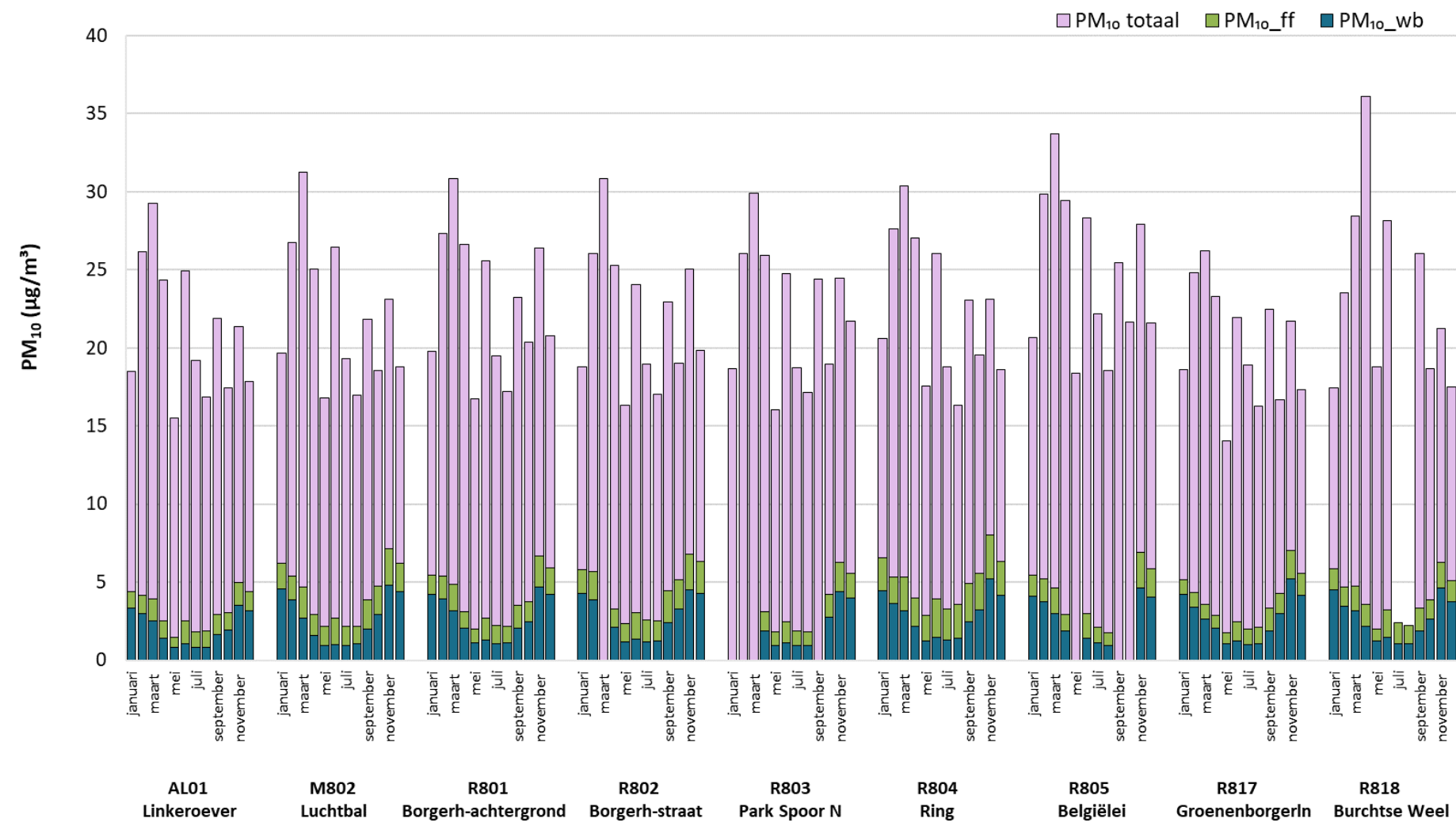


Noot: ontbrekende data doordefecten (R802: maart, R803: jan-mrt en sep, R805 mei en sep-okt)

Figuur 44: Evolutie van de bijdrage houtverbranding en bijdrage fossiele brandstoffen tot de concentratie zwarte koolstof voor de periode 2016-2021



Figuur 45: Maandelijks gemiddelden voor PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}), afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10_ff}) en totaal PM₁₀ op de Antwerpse meetplaatsen in 2021



Noot: Voor sommige maanden kon er geen PM_{10_wb/ff} berekend worden, wegens het ontbreken van BC-data.

4.8.4 Gemiddeld dagverloop in de winter- en zomermaanden

Zwarte koolstof

Figuur 46 en Figuur 47 geven voor alle meetplaatsen voor alle dagen van de week het gemiddelde verloop²⁰ weer van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding en zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen.

Figuur 46 geeft het gemiddelde dagverloop voor de **wintermaanden** van 2021.

- De concentraties zwarte koolstof afkomstig van **houtverbranding** (BC_{wb} , Figuur 46 bovenaan) vertonen in de wintermaanden op alle meetplaatsen een gelijkaardig dagverloop. Op alle dagen is er een avondpiek. De ochtendpiek is niet op alle dagen even zichtbaar.
- Het verloop van de concentraties zwarte koolstof afkomstig van **fossiele brandstoffen** (BC_{ff} , Figuur 46 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 aan de Ring (R804), gevolg door de verkeersgerichte meetplaatsen Plantin en Moretuslei (R802) en Belgiëlei (R805). Op alle meetplaatsen zien we op weekdays een duidelijke ochtend- en een avondpiek. In het weekend liggen de concentraties lager dan op weekdays en is de ochtendpiek minder duidelijk.

Figuur 47 toont hetzelfde als

Figuur 46 maar dan voor de **zomermaanden** van 2021.

- 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.
Opvallend is de verhoging op vrijdagmiddag op alle meetplaatsen. Die is het gevolg van de grote bosbrand op het Groot Schietveld in Brecht-Wuustwezel op 23 april 2021. Dit natuurgebied ligt zo'n 15 km ten noordoosten van Antwerpen en die dag stond er noordoostenwind, zodat de pluim van de brand in de richting van Antwerpen werd geblazen. Zelfs tot in Rijssel waren er die dag verhoogde metingen door de bosbrand.
- In de zomermaanden liggen de concentraties van de meetplaatsen dichterbij elkaar en is er dus minder variatie tussen de meetplaatsen in de dagverlopen van zwarte koolstof afkomstig van **fossiele brandstoffen** (Figuur 47, onderaan). Op de meetplaats aan de Ring (R804) zijn de concentraties wel steeds sterk verhoogd t.o.v. de andere meetplaatsen. Tijdens de zomermaanden zijn de avondpieken – in tegenstelling tot de wintermaanden – bijna niet zichtbaar.

PM₁₀

Figuur 48 en Figuur 49 geven voor alle dagen van de week het verloop van PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}), van PM₁₀ afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10_ff}) en van PM₁₀, respectievelijk voor de winter- en zomermaanden.

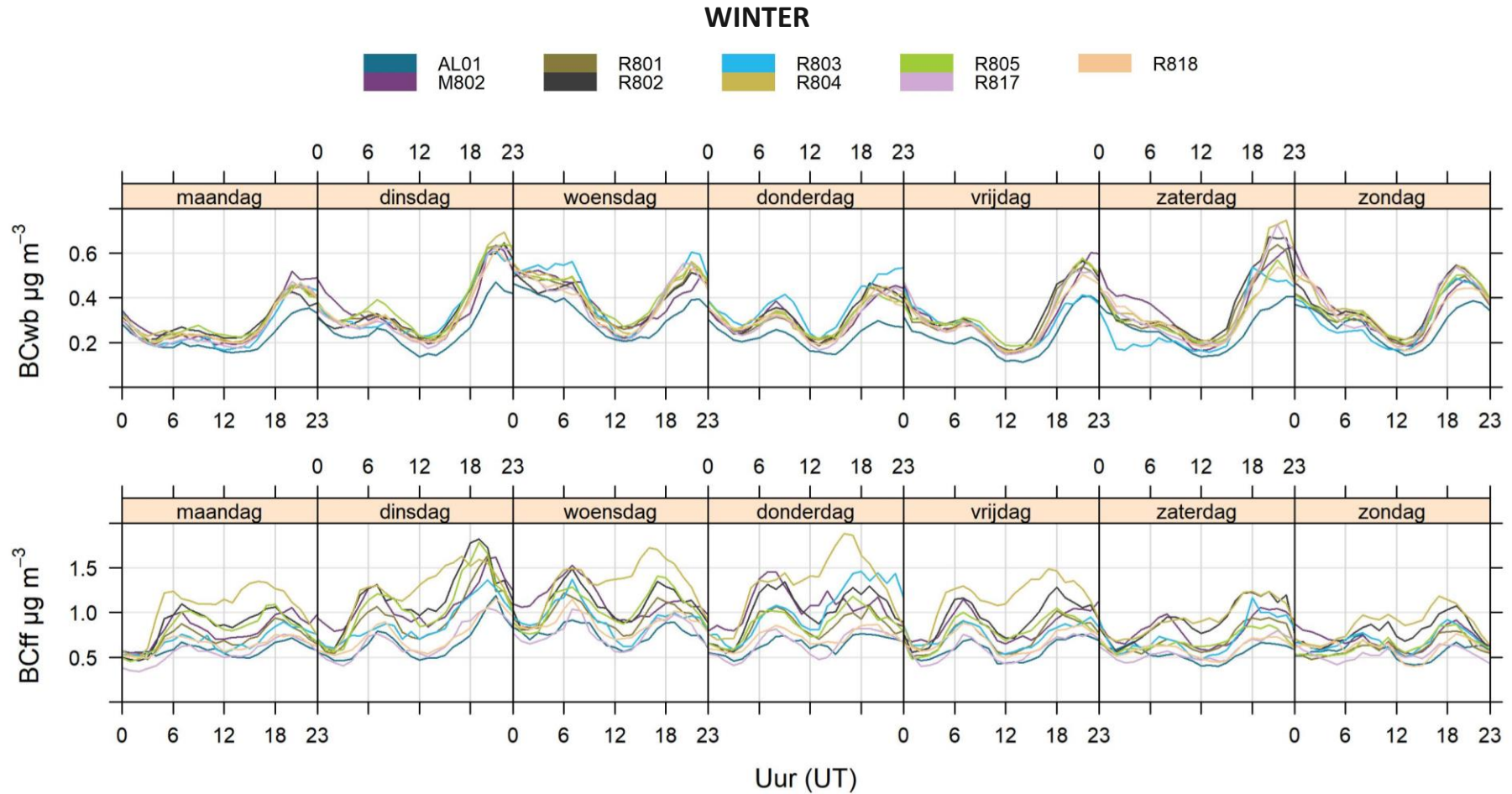
²⁰ Deze dagverlopen staan in UT (= universal time).

— 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.

Opvallend zijn de hogere PM₁₀-concentraties op de meetplaats Burchtse Weel (R818) op weekdays tijdens de zomermaanden. Deze zijn een gevolg van (her)opwaaiend stof bij de werken in kader van de Oosterweelverbinding. Dit zagen we vorig jaar ook.

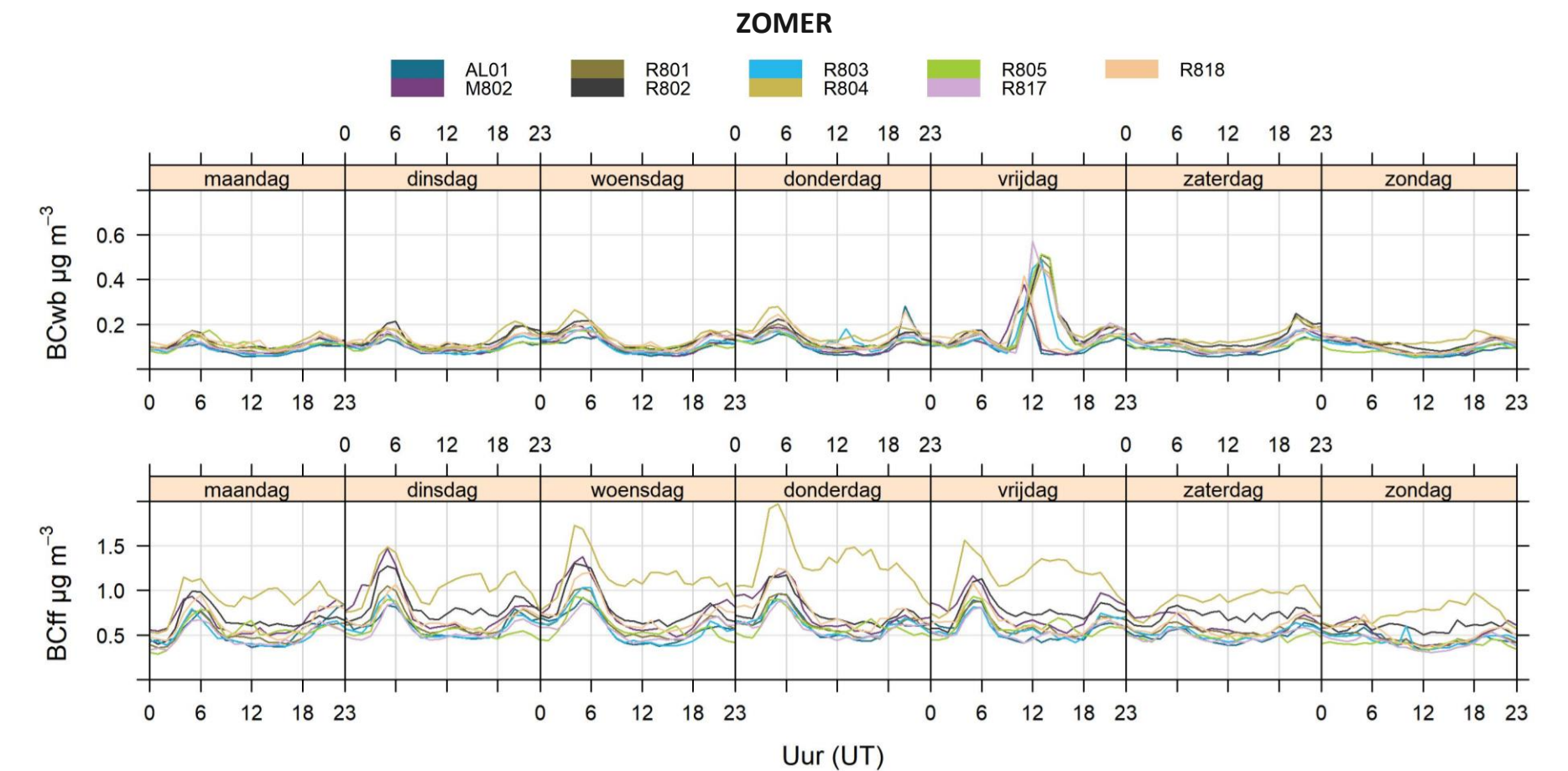
Figuur 46: Dagverlopen van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) voor de wintermaanden 2021



Noot:

- Wintermaanden= januari, februari, maart, oktober, november, december
- Voor R803 ontbreken de data voor januari-februari-maart (50 % data van wintermaanden beschikbaar).
- Voor R805 ontbreken de data voor oktober (80 % data van wintermaanden beschikbaar).

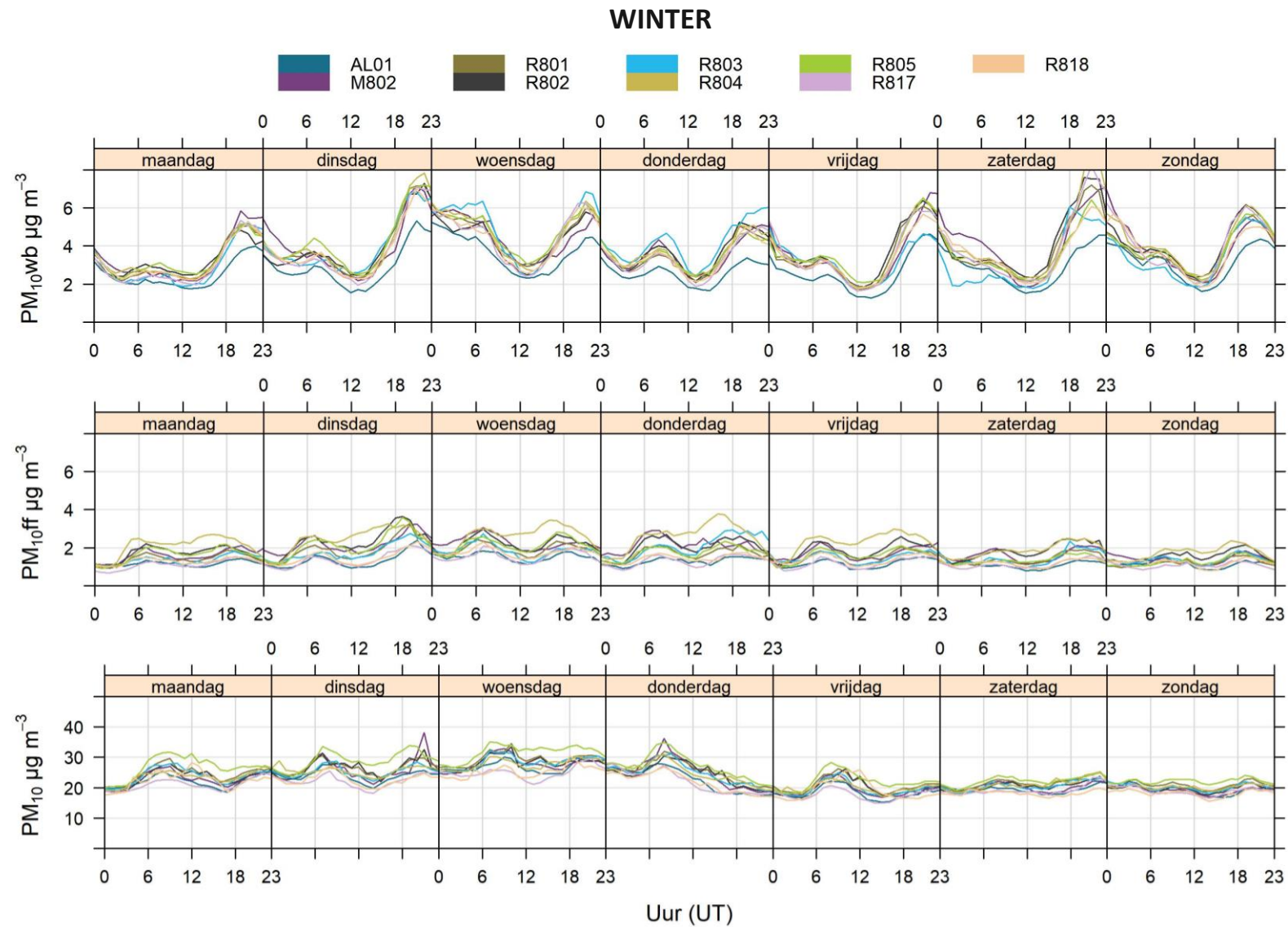
Figuur 47: Dagverlopen van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) voor de zomermaanden 2021



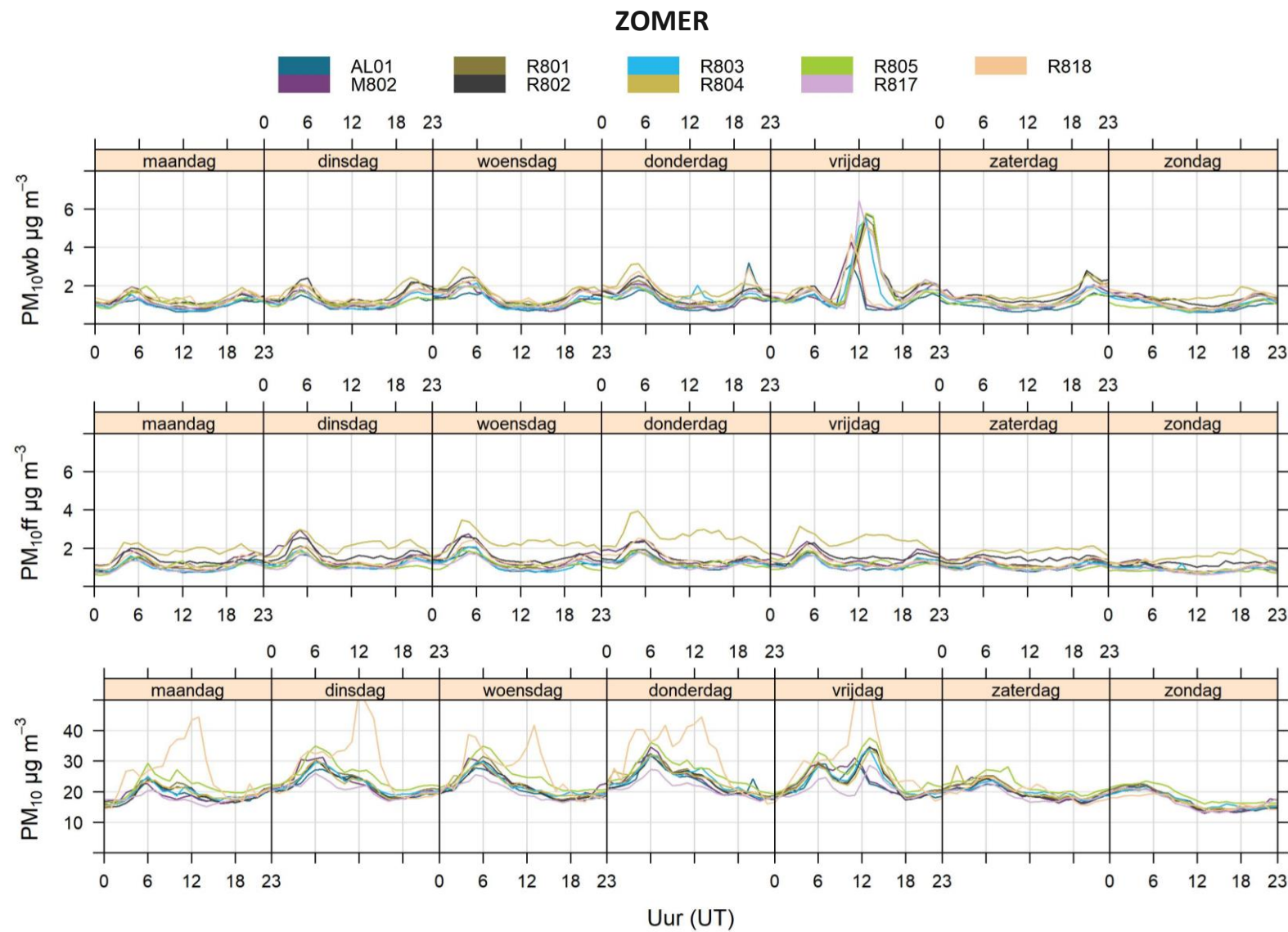
Noot:

- zomermaanden= april-september
- Voor R805 ontbreken er data voor mei en september (73 % data van zomermaanden beschikbaar).

Figuur 48: Dagverlopen van PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10_ff}) en totaal PM₁₀ voor de wintermaanden 2021



Figuur 49: Dagverlopen van PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10_ff}) en totaal PM₁₀ voor de zomermaanden 2021



4.8.5 Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting

Figuur 50 geeft voor de wintermaanden in 2021 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 50, links) werden op de meetplaatsen gemeten bij wind uit het zuidoosten. In een vroegere studie²¹ naar houtverbranding zagen we ook op alle meetplaatsen verhoogde bijdragen van houtverbranding uit deze windrichting. 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 temperatuursinversie, 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 op de achtergrondmeetplaats Park Spoor Noord (R803) lijken het hoogst, maar hierbij moet opgemerkt worden dat voor deze meetplaats slechts 50% van de data tijdens de wintermaanden beschikbaar was, waardoor dit een vertekend beeld kan geven. Voor de meetplaats Luchtbal (M802) zien we een lokale verhoging vanuit het noord-noordwesten.

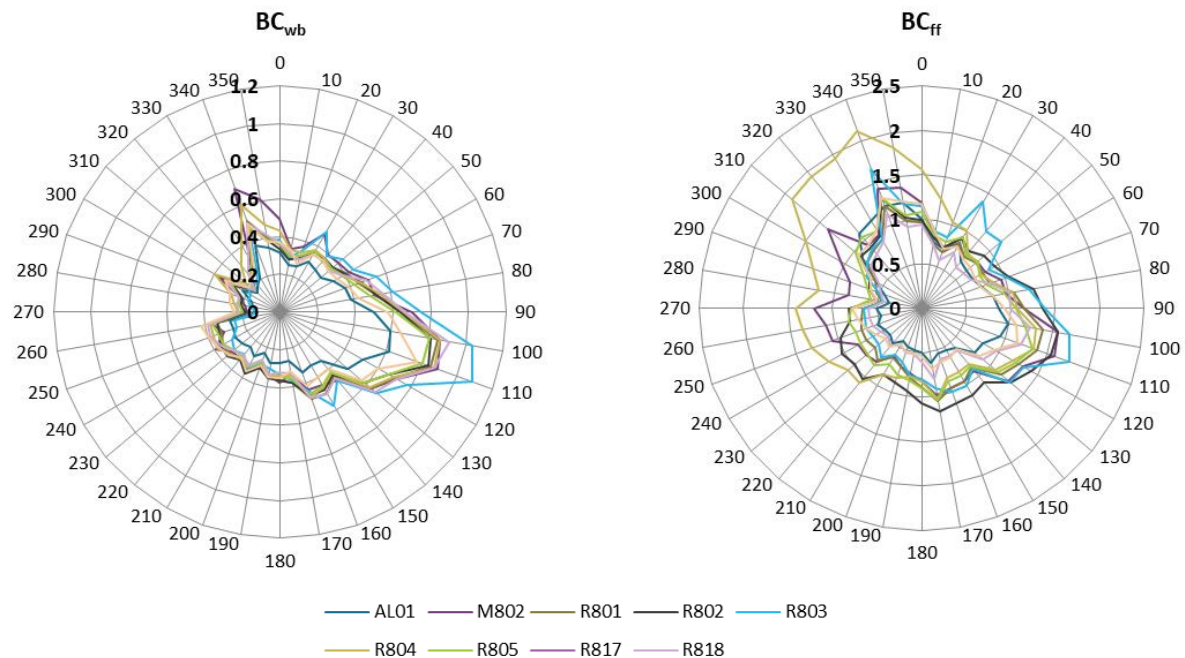
Noot: Het meetnet is opgebouwd om de algemene luchtkwaliteit of specifieke industriële bronnen in Vlaanderen op te volgen. De meetplaatsen met AE33 aethalometers zijn niet specifiek gekozen in functie van mogelijke lokale bronnen van huishoudelijke houtverbranding. De impact van huishoudelijke houtverbranding 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 50, rechts) zien we wél meer verschil in de vorm van de rozen, wat duidt op invloed van lokale bronnen.

- Op de meetplaats aan de Ring (R804) zien we duidelijk de invloed van het verkeer van de ring.
- Op de meetplaats Luchtbal (M802) meten we hogere concentraties uit het westen. Dit is de richting vanuit het kruispunt Havanalaan-Noorderlaan en vanuit de haven.
- Aan de Plantin en Moretuslei (R802) meten we verhoogde BC_{ff} -concentraties uit het zuiden, dit is de richting van de drukke invalsweg.
- Op de meetplaats in Park Spoor Noord zien we ook lokale verhogingen, maar aangezien deze meetplaats maar 50% data had in de winter, kan dit een vertekend beeld geven.

²¹ VMM (2011), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2010

Figuur 50: Pollutieroos voor zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}) tijdens de wintermaanden 2021 ($\mu g/m^3$)



5 METINGEN OP LINKEROEVER

Sinds het begin van de Oosterweelwerken heeft de VMM (in opdracht van Lantis) een extra meetstation opgericht aan de Burchtseweel (R818) om de invloed van de werken op te volgen. Op deze locatie wordt PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ en BC gemeten.

Midden 2021 bleek uit onderzoek van de Universiteit Antwerpen dat PFAS zich wijd verspreid heeft rond het bedrijf 3M en waren er aanwijzingen dat PFAS door de grondwerken voor de Oosterweelverbinding via fijn stof door de lucht verspreid werd. De VMM startte hierna onmiddellijk op Linkeroever enerzijds luchtmetingen van PFAS en anderzijds extra metingen van fijn stof op.

Figuur 51: Meetopstelling voor PFAS in Zwijndrecht



5.1 PFAS

5.1.1 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 dan ook 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.

PFAS zijn verontreinigende stoffen die in het courante Europese en Vlaamse milieubeleid (nog) niet structureel worden gemonitord of aangepakt. Het Vlaamse actieplan PFAS wil hier verandering in brengen. Meer informatie over dit actieplan staat op <https://omgeving.vlaanderen.be/pfas-actieplan>. Momenteel gelden er bijvoorbeeld geen Europese emissiegrenswaarden en luchtkwaliteitsnormen of rapporteringsverplichtingen.

In 2021 heeft de VMM samen met VITO eerst gewerkt aan een gevalideerde meetmethode voor PFAS in omgevingslucht (inclusief depositie). Verschillende monsternametechnieken werden ingezet op verschillende locaties in de buurt van 3M en op een achtergrondlocatie.

Een overzicht van de meetplaatsen vind je op: <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/zwijndrecht/pfas-in-de-lucht-metingen-in-zwijndrecht>

Uit onderzoek van VITO in samenwerking met de VMM blijkt dat in de buurt van Zwijndrecht en 3M effectief PFAS aanwezig zijn in de lucht. Zowel in zwevend stof als in depositie werden PFAS gemeten.²²

- Op alle meetlocaties zijn PFAS-verbindingen gemeten in het zwevend stof in de omgevingslucht. De verbindingen die het meest voorkomen zijn PFOS en PFOA.
- Op de meetlocatie met de hoogste PFAS-concentraties in zwevend stof hebben nog 7 andere PFAS-verbindingen een aandeel van meer dan 1% in de totale concentratie.
- Er zijn grote verschillen tussen de locaties en PFAS-verbindingen tijdens de meetperiode. De PFAS-concentraties in zwevend stof zijn duidelijk verhoogd in de buurt van de 3M-site en de Oosterweelwerf in Zwijndrecht in vergelijking met de achtergrondlocatie in Dessel. De concentraties variëren ook sterk in de tijd.
- De concentraties zijn het hoogst nabij 3M en de werfzone, en nemen sterk af met toenemende afstand. Zo was de gemiddelde concentratie in het centrum van Zwijndrecht (0,007 ng/m³ voor de som van PFOS + PFOA + PFNA + PFHxS) veel lager dan op de meetlocatie nabij de E34, die het dichtst ligt bij 3M en de werfzone (0,103 ng/m³).
- De concentraties zijn afhankelijk van de windrichting: op meetlocaties windafwaarts van 3M en de werfzone vinden we meer PFAS in zwevend stof dan op de windopwaartse locaties.

Voor de som van 4 PFAS-verbindingen (PFOS + PFOA + PFNA + PFHxS) is een tijdelijke toetsingswaarde afgeleid 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.

²² <https://www.vmm.be/nieuws/archief/pfas-in-zwevend-stof-en-depositie-metingen-in-omgeving-3m-en-zwijndrecht>

Op alle meetlocaties ligt de PFAS-concentratie in zwevend stof ruim onder deze toetsingswaarde: de hoogste gemiddelde concentratie (gemeten nabij de E34) is ongeveer vier keer lager dan de toetsingswaarde, de concentratie in het centrum van Zwijndrecht is meer dan 50 keer lager.

PFAS in depositie:

- Op alle meetlocaties zijn PFAS-verbindingen gemeten in depositie. Dat zijn stoffen die neervallen uit de lucht via regen en in droge periodes. De verbindingen die het meest voorkomen zijn PFBA en PFBS. Beide zijn goed oplosbaar in water en komen vooral voor in het opgevangen regenwater. Ook PFOS, PFOA en PFOSA hebben een aandeel van meer dan 1 % in de totale PFAS-depositie.
- Er zijn grote verschillen tussen de locaties en PFAS-verbindingen tijdens de meetperiode. De gemiddelde depositie in de omgeving van 3M en de Oosterweelwerf was 4 tot 88 ng/m²/dag voor PFBA, 0,2 tot 10 ng/m²/dag voor PFBS en 4,5 tot 49 ng/m²/dag voor PFOS. Op de achtergrondlocatie in Dessel was de gemiddelde depositie 3 tot 6 ng/m²/dag voor deze verbindingen. In tegenstelling tot zwevend stof, waarin op de achtergrondlocatie zelden PFAS-verbindingen werden gedetecteerd.
- Er zijn duidelijke indicaties dat de deposities van de 4 EFSA-PFAS (PFOS + PFOA + PFNA + PFHxS) hoger zijn dicht bij 3M en de werfzone, en lager op verdere afstand. Ook de windrichting heeft invloed. Zo was de gemiddelde depositie hoger op locaties die tijdens de metingen vaak windafwaarts lagen van 3M en de werfzone.
- Voor PFBA zijn er ook hogere deposities gemeten op locaties die verder van 3M en de werfzone liggen. Dit kan wijzen op uitstoot op grotere hoogte.

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

Meer informatie over de vervuiling in Zwijndrecht vind je op de PFAS-website van de Vlaamse Overheid:

<https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/zwijndrecht/pfas-in-de-lucht-metingen-in-zwijndrecht>.

Meer informatie over PFAS in het algemeen via <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling>.

5.2 Stofmetingen

Om tijdig te kunnen inspelen 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. Dit is omdat het meten van PFAS in zwevend stof analyses in het labo vergen, waardoor deze pas na enkele weken beschikbaar zijn en zodoende niet direct ingezet kunnen worden om snel in te spelen op mogelijke stofverspreiding. De concentraties van fijn stof kunnen wel continu opgevolgd worden met automatische monitoren en laten dus toe om veel sneller actie te ondernemen.

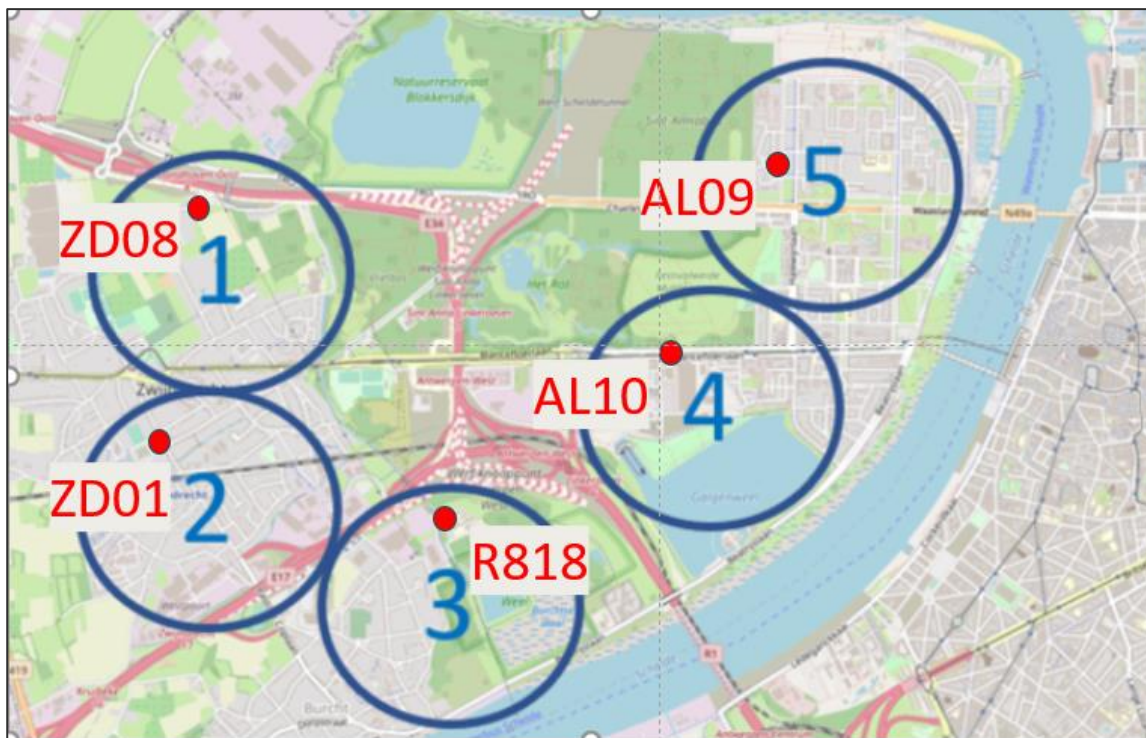
5.2.1 Meetnet

Om de verspreiding van stof door de werken maximaal in te perken, werden via de omgevingsvergunning van de werfzones een reeks stofbeheersmaatregelen opgelegd en werd een stofactiemeetplan opgemaakt in samenwerking met Lantis.

In de verschillende windrichtingen rond de werken registreren een aantal stofmonitoren continu de hoeveelheid fijnstof in de omgevingslucht. Deze meetlocaties liggen in:

- de noordelijke woonzone van Zwiindrecht (zone 1)
- het centrum van Zwiindrecht (zone 2)
- de noordelijke zone van Burcht (zone 3)
- de zuidelijke woonzone op Linkeroever (zone 4)
- de noordelijke woonzone op Linkeroever (zone 5)

Figuur 52: Overzicht van de meetplaatsen in kader van het stofactieplan op Linkeroever



Naam	Code	Lambert X	Lambert Y	Startdatum
Antwerpen, Van Averbekelaan	AL09	150543	213320	27/01/2022
Antwerpen, Sporthal Blancefloerlaan	AL10	149979	212216	17/02/2022
Antwerpen, Burchtse Weel	R818	148723	211364	02/09/2017
Zwijndrecht, Binnenplein	ZD01	147007	211728	01/10/2021
Zwijndrecht, Neerstraat	ZD08	147399	213042	05/10/2021

Met dit stofmeetnet wordt de lokale bijdrage van de Oosterweelwerken naar de dorpskernen toe continu gemonitord. Door op elk ogenblik de PM₁₀-stofconcentratie in een woonkern te vergelijken met een andere meting uit het stofmeetnet, die op dat moment niet beïnvloed wordt door de werken (afhankelijk van de windrichting) kan op uurbasis de lokale bijdrage van de activiteiten op de werf opgevolgd worden.

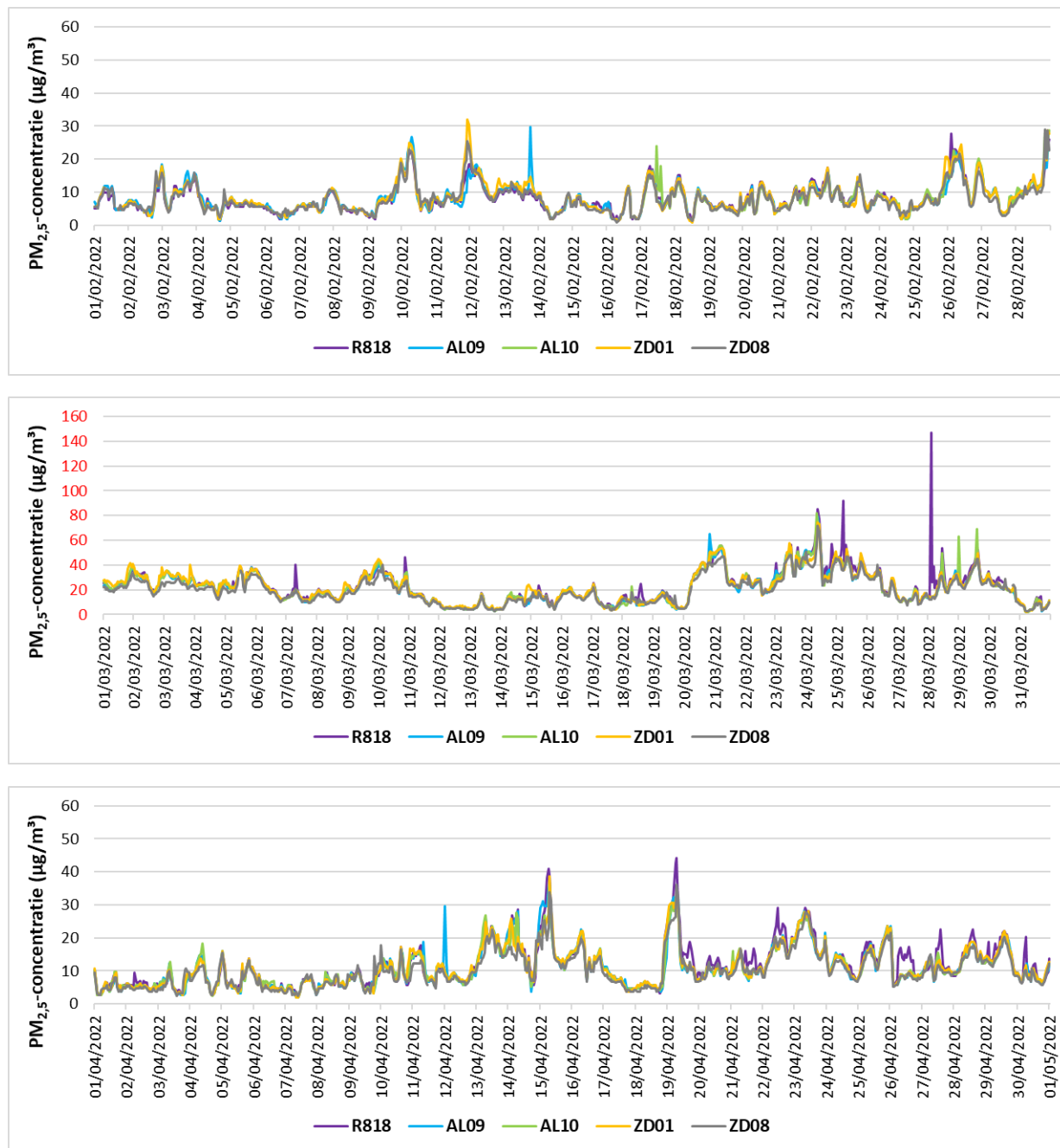
- Wordt de **waarschuwingsdrempel** overschreden, dan gaat de verantwoordelijke voor stofemissies op de werf ter plaatse om te kijken of de mogelijke maatregelen rond stofreducerende maatregelen op de werf genomen zijn en goed opgevolgd worden.
- Wordt de **actiedrempel** overschreden, dan worden aanvullende stofreducerende maatregelen genomen, zoals extra beneveling van de te bewerken gronden of worden bepaalde stofproducerende activiteiten tijdelijk stilgelegd. Dit in afwachting van het dalen van de nettobijdrage van de stofconcentraties in de omringende woonzone(s).

Het voorstel is momenteel gebaseerd op bescherming ten opzichte van fijn stof (PM₁₀). Als basis wordt de huidige WGO-dagadvieswaarde (45 µg/m³) voor PM₁₀ gebruikt. Hoewel PM_{2,5} gezondheidskundig nog relevanter is dan PM₁₀, weten we dat opwaaiend bodemstof of stof van infrastructuurwerken eerder uit grotere deeltjes bestaat, wat maakt dat PM₁₀ beter geschikt is om verspreiding van bodemstof op te volgen.

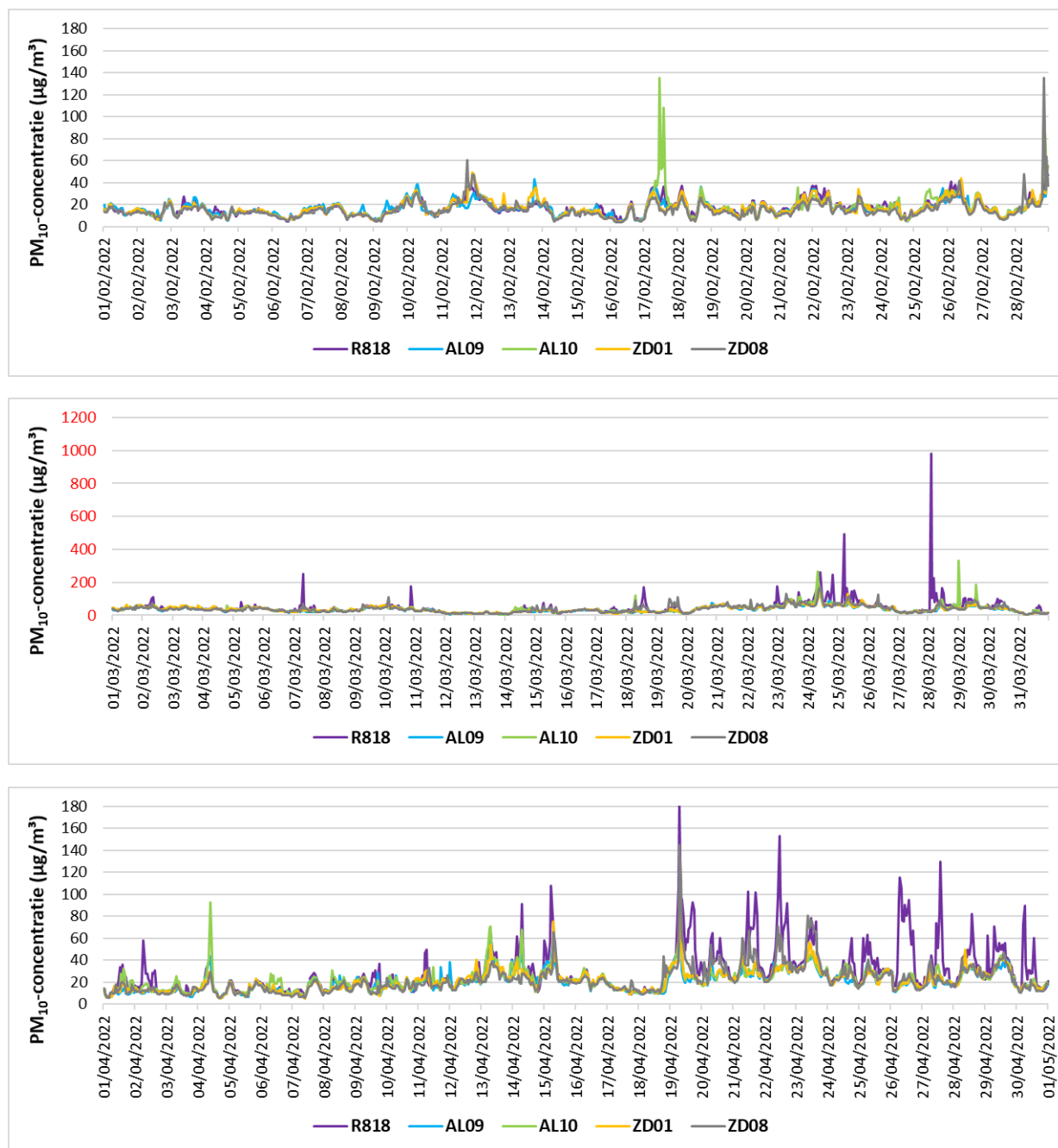
- **Netto PM₁₀:** lokale PM₁₀-concentratie op de meetplaats min de laagste waarde van de 5 meetplaatsen uit Tabel 16. Door te werken met nettobijdragen vermijden we dat algemene smogepisodes die volledig buiten de verantwoordelijkheid van Lantis liggen hen tot actie zouden dwingen.
- **3hmax:** hoogste (netto) uurwaarde die minstens 3 opeenvolgende uren wordt overschreden. Het werken met zo'n drempel is een compromis tussen voldoende snel kunnen reageren enerzijds en anderzijds vermijden dat zeer kortstondige events (bv. door een korte éénmalige stofpiek of door kortstondige lokale variaties in het weer) zorgen voor een drempeloverschrijding.

Actiedrempel (netto 3hmax) = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Figuur 53: Verloop PM_{2,5}-uurgemiddelden per maand op de meetplaatsen op Linkeroever, februari-april 2022



Figuur 54: Verloop PM₁₀-uurgemiddelden per maand op de meetplaatsen op Linkeroever, februari-april 2022



Om te achterhalen uit welke richting de lokale bronnen afkomstig zijn, werd voor elke meetplaats de pollutieroos uitgetekend voor de verschillende stoffracties:

- $PM_{2,5}$
- PM_{10}
- PM_{coarse} of grof stof, wat het verschil is tussen PM_{10} en $PM_{2,5}$.

Naast de gewone pollutieroos werd ook een zeropollutieroos opgemaakt. Zie bijlage 4 voor meer uitleg over deze methodiek.

Vooral de rozen van grof stof of PM_{coarse} zijn interessant omdat bij heropwaaiend bodemstof de deeltjes vaak tussen 2,5 en 10 µm groot zijn.

- Voor de meetplaats Burchtse Weel (R818) zien we een grote lokale verhoging vanuit het noorden tot noordoosten. Dit is de richting vanuit de werf aan de E17.
- Voor de meetplaats aan de Blancefloerlaan (AL10) zien we een lokale verhoging uit het noordwesten die wellicht veroorzaakt is door tijdelijke wegenwerken (voetpad, middenberm) vlakbij de meetplaats.
- Op de meetplaats aan de Neerstraat (ZD08) is er een lokale verhoging van grof stof uit het noordoosten. Dit kan ook gelinkt worden aan werken van Lantis ter hoogte van de nabijgelegen berm en aan transporten over de werfweg.

[illegible]

Luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie – jaarrapport 2021

[illegible]

6 EFFECT VAN DE INVOER VAN DE LAGE-EMISSIONEZONE OP DE CONCENTRATIES

In een lage-emissiezone worden de meest vervuilende voertuigen stapsgewijs gebannen om de luchtkwaliteit en de gezondheid van de inwoners in die zone te verbeteren.

6.1 Inleiding

In de haalbaarheidsstudie²³ uit 2012 die de stad Antwerpen liet uitvoeren voor de invoering van de lage-emissiezone werden slechts beperkte relatieve dalingen in de concentraties PM₁₀ en PM_{2,5} gemodelleerd ten gevolge van de invoering ervan. De grootste relatieve reducties werden gemodelleerd voor elementair koolstof, wat net zoals zwarte koolstof een maat is voor roet²⁴. Voor NO₂ is het te verwachten effect van de LEZ kleiner omdat de 'nieuwe' diesels ten tijde van de haalbaarheidsstudie uit 2012 nog altijd vrij veel NO₂ uitstoten²⁵.

In de verdere bespreking kijken we bijgevolg alleen naar de pollutanten NO₂ en zwarte koolstof.

6.1.1 Uitdagingen bij het meten van het effect van een LEZ

Een uitspraak doen over het effect van de lage-emissiezone op de concentraties in de omgevingslucht is niet evident.

Een berekende daling in verkeersemisies door de LEZ is zelden één op één terug te vinden in de gemeten concentraties. Hiervoor zijn verschillende redenen:

- Wisselende meteorologische omstandigheden van jaar tot jaar kunnen een grote impact hebben op de gemeten concentraties.
- Er zijn behalve verkeer ook andere bronnen voor NO₂ en zwarte koolstof.
- Emissies en trends in de rest van Vlaanderen, andere gewesten en het buitenland dragen bij tot de concentratie van vervuilende stoffen in de Antwerpse agglomeratie.

Naast de hierboven vermelde algemene aspecten spelen ook nog enkele specifieke fenomenen die het meten van effecten moeilijk maken:

- Binnen de LEZ zullen bepaalde verkeersmaatregelen of wegenwerken leiden tot andere verkeersstromen in de binnenstad en tot meer of minder verkeer in de omgeving van de meetplaatsen. Bijvoorbeeld de heraanleg van de Leien (de 'knip') die plaatsvond van juni 2017 tot mei 2020, of de wegenwerken aan de Plantin en Moretuslei van midden 2019 tot voorjaar 2021. Ook ter hoogte van het station aan de Groenenborgerlaan (R817) waren er in 2018 en 2019 werken.

²³ Transport & Mobility Leuven (2012), Haalbaarheidsstudie voor invoering en beheer van lage-emissiezone(s) in de stad Antwerpen

²⁴ Het verschil tussen zwarte koolstof en elementair koolstof is vooral van meettechnische aard. Bij zwarte koolstof gebeurt de meting op basis van een optische methode, bij elementair koolstof gebruikt men een thermische methode.

²⁵ De huidige nieuwste diesels (euro 6d) lijken, op basis van de tot nu beschikbare meetgegevens, wel significant minder NO_x uit te stoten, maar zij vormen nog maar een klein deel van de vloot.

- Mensen hebben bij aanschaf van een nieuwe wagen geanticipeerd op de invoering van de LEZ, waardoor het wagenpark niet op één dag wijzigt. De invoering (en verdere verstrengingen) van de LEZ werd immers al een paar jaar eerder aangekondigd.
- De LEZ in Antwerpen zorgt ook voor een wijziging van het wagenpark buiten de LEZ en zal daar ook de concentraties beïnvloeden. Het evaluatierapport LEZ²⁶ toonde aan dat de invoer van de LEZ -samen met de aanpassing van de brandstofaccijnzen en de vergroening van de verkeersfiscaliteit- heeft geleid tot een versnelde vergroening van het wagenpark, zowel binnen de LEZ als in de rest van Vlaanderen. Hierdoor is het moeilijk om een achtergrondcorrectie uit te voeren op basis van locaties waar er ‘geen effect’ verwacht wordt.

Om het effect van de invoering van de LEZ in Antwerpen te beoordelen zouden we in het ideale geval de concentraties binnen de LEZ moeten vergelijken met de concentraties binnen een sterk vergelijkbare stedelijke omgeving waar er geen LEZ ingevoerd is. Op deze manier zou de impact van het weer en van de autonome vernieuwing van het wagenpark in Vlaanderen op de concentraties kunnen worden ingeschat en zouden we een netto-effect van de LEZ kunnen berekenen. Maar verkeersgerichte luchtkwaliteitsmetingen in andere Vlaamse steden zijn beperkt en ook in deze steden zijn er vaak maatregelen of initiatieven die een impact hebben op de luchtkwaliteit. Voorbeelden hiervan zijn het circulatieplan (sinds april 2017) en de invoering van een LEZ (begin 2020) in Gent.

Alle bovenstaande redenen samen maakt het moeilijk een algemene uitspraak te doen over het lokale netto-effect van de LEZ op de concentraties NO₂ en zwarte koolstof.

Om toch een idee te hebben van het effect van de lage-emissiezone op de concentraties, worden in paragraaf 6.3 de concentraties van de meetplaatsen in Antwerpen van de jaren na de invoer van de LEZ (2017-2021) vergeleken met het jaar voor de invoer van de LEZ (2016). We kijken of er verschillen zijn tussen de verschillende Antwerpse meetplaatsen. De verschillen in concentraties over de jaren binnen de Antwerpse agglomeratie worden ook vergeleken met de verschillen in concentraties van de overige meetplaatsen in Vlaanderen.

Effect coronamaatregelen

Bovenop de hierboven vermelde moeilijkheden, werden de concentraties van bepaalde pollutanten in 2020 sterk beïnvloed door de coronamaatregelen (sinds midden maart 2020). In 2021 waren er ook nog coronamaatregelen die voor minder kilometers van personenauto's hebben gezorgd (zie paragraaf 3.2.2), wel minder extreem dan in 2020.

Dat maakt dat we in 2020 (en in mindere mate in 2021) drie zaken hebben die invloed hebben op de evolutie van de concentraties:

1. Algemeen dalende trend in heel Vlaanderen door geleidelijke verschoning wagenpark
2. Impact van de LEZ
3. Coronamaatregelen die geleid hebben tot minder verkeer (personenwagens) en bij sommige bedrijven ook tot lagere productie (= lagere uitstoot)

²⁶ Departement Omgeving & Vlaamse Milieumaatschappij (2020), Impact van de lage-emissiezones op het wagenpark, de luchtkwaliteit en sociaal kwetsbare groepen, Eindrapport – november 2020, <https://www.vmm.be/nieuws/archief/milieu-en-sociale-impact-van-lage-emissiezones>

6.2 Verdere verstrenging sinds 2020

De toelatingsvoorwaarden om binnen te mogen in de Antwerpse LEZ zijn verstrengd sinds 1 januari 2020. Sinds de verstrenging hebben EURO3-diesel wagens geen toegang meer en EURO4-diesels alleen na betaling. Bij benzinewagens worden sinds 2020 EURO1-wagens geweerd.

De volgende verstrenging²⁷ was oorspronkelijk voor 2025 gepland, maar is op Vlaams niveau uitgesteld naar 2026.

Tot 1 januari 2026 ligt de focus op het bannen van oude dieselwagens zonder roetfilter omdat die voertuigen zeer veel schadelijk roet uitstoten. Oude benzinewagens zijn wel nog toegelaten omdat hun roetuitstoot gelijkaardig is aan de roetuitstoot van dieselwagens met roetfilter. Zodra de roetuitstoot maximaal is teruggedrongen, verschuift de focus naar het terugdringen van de uitstoot van stikstofoxiden (NOx). Op dat moment zullen ook de recentere dieselwagens met een roetfilter in het vizier komen omdat die in de praktijk ook nog relatief veel NO₂ uitstoten. Ook voor benzinewagens worden de toegangscriteria geleidelijk strenger maar benzinewagens tot ongeveer 25 jaar oud blijven toegelaten omdat benzinewagens (veel) minder stikstofoxiden uitstoten dan dieselwagens van dezelfde leeftijd.

6.3 Vergelijking 2021 ten opzichte van 2016 en ten opzichte van 2020

6.3.1 Jaargemiddelde concentraties in de Antwerpse agglomeratie

In dit stuk vergelijken we de concentraties van 2021

- met deze van het laatste jaar voor de invoer van de LEZ, namelijk 2016 en
- met het vorig jaar, 2021.

NO₂

Tabel 19 geeft voor NO₂ de vergelijking tussen de jaren 2021 en 2016 en ook een overzicht van de jaarlijkse fluctuaties.

Bij de vergelijking van **2021 met 2016**, het jaar voor de invoer van de LEZ, zien we op alle meetplaatsen een daling die varieert tussen 5,5 en 15,9 µg/m³, of relatief uitgedrukt een daling tussen 20 % en 35 %.

De verkeersgerichte meetstations Borgerhout-sraatkant (R802) en Belgiëlei (R805) vertonen de grootste dalingen.

Bij de vergelijking van **2021 met 2020** zien we in de Antwerpse meetstations toenames die variëren tussen 0,7 en 2,8 µg/m³, of relatief uitgedrukt een stijging tussen 4 % en 11 %.

- In 2020 waren de concentraties meer dan gemiddeld gedaald door de coronamaatregelen. In 2021 waren de coronamaatregelen milder, waardoor er weer meer verkeer was dan in 2020. Dat heeft geleid tot hogere NO₂-concentraties (zie ook paragraaf 3.2.1 en 3.2.2). De concentraties in 2021 zijn nog altijd lager dan in 2019 en volgen weer meer de algemene dalende trend.
- De toenames in 2021 zijn zowel absoluut als relatief minder sterk dan de dalingen in 2020.

²⁷ <https://www.slimnaarantwerpen.be/nl/lez/check-uw-voertuig/toelatingsvoorwaarden-vanaf-1-1-2020#vanaf-2025>

Zwarte koolstof

Tabel 20 geeft voor zwarte koolstof de vergelijking tussen de jaren 2021 en 2016 en ook een overzicht van de jaarlijkse fluctuaties.

Vergelijken we **2021 met 2016**, het jaar voor de invoer van de LEZ, dan variëren de dalingen in de Antwerpse meetstations tussen 0,45 en 1,41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, of relatief tussen 37 % en 56 %.

- De concentraties daalde het sterkst op de verkeersgerichte meetplaats aan de Plantin en Moretuslei (R802). Voor de andere verkeersgerichte meetplaats aan de Belgiëlei (R805) waren er in 2021 onvoldoende data om een jaargemiddelde te berekenen. Vorige jaren zagen we ook hier een sterke daling.

Bij de vergelijking van **2021 met 2020** zien we in de Antwerpse meetstations toenames die variëren tussen 0,02 en 0,13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, of relatief uitgedrukt een stijging tussen 3 % en 17 %.

- Net zoals bij NO₂ waren voor BC de concentraties in 2020 sterk gedaald door de coronamaatregelen. In 2021 waren de coronamaatregelen milder, waardoor er weer meer verkeer was dan in 2020. Dat heeft geleid tot hogere BC-concentraties (zie ook paragraaf 4.6.1 en 3.2.2). De concentraties in 2021 zijn nog altijd lager dan in 2019 en volgen weer meer de algemene dalende trend.
- De toenames in 2021 zijn - zowel absoluut als relatief - minder sterk dan de dalingen in 2020.

In de volgende paragraaf vergelijken we de trend binnen de LEZ met die op andere meetplaatsen in Vlaanderen.

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

Tabel 20 : Absolute en relatieve verschil in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2021 ten opzichte van 2016/2020 voor zwarte koolstof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Zwarte koolstof		Jaargem						2021 vs	2017 vs	2018 vs	2019 vs	2020 vs	2021 vs
Code	Naam	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2016	2016	2017	2018	2019	2020
AL01	Antwerpen-Linkeroever	1,21	1,13	1,11	0,92	0,74	0,76	-0,45 (-37%)	-0,08 (-7%)	-0,02 (-2%)	-0,19 (-17%)	-0,18 (-20%)	+0,02 (+3%)
R801	Borgerhout-achtergrond	1,90	1,63	1,50	1,23	0,86	0,91	-0,99 (-52%)	-0,27 (-14%)	-0,13 (-8%)	-0,27 (-18%)	-0,37 (-30%)	+0,05 (+6%)
R802	Borgerhout-straatkant	2,50	2,02	1,78	1,36	0,99	1,09	-1,41 (-56%)	-0,48 (-19%)	-0,24 (-12%)	-0,42 (-24%)	-0,37 (-27%)	+0,10 (+10%)
R803	Antwerpen-Park Spoor Noord	1,61	1,52	1,43	1,16	0,75	“	-	-0,09 (-6%)	-0,09 (-6%)	-0,27 (-19%)	-0,41 (-35%)	-
R804	Antwerpen-Ring	-	2,99	2,43	1,91	“	1,32	-	-	-0,56 (-19%)	-0,52 (-21%)	-	-
R805	Antwerpen-Belgiëlei	2,28	2,08	1,9	1,51	0,95	“	-	-0,20 (-9%)	-0,18 (-9%)	-0,39 (-21%)	-0,56 (-37%)	-
R817	Antwerpen-Groenenborgerlaan	1,57	1,48	1,24	1,02	0,73	0,80	-0,77 (-49%)	-0,09 (-6%)	-0,24 (-16%)	-0,22 (-18%)	-0,29 (-28%)	+0,07 (+10%)
R818	Antwerpen-Burchtse Weel	-	-	1,25	1,08	0,78	0,91	-	-	-	-0,17 (-14%)	-0,30 (-28%)	+0,13 (+17%)

": onvoldoende data om een jaargemiddelde mee te berekenen

6.3.2 Vergelijking met de overige meetstations in Vlaanderen

De trends op de meetstations buiten Antwerpen kunnen een indicatie geven van het netto-effect van de LEZ. Zoals al werd aangegeven, is ook deze aanpak niet perfect omdat we weten dat de invoering van de LEZ ook tot wijzigingen heeft geleid buiten Antwerpen. Zoals aangetoond in het evaluatierapport LEZ²⁸ leidt de invoer van een LEZ tot een versnelde vergroening van het wagenpark, zowel binnen de LEZ als in de rest van Vlaanderen.

NO₂

In Figuur 56 wordt de absolute en relatieve daling van de jaargemiddelde concentratie NO₂ in 2021 in vergelijking met 2016 uitgezet voor alle meetplaatsen in Vlaanderen.

Grote absolute dalingen worden genoteerd op de verkeersgerichte meetlocaties binnen de LEZ (R802-Plantin en Moretuslei, R805-Belgiëlei). De daling op de stedelijke achtergrondlocatie (R801-Plantin en Moretuslei) binnen de LEZ is lager, maar nog altijd bij de hogere helft.

Ook op de verkeersgerichte meetplaats R702 aan de G. Callierlaan in Gent wordt een sterke daling genoteerd, mogelijks voor een deel door de invoer van het circulatieplan in Gent en (het anticiperende gedrag op) de invoering van de LEZ in Gent in 2020.

Een vergelijking van de relatieve dalingen is gewenst, aangezien op verkeersgerichte meetlocaties met hogere concentraties verminderde emissies door het wegverkeer (door welke evolutie of maatregel dan ook) immers zullen leiden tot grotere absolute dalingen in de gemeten concentraties.

Bij het bekijken van de relatieve dalingen op de locaties binnen de LEZ valt op dat de dalingen bij de hogere helft van de Vlaamse meetstations horen, maar niet hoger zijn dan sommige voorstedelijke of landelijke meetstations.

Gemiddeld over alle Vlaamse stations, zonder de 9 NO₂-meetstations in de Antwerpse agglomeratie, zien we in 2021 ten opzichte van 2016 voor NO₂ een absolute daling van 6,2 µg/m³ en een relatieve daling van 25 %.

Tabel 21: Relatieve en absolute dalingen van de NO₂-concentraties in Antwerpen en in de rest van Vlaanderen

NO ₂	Antwerpen	Vlaanderen*
	2021 vs 2016	
Absolute range	Min: 5,5 µg/m ³ Max: 15,9 µg/m ³	Min: 2,3 µg/m ³ Max: 14,6 µg/m ³ Gem: 6,2 µg/m ³
Relatieve range	Min: 20 % Max: 35 %	Min: 13 % Max: 40 % Gem: 25%

*Vlaanderen exclusief de Antwerpse meetstations

²⁸ Departement Omgeving (2020), Impact van de lage-emissiezones op het wagenpark, de luchtkwaliteit en sociaal kwetsbare groepen, Eindrapport – november 2020, <https://www.vlaanderen.be/publicaties/impact-van-de-lage-emissiezones-op-het-wagenpark-de-luchtkwaliteit-en-sociaal-kwetsbare-groepen-eindrapport>

In Figuur 57 wordt de absolute en relatieve daling van de jaargemiddelden zwarte koolstof in 2021 in vergelijking met 2016 uitgezet voor alle meetplaatsen in Vlaanderen.

Wanneer we de dalingen relatief uitzetten zien we algemeen de grootste dalingen op meetlocaties in de LEZ.

Voor de meetstations voor zwarte koolstof in Vlaanderen, met uitzondering van de 8 meetstations in de Antwerpse agglomeratie, zien we in 2021 ten opzichte van 2016 gemiddeld een absolute daling van $0,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en een relatieve daling van 38 %.

Tabel 22: Relatieve en absolute dalingen van de concentraties zwarte koolstof in Antwerpen en in de rest van Vlaanderen

BC	2021 vs 2016	
	Antwerpen	Vlaanderen*
Absolute range	Min: 0,45 µg/m³ Max: 1,41 µg/m³	Min: 0,21 µg/m³ Max: 0,97 µg/m³ Gem: 0,50 µg/m³
Relatieve range	Min: 37 % Max: 56 %	Min: 27 % Max: 51 % Gem: 38%

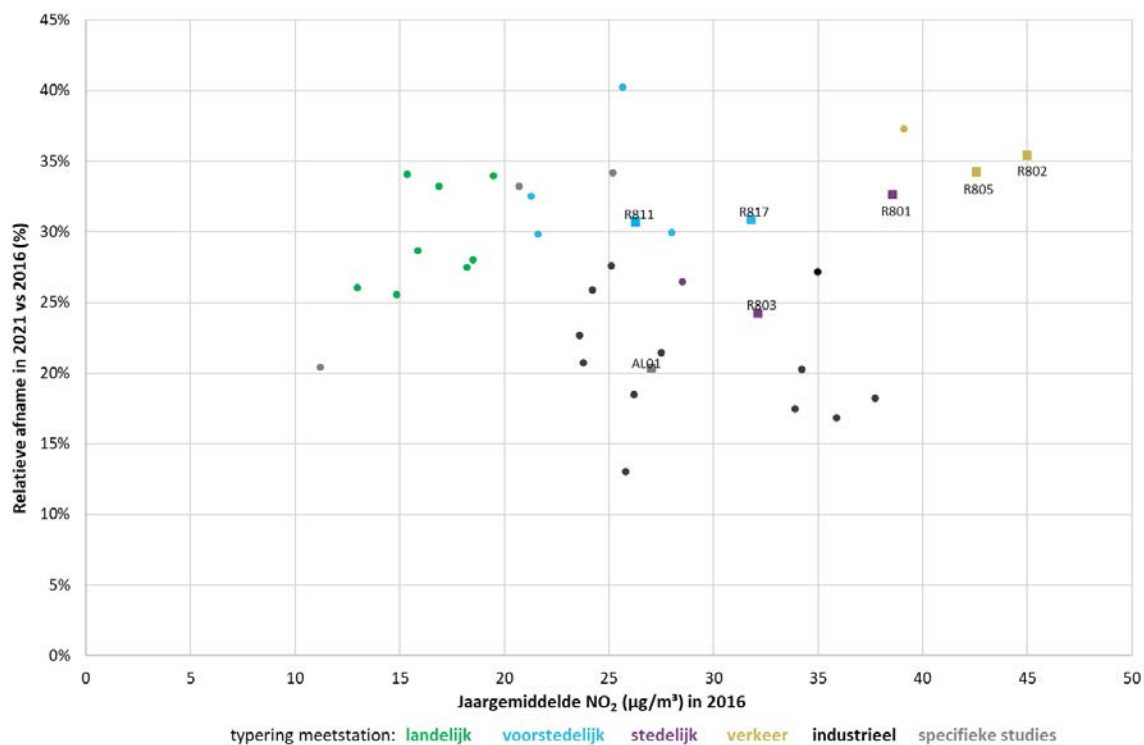
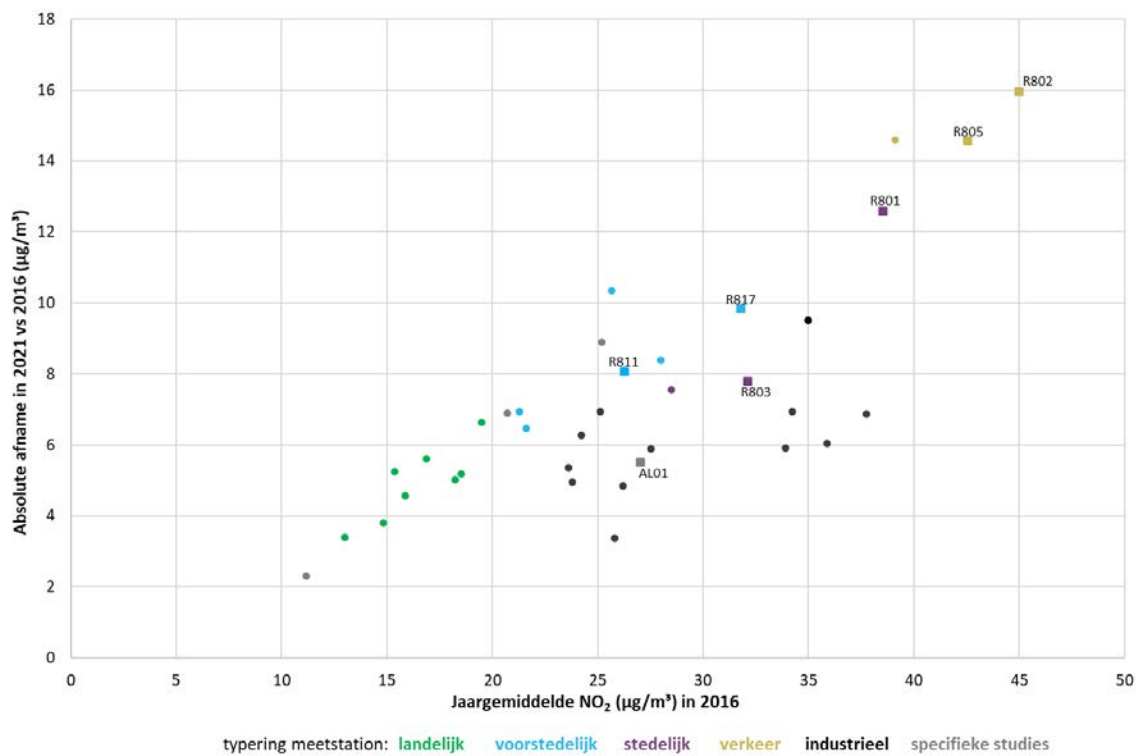
*Vlaanderen exclusief de Antwerpse meetstations

De waargenomen relatieve **NO₂**-dalingen in de LEZ liggen binnen de range die we elders in Vlaanderen waarnemen.

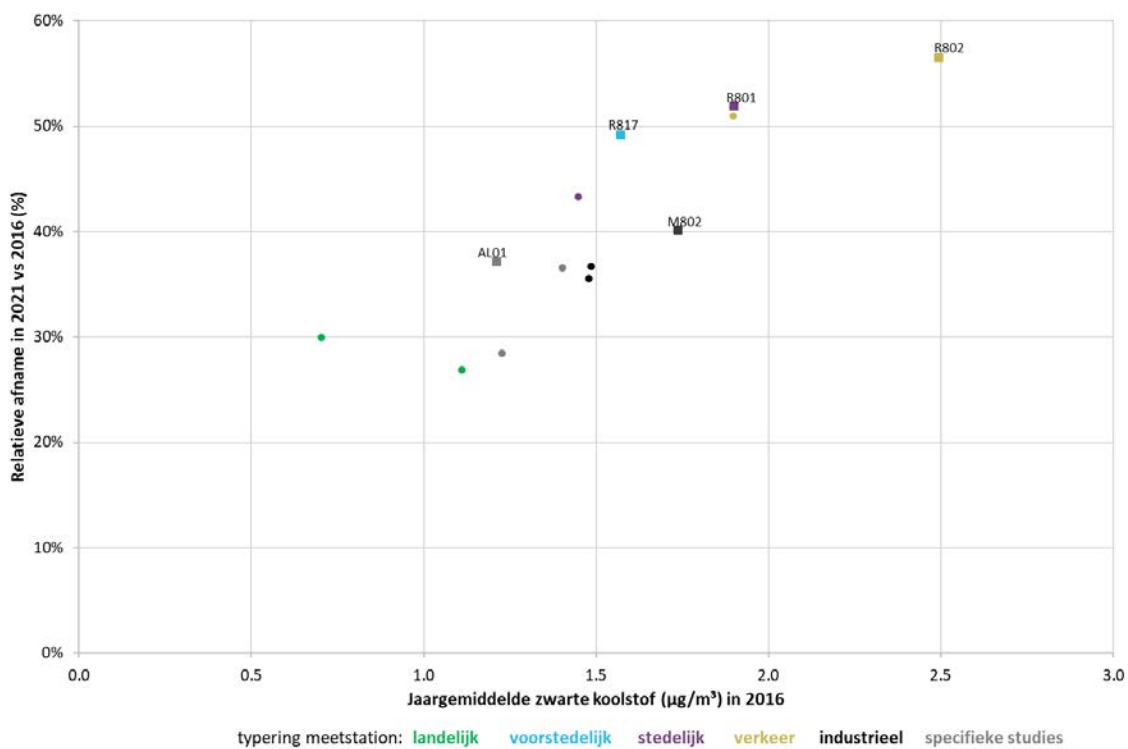
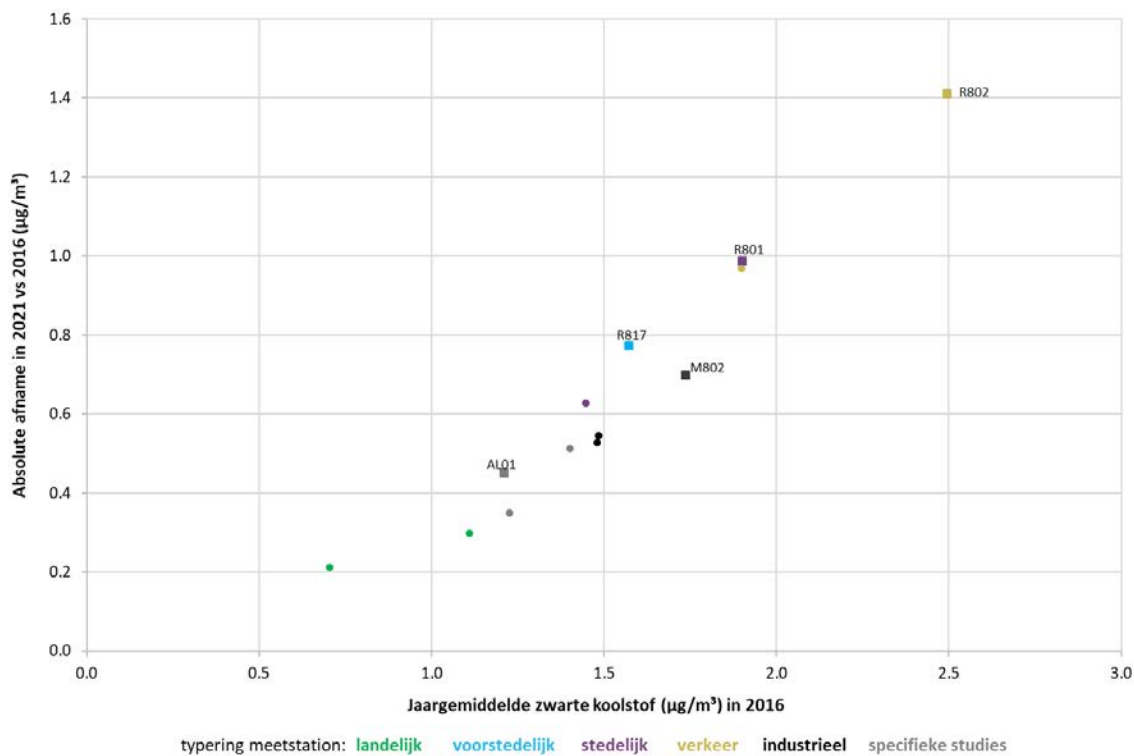
Voor **zwarte koolstof** zien we op de verkeersgerichte meetplaatsen aan de Plantin en Moretuslei (R802) en ook op de achtergrondmeetlocaties in en aan de rand van de LEZ globaal grotere dalingen dan elders. De LEZ heeft er dus voor gezorgd dat de concentraties zwarte koolstof lokaal extra daalden.

De huidige beperkingen van de LEZ focussen vooral op het terugdringen van de uitstoot van roetdeeltjes. Het terugdringen van stikstofdeeltjes wordt belangrijker vanaf 2026. Het kan zijn dat we nadien ook voor NO₂ een netto-effect van de LEZ waarnemen.

Figuur 56: Absolute daling (bovenste figuur) en relatieve daling (onderste figuur) in de jaargemiddelde NO₂-concentraties in 2021 ten opzichte van 2016 voor alle Vlaamse meetstations



Figuur 57: Absolute daling (bovenste figuur) en relatieve daling (onderste figuur) in de jaargemiddelde concentraties zwarte koolstof in 2021 ten opzichte van 2016 voor alle Vlaamse meetstations



BIJLAGEN

[illegible]

bijlage 1 Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2005)

parameter	eenheid	toesteltype	meetprincipe analyse	volgens norm	meetonzekerheid	bepaling meet- onzekerheid	onder accreditatie	uitbesteding	type approval
PM ₁₀	µg/m ³	FIDAS200	optical particle counter + conversion to mass concentration	-	14 % bij daggemiddelde van 50 µg/m ³	volgens EN16450	ja ¹	nee	n.v.t.
PM _{2,5}				-	16 % bij daggemiddelde van 30 µg/m ³				
NO	µg/m ³	TS 42i	chemiluminescentie	EN14211	-	-	ja ¹	nee	ja
NO ₂					13 % bij uurgemiddelde van 200 µg/m ³ ; 12 % bij jaargemiddelde van 40 µg/m ³	volgens EN14211			
NO	µg/m ³	API T200	chemiluminescentie	EN14211	-	-	ja ¹	nee	ja
NO ₂					11 % bij uurgemiddelde van 200 µg/m ³ ; 12 % bij jaargemiddelde van 40 µg/m ³	volgens EN14211			
zwarte koolstof	µg/m ³	Magee AE33	lichtabsorptie	-	-	-	nee	nee	n.v.t.

¹: BELAC 456-TEST - VMM Dienst Lucht

[illegible]

bijlage 2 Beschrijving van de polluenten

Stikstofoxides – NO/NO₂

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO_2) 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 NO_2 . NO_2 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.

Fijn stof – PM₁₀, PM_{2.5}, UFP, 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.

Opdeling naar grootte: TSP, PM₁₀, PM_{2,5} en UFP

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.
- PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$: 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 ($\text{PM}_{0,1}$);
- 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.

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 (COPD³²) 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 vermestende depositie.

³² Chronic Obstructive Pulmonary Disease

bijlage 3 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. 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.

WGO scherpt normen aan

Op basis van nieuwe wetenschappelijke studies rond gezondheidseffecten van pollutanten, blijkt dat de uitstoot van schadelijke stoffen de gezondheid meer schaadt dan eerder was gedacht, daarom stelde de Wereldgezondheidsorganisatie op 22 september 2021 nieuwe advieswaarden voor die voor verschillende stoffen verstrengd werden. In dit rapport wordt aan deze verstrengde advieswaarden getoetst.

Europa doet een voorstel voor een nieuwe, strengere richtlijn

Eind 2022 heeft Europa ook een voorstel voor een nieuwe richtlijn rond Luchtkwaliteit gelanceerd. Deze nieuwe voorgestelde grenswaarden werden in dit rapport nog niet opgenomen, aangezien het nog maar om een voorstel gaat en nog niet over een goedgekeurde richtlijn. Voor de toetsing van de concentraties in 2021 wordt dus nog getoetst aan de huidige Europese regelgeving.

Stikstofoxides – NO/NO₂

De Europese richtlijn 2008/50/EG legt grenswaarden en een alarmdrempel op voor NO₂. In de richtlijn 2008/50/EG is eveneens een kritiek niveau voor NO_x voor de bescherming van de vegetatie opgenomen.

De grenswaarden voor NO₂ moeten sinds 1 januari 2010 gerespecteerd worden. Richtlijn 2008/50/EG bood de kans om uitstel te vragen voor het behalen van de grenswaarden. De Europese commissie verleende uitstel voor de zones Antwerpse haven en Antwerpse agglomeratie. Tot 2015 werd in die zones de grenswaarde gesommeerd met de maximale overschrijdingsmarge (50 %) ,dit komt overeen met een jaargrenswaarde van 60 µg/m³. Vanaf 2015 verviel deze overschrijdingsmarge voor de zones Antwerpse haven en Antwerpse agglomeratie en moet er getoetst worden aan de jaargrenswaarde van 40 µg/m³.

In 2015 werd de jaargrenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ echter overschreden in de luchtkwaliteitszone BEF02A 'Agglomeratie Antwerpen'. Daarop werd een saneringsplan opgesteld voor deze zone.

De Europese regelgeving is gebaseerd op de WGO-advieswaarden uit 2005.

Tabel 23: Grenswaarden en alarmdrempel voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (richtlijn 2008/50/EG)

Polluent	Onderwerp	Middelingsstijd	Doelstelling
NO ₂ *	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	200 µg/m ³ (max. 18 overschrijdingen per jaar)
		Jaar	40 µg/m ³
	Alarmdrempel	Gedurende 3 opeenvolgende uren	400 µg/m ³
NO _x	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar	30 µg/m ³

*: sinds 1 januari 2010 moet de grenswaarde voor NO₂ gerespecteerd worden.

Tabel 24: Advieswaarden voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (WGO 2000 en 2021)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
NO ₂	Advieswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	200 µg/m ³
		dag	25 µg/m ³ (max. 3 overschrijdingen per jaar)
		Jaar	10 µg/m ³
NO _x	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar	30 µg/m ³ uitgedrukt als NO ₂

Tabel 27: Advieswaarden voor PM_{2,5} (WGO 2021)

WGO-advieswaarden (WGO 2021)	Middelingstijd	Doelstelling
Advieswaarde	Jaar	5 µg/m ³
	Dag	15 µg/m ³ - max. 3 overschrijdingen per jaar

Regelgeving zwarte koolstof

Momenteel bestaat er op Europees of Vlaams niveau geen regelgeving voor zwarte koolstof. De WGO formuleerde nog geen advieswaarden voor de gezondheid.

Regelgeving ultrafijn stof

Momenteel bestaat er op Europees of Vlaams niveau geen regelgeving voor ultrafijn stof. De WGO formuleerde ook nog geen advieswaarden voor de gezondheid. Sinds 2016 is een technische specificatie voor het bepalen van het deeltjesaantal van atmosferisch aerosol³³ geldig die op termijn zal leiden tot een Europese referentiemethode. De ondergrens voor het bepalen van deeltjes is vastgelegd op 7 nm. Dit komt overeen met de metingen die de VMM uitvoert met de totale deeltjesteller in Borgerhout-achtergrond (R801).

³³ CEN/TS 16976:2016 – Ambient Air – Determination of the particle number concentration of atmospheric aerosol

bijlage 4 Methodiek

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

Pollutierozen

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 uit ziet, 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 de lokale invloeden moeilijker af te leiden. Daarom kunnen er ook 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 kunnen lokale bronnen beter naar voren komen.

ATMO-Street model

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.

ATMO-Street is de naam voor de modelketen RIO-IFDM-OSPM.

- 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.

De ATMO-Streetkaarten zijn wetenschappelijk het meest onderbouwd en zijn de best beschikbare kaarten om de lokale luchtkwaliteit in te schatten. De controle gebeurde – zoals bij al onze modellen – door te vergelijken met echte metingen en toonde aan dat de modelketen beter presteert door de 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).

Luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie – jaarrapport 2021

bijlage 5 Emissie-inventaris

Algemeen

De emissie-inventaris inventariseert de uitstoot van de luchtverontreinigende stoffen en broeikasgassen van alle bronnen en ondersteunt zo het luchtbeleid

Om de luchtkwaliteit te verbeteren, moet je de bronnen kennen. De emissie-inventaris inventariseert de Vlaamse uitstoot en duidt het aandeel van de sectoren aan. Zo kan men het beleid evalueren en, waar nodig, aanscherpen: men kan restricties opleggen aan bronnen door de wetgeving aan te passen en/of vergunningen te verlenen of te wijzigen.

Integrale milieujaarverslagen vormen de basis van de emissie-inventaris industrie

De bedrijven uit de industrie- en energiesector zijn jaarlijks verplicht om hun emissiegegevens te verstrekken. Dit is voor emissies boven bepaalde drempelwaarden. Voor (kleinere) bedrijven die onder de drempelwaarden uitstoten, gebeuren collectieve bijschattingen. Stofemissies van op- en overslag zijn gebaseerd op emissiefactoren en activiteitsdata.

Daarnaast inventariseert de VMM ook maatschappelijke en andere industriële activiteiten. Dit zijn voornamelijk de gebouwenverwarming van de huishoudens en de tertiaire sector, het verkeer, de offroad activiteiten, de land- en tuinbouw, de natuur en het landgebruik.

De emissie-inventaris voert zelf geen emissiemetingen uit

De emissies van de verschillende sectoren worden berekend en ingeschat onder meer op basis van statistische gegevens en emissiefactoren uit de wetenschappelijke literatuur en door gebruik te maken van modellen. Bij de opmaak van de emissie-inventaris is het belangrijk om niet alleen de grootte, de ligging en de aard van elke emissiebron te kennen, maar ook de juiste oorzaak van de emissies.

Luchtvervuiling is het resultaat van primaire en secundaire emissies

De primaire emissies zijn stoffen die rechtstreeks worden uitgestoten. Door chemische of fysische reacties kunnen vervuilende stoffen die eerder in de atmosfeer terecht kwamen, tot nieuwe vervuiling leiden. Dit is de zogenaamde secundaire emissie. Deze fractie zit niet volledig vervat in de emissie-inventaris maar wordt wel volledig gemeten in de omgevingslucht.

Probleem met verkeersdata op lokaal niveau

De mobiliteitscijfers die de VMM gebruikt om de emissies door wegverkeer te berekenen worden aangeleverd door Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW). Bij MOW hebben ze daarvoor een propagatiemodel, PROMOVIA, dat op basis van tellingen (camera's, lussen,...) een hoeveelheid voertuigkilometer in Vlaanderen genereert op snelwegen en het onderliggend wegennet.

Tellingen op het onderliggend wegennet werden uitgevoerd door AWV (Agentschap Wegen en Verkeer). In 2016 besliste men bij AWV om de tellingen op het onderliggend wegennet stop te zetten (de onderhoudskosten van de tellussen was te hoog). Deze tellingen waren echter een belangrijke input en kalibratie voor PROMOVIA. Tellingen op snelwegen bleven wel beschikbaar, die gebeuren bij het Vlaams Verkeerscentrum (MOW).

Er wordt binnen de Vlaamse overheid al een paar jaar aan een alternatief gewerkt om terug op zoveel mogelijk locaties in Vlaanderen verkeersvolumes te hebben (die telgegevens moeten, om te kunnen dienen voor PROMOVIA, ieder jaar beschikbaar zijn op dezelfde locatie voor dezelfde tijdsperiode in het jaar (liefst continu ganse jaar)). Er werden wat oefeningen gedaan met floating car data, maar die hebben pas zin als ze gekalibreerd kunnen worden met tellingen. Daarom proberen het departement mobiliteit (MOW) en de VMM om toegang te krijgen tot alle ANPR data in Vlaanderen, lopen er haalbaarheidsstudies bij MOW, en heeft de VMM het project FLOMOVE (**F**ijnmazig **L**okaal Propagatie**M**odel van **V**erkeer) opgestart. Uiteindelijk werd ook nog een deel van de methodologie van PROMOVIA gebruikt binnen het FLOMOVE-project, wat tot de samensmelting **FLOMOVIA** leidde.

Voor de snelheden van voertuigen wordt floating car data gebruikt, die geven een realistische inschatting van werkelijke snelheden. Zo worden ook vertragingen indirect meegenomen. Deze nieuwe invoerbron modelleert de verkeersstromen op een andere manier en kan lokaal grote wijzigingen geven in de modelkaarten.

- voor de bespreking van de trend van de emissies kunnen we de historische zichtjaren (2005, 2010, 2015, 2020) niet herrekenen met FLOMOVIA omdat we voor deze jaren deze gedetailleerde lokale verkeersinfo niet hebben. Dit kan een sprong geven in de trendgrafiek.
- FLOMOVIA gebruikt als input ook tijdelijke telcampagnes van AWW en de Telraamdata waarvan de locaties van de meetpunten en de telperiode van jaar tot jaar kunnen variëren. Dit kan het in de toekomst moeilijk maken om bij een eventuele trend het onderscheid te maken tussen het effect van de gewijzigde telmeetpunten en een effectieve trend.

bijlage 6 Resultaten houtverbranding 2016-2021

Tabel 28: Absolute en relatieve bijdrage van houtverbranding (BC_{wb}) aan de totale hoeveelheid zwarte koolstof (BC) en aan PM_{10} , per jaar voor de periode 2016-2021

meetplaats	Jaar	BC (µg/m³)	BC _{ff} (µg/m³)	BC _{wb} (µg/m³)	% BC _{wb} in BC	PM ₁₀ (µg/m³)	PM _{10_wb} (µg/m³)	% PM _{10-wb} in PM ₁₀
AL01 Linkeroever	2016	-	-	-	-	-	-	-
	2017	-	-	-	-	-	-	-
	2018	-	-	-	-	-	-	-
	2019	-	-	-	-	-	-	-
	2020	0,74	0,57	0,17	24%	21,0	1,18	5,6 %
	2021	0,76	0,59	0,18	24%	21,1	1,99	9,4 %
M802 Luchtbal	2016	-	-	-	-	-	-	-
	2017	-	-	-	-	-	-	-
	2018	-	-	-	-	-	-	-
	2019	-	-	-	-	-	-	-
	2020	0,97	0,74	0,22	23%	21,0	1,51	7,2 %
	2021	1,04	0,81	0,23	22%	22,0	2,55	11,6 %
R801 Borgerhout-achtergr.	2016	-	-	-	-	-	-	-
	2017	-	-	-	-	-	-	-
	2018	-	-	-	-	-	-	-
	2019	-	-	-	-	-	-	-
	2020	0,86	0,64	0,22	26%	23,2	1,49	6,5 %
	2021	0,91	0,68	0,23	25%	22,8	2,60	11,4 %

[illegible]

