



Vlaanderen
is milieu



Luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie

jaarrapport 2020

DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel

Luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie – jaarrapport 2020

Samenstellers

Afdeling Lucht, Milieu en Communicatie, VMM

Dienst Lucht

Inhoud

Dit rapport bespreekt de resultaten van de metingen in 2020 in de Antwerpse agglomeratie. De VMM mat er de polluenten stikstofdioxide, fijn stof en zwarte koolstof. De meetresultaten van deze polluenten werden getoetst aan de Europese regelgeving en aan de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). Verder bespreekt het rapport de trend van de afgelopen jaren voor de gemeten polluenten en de trend in de uitstoot en worden de voornaamste bronnen van de polluenten besproken. Ook het belang van houtverbranding en het effect van het invoeren van de lage-emissiezone op de concentraties in de Antwerpse agglomeratie werden onderzocht.

Wijze van refereren

Vlaamse Milieumaatschappij (2021), Luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie – jaarrapport 2020

Verantwoordelijke uitgever

Bernard De Potter, Vlaamse Milieumaatschappij

Vragen in verband met dit rapport

Vlaamse Milieumaatschappij

Dokter De Moorstraat 24-26

9300 Aalst

Tel: 053 72 62 10

info@vmm.be

Coverfoto

Jordy Vercauteren

Depotnummer

D/2021/6871/017

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 Antwerpen-Ring (R804), ter hoogte van de op- en afrit Borgerhout richting Nederland. 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 pollutanten 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 2020.
- de meest recent beschikbare emissiedata zijn voor het jaar 2019.

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

Doordat er momenteel niet genoeg gedetailleerde informatie beschikbaar is wat betreft 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.

1. Stikstofdioxide – NO₂

Emissies

Binnen de Antwerpse agglomeratie is in 2019 75 % van de NO_x (NO₂)-emissies afkomstig van verkeer. 64 % van de totale emissies komt door wegverkeer en 6 % door scheepvaart. Andere relevante sectoren zijn handel en diensten (9 %), industrie (8 %) en huishoudens (7 %, voornamelijk gebouwenverwarming).

In 2019 bedroeg de NO_x(NO₂)-emissie in de Antwerpse agglomeratie 3899 ton. Dit is 3 % van de totale Vlaamse NO_x(NO₂)-uitstoot.

Tussen 2005 en 2019 zijn de NO_x (NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie met 47 % gedaald. Deze daling ligt grotendeels aan de verminderde emissies door het wegverkeer.

Toetsing regelgeving luchtkwaliteit

De Europese jaargrenswaarde en WGO-jaaradvieswaarde van 40 µg/m³ werd in 2020 op geen enkele automatische meetplaats overschreden. Opmerkelijk is dat we in 2020 ook bij de indicatieve metingen met passieve samplers in Antwerpen voor het eerst geen overschrijdingen optekenden. In 2019 overschreden nog 5 van de 18 meetplaatsen de grenswaarde van 40 µg/m³.

Het ATMO-Street-model berekent wel nog overschrijdingen langs snelwegen, de belangrijkste verkeersassen en in *street canyons*.



Ook in de rest van Vlaanderen zagen we op het merendeel van de meetplaatsen een daling in de jaargemiddelden in 2020.

Op de Antwerpse meetstations met een voldoende lange tijdreeks zien we een daling van 19 % tot 34 % tussen 2010 en 2020.

3. Fijn stof – PM_{2,5}

Emissies

In 2019 komt 47 % van de emissies van **primair PM_{2,5}** in de Antwerpse agglomeratie van de sector huishoudens. Meer concreet komt 43 % van de emissies van gebouwenverwarming, vooral van houtverbranding.

De sector verkeer is met 33 % de tweede grootste bron van primaire PM_{2,5}-emissies. 26 % van de totale emissies komt van het wegverkeer. Hiervan komt iets meer dan de helft van niet-uitlaatemissies.

De primaire PM_{2,5}-emissies in de zone Antwerpse agglomeratie bedroeg in 2019 401 ton. Dit is 3 % van de totale Vlaamse primaire PM_{2,5}-emissies.

Tussen 2005 en 2019 zijn de emissies van **primair PM_{2,5}** in de Antwerpse agglomeratie met 40 % gedaald. Zoals voor PM₁₀ ligt deze daling vooral aan minder uitlaatemissies van het wegverkeer. Vroeger schommelde het verloop van de emissies door huishoudens gekoppeld aan strengere winters. De laatste jaren zien we ook hier een lichte daling.

Toetsing regelgeving luchtkwaliteit

De Europese jaargrenswaarde (25 µg/m³) en de indicatieve Europese jaargrenswaarde (20 µg/m³) voor PM_{2,5} werd gerespecteerd op alle meetplaatsen. De WGO-advieswaarde voor jaargemiddelden werd in 2020 voor het eerst op een Antwerpse meetplaats gerespecteerd. Maar de WGO-advieswaarde voor dagwaarden werd overschreden op alle meetplaatsen. Dit was ook zo op de overige meetplaatsen in Vlaanderen.

Trend luchtkwaliteit

Over de periode 2010-2020 daalden de PM_{2,5}-jaargemiddelden geleidelijk. De laatste jaren stagneerden ze, maar in 2019 en 2020 dalen de concentraties verder. Op bijna alle meetplaatsen zijn de concentraties in 2020 lager dan in 2019.

Op de Antwerpse meetstations met een volledige tijdreeks zien we een daling van 42 % tot 45 % tussen 2010 en 2020.

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.

Emissies

In de Antwerpse agglomeratie draagt de sector verkeer 51 % bij aan de emissies van elementair koolstof in 2019. Wegverkeer is verantwoordelijk voor 44 % van de totale EC-emissies. EC wordt vooral gevormd door de verbranding van fossiele brandstoffen, met dieseluitstoot als een van de grootste bronnen. Het aandeel van verkeer is bij EC veel groter dan bij PM₁₀ of PM_{2,5}.

De sector huishoudens is de tweede grootste bron met 33 %. Concreter kunnen we 32 % van de totale EC-emissies toewijzen aan de verbranding van hout in open haarden en kachels.



De emissies van elementair koolstof in de zone Antwerpse agglomeratie bedroeg in 2019 66 ton. Dit is 4 % van de totale Vlaamse EC-emissies.

De emissies van elementair koolstof zijn tussen 2005 en 2019 met 70 % gedaald. Dit komt vooral door een daling van de emissies in het verkeer door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. Ook de emissies door huishoudens bevatten heel wat elementair koolstof. De emissies van deze sector fluctueren van jaar tot jaar door meteorologische omstandigheden. Strenge winters zorgen voor een verhoogd verbruik van fossiele brandstoffen en brandhout. De laatste jaren is deze bijdrage vrij constant.

Toetsing regelgeving luchtkwaliteit

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

Trend luchtkwaliteit

De meetstations vertonen een dalende trend in de concentraties van zwarte koolstof in de periode 2010-2020. In 2020 zien we een sterke daling ten opzichte van 2019.

In Borgerhout (R801) zien we een daling van 71 % tussen 2010 en 2020.

5. UFP

De gemiddelde UFP-concentratie (10-100 nm) op de meetplaats Borgerhout-achtergrond bedroeg 8.060 deeltjes/cm³ in 2020. Dit was zeer gelijkaardig als in 2019 en 11 % lager dan het gemiddelde van de vorige vijf jaar (2015-2019).

In 2020 droegen deeltjes met een diameter van 10-20 nm 38 % bij aan het ultrafijn stof. Deeltjes met een grootte van 20-30 nm en 30-50 nm droegen respectievelijk 20 % en 22 % bij aan de UFP-concentratie. Deeltjes in de grootteklassen 50-70 nm en 70-100 nm waren samen goed voor 20 % van de UFP-concentratie. De relatieve verdeling van de UFP-grootteklassen in 2020 was identiek als in 2019.

6. Houtverbranding

Vanaf 2020 meten we op alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie zwarte koolstof met een aethalometer (Magee AE33). Dit toestel kan de bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof (BC) bepalen. We berekenden ook de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀.

De relatieve bijdrage van houtverbranding aan **zwarte koolstof** (% BC_{wb} in BC) varieerde in 2020 tussen 23 % en 28 % en was het grootste op de meetplaats aan de Groenenborgerlaan. De absolute concentratie zwarte koolstof door houtverbranding is het hoogst op de meetplaats Borgerhout-straatkant.

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

Uit de vergelijking met de vorige jaren blijkt dat de daling in de concentratie zwarte koolstof vooral te wijten is aan een daling van de bijdrage door fossiele brandstoffen. Dit maakt dat de relatieve bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof de afgelopen jaren is gestegen.

De verschillen tussen de meetplaatsen in de bijdrage van houtverbranding aan **PM₁₀** zijn beperkt. De concentraties liggen tussen 0,71 – 0,89 µg/m³ in de zomermaanden en tussen 1,57 - 2,16 µg/m³ in de wintermaanden. De relatieve bijdrage van houtverbranding is het hoogst op meetplaats Antwerpen-Luchtbal, kort gevolgd door de meetplaats aan de Groenenborgerlaan. Op jaarbasis varieert de relatieve bijdrage tussen 5,6 % en 7,2 % over de meetplaatsen.



7. Effect invoering lage-emissiezone

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 zullen wegenwerken en verkeersmaatregelen binnen de LEZ leiden tot (tijdelijk) andere verkeersstromen in de binnenstad en tot meer of minder verkeer in de omgeving van de vaste meetplaatsen. Dit is bijvoorbeeld het geval voor de heraanleg van de Leien (de ‘knip’ sinds juni 2017) of de wegenwerken aan de Plantin en Moretuslei (sinds midden 2019). 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 immers al 2 jaar eerder 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. Ook heeft het evaluatierapport LEZ¹ aangetoond dat de invoer van een LEZ heeft geleid tot een versnelde vergroening van het wagenpark, zowel binnen de LEZ als in de rest van Vlaanderen.

In 2020 is er nog een extra moeilijkheid bij de interpretatie van de dalende trend: naast de algemene dalende trend en het mogelijke effect van de LEZ speelden ook de coronamaatregelen een rol.

De NO₂-concentraties zijn op de meetplaatsen in de LEZ tussen 28 % en 40 % gedaald tussen 2016 en 2020. Voor de overige meetstations in Vlaanderen (de 9 meetstations in de Antwerpse agglomeratie niet meegerekend) zien we in 2020 t.o.v. 2016 een daling tussen 19 % en 51 %.

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 39 % en 60 % gedaald tussen 2016 en 2020. Voor de overige meetstations in Vlaanderen (de 8 meetstations in de Antwerpse agglomeratie niet meegerekend) zien we in 2020 t.o.v. 2016 een relatieve daling tussen 29 % en 55 %.

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 Belgiëlei (R805) 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.

De huidige beperkingen van de LEZ focussen voornamelijk op het terugdringen van de uitstoot van roetdeeltjes. Het terugdringen van stikstofdeeltjes wordt belangrijker vanaf 2025. 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>

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1 : Overzicht van de automatische meetplaatsen en gemeten pollutanten in de Antwerpse agglomeratie in 2020	17
Tabel 2 : Overzicht van de NO ₂ -meetplaatsen passieve samplers in 2020	18
Tabel 3: NO ₂ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020 (µg/m ³)	23
Tabel 4: Aantal uren met een concentratie > 200 µg/m ³ NO ₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010-2020	35
Tabel 5: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020 (µg/m ³)	39
Tabel 6: PM ₁₀ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020(µg/m ³)	48
Tabel 7: Aantal dagen met PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010-2020.....	53
Tabel 8: PM _{2,5} -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020 (µg/m ³)	59
Tabel 9: Aantal dagen met PM _{2,5} -concentratie > 25 µg/m ³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010-2020	65
Tabel 10: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020 (µg/m ³)	73
Tabel 11: Datum van ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen	82
Tabel 12: 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, 2020	87
Tabel 13: Absolute en relatieve bijdrage van houtverbranding (BC _{wb}) aan de totale hoeveelheid zwarte koolstof (BC) en aan PM ₁₀ , per jaar voor de periode 2016-2020	88
Tabel 14 : Absolute en relatieve daling in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2020 ten opzichte van 2016/2019 voor NO ₂ (µg/m ³)	103
Tabel 15 : Absolute en relatieve daling in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2020 ten opzichte van 2016/2019 voor zwarte koolstof (µg/m ³)	104
Tabel 16: Relatieve en absolute dalingen van de NO ₂ -concentraties in Antwerpen en in de rest van Vlaanderen	105
Tabel 17: Relatieve en absolute dalingen van de concentraties zwarte koolstof in Antwerpen en in de rest van Vlaanderen.....	106
Tabel 18: Grenswaarden en alarmdrempel voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (richtlijn 2008/50/EG)	117
Tabel 19: Advieswaarden voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (WGO 2000 en 2005)	117
Tabel 20: Regelgeving voor PM ₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2005)	117
Tabel 21: Europese regelgeving voor PM _{2,5} (2008/50/EG)	118
Tabel 22: Advieswaarden voor PM _{2,5} (WGO 2005).....	118

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Kaart afbakening luchtkwaliteitszone Antwerpse agglomeratie (BEF02A)	15
Figuur 2: Ligging meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie	19
Figuur 3: Aandeel van de sectoren in de NO _x (NO ₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2019	21
Figuur 4: Trend van de NO _x (NO ₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie, 2005-2019	21
Figuur 5: NO ₂ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020	23
Figuur 6: Verloop van de NO ₂ -dagwaarden in 2020	24
Figuur 7: Zicht op de Antwerpse Ring tijdens de eerste lockdown in België	25
Figuur 8: Evolutie van de filezwarte, voortschrijdend jaargemiddelde (kilometeruren per werkdag)	25
Figuur 9: Vergelijking van de verkeersprestaties (voertuigkilometers) op de Vlaamse snelwegen in 2020 versus 2019	26
Figuur 10: Verschil tussen daggemiddelde concentratie gemeten op meetplaatsen in Antwerpen met deze gemeten op het typegebied voorstedelijk voor NO ₂ in 2020	28
Figuur 11: Verschil tussen daggemiddelde concentratie gemeten op meetplaatsen in Antwerpen met deze gemeten op het typegebied voorstedelijk voor zwarte koolstof in 2020	29
Figuur 12: Indicatieve NO ₂ -jaargemiddelden met passieve samplers in Antwerpen voor 2017-2020 (µg/m ³) 31	
Figuur 13: Ligging en resultaten van de passieve samplers in Antwerpen, 2020	32
Figuur 14: Gemodelleerd NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2020	34
Figuur 15: Pollutierozen voor NO ₂ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020 (µg/m ³): klassieke roos (links) en zero-roos (rechts)	37
Figuur 16: Pollutierozen NO ₂ voor de meetplaatsen van de Antwerpse agglomeratie in 2020	38
Figuur 17: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020	40
Figuur 18: Verloop van de NO-dagwaarden in 2020	41
Figuur 19: Pollutierozen voor NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020 (µg/m ³): klassieke roos (links) en zero-roos (rechts)	43
Figuur 20: Pollutierozen NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020	44
Figuur 21: Aandeel van de sectoren in de primaire PM ₁₀ -emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2019	46
Figuur 22: Trend van primaire PM ₁₀ -emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie, 2005 – 2019	46
Figuur 23: PM ₁₀ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020	49
Figuur 24: Verloop van de PM ₁₀ -dagwaarden in 2020	50
Figuur 25: Gemodelleerd PM ₁₀ -jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2020	52
Figuur 26: Aantal dagen met een PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020	54



Figuur 27: Pollutierozen voor PM ₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020 (µg/m ³): klassieke roos (links) en zero-roos (rechts)	55
Figuur 28: Pollutierozen PM ₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020	56
Figuur 29: Aandeel van de sectoren in de emissies primair PM _{2,5} in de Antwerpse agglomeratie in 2019.....	58
Figuur 30: Trend van primaire PM _{2,5} -emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie, 2005-2019	58
Figuur 31: PM _{2,5} -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020	60
Figuur 32: Verloop van de PM _{2,5} -dagwaarden in 2020	61
Figuur 33: Gemodelleerd PM _{2,5} -jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2020.....	63
Figuur 34: Aantal dagen met een PM _{2,5} concentratie > 25 µg/m ³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010-2020	65
Figuur 35: Chemische samenstelling van PM _{2,5} in Borgerhout-achtergrond (R801), 2016-2020 (µg/m ³)	66
Figuur 36: Pollutierozen voor PM _{2,5} op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020 (µg/m ³): klassieke roos (links) en zero-roos (rechts)	68
Figuur 37: Pollutierozen PM _{2,5} voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020	69
Figuur 38: Aandeel van de sectoren in de EC-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2019.....	71
Figuur 39: Trend van de emissies van elementair koolstof door verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie, 2005-2019	71
Figuur 40: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020	73
Figuur 41: Verloop van de zwarte koolstof-dagwaarden in 2020	74
Figuur 42: Gemodelleerd jaargemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2020	76
Figuur 43: Pollutierozen voor zwarte koolstof voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020 (µg/m ³): klassieke roos (links) en zero-roos (rechts)	78
Figuur 44: Pollutierozen concentraties zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2020	79
Figuur 45: Aantal ultrafijnstofdeeltjes per grootteklasse op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801), 2013-2020 (deeltjes/cm ³)	80
Figuur 46: Gemiddeld dagverloop van ultrafijn stof (10-100 nm deeltjes/cm ³) op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) op weekdays (links) en in het weekend (rechts), 2016-2020	81
Figuur 47: Maandelijkse gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC _{ff}) op de Antwerpse meetplaatsen in 2020.....	86
Figuur 48: Evolutie van de bijdrage houtverbranding en bijdrage fossiele brandstoffen tot de concentratie zwarte koolstof voor de periode 2016-2020.....	89
Figuur 49: Maandelijkse gemiddelden voor PM ₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM _{10_wb}) en totaal PM ₁₀ op de Antwerpse meetplaatsen in 2020.....	90
Figuur 50: Dagverlopen van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC _{ff}) voor de wintermaanden 2020	93
Figuur 51: Dagverlopen van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC _{ff}) voor de zomermaanden 2020	94

Figuur 52: Dagverlopen van PM ₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM _{10_wb}) en totaal PM ₁₀ voor de wintermaanden 2020.....	95
Figuur 53: Dagverlopen van PM ₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM _{10_wb}) en totaal PM ₁₀ voor de zomermaanden 2020.....	96
Figuur 54: Pollutieroos voor zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb}) en afkomstig van fossiele brandstof (BC _{ff}) in 2020 (µg/m ³)	98
Figuur 55: Absolute daling (bovenste figuur) en relatieve daling (onderste figuur) in de jaargemiddelde NO ₂ -concentraties in 2020 ten opzichte van 2016 voor alle Vlaamse meetstations.....	107
Figuur 56: Absolute daling (bovenste figuur) en relatieve daling (onderste figuur) in de jaargemiddelde NO ₂ -concentraties in 2020 ten opzichte van 2019 voor alle Vlaamse meetstations.....	108
Figuur 57: Absolute daling (bovenste figuur) en relatieve daling (onderste figuur) in de jaargemiddelde concentraties zwarte koolstof in 2020 ten opzichte van 2016 voor alle Vlaamse meetstations	109
Figuur 58: Absolute daling (bovenste figuur) en relatieve daling (onderste figuur) in de jaargemiddelde concentraties zwarte koolstof in 2020 ten opzichte van 2019 voor alle Vlaamse meetstations	110



1 INLEIDING

In dit rapport bespreken we de luchtconcentraties en emissies van een aantal pollutanten in de Antwerpse agglomeratie. We toetsen de concentraties van 2020 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 2019.

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.

Figuur 1 toont de afbakening van de zone Antwerpse agglomeratie.


² De meest recente resultaten van de meetposten in de Antwerpse haven vind je op de VMM-website in het jaarrapport: Vlaamse Milieumaatschappij (2021), Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven – jaarrapport 2020.

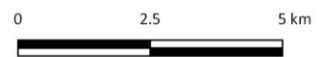
³ <https://www.vmm.be/lucht/evolutie-luchtkwaliteit/beleidsplannen/hoboken/saneringsplan-hoboken>

Figuur 1: Kaart afbakening luchtkwaliteitszone Antwerpse agglomeratie (BEF02A)



Ligging Europese zone BEF02A

 Europese zone BEF02A



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 in het kader 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 windroos en de pollutierozen gebruikten we de meteorologische metingen van Antwerpen-Luchtbal (M802).

We bespreken in dit rapport de pollutanten:

- stikstofoxiden (NO₂ en NO),
- PM₁₀,
- PM_{2,5},
- zwarte koolstof (BC),
- ultrafijnstof (UFP).

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 polluenten in de Antwerpse agglomeratie in 2020

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	Wandelijk, Antwerpen	voorstedelijk-industrieel	150865	214046	✓	✓	✓	-	✓	✓
HB23	Hoboken	Curiestraat, Antwerpen (Hoboken)	voorstedelijk-industrieel	148054	206698	✓	✓	-	-	✓ ¹	✓ ¹
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	-	-	-	-	✓ ²	✓ ²
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	✓	✓	✓	-	✓	✓

1: stopgezet 31/12/2020

2: opgestart 08/07/2020

*: 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

In 2020 werden er bijkomende NO₂-metingen uitgevoerd op 19 locaties in Antwerpen met behulp van passieve samplers.

De adressen van deze meetlocaties vind je in Tabel 2.

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

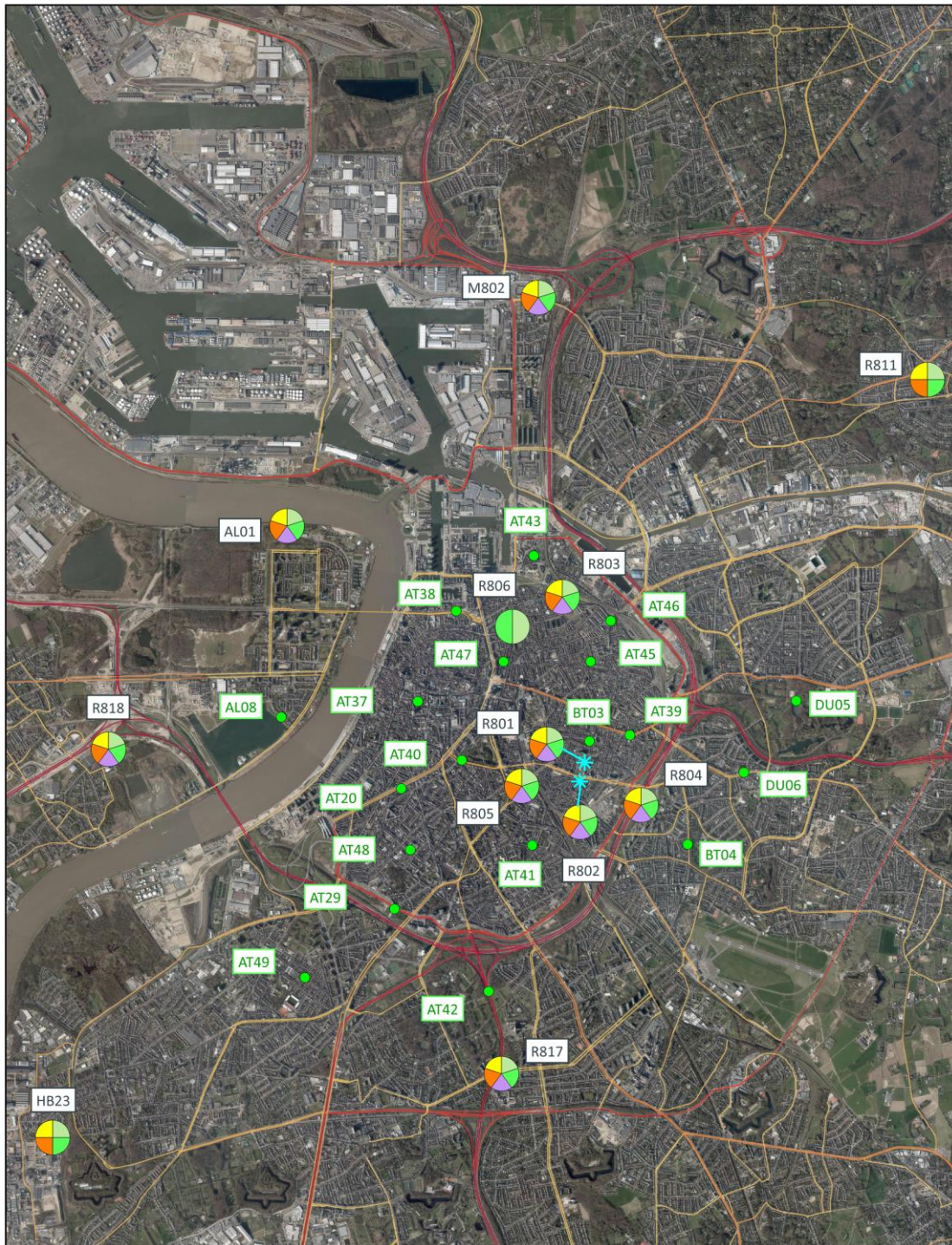
Tabel 2 : Overzicht van de NO₂-meetplaatsen passieve samplers in 2020

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-Osystraat	Osystraat, 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

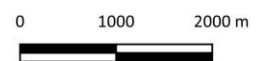
* Meetplaats AT42 ligt vlak bij de tunnelmond van de Craeybeckxtunnel in een omgeving zonder directe bewoning en wordt daarom niet als representatief beschouwd voor blootstelling. Bijgevolg wordt dit meetstation niet gerapporteerd aan Europa.

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

Figuur 2: Ligging meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie



Metingen in de Antwerpse agglomeratie eind 2020



3 STIKSTOFOXIDEN

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO₂) en stikstofmonoxide (NO). Ze worden uitgestoten tijdens de verbrandingsprocessen van fossiele brandstoffen (steenkool, petroleumproducten en gas) gebruikt in huishoudelijke verwarming, industriële processen en, de belangrijkste bron, de verbrandingsmotoren van verkeer.

In tegenstelling tot NO is NO₂ een toxisch gas dat irritatie aan de luchtwegen kan veroorzaken. Een kwart⁵ van de jaarlijkse astmagevallen bij kinderen zou te wijten zijn aan NO₂. Ook voor het milieu is NO₂ 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 (NO₂))

De meest recente beschikbare emissie-data voor de Antwerpse agglomeratie gaan over het jaar 2019. Meer informatie over de emissie-inventaris staat in bijlage 5.

Figuur 3 toont het aandeel van de sectoren in de NO_x (NO₂)-emissies in 2019.

- 72 % van de NO_x (NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie komt door verkeer. 64 % van de totale emissies komt door wegverkeer. Scheepvaart (exclusief cruiseschepen) was verantwoordelijk voor 6 % van de NO_x-emissies in de Antwerpse agglomeratie.
- Andere relevante sectoren zijn handel en diensten (9 %), industrie (8 %) en huishoudens (7 %, vooral gebouwenverwarming).

Figuur 4 toont de evolutie van de NO_x (NO₂)-emissies per sector voor de zone Antwerpse agglomeratie.

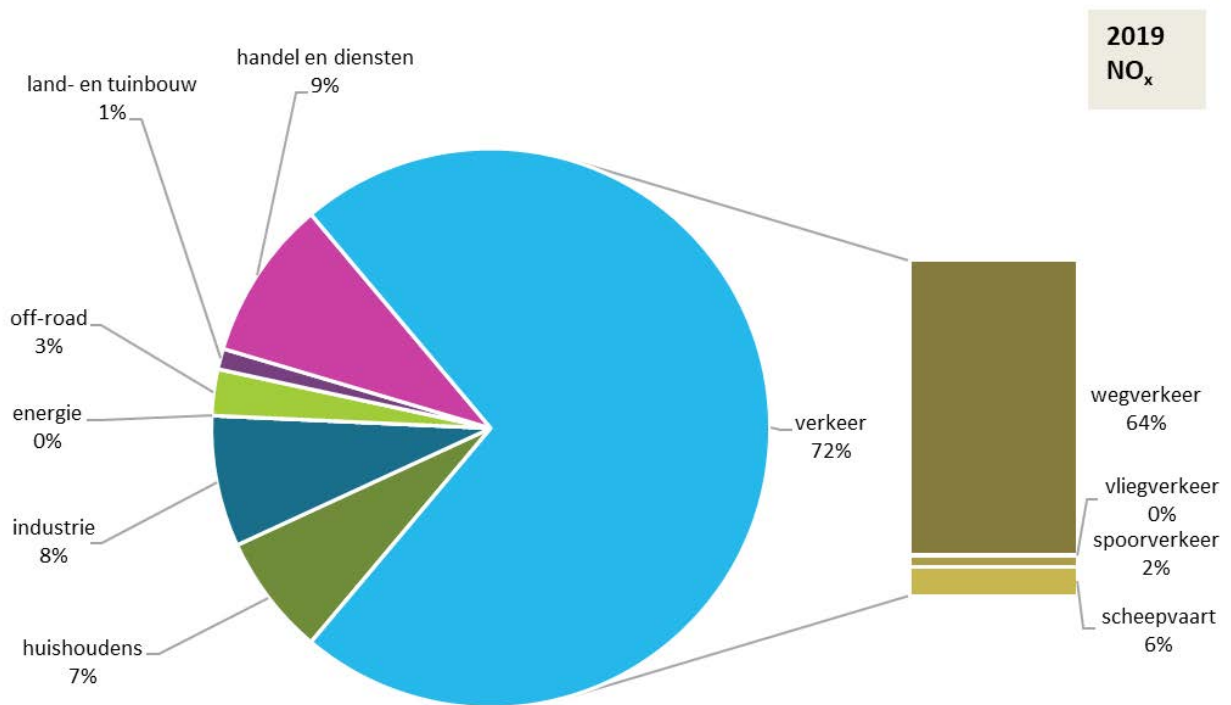
In 2019 bedroeg de NO_x (NO₂)-emissie in de Antwerpse agglomeratie 3899 ton. Dit is 3 % van de totale Vlaamse NO_x (NO₂)-uitstoot.

Tussen 2005 en 2019 zijn de NO_x (NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie met 47 % gedaald. Deze daling ligt voor 78 % aan dalende emissies van het wegverkeer.

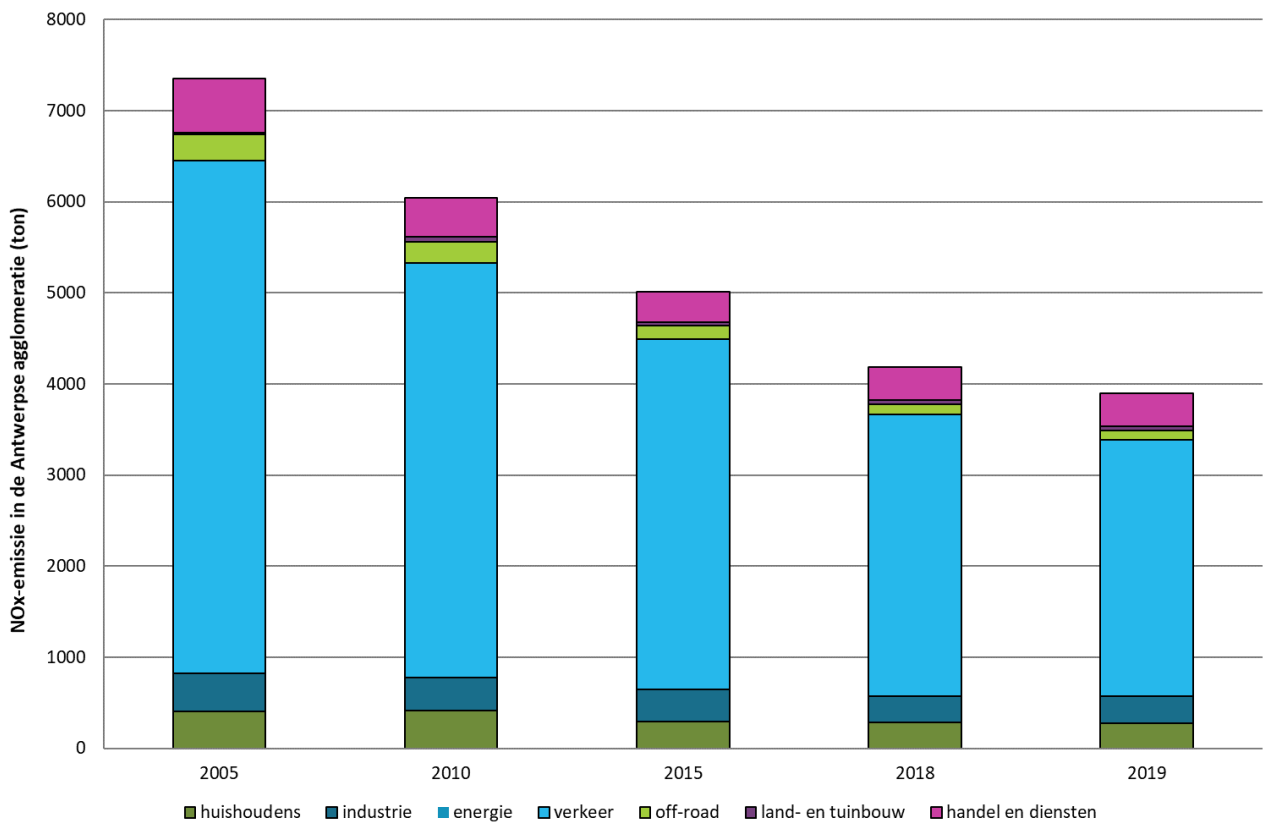
Gedetailleerde informatie over vlootsamenstelling en verkeersintensiteit op lokaal niveau ontbreekt. Daarom worden bovenstaande verkeersemissies binnen de Antwerpse agglomeratie berekend op basis van een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark. Bovenstaande emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van de LEZ. De VMM hoopt in de toekomst wel over informatie over de verkeersvloot op lokaal niveau te beschikken via de opstart van het FLOMOVE-project en door toegang te krijgen tot de data van de ANPR-camera's. Meer info zie bijlage 5.

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

Figuur 3: Aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2019



Figuur 4: Trend van de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie, 2005-2019



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.

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

In het saneringsplan luchtkwaliteit⁶ dat voor Antwerpen werd opgesteld in 2017, werd ingeschat dat:

- in stedelijke gebieden gemiddeld 65 % van de NO₂ die we meten in de lucht afkomstig is van lokale en Vlaamse bronnen. Het aandeel van lokaal verkeer bedraagt 34 %.
- op een verkeersgerichte locatie zoals Borgerhout-straatkant (R802) het belang van lokale en Vlaamse emissies stijgt tot een bijdrage van 74 % op de gemeten NO₂-concentratie. 53 % is afkomstig van lokaal verkeer.

3.2 NO₂-concentraties

3.2.1 Metingen automatisch meetnet

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.

De automatische NO_x-meting in de Van Maerlantstraat (R806) werd opgestart midden 2020. Hierdoor voldoet het meetstation niet aan het vereiste percentage data om een jaargemiddelde te berekenen.

Door hun ligging zijn de meetplaatsen Ring (R804) en Burchtse Weel (R818) minder representatief voor de menselijke blootstelling. Daarom worden deze meetresultaten niet getoetst aan de Europese regelgeving.

Figuur 5 toont de evolutie van de NO₂-jaargemiddelden voor de periode 2010 - 2020. Vanaf 2012 zien we voor alle meetplaatsen een lichte daling van de jaargemiddelde NO₂-concentratie. In 2020 zijn de NO₂-concentraties op alle locaties sterk gedaald in vergelijking met 2019 (19 % tot 26 %).

Ook in de rest van Vlaanderen zagen we een daling in de NO₂-jaargemiddelden van 2019 naar 2020. Deze daling varieerde tussen 7 % en 27 %.

Naast de algemeen dalende trend in Vlaanderen en de impact van de LEZ, speelde in 2020 ook het effect van de coronamaatregelen, waardoor er minder uitstoot van verkeer was.

Wanneer we de daling over de laatste 10 jaar bekijken (2010-2020), zien we voor de Antwerpse meetplaatsen met een volledige tijdreeks, (bijna) een halvering van de jaargemiddelden (42 % tot 50 %).

⁶ https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/SaneringplanNO2Antwerpen_MetBijlage_2017_Def.pdf

Tabel 3: NO₂-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020 (µg/m³)

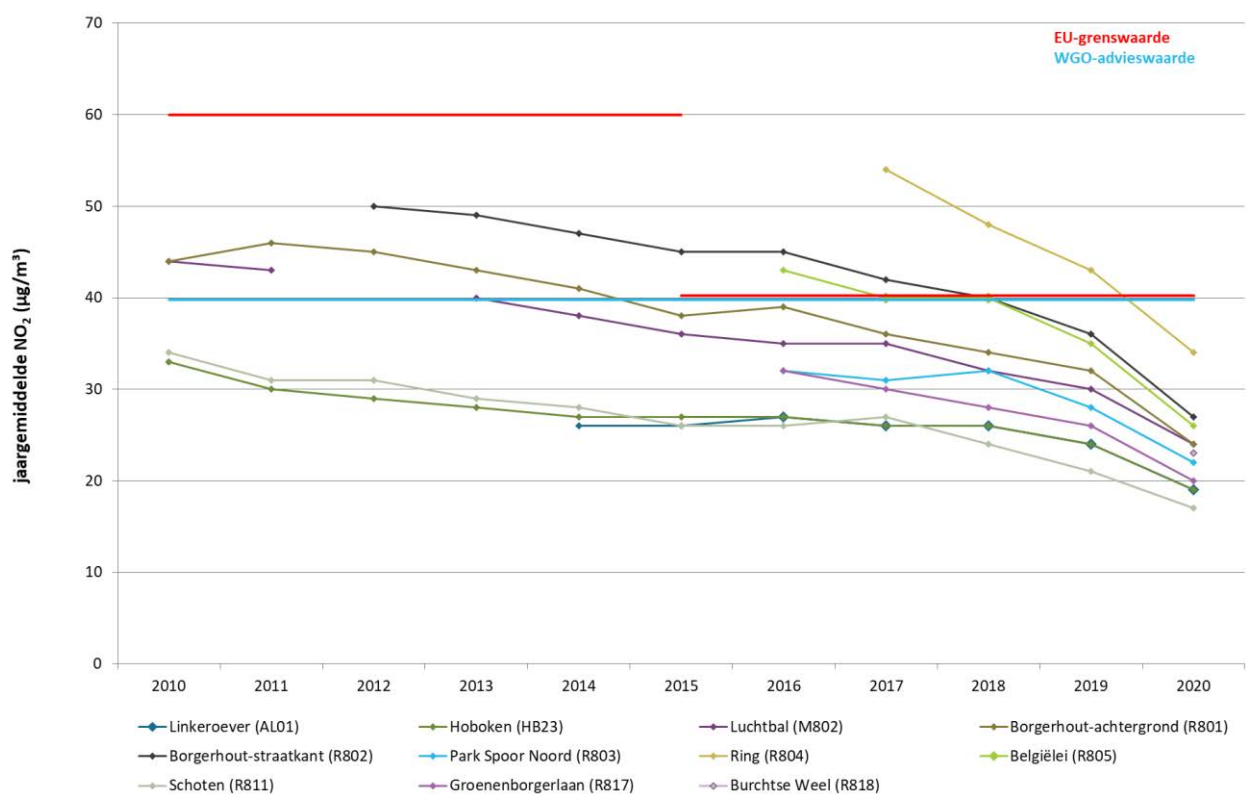
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Linkeroever (AL01)	-	-	-	-	26	26	27	26	26	24	19
Hoboken (HB23)	33	30	29	28	27	27	27	26	26	24	19
Luchtbal (M802)	44	43	-	40	38	36	35	35	32	30	24
Borg-achtergrond (R801)	44	46	45	43	41	38	39	36	34	32	24
Borg-straatkant (R802)	-	-	50	49	47	45	45	42	40	36	27
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	-	32	31	32	28	22
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	-	54	48	43	34
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	-	43	40	40	35	26
Van Maerlantstraat (R806)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schoten (R811)	34	31	31	29	28	26	26	27	24	21	17
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	-	32	30	28	26	20
Burchtse Weel (R818)*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23

Blauw: overschrijdingen van enkel de WGO-advieswaarde (40 µg/m³)

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

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

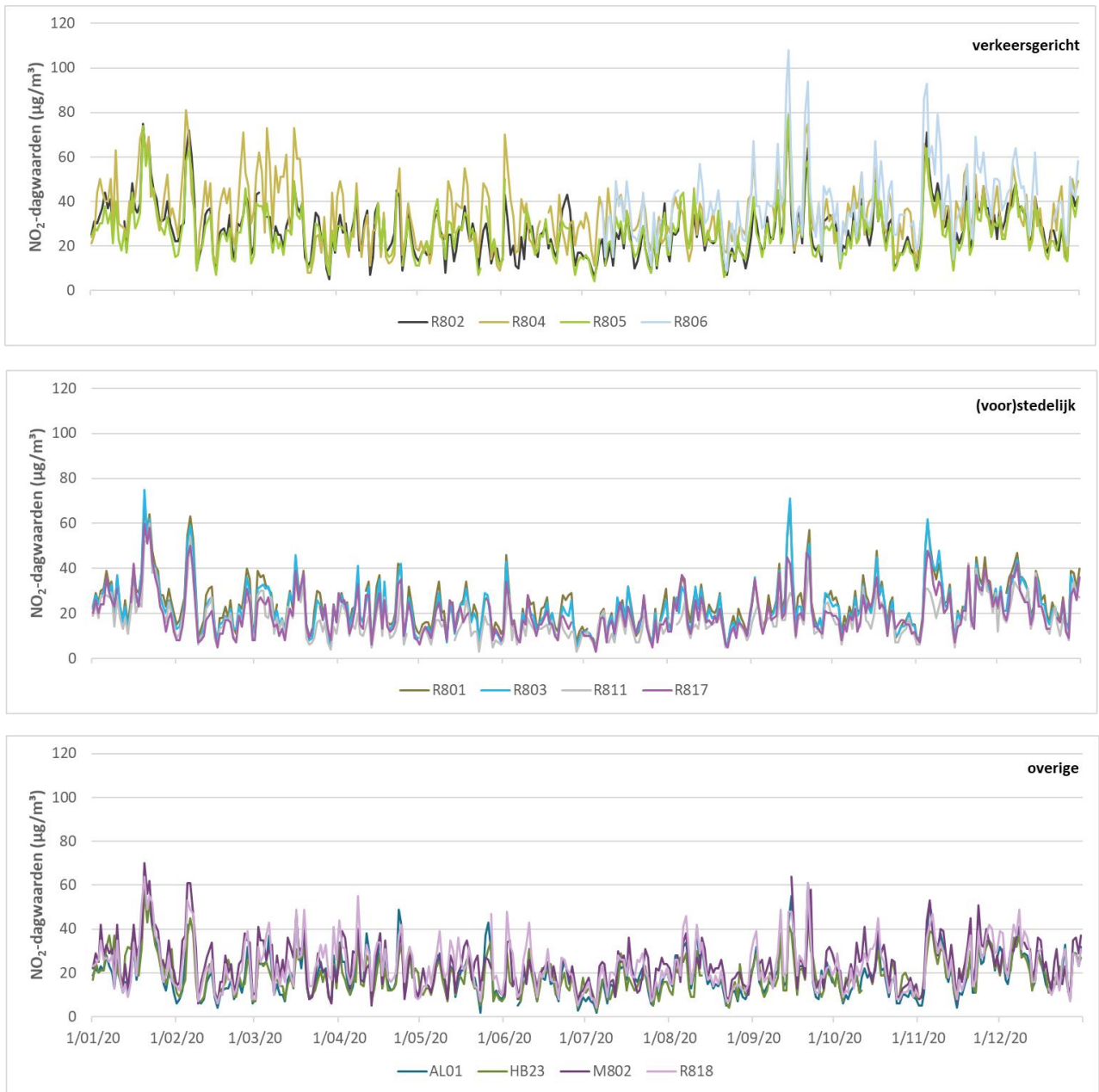
Figuur 5: NO₂-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020



Figuur 6 toont het verloop van de dagwaarden voor de individuele meetstations.

De bovenste figuur groepeerde de verkeersgerichte meetstations. In februari en de eerste helft van maart zien we nog de hoogste concentraties op de meetplaats Antwerpen-Ring (R804). Midden 2020 is de meetplaats in de Van Maerlantstraat (R806) opgestart, waar er een toestel vlakbij de stoeprand staat. Hier worden hoge concentraties gemeten.

Figuur 6: Verloop van de NO₂-dagwaarden in 2020



3.2.2 Invloed van de coronamaatregelen op de concentraties

Om de verspreiding van het COVID-19-virus tegen te gaan, kondigde de Belgische overheid half maart 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, meest strenge periode met maatregelen die tot midden mei duurden. Maar ook in de overige maanden in 2020 was er duidelijk minder verkeer, vooral in het najaar tijdens de tweede, iets minder strenge lockdown vanaf midden oktober 2020.

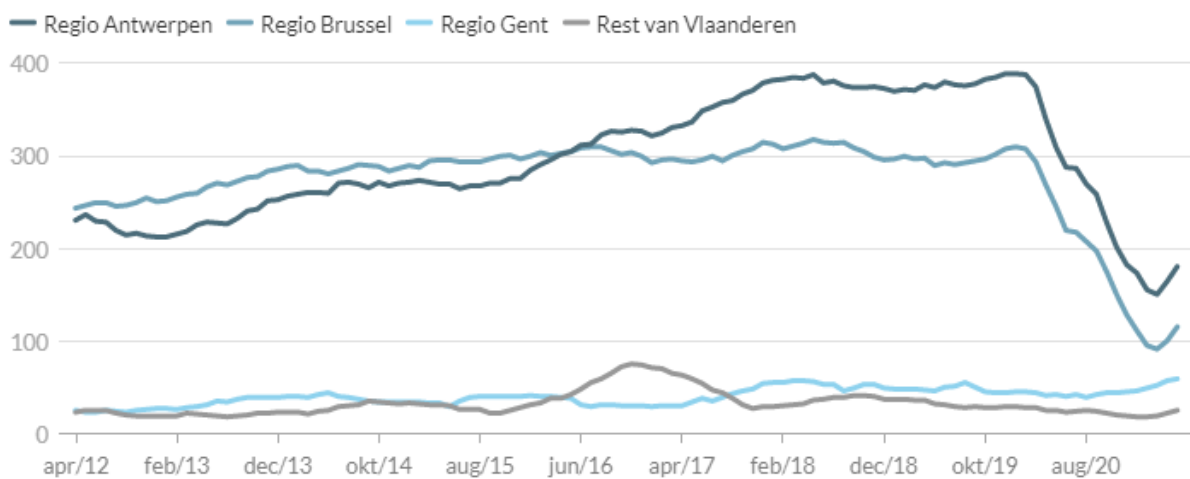
Figuur 7: Zicht op de Antwerpse Ring tijdens de eerste lockdown in België



Figuur 8 toont de evolutie van de filezwaarte van april 2012 tot mei 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.

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.

Figuur 8: Evolutie van de filezwaarte, voortschrijdend jaargemiddelde (kilometeruren per werkdag)



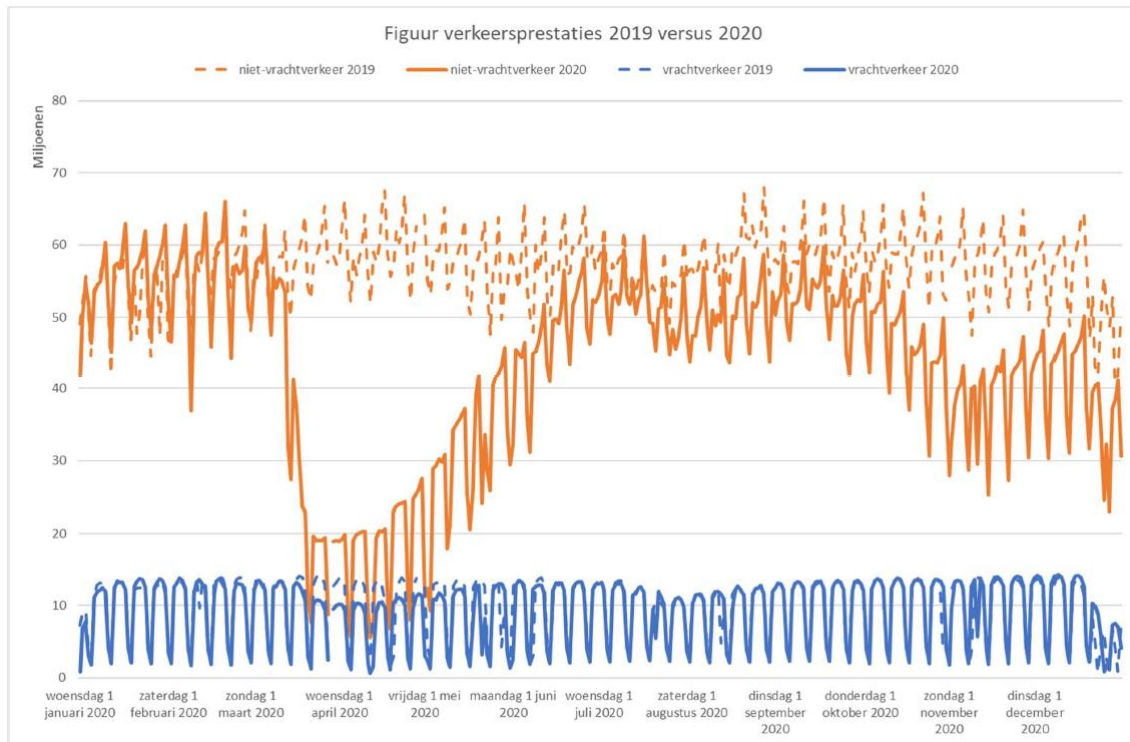
Bron: Vlaams Verkeerscentrum (via dataroom Departement MOW), bewerking Statistiek Vlaanderen

Figuur 9 geeft het dagelijks aantal afgelegde voertuigkilometers (de 'verkeersprestatie') weer op de Vlaamse snelwegen in 2020 versus 2019.

De impact van de coronacrisis laat zich sterk voelen op de Vlaamse snelwegen. Wanneer de overheden maatregelen opleggen in de strijd tegen de verspreiding van COVID-19-virus blijken zij telkens ook een significante impact te hebben op het verkeer en de verkeersafwikkeling. Dat was het geval tijdens de

lockdown in het voorjaar van 2020, maar ook in het najaar van 2020 en in 2021 bleven de verkeerscijfers atypisch.

Figuur 9: Vergelijking van de verkeersprestaties (voertuigkilometers) op de Vlaamse snelwegen in 2020 versus 2019



Bron: Vlaams verkeerscentrum

De figuren met de filezwarte en de voertuigkilometers op de snelwegen (bron: Vlaams verkeerscentrum) maken duidelijk dat er in 2020 ten gevolge van de coronamaatregelen minder verkeer was en dus ook minder uitstoot van wegverkeer.

Echter, een daling in verkeersemissies is niet altijd één op één terug te vinden in de gemeten concentraties. Hiervoor zijn verschillende redenen:

- Wisselende meteorologische omstandigheden kunnen een grote impact hebben op de gemeten concentraties.
- Er zijn behalve verkeer ook andere bronnen voor NO₂ en zwarte koolstof.

Dit bleek ook al bij de analyse van de concentraties van de luchtkwaliteit tijdens de eerste lockdown, waarover een rapport⁷ werd gepubliceerd in juni 2020. Tijdens de eerste lockdown waren de weersomstandigheden net ongunstig voor de luchtkwaliteit, zodat het moeilijk was om louter op basis van de concentraties het effect van de coronamaatregelen te zien. Dit was wel mogelijk wanneer concentraties van de verschillende type locaties onderling werden vergeleken. Ook bijkomende analyse via modellering toonde een daling aan. Deze daling zien we voor de verkeersgerichte pollutanten NO₂ en BC, vooral op plaatsen met veel verkeer en in stadscentra.

⁷ <https://www.vmm.be/publicaties/effect-van-covid-19-maatregelen-op-de-luchtkwaliteit-in-vlaanderen>

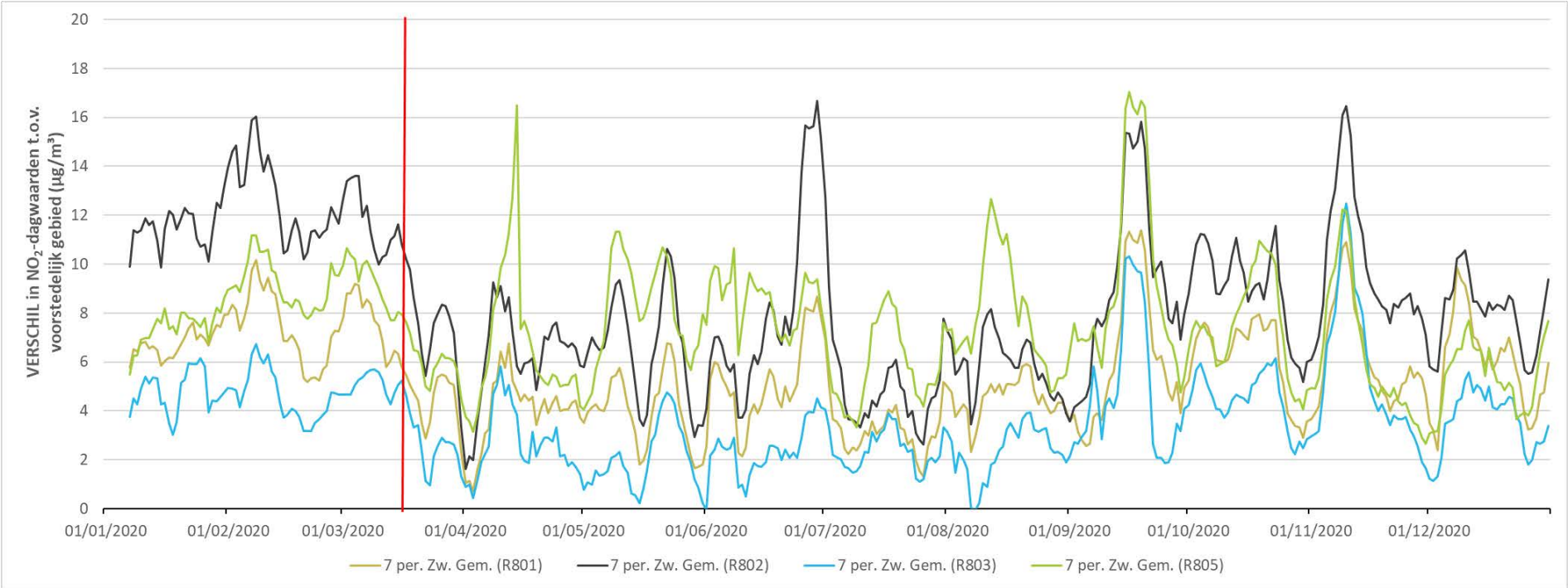


Een gelijkaardige figuur als in bovenstaand rapport, met het verschil van de concentraties van de Antwerpse meetstations ten opzichte van de voorstedelijke Antwerpse meetstations werd gemaakt voor het volledig jaar 2020 voor NO₂ (Figuur 10) en voor zwarte koolstof (BC) (Figuur 11).

In Antwerpen heeft de VMM meetstations in verschillende typegebieden. Het verschil van bijvoorbeeld de stedelijke (R801 en R803) en verkeersgerichte (R802 en R805) meetstations ten opzichte van de voorstedelijke stations vormt een maat voor de lokale bijdrage van een pollutant. Na het invoeren van de coronamaatregelen wordt het verschil tussen de concentraties op de stedelijke en verkeersgerichte meetstations ten opzichte van het voorstedelijke gebied kleiner. Wat erop duidt dat de lokale bijdrage van verkeer voor NO₂ en zwarte koolstof kleiner is.



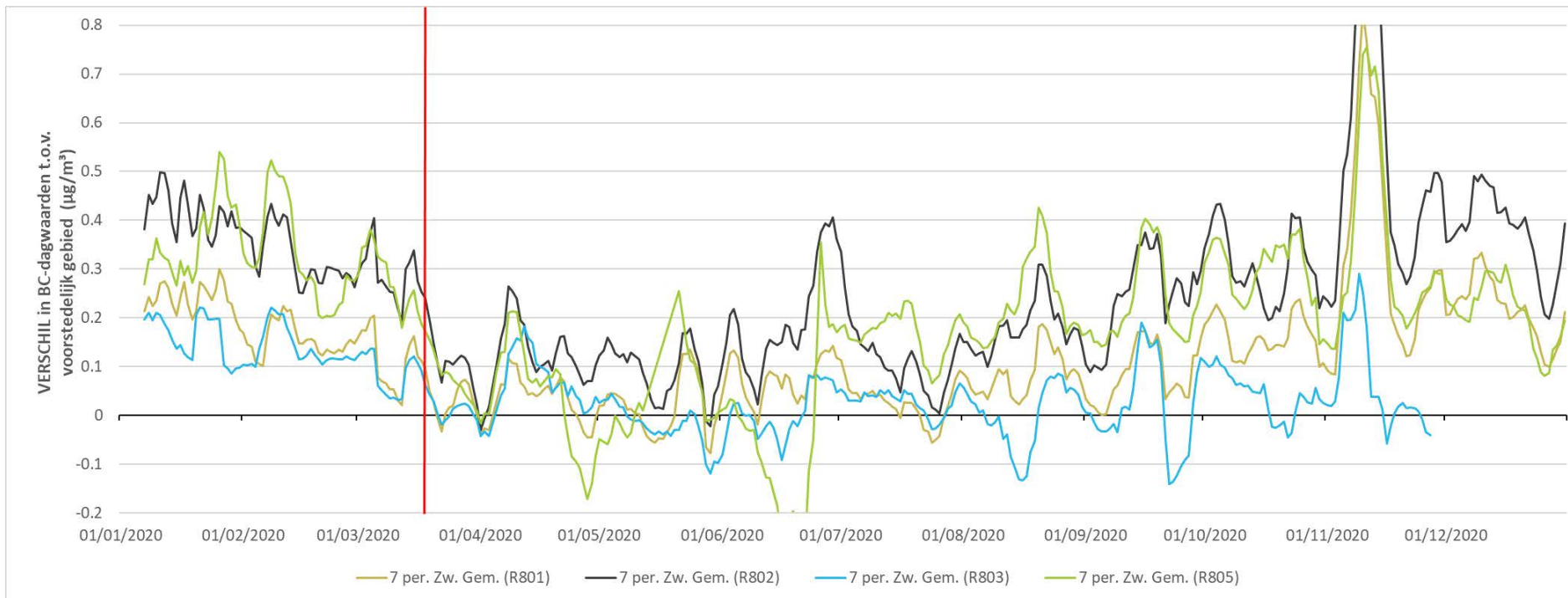
Figuur 10: Verschil tussen daggemiddelde concentratie gemeten op meetplaatsen in Antwerpen met deze gemeten op het typegebied voorstedelijk voor NO₂ in 2020



Noot: 7 per. Zw. Gem.= op deze grafiek wordt het zwevend gemiddelde over 7 dagen getoond om op die manier de dagelijkse schommelingen wat glad te 'strijken' en daardoor de trend beter te zien.



Figuur 11: Verschil tussen daggemiddelde concentratie gemeten op meetplaatsen in Antwerpen met deze gemeten op het typegebied voorstedelijk voor zwarte koolstof in 2020



Noot: 7 per. Zw. Gem.= op deze grafiek wordt het zwevend gemiddelde over 7 dagen getoond om op die manier de dagelijkse schommelingen wat glad te 'strijken' en daardoor de trend beter te zien.



3.2.3 Passieve samplers

Naast de metingen met automatische monitoren meet de VMM sinds 2017 ook NO₂ met passieve samplers in Antwerpen. In 2020 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.

Gemiddeld daalden de samplermetingen in Antwerpen met 9 µg/m³ of 25 % in vergelijking met 2019. Ter vergelijking: in Gent zagen we een daling van 7 µg/m³, wat overeenkomt met 23 %.

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

Op alle individuele meetplaatsen zien we in 2020 een daling ten opzichte van 2019. De grootste daling (absoluut en relatief) zagen we op de meetplaats aan de Osystraat (AT47), wat wellicht gerelateerd was aan lokale wegenwerken en veranderde verkeersstromen.

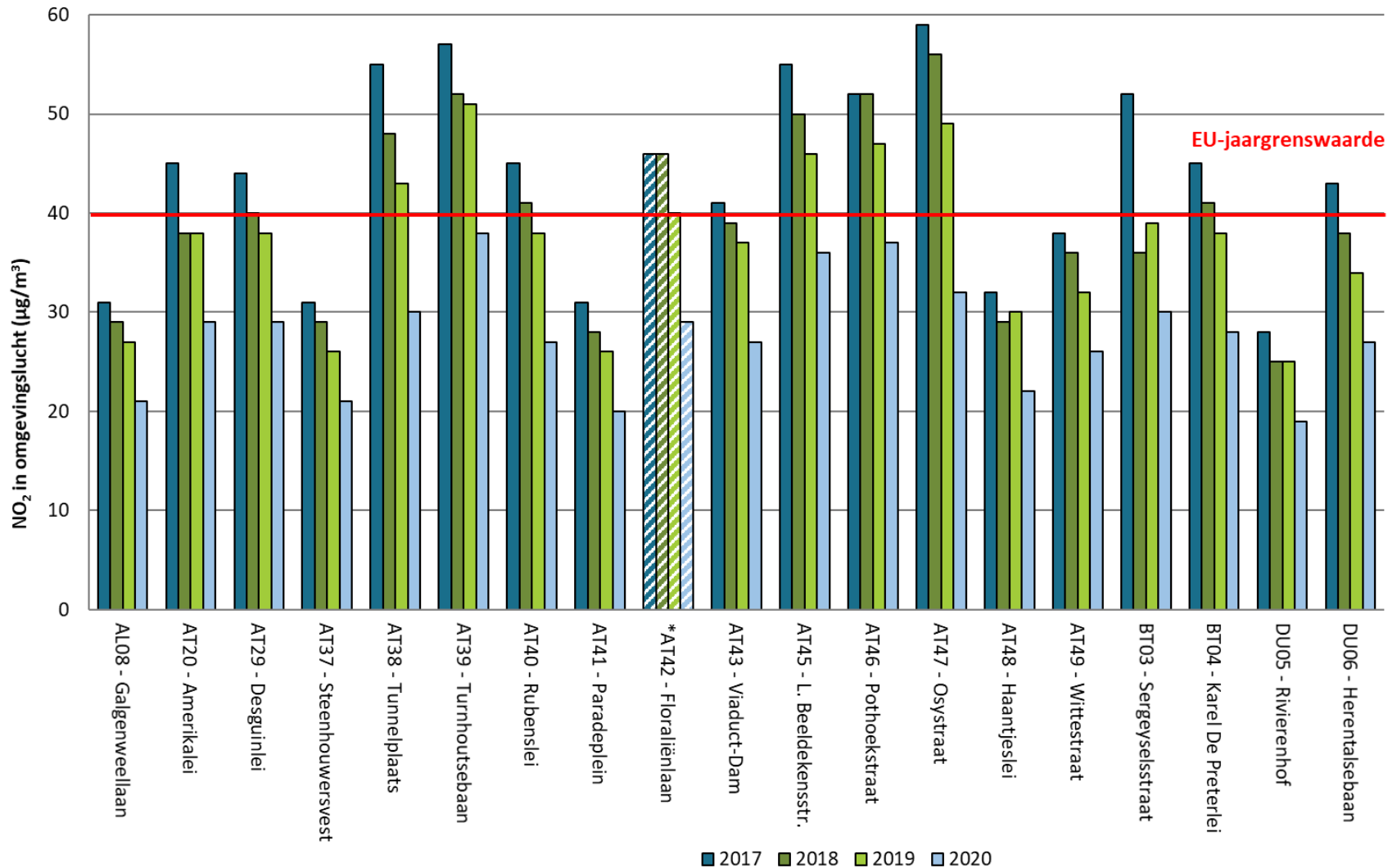
Het hoogste indicatieve jaargemiddelde was 38 µg/m³ in 2020 en werd gemeten aan de Turnhoutsebaan (AT39), een drukke invalsweg in Antwerpen.

Figuur 12 toont de gekalibreerde, indicatieve jaargemiddelden voor de 19 meetplaatsen in Antwerpen voor de periode 2017-2020.

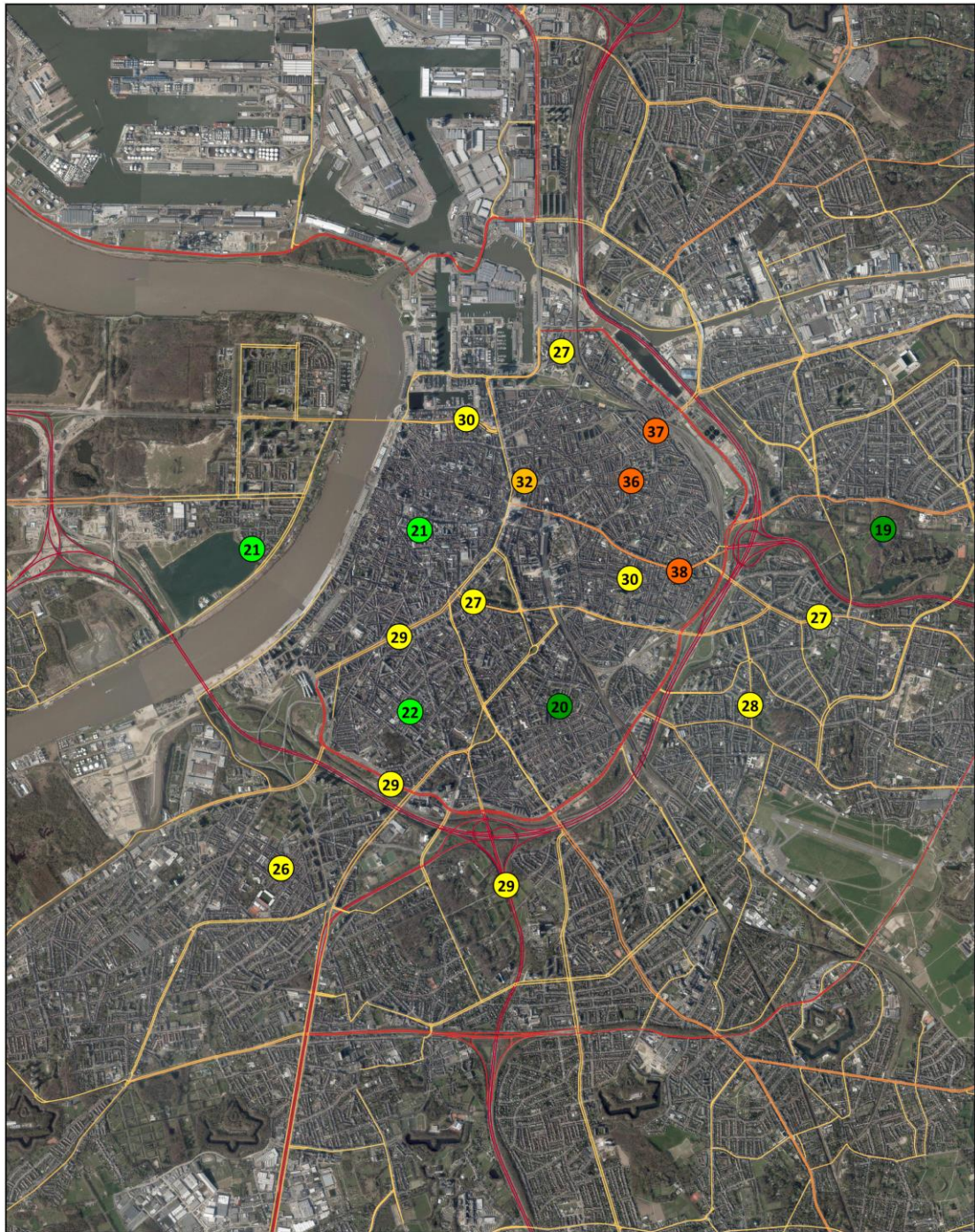
Figuur 13 toont de ligging en de resultaten van de meetlocaties van de samplers in Antwerpen.



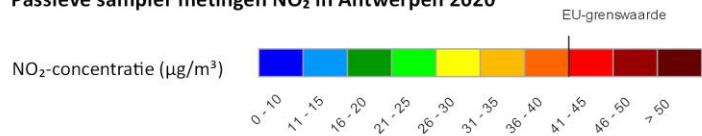
Figuur 12: Indicatieve NO₂-jaargemiddelden met passieve samplers in Antwerpen voor 2017-2020 (µg/m³)



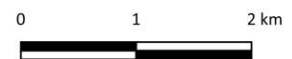
Figuur 13: Ligging en resultaten van de passieve samplers in Antwerpen, 2020



Passieve sampler metingen NO₂ in Antwerpen 2020



● getal in bol = jaargemiddelde NO₂-concentratie



3.2.4 ATMO-Street model

Op plaatsen waar de VMM niet beschikt over meetresultaten schat men de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Voor NO₂ gebruikt de VMM het ATMO-Street-model. ATMO-Street is de naam voor de modelketen RIO-IFDM-OSPM.

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

- De impact van nieuwe verkeerssituaties is niet onmiddellijk zichtbaar. Het model toont wel een simulatie van de jaargemiddelden in 2020 maar gebruikt (verkeers)emissiegegevens van 2019 (bv. vlootsamenstelling, voertuigkm, verdeling over de EURO-normen, ...). Voor deze modelkaart werd de vlootsamenstelling van de stad Antwerpen voor de LEZ (o.b.v. de ANPR-gegevens) gebruikt. Deze gedetailleerde verkeersgegevens werden eerst doorgerekend tot verkeersemissies voor de LEZ en daarna gebruikt in de modellering.
- Met tijdelijke verkeerssituaties (bv. omleidingen of files) wordt geen rekening gehouden.
- Het herhaaldelijk opwaaien van stof door het verkeer en het effect van de aanwezigheid van groen (zoals bomen in een straat) worden niet in rekening gebracht.
- De lokale vervuiling die veroorzaakt wordt door onder andere houtkachels, open haarden en grote veeteeltbedrijven is niet zichtbaar op de kaarten. De vervuiling van deze bronnen wordt wel mee opgenomen in de ‘achtergrondconcentratie’ (met een lagere ruimtelijke resolutie van 4x4 km²).

Ondanks deze beperkingen van het model, resulteert het wel in wetenschappelijk onderbouwde kaarten die de verspreiding van de luchtvervuiling in kaart brengen. De controle gebeurde door te vergelijken met metingen.

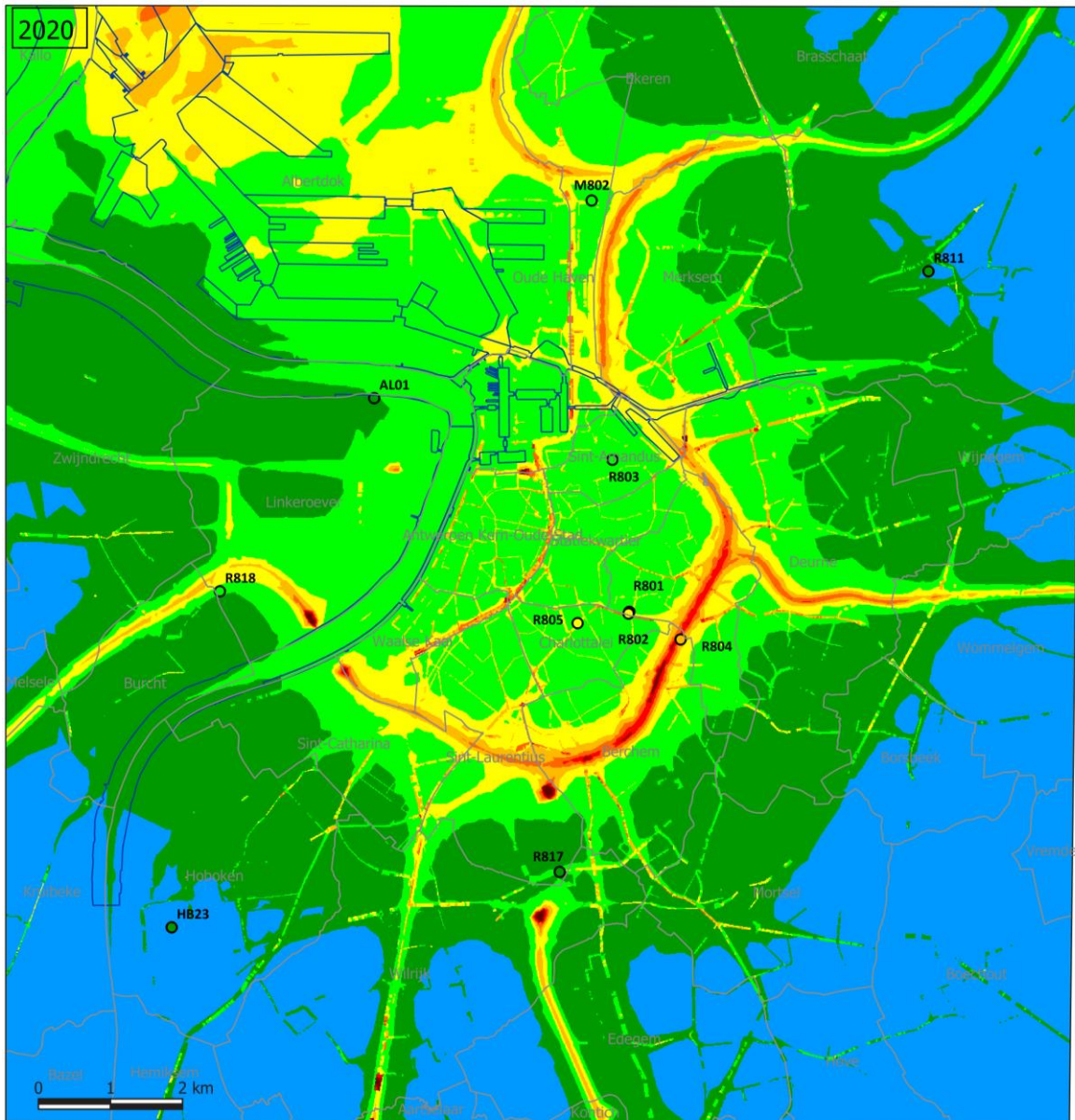
Aangezien als input voor het model emissies van 2019 worden gebruikt, waarbij er nog geen impact was van minder verkeer door de coronamaatregelen, werd voor de opmaak van de modelkaart 2020 de verkeersemissies van 2019 herschaald. Deze herschaling gebeurde op weekbasis op basis van verkeersstellingen op de snelwegen en van telraamdata. Op jaarbasis resulteerde dit in 23 % minder verkeersemissies voor licht vervoer en 4 % minder voor zwaar vervoer.

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

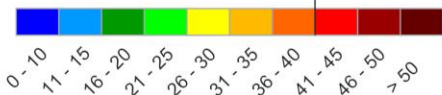
Figuur 14 toont de gemodelleerde NO₂-jaargemiddelden in de Antwerpse agglomeratie voor 2020. De hoogste concentraties worden gemodelleerd langs de Antwerpse Ring en langs de belangrijkste verkeersassen van de binnenstad. Ook de tunnelmonden zijn zichtbaar.



Figuur 14: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2020



NO₂-jaargemiddelde 2020 berekend met ATMO-Street (µg/m³)
 EU-grenswaarde
 WGO-advieswaarde



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 street canyons werd in rekening gebracht, tijdelijke verkeerssituaties of het herhaaldelijk opwaaien van stof door verkeer niet.

- Deelgemeentes — Dokken
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

3.2.5 Toetsing aan de grenswaarden

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

Toetsing aan de jaargrenswaarde

In 2020 respecteerden alle **automatische** meetplaatsen de Europese jaargrenswaarde van 40 µg/m³. Dit is al sinds 2018 zo.

Opmerkelijk is dat we in 2020 ook bij de indicatieve metingen met **passieve samplers** in Antwerpen voor het eerst geen overschrijdingen optekenden. In 2019 overschreden nog 5 van de 18 meetplaatsen de grenswaarde van 40 µg/m³.

Maar de berekeningen met het **ATMO-Street model** (Figuur 14) tonen aan dat langs snelwegen, langs de belangrijkste verkeersassen en in *street canyons* nog overschrijdingen van de jaargrenswaarde kunnen voorkomen.

Aangezien de WGO-jaaradvieswaarde voor NO₂ van 40 µg/m³ gelijk is aan de Europese grenswaarde werd deze bijgevolg ook op alle meetplaatsen gerespecteerd.

Toetsing aan de uurgrenswaarde

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 uurgrenswaarde getoetst worden. Tabel 4 toont het verloop van het aantal uren met een gemiddelde concentratie hoger dan 200 µg/m³ op de verschillende meetplaatsen voor de periode 2010-2020.

Op de nieuwe meetplaats aan de Van Maerlantstraat (R806), die pas is opgestart midden 2020, noteren we in het najaar tweemaal een uurgemiddelde boven 200 µg/m³. De WGO-advieswaarde wordt op deze locatie dus overschreden, maar de EU-grenswaarde wordt gerespecteerd.

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

Tabel 4: Aantal uren met een concentratie > 200 µg/m³ NO₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010-2020

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Linkeroever (AL01)	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
Hoboken (HB23)	0	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)	0	1	6	0	4	2	0	0	0	0	0
Borg-straatkant (R802)	-	-	6	4	5	2	1	0	0	0	0
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0	0
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Van Maerlantstraat (R806)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2"
Schoten (R811)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Burchtse Weel (R818)*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	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

3.2.6 Pollutierozen

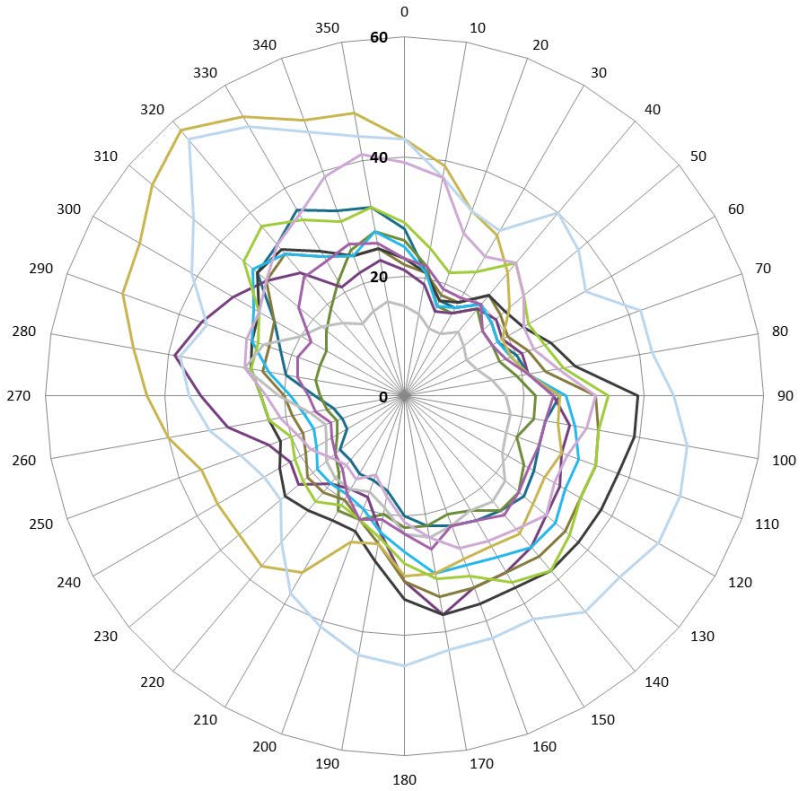
Figuur 15 geeft de pollutierozen voor NO₂ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Links wordt een klassieke pollutieroos getoond, rechts een zeropollutieroos waarbij de achtergrondconcentratie er werd uitgefilterd. Een algemene uitleg over de methodiek van (zero)pollutierozen vind je in bijlage 4.

- **AL01:** op de meetplaats Linkeroever zien we een verhoging uit het noordwesten, uit de richting van de Antwerpse haven.
- **HB23:** op de meetplaats in Hoboken zien we in 2020 weinig lokale invloed.
- **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. Ook vanuit het zuiden (Havanalaan) is er een verhoging.
- **R801/R802:** op de meetplaatsen aan de Plantin en Moretuslei valt vooral de verhoging van oosten 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 bevinden zich 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 tot noordoostelijke 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. De meetplaats bevindt zich op het voetpad, vlak langs de straatkant. Voor deze meetplaats waren alleen data voor de periode juli-december 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 noordoosten. Deze verhoging is afkomstig van de nabijgelegen E17 en de werken aan de Oosterweelverbinding.

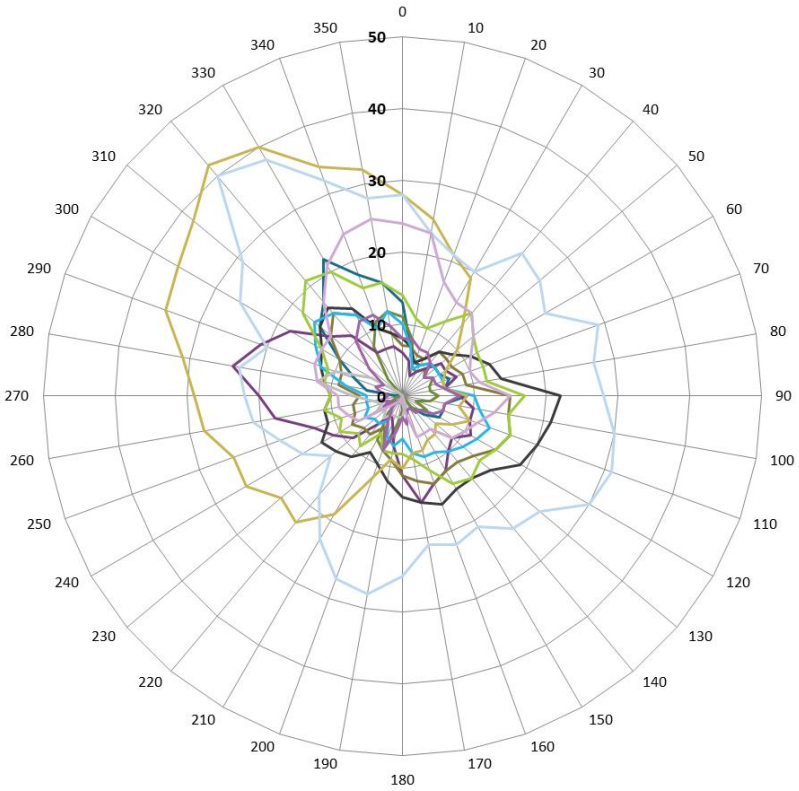
Figuur 16 toont de NO₂-pollutierozen voor 2020 op de kaart.



Figuur 15: Pollutierozen voor NO₂ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020 (µg/m³): klassieke roos (links) en zeroeroos (rechts)



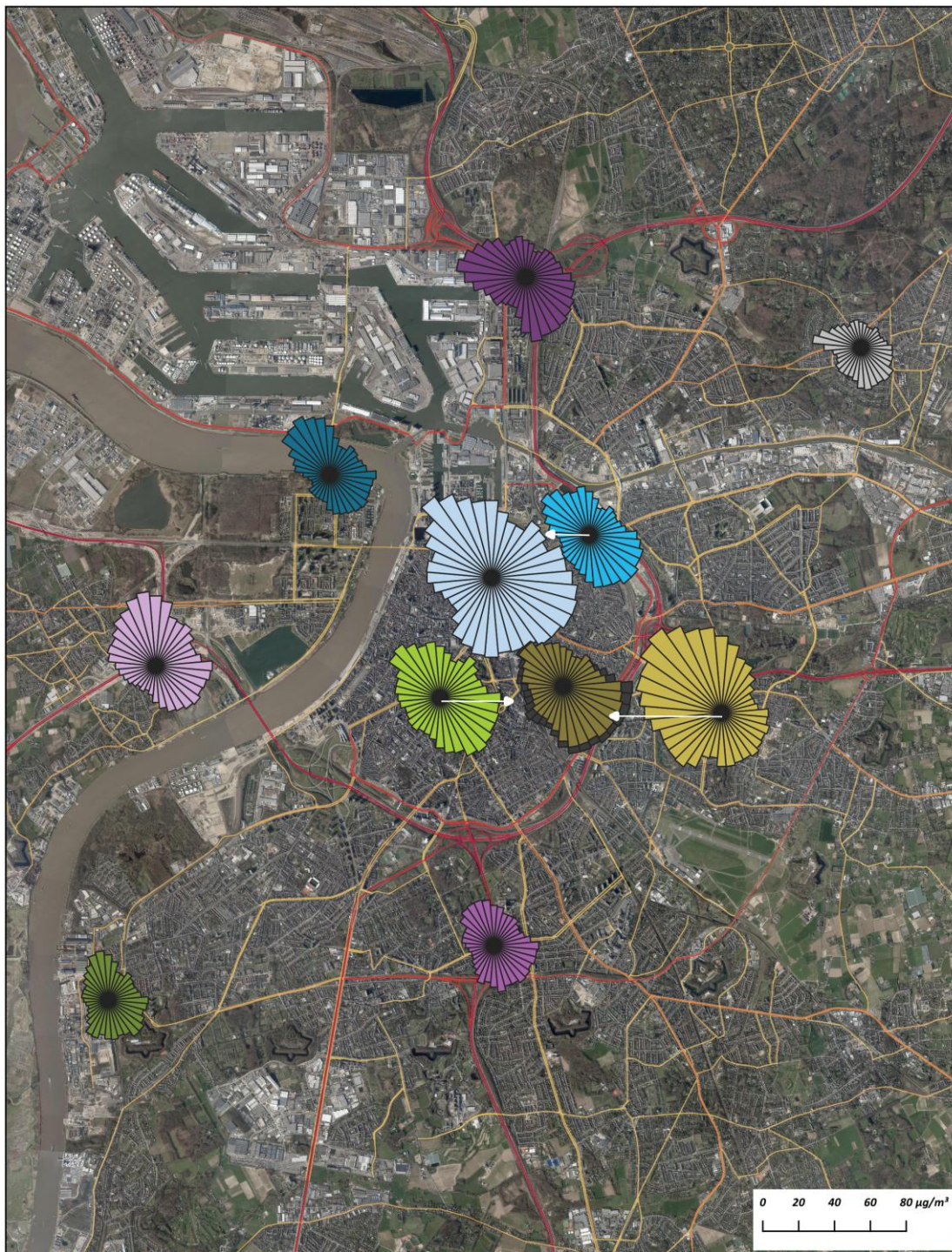
- AL01 HB23 M802 R801 R802 R803
- R804 R805 R811 R806 R817 R818



- AL01 HB23 M802 R801 R802 R803
- R804 R805 R806 R811 R817 R818



Figuur 16: Pollutierozen NO₂ voor de meetplaatsen van de Antwerpse agglomeratie in 2020



Pollutierozen NO₂ op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie eind 2020



3.3 NO-concentraties

3.3.1 Metingen automatisch meetnet

Tabel 5 geeft de NO-jaargemiddelden voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Zoals voor NO₂ worden de hoogste concentraties gemeten op de sterk door verkeer beïnvloede meetplaatsen aan de Ring (R804), aan de rand van de Plantin en Moretuslei (R802) en op de middenberm van de Belgiëlei (R805). De laagste concentraties worden gemeten op de meetplaats Linkeroever (AL01).

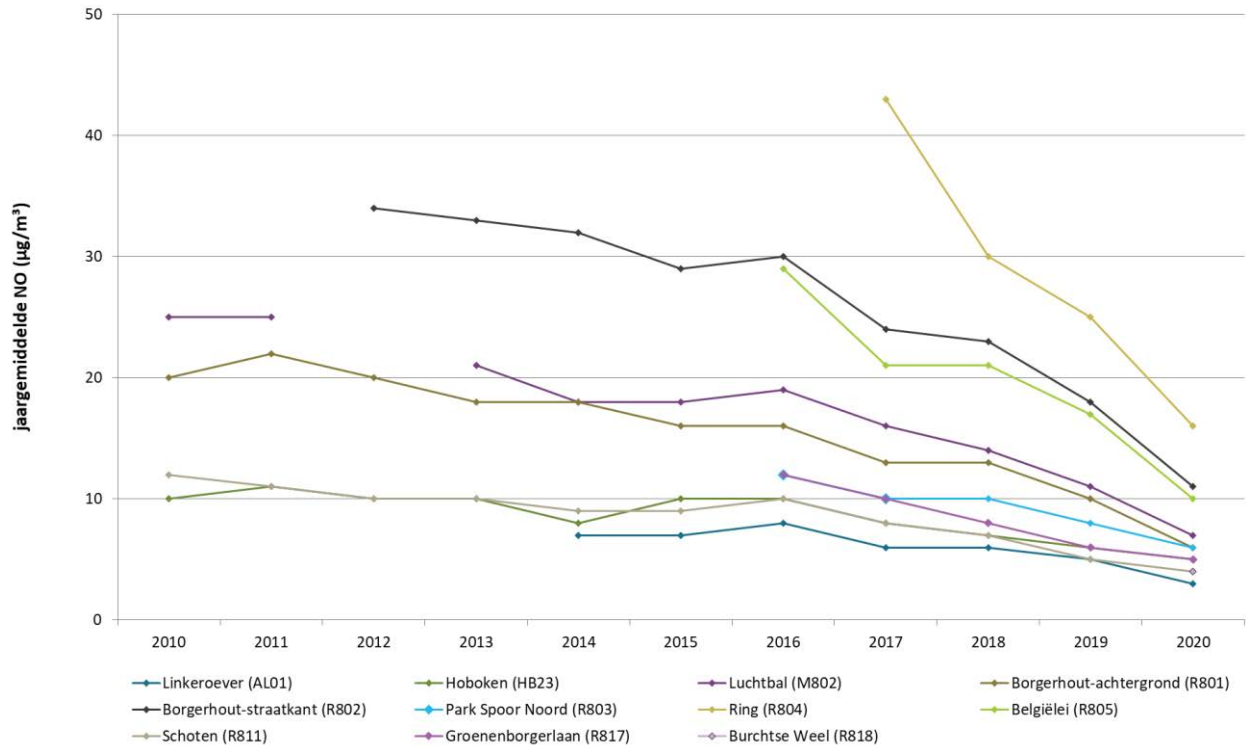
Figuur 17 toont het verloop van de jaargemiddelde NO-concentratie voor de periode 2010 tot 2020. Over de laatste 10 jaar zijn de NO-concentraties op alle Antwerpse meetplaatsen gedaald, vooral op de verkeersgerichte meetplaatsen.

- In 2020 daalden de NO-concentraties op alle meetstations sterk ten opzichte van 2019 (17 % tot 41 %).
- De afgelopen 10 jaar noteerden we op de meetplaatsen met een volledige tijdreeks minstens een halvering van de NO-concentraties (50 % tot 72 %).

Tabel 5: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020 (µg/m³)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Linkeroever (AL01)	-	-	-	-	7	7	8	6	6	5	3
Hoboken (HB23)	10	11	10	10	8	10	10	8	7	6	5
Luchtbal (M802)	25	25	22	21	18	18	19	16	14	11	7
Borg-achtergrond (R801)	20	22	20	18	18	16	16	13	13	10	6
Borg-sraatkant (R802)	-	-	34	33	32	29	30	24	23	18	11
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	-	12	10	10	8	6
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	-	43	30	25	16
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	-	29	21	21	17	10
Van Maerlantstraat (R806)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schoten (R811)	12	11	10	10	9	9	10	8	7	5	4
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	-	12	10	8	6	5
Burchtse Weel (R818)*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4

Figuur 17: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020



Figuur 18 toont het verloop van de NO-dagwaarden in 2020 per individueel meetstation.

In de wintermaanden zien we een aantal pieken. Deze komen voor op alle meetplaatsen en zijn dus een gevolg van regionaal verhoogde concentraties, allicht door ongunstige weersomstandigheden (temperatuursinversie, lage windsnelheid, weinig neerslag).

Bij de bovenste figuur zien we in de eerste jaarhalf de hoogste concentraties op de meetplaats aan de Ring (R804). Vanaf de opstart van de meetplaats aan de Van Maerlantstraat (R806), springt deze er bovenuit.

De coronamaatregelen hebben gezorgd voor minder verkeer in 2020, vooral tijdens de periodes met een lockdown (zie paragraaf 3.2.2). Dit heeft ook geleid tot lagere concentraties van de verkeersgerelateerde pollutanten NO/NO₂.

Figuur 18: Verloop van de NO-dagwaarden in 2020



3.3.2 Pollutierozen

Figuur 19 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.

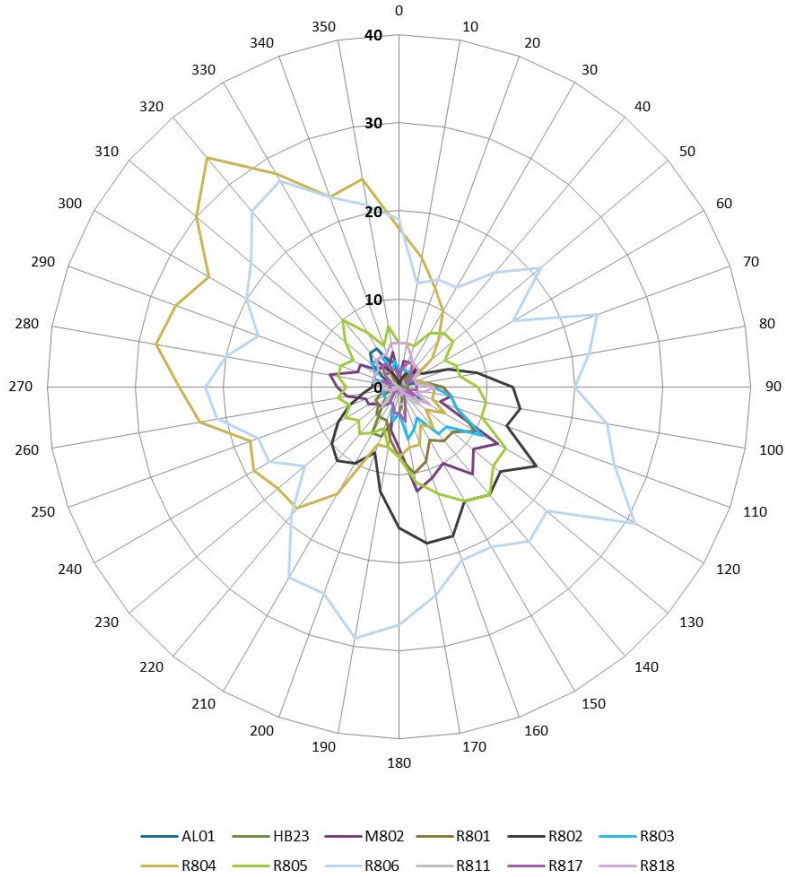
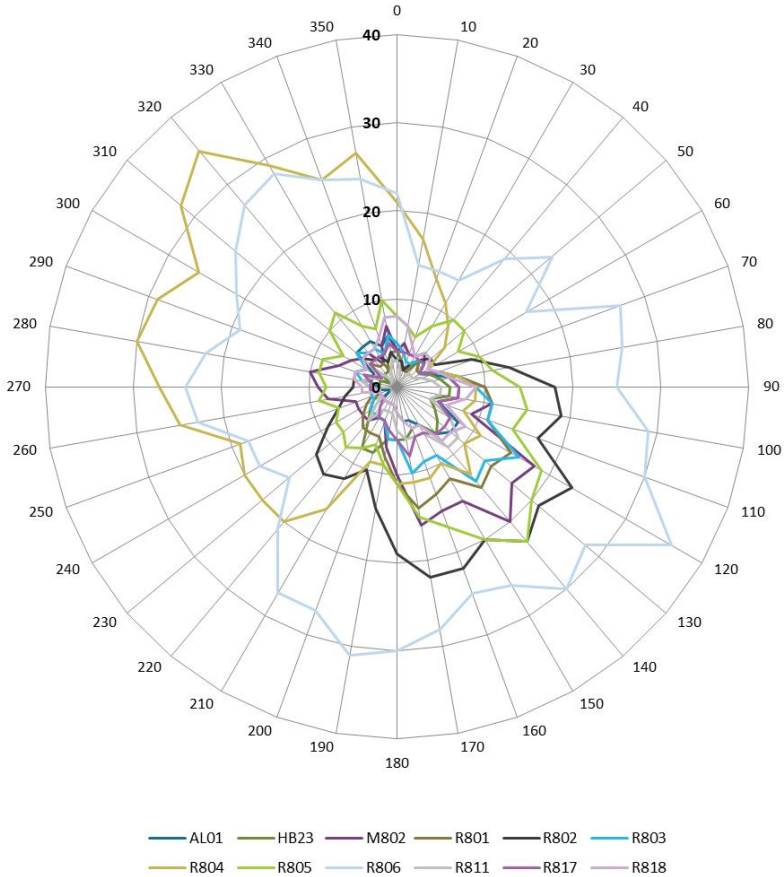
De vorm van de pollutierozen van NO is verschillend van deze van NO₂. De relatieve verschillen tussen de gemeten concentraties bij verschillende windrichtingen zijn ook groter dan bij NO₂.

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

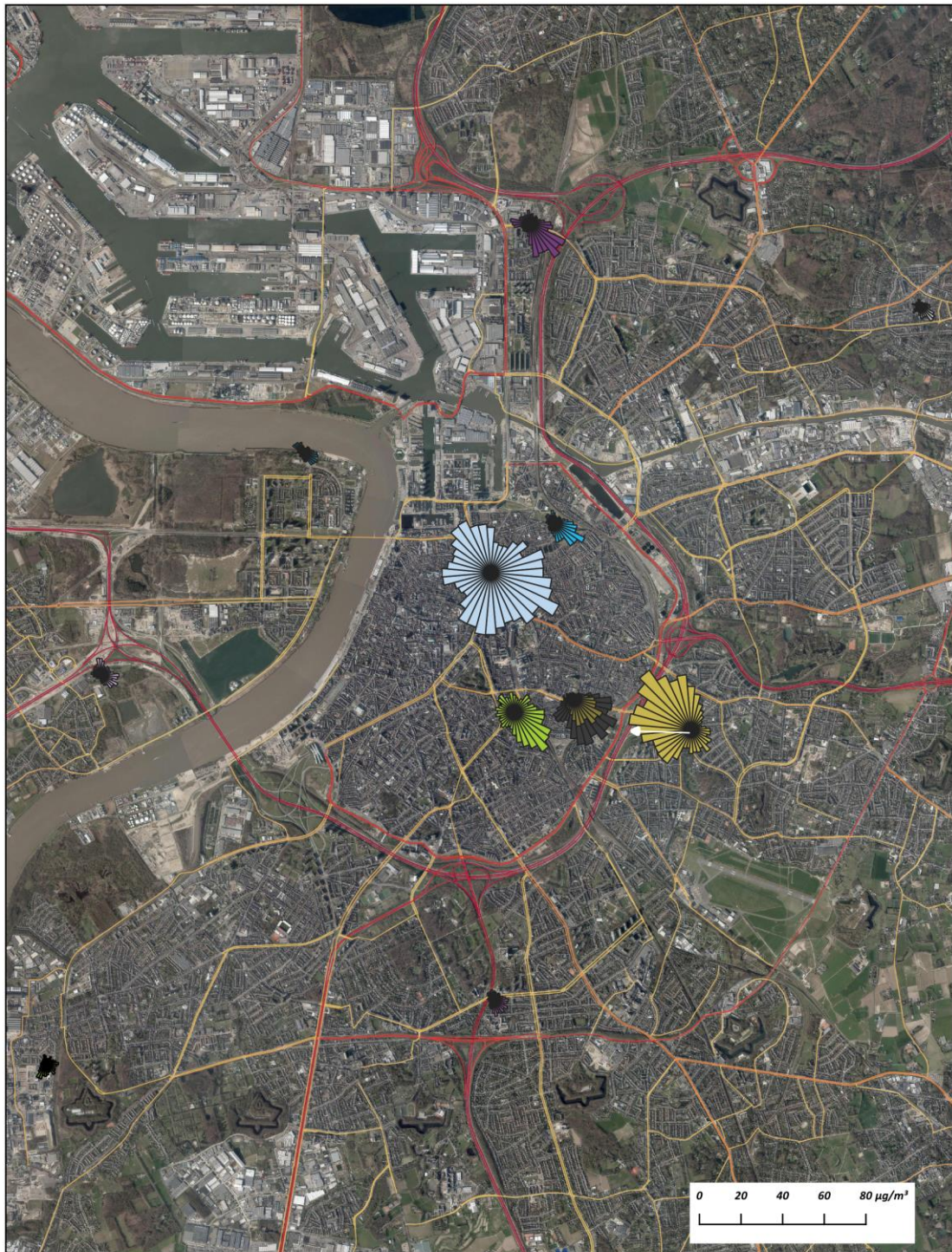


- **AL01:** op de meetplaats Linkeroever zien we weinig lokale invloed. Alleen uit het noordwesten zien we een kleine lokale piek, uit de richting van de Antwerpse haven.
- **HB23:** op de meetplaats in Hoboken zien we weinig lokale invloed. Alleen uit het zuidwesten zien we een kleine lokale piek, uit de richting van Umicore.
- **M802:** op de meetplaats Luchtbal merken we verhoogde concentraties bij wind uit het westen (Noorderlaan, parking, Antwerpse haven). Ook uit het zuidoosten meten we een verhoging.
- **R801/R802:** Op de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) meten we vanuit het oosten tot het zuidwesten verhoogde concentraties. Op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) meten we verhoogde concentraties bij wind vanuit het oosten tot zuidwesten. Zoals bij NO₂ zijn de concentraties wel altijd lager dan op de meetplaats R802 aan de straatkant, behalve bij wind vanuit noordelijke richting, waar ze samenvallen.
- **R803:** op de meetplaats Park Spoor Noord zien we weinig lokale invloed.
- **R804:** op de meetplaats aan de Ring in Antwerpen zien we een grote invloed van het verkeer op de autostrade bij wind vanuit het zuidwesten tot het noorden.
- **R805:** deze meetplaats Belgiëlei bevindt zich op de middenberm van de Belgiëlei en wordt dus langs alle kanten omgeven door verkeer, wat te zien is op de pollutieroos.
- **R806:** op de meetplaats in de Van Maerlantstraat zien we verhoogde NO-concentraties uit alle richtingen. De meetplaats bevindt zich op het voetpad, vlak langs de straatkant. Voor deze meetplaats hebben we alleen data voor de periode juli-december om de pollutieroos te maken.
- **R811:** op de meetplaats in Schoten zien we weinig lokale invloed.
- **R817:** op de meetplaats aan de Groenenborgerlaan zien we weinig lokale invloed.
- **R818:** op de meetplaats Burchtse Weel zien we een lokale verhoging vanuit het noorden, dit is de invloed van de nabijgelegen E17 autosnelweg.

Figuur 19: Pollutierozen voor NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): klassieke roos (links) en zero-roos (rechts)



Figuur 20: Pollutierozen NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020



Pollutierozen NO op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie eind 2020



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 enkel longkanker) en een verminderde levensverwachting zijn in relatie gebracht met de aanwezigheid van fijn stof. Zelfs al voor de geboorte veroorzaakt fijn stof negatieve effecten. Onderzoek⁸ 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 2019.

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

Figuur 21 toont het aandeel van de sectoren in de emissies van **primair PM₁₀** in 2019.

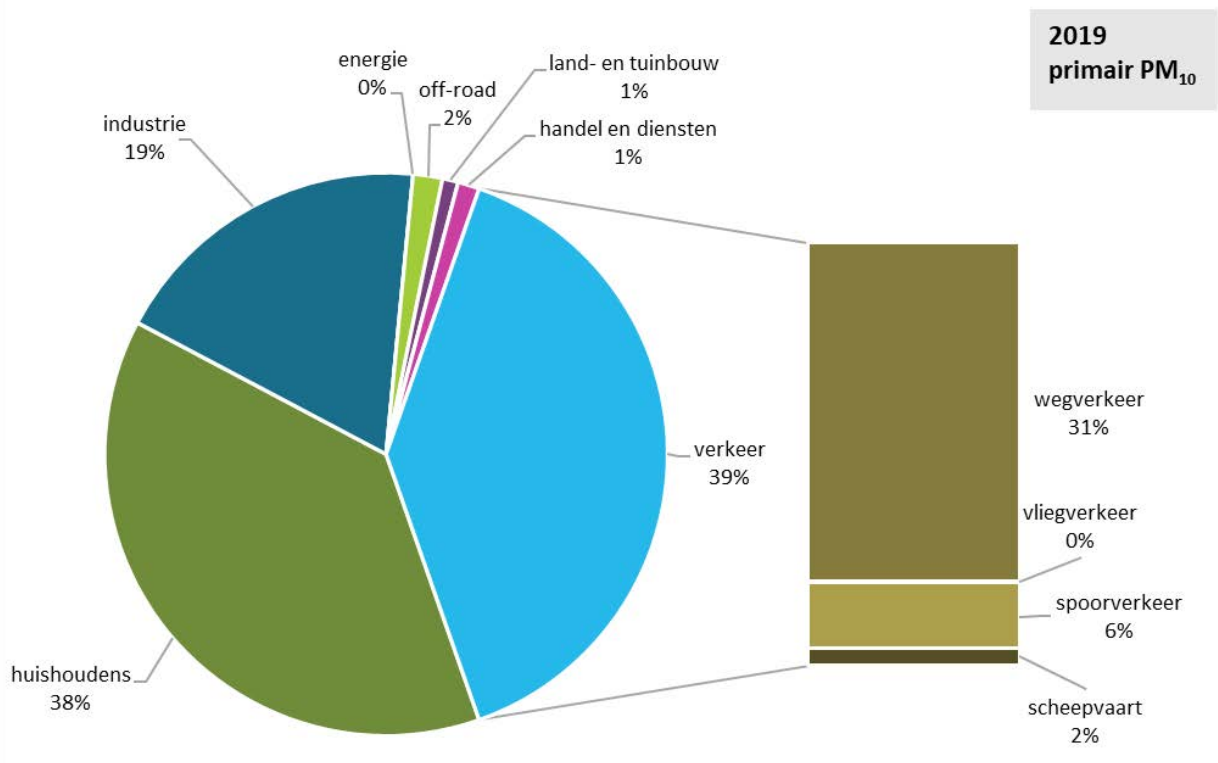
- Verkeer was de belangrijkste bron van primair PM₁₀ in de Antwerpse agglomeratie met 39 %.
 - 31 % van de totale primaire PM₁₀-emissies komt van het wegverkeer. Een groot deel hiervan was afkomstig van niet-uitlaatemissies, onder meer door de slijtage van remmen en banden.
- Huishoudens zijn verantwoordelijk voor 38 % van de emissies in de Antwerpse agglomeratie.
 - 35 % van de totale primaire PM₁₀-emissies is toe te wijzen aan de huishoudelijke gebouwenverwarming, meer bepaald de verbranding van hout in open haarden en kachels.

Figuur 22 toont de trend van de rechtstreeks uitgestoten (primaire) PM₁₀-emissies door de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie sinds 2005.

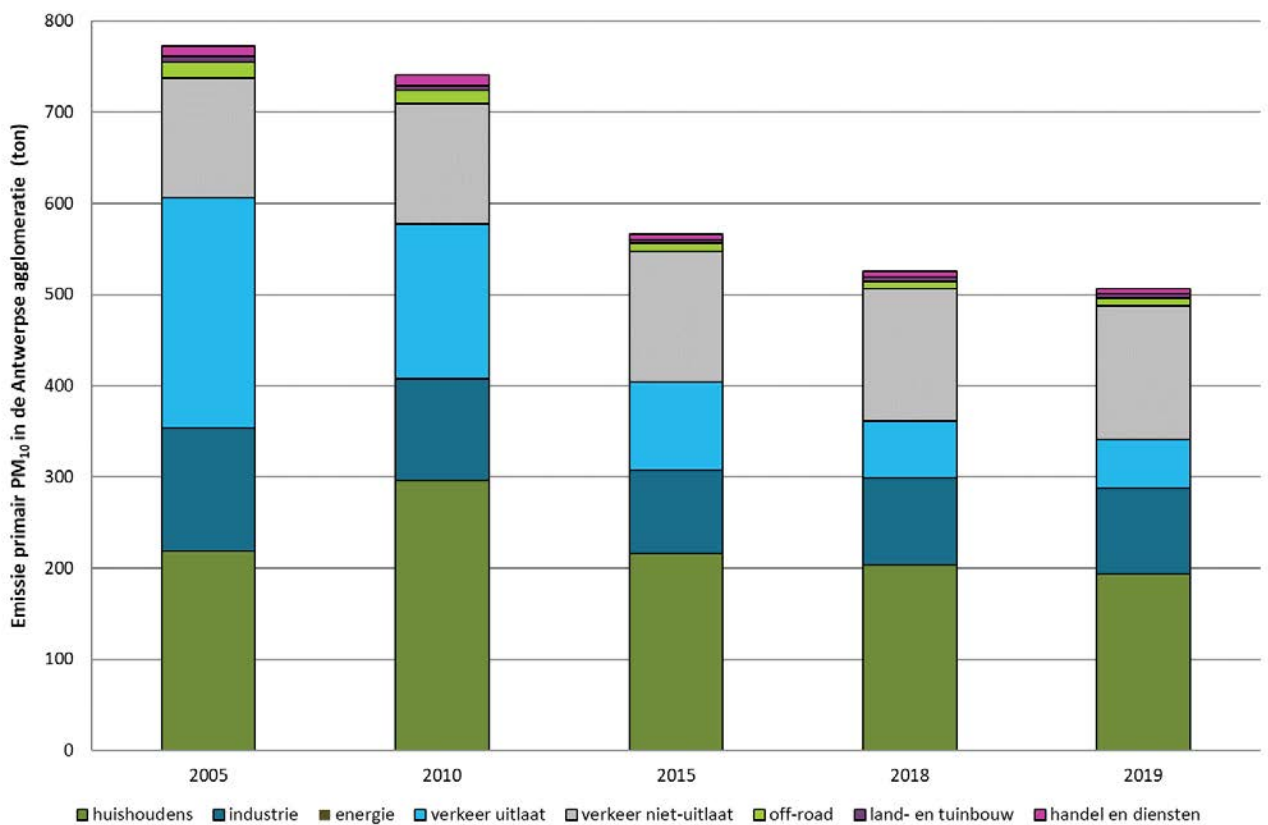
In 2019 stootte de zone Antwerpse agglomeratie 507 ton primair PM₁₀ uit. Dit was 3 % van de Vlaamse primaire PM₁₀-emissies dat jaar.

⁸ 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 21: Aandeel van de sectoren in de primaire PM₁₀-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2019



Figuur 22: Trend van primaire PM₁₀-emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie, 2005 – 2019



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Tussen 2005 en 2019 zijn de emissies van **primair PM₁₀** in de Antwerpse agglomeratie met 34 % gedaald. Deze daling komt hoofdzakelijk 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.

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 (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 voorloperverbindingen (precursoren). De belangrijkste precursoren zijn ammoniak (NH₃), stikstofoxides (NO_x) en zwaveldioxide (SO₂) en verschillende semivluchtige organische verbindingen.

De primaire stofdeeltjes bestaan scheikundig gezien vooral uit organische koolstofcomponenten, anorganische componenten (mineralen) 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 gewesten⁹.

Verkeer is een belangrijke lokale bron van elementair koolstof, organische massa en mineraal stof. In de vierde chemkar studie¹⁰ waren de PM₁₀-concentraties langs invalswegen gemiddeld 6 % en in *street canyons* gemiddeld 29 % hoger dan op stedelijke achtergrondlocaties. De bijdragen van elementaire koolstof en organische massa in uitlaatgassen enerzijds en de bijdrage van mineraal stof anderzijds (banden, remmen, koetswerk) droegen elk voor ongeveer 50 % bij aan deze hogere concentraties. Het gaat hier om een zeer lokale bijdrage.

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 louter tot een lokale bijdrage.

4.2 PM₁₀-concentraties

4.2.1 Metingen automatisch meetnet

Tabel 6 toont de jaargemiddelden PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. In 2020 mat de VMM de hoogste PM₁₀-concentraties op de meetplaats aan de Plantin en Moretuslei, waar wegenwerken zorgden voor meer opwaaiend stof.

Figuur 23 geeft de evolutie van de PM₁₀-jaargemiddelden op de verschillende meetplaatsen. Over de periode van 2010 – 2020 daalden de PM₁₀-jaargemiddelden geleidelijk, al schommelt het verloop eerder de laatste jaren.

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

¹⁰ VMM (2013), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Antwerpen, Gent, Brugge en Oostende, 2011-2012

De jaargemiddelden in 2020 zijn lager dan de concentraties van 2019, uitgezonderd:

- een status quo op de meetplaats op Linkeroever (AL01),
- een lichte stijging op de meetplaatsen aan de Groenenborgerlaan (R817) en Burchtse Weel (R818). De meetplaats aan de Burchtse Weel is beïnvloed door de werken aan de Oosterweel-verbinding. De meetplaats aan de Groenenborgerlaan lag in 2018 en 2019 een stuk lager door wegenwerken (minder passerend verkeer) en ligt in 2020 terug in de lijn met de overige stedelijke achtergrondlocaties.

Ook in de rest van Vlaanderen zagen we op het merendeel van de meetplaatsen (zo'n 80 %) een daling in de jaargemiddelden in 2020.

Op de meetstations met een volledige tijdreeks zien we in de periode 2010-2020 een daling in de PM₁₀-concentraties tussen 19 % en 34 %.

Tabel 6: PM₁₀-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020(µg/m³)

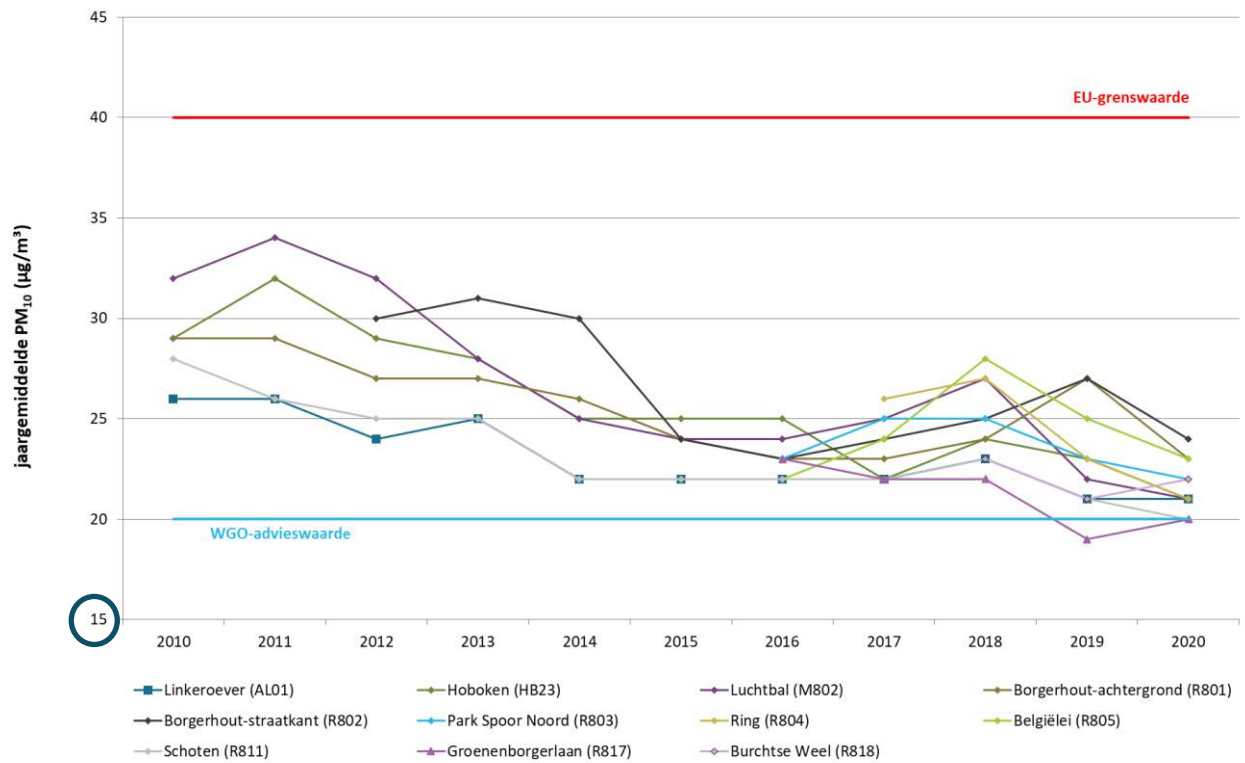
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Linkeroever (AL01)	26	26	24	25	22	22	22	22	23	21	21
Hoboken (HB23)	29	32	29	28	25	25	25	22	24	23	21
Luchtbal (M802)	32	34	32	28	25	24	24	25	27	22	21
Borg-achtergrond (R801)	29	29	27	27	26	24	23	23	24	27	23
Borg-sraatkant (R802)	-	-	30	31	30	24	23	24	25	27	24
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	-	23	25	25	23	22
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	-	26	27	23	21
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	-	22	24	28	25	23
Schoten (R811)	28	26	25	25	22	22	22	22	23	21	20
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	-	23	22	22	19	20
Burchtse Weel (R818)*	-	-	-	-	-	-	-	-	23	21	22

Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (20 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 23: PM₁₀-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020



Figuur 24 toont het verloop van de PM₁₀-dagwaarden in 2020 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 mei-september door de werken in het kader van de Oosterweelverbinding. Bij PM_{2,5} (zie Figuur 32) zien we deze verhoging bij R818 niet, het gaat dus om grof stof (diameter tussen 2,5 en 10 µm), wat typisch is bij (her)opwaaiend stof.

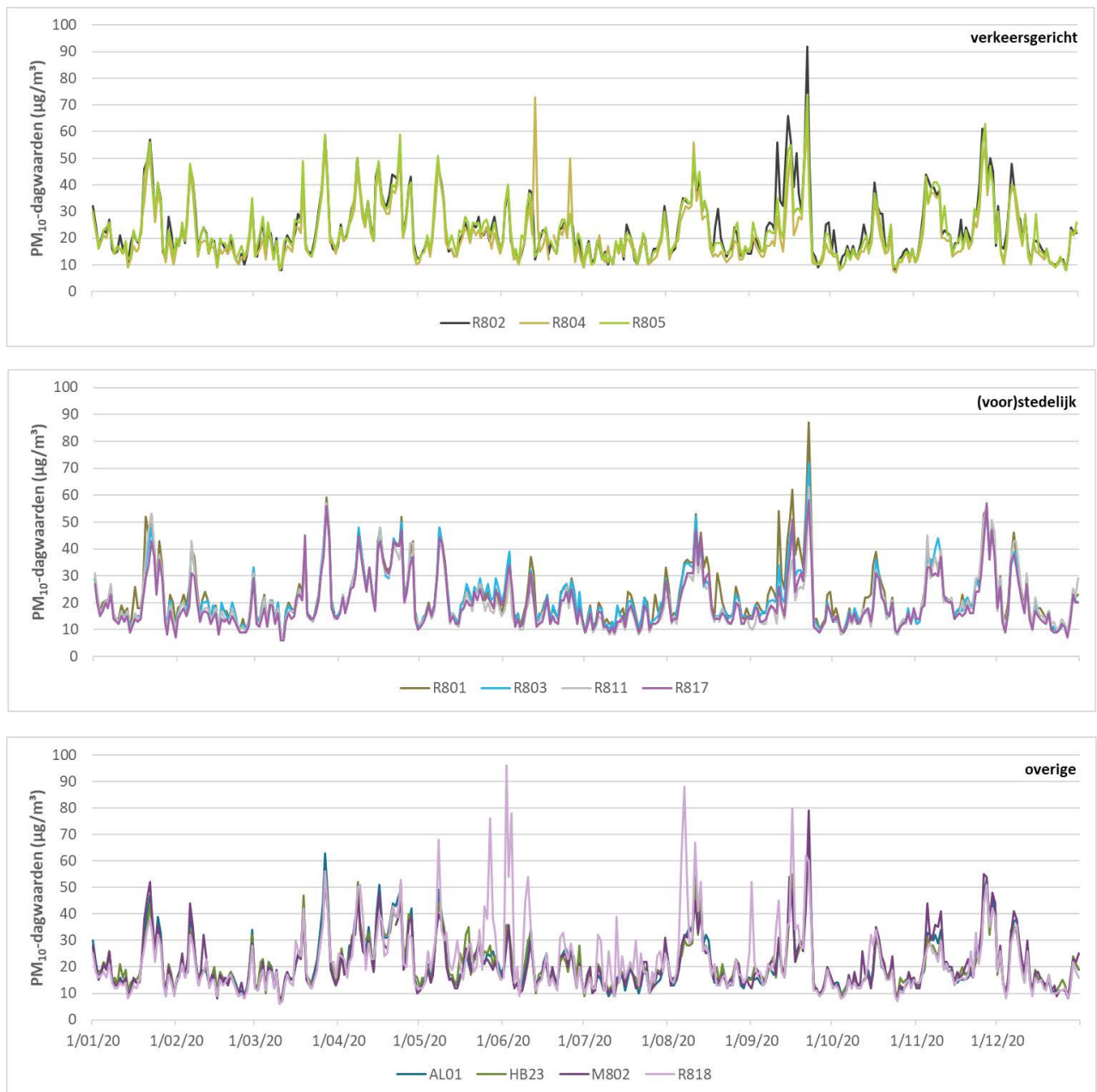
Op de meetplaats aan de Ring (R804) zien we in juni een aantal pieken door afbraakwerken/wegenwerken vlakbij de meetplaats.

Zoals in de meeste jaren zien we verhoogde waarden in de koude wintermaanden, ten gevolge van enerzijds ongunstige weersomstandigheden (temperatuurinversie en lage windsnelheden) die ervoor zorgen dat de uitgestoten emissies minder verdund worden. Anderzijds is er tijdens de wintermaanden meer uitstoot van huishoudelijke verwarming (met de verbranding van hout in open haarden en kachels als belangrijkste bron).

Ook in een droge, warme lente komen er geregeld verhoogde dagwaarden voor: de hogere temperaturen in de lente, samen met verhoogde ammoniakemissies door het uitrijden van mest, zijn bevorderlijk voor de vorming van secundair fijn stof ('lentesmog').

Opvallend in 2020 zijn de verhogingen in september en november. Deze maanden hadden lange, droge periodes met temperaturen hoger dan normaal. Minder neerslag leidde tot minder uitwassing van de pollutie.

Figuur 24: Verloop van de PM₁₀-dagwaarden in 2020



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 25 toont de gemodelleerde jaargemiddelde PM₁₀-concentratie in de Antwerpse agglomeratie voor 2020. Belangrijk is dat voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart voor 2020 de meest recent beschikbare emissiedata van 2019 werden gebruikt.

- De impact van de LEZ werd mee doorgerekend.

- Aangezien we als input voor het model de emissies van 2019 gebruiken (waarbij er nog geen impact was van minder verkeer door de coronamaatregelen), werd voor de opmaak van de modelkaart 2020 de verkeersemisssies van 2019 herschaald. Deze herschaling gebeurde op weekbasis op basis van verkeerstellingen op de snelwegen en van telraamdata. Op jaarbasis resulteerde dit in 23 % minder verkeersemisssies voor licht vervoer en 4 % minder voor zwaar vervoer.
Op deze manier werd de invloed van de coronamaatregelen (minder verkeer) ingeschat.

In 2020 worden enkel hogere PM₁₀-concentraties gemodelleerd in de Antwerpse haven. In de Antwerpse agglomeratie berekent het model overwegend een PM₁₀-concentratie tussen 21 en 25 µg/m³.

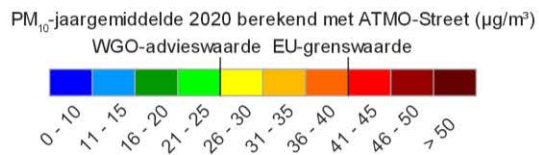
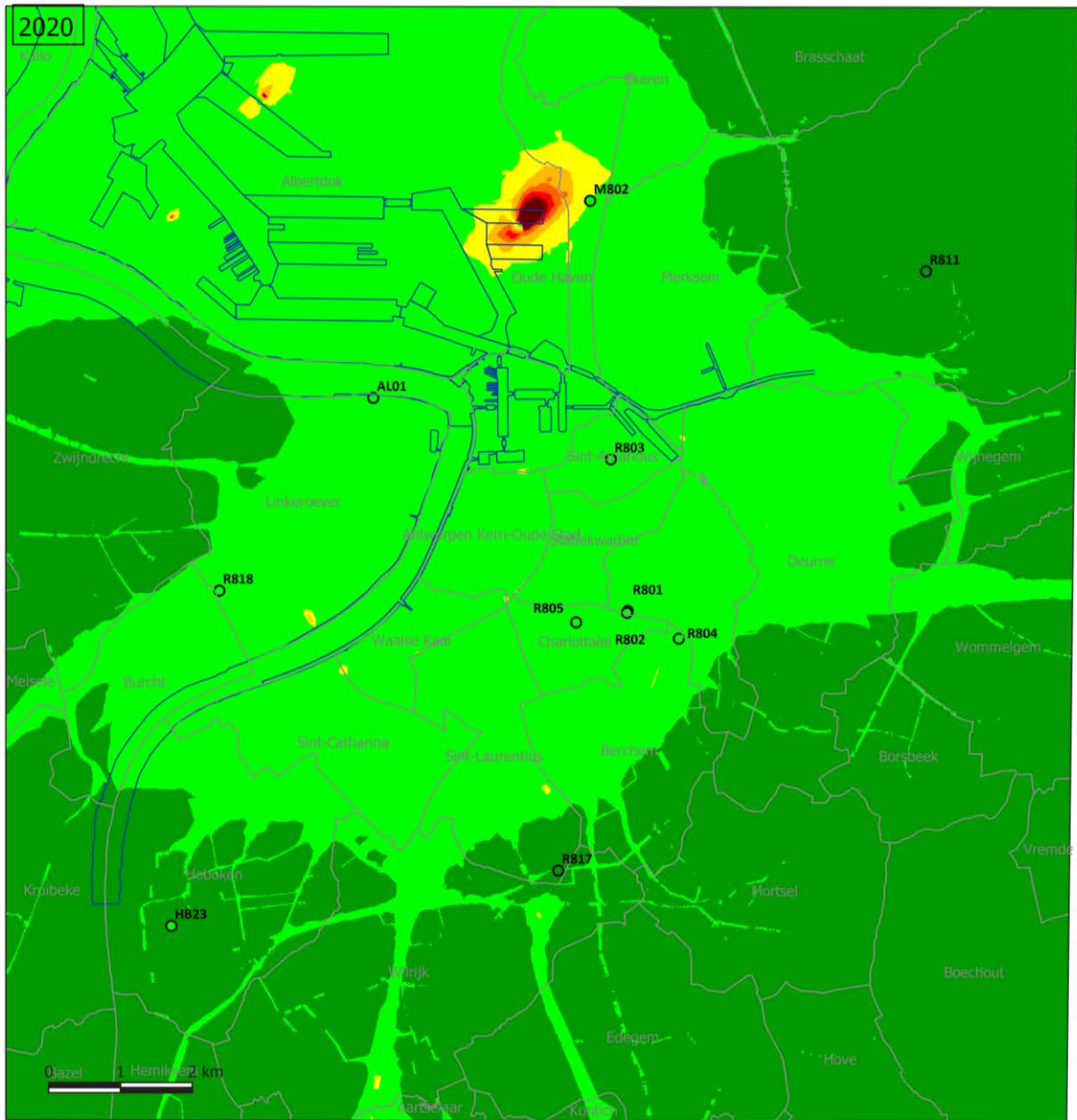
In het algemeen is er een goede overeenstemming tussen de gemodelleerde waarden en de gemeten waarden ter hoogte van de VMM-meetstations.

In de Antwerpse haven, dichtbij de meetplaats M802, berekent het model nog de mogelijkheid van een overschrijding van de PM₁₀-jaargrenswaarde. Dit is dichtbij een bedrijf met veel diffuse emissies van PM₁₀. In de onderliggende emissiedataset van het ATMO-Street-model wordt slechts beperkt rekening gehouden met de emissiereducerende maatregelen die deze bedrijven de laatste jaren namen. Mogelijks geeft deze modelkaart dus een overschatting van de reële situatie. Er wordt nagegaan hoe de genomen reducerende maatregelen beter kunnen geïmplementeerd worden in de rekentool waarin deze bedrijven hun emissies rapporteren.

Ook de emissiehoogte en diameter van de schouw moeten beter in kaart gebracht worden om de spreiding van de emissies door het model met grotere nauwkeurigheid te kunnen berekenen.



Figuur 25: Gemodelleerd PM₁₀-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2020



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

- Deelgemeentes — Dokken
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

4.2.3 Toetsing aan de grenswaarden

De regelgeving voor PM₁₀ is opgenomen in bijlage 3.

Toetsing van het jaargemiddelde

In de periode 2010-2020 werd de Europese jaargrenswaarde van 40 µg/m³ op geen enkele meetplaats in de Antwerpse agglomeratie overschreden (zie Tabel 6).

2020 is het tweede jaar dat de WGO-advieswaarde van 20 µg/m³ binnen de Antwerpse agglomeratie behaald werd, namelijk op de meetplaats in Schoten (R811) en aan de Groenenborgerlaan (R817). In Vlaanderen werd deze advieswaarde in 2020 op 15 van de 39 meetplaatsen gerespecteerd, dit is beter dan het jaar voordien.

Trend en toetsing van de daggemiddelden

Tabel 7 toont per meetplaats het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ voor de periode 2010-2020.

- Sinds 2014 is er geen overschrijding meer gemeten van de EU-daggrenswaarde (35 dagen met een concentratie boven 50 µg/m³ toegestaan op jaarbasis).
- De WGO-dagadvieswaarde (3 dagen met een concentratie boven 50 µg/m³ toegestaan op jaarbasis) werd alleen in 2019 op het meetstation Groenenborgerlaan (R817) gerespecteerd. In 2020 werd de WGO-dagadvieswaarde in alle Antwerpse meetstations overschreden. In heel Vlaanderen respecteerden 7 van de 39 PM₁₀-meetplaatsen de WGO-dagadvieswaarde in 2020.

Tabel 7: Aantal dagen met PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010-2020

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Linkeroever (AL01)	17	29	22	18	11	10	8	12	12	8	6
Hoboken (HB23)	25	44	33	21	16	12	11	8	12	6	8
Luchtbal (M802)	34	54	41	30	18	15	11	17	19	5	6
Borg-achtergrond (R801)	21	34	31	19	17	13	8	10	13	22	12
Borg-straatkant (R802)	-	-	33	36	35	14	10	13	12	21	13
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	-	9	18	15	8	4
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	-	18	18	8	8
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	-	9	16	19	18	11
Schoten (R811)	23	33	27	21	13	11	9	13	8	5	6
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	-	15	11	10	3	4
Burchtse Weel (R818)*	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6	18

Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (3 dagen > 50 µg/m³ toegelaten per jaar)

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 26 toont het verloop van het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ voor de periode 2010-2020. Globaal genomen daalt het verloop, alhoewel het de laatste jaren eerder schommelend is.

In 2020 zien we voor het aantal dagen

- een stijging op 5 meetplaatsen. Vooral de stijging op de meetplaats Burchtse Weel (R818) is opvallend. Dit is door de wegenwerken in kader van de Oosterweelverbinding in Zwijndrecht die zorgen voor opwaaiend stof.
- een status quo op 1 meetplaats
- een daling op 5 meetplaatsen. Vooral op beide meetplaatsen aan de Plantin en Moretuslei (R801 en R802) is de daling opvallend. De meetresultaten van 2019 werden sterk beïnvloed door wegenwerken.

Deze daling was er niet alleen in de Antwerpse agglomeratie, maar op zo'n 70 % van de Vlaamse meetplaatsen.

Figuur 26: Aantal dagen met een PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020



4.2.4 Pollutierozen

Figuur 27 geeft de (zero)pollutierozen voor PM₁₀ 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 PM₁₀ 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 PM₁₀-pollutierozen.

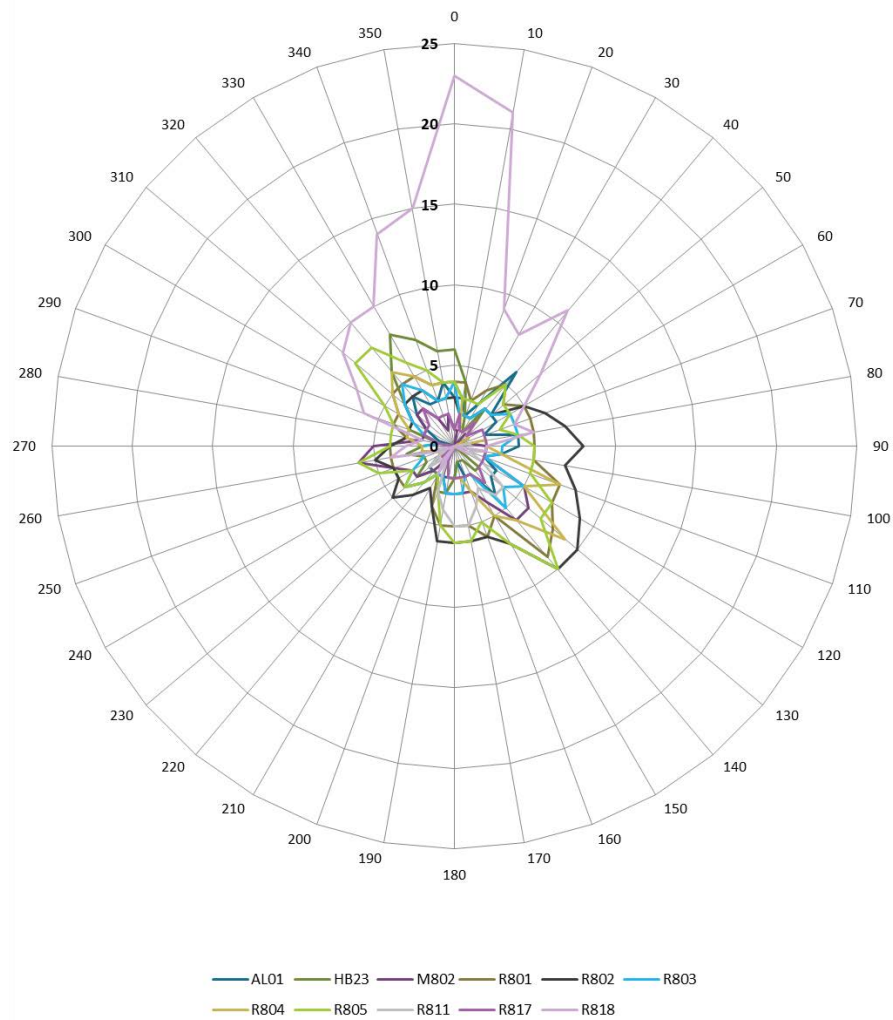
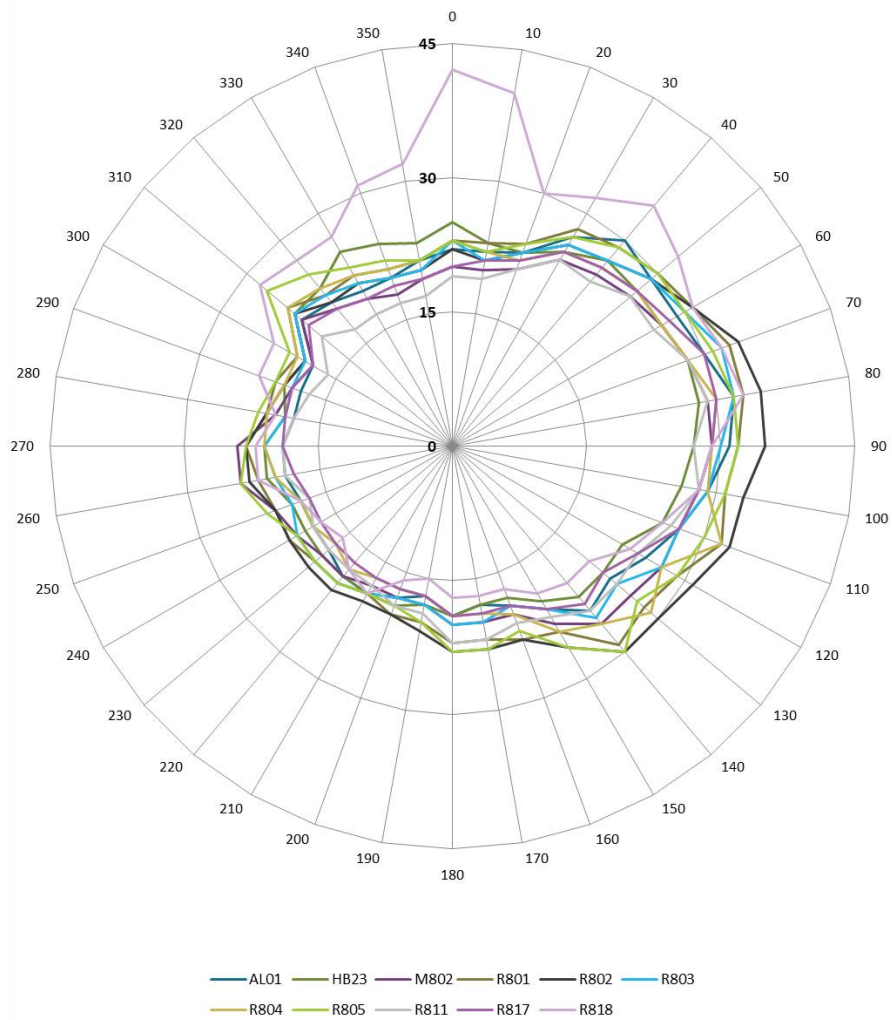
Van noordoostelijke tot zuidoostelijke richting worden gemiddeld hogere concentraties gemeten op alle meetplaatsen. Deze hogere concentraties komen niet door lokale bronnen, maar zijn een regionaal fenomeen. Vanuit oostelijke richting is er aanvoer van continentale, reeds vervuilde lucht.

- **R818:** op de meetplaats aan de Burchtse Weel zien we een sterke, lokale verhoging vanuit het noorden, waar er werken in het kader van de Oosterweelverbinding plaatsvinden.
- **R804:** Daar waar het meetstation aan de Ring duidelijke verhogingen meet voor de pollutanten NO₂, NO en BC afkomstig van de Ring, zien we dit niet op de pollutierozen voor PM₁₀.

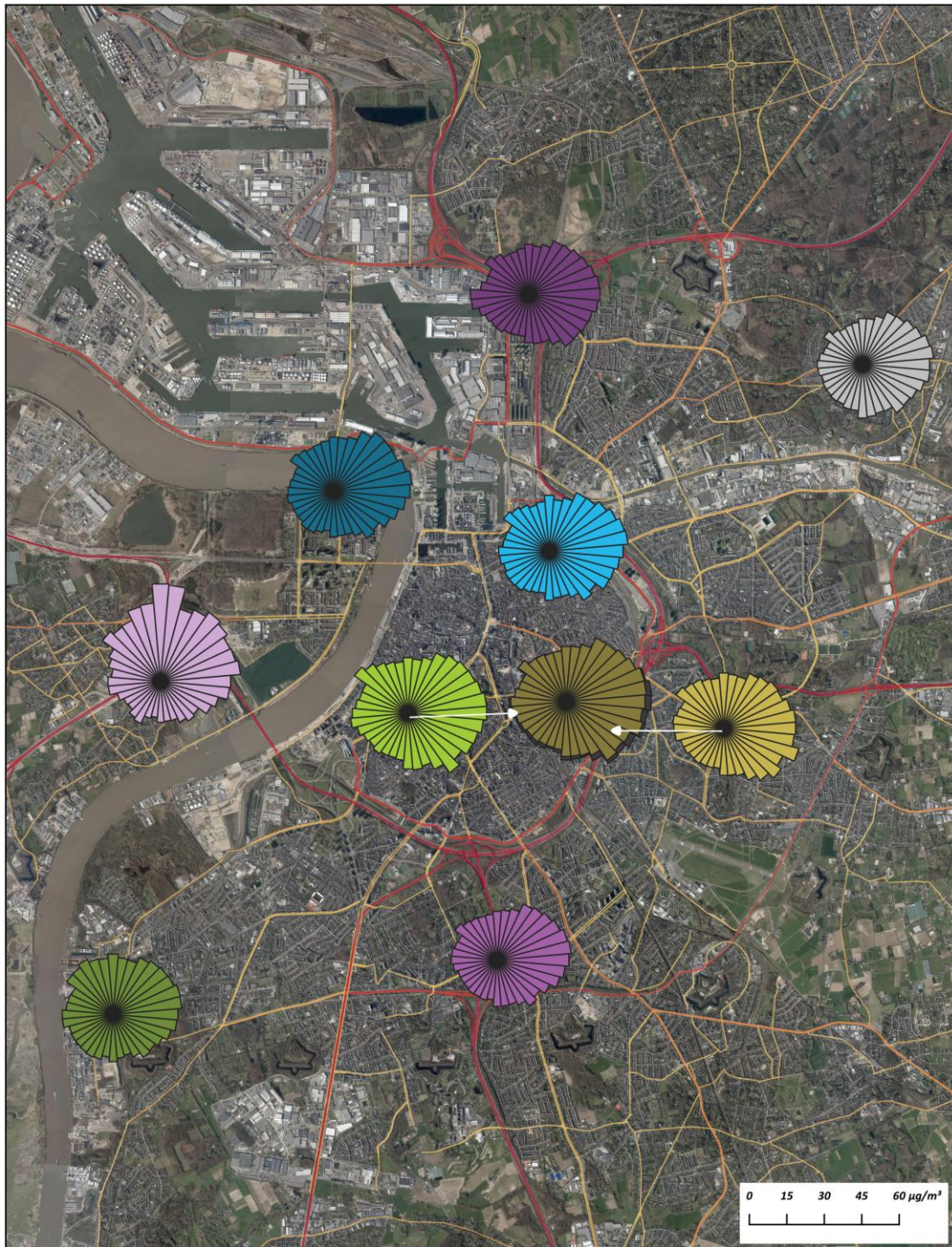
Figuur 28 toont de pollutierozen voor PM₁₀ voor 2020 op kaart.



Figuur 27: Pollutierozen voor PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020 (µg/m³): klassieke roos (links) en zeroeros (rechts)



Figuur 28: Pollutierozen PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020



Pollutierozen PM₁₀ op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie eind 2020



4.3 Emissie van PM_{2,5}

Zoals al gezegd zijn de meest recent beschikbare emissiedata die voor 2019.

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

Figuur 29 toont het aandeel van de sectoren in de emissies van **primair PM_{2,5}** in 2019.

- 47 % 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.
- 33 % komt van verkeer.
 - 26 % van de totale primaire PM_{2,5}-emissies is afkomstig van het wegverkeer en 5 % van het spoorverkeer.

De bijdrage van het verkeer is - zowel relatief als absoluut - minder dan voor PM₁₀. Dit is vooral 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-uitlaat emissies afkomstig van de slijtage van remmen en banden en het wegdek bestaan ook voor een deel uit deeltjes groter dan 2,5 µm.

Figuur 30 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 bedroeg 401 ton in 2019. Dit is 3 % van de totale Vlaamse primaire PM_{2,5}-emissies.

Tussen 2005 en 2019 zijn de emissies van **primair PM_{2,5}** in de Antwerpse agglomeratie met 40 % gedaald.

Zoals voor PM₁₀ daalden deze vooral door minder uitlaatemissies van het wegverkeer door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. De niet-uitlaatemissies stegen licht door het toenemend aantal voertuigen/voertuigkilometers.

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.

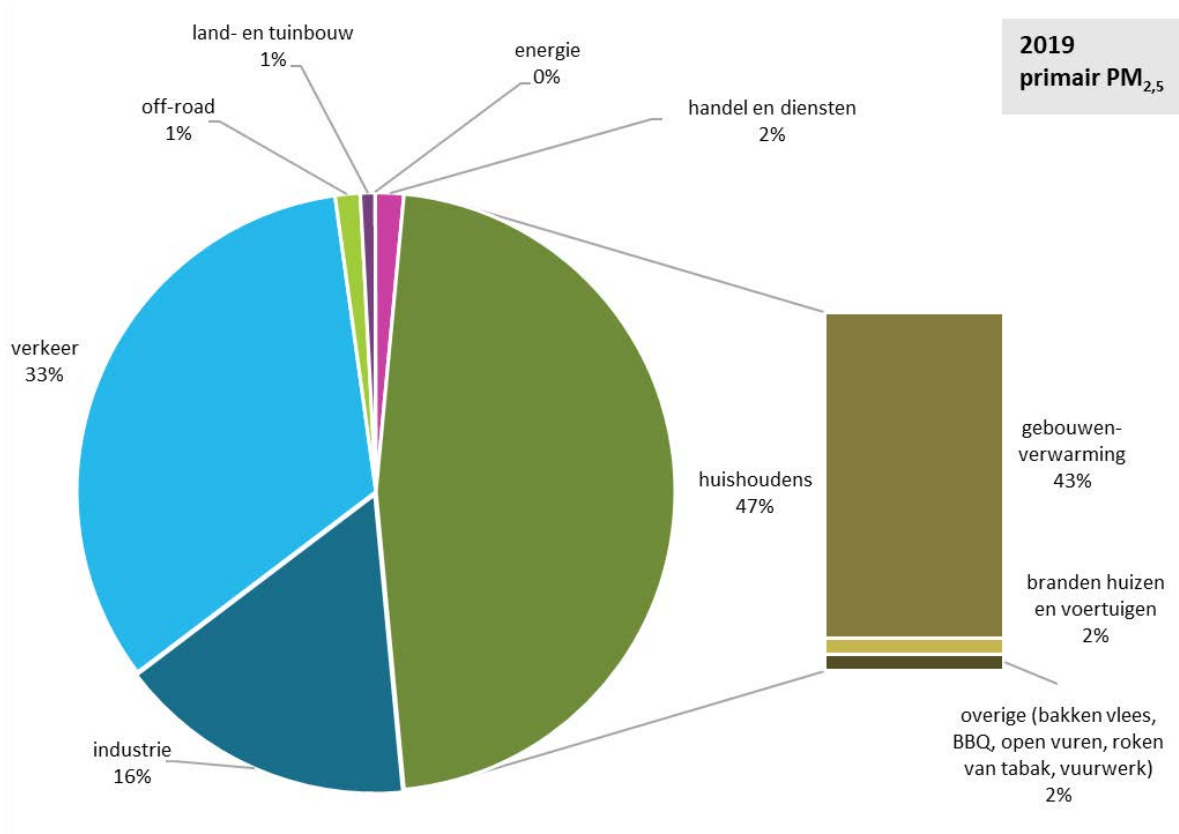
We berekenden bovenstaande verkeeremissies binnen de Antwerpse agglomeratie op basis van een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark. Bovenstaande emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van de LEZ (meer uitleg zie bijlage 5).

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.

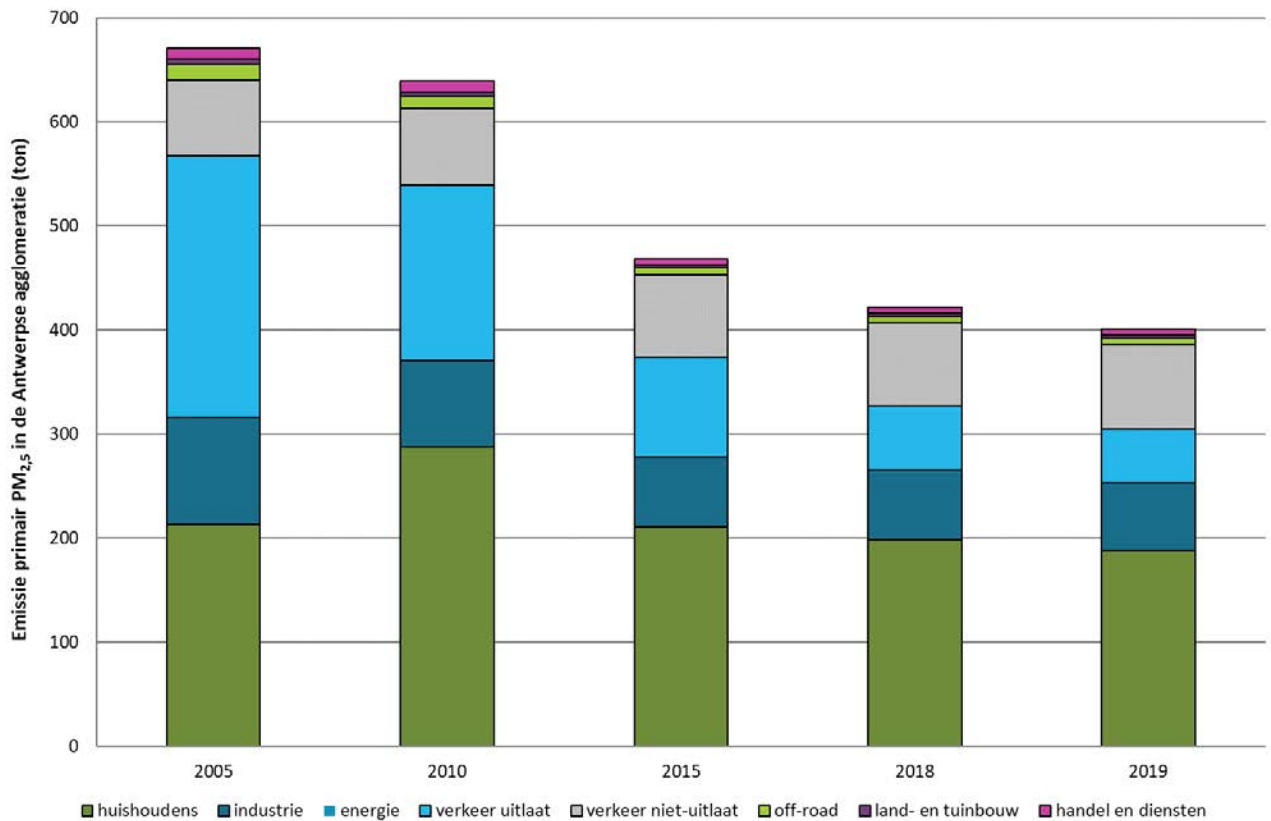
Ook emissies van buiten de agglomeratie (Vlaanderen, de andere gewesten, buitenland) bepalen mee de gemeten concentraties in de Antwerpse agglomeratie. Zo komt in Vlaanderen gemiddeld 70 % tot 80 % van het fijn stof uit het buitenland en de andere gewesten¹¹.

¹¹ Felix Deutsch en Wouter Lefebvre (VITO), 2018, Referentietraak Lokaal Leefmilieu, Deeltaak Import/export balans

Figuur 29: Aandeel van de sectoren in de emissies primair PM_{2,5} in de Antwerpse agglomeratie in 2019



Figuur 30: Trend van primaire PM_{2,5}-emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie, 2005-2019



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

4.4 PM_{2,5}-concentraties

4.4.1 Metingen automatisch meetnet

Tabel 8 geeft de jaargemiddelden PM_{2,5} voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010-2020.

Figuur 31 toont de evolutie van de PM_{2,5}-jaargemiddelden op de verschillende meetplaatsen.

Op alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie zijn de jaargemiddelden in 2020 lager dan in 2019 (met een maximale daling van 21 %). Alleen op de meetplaats aan de Groenenborgerlaan (R817) noteerden we een stagnatie.

Ook op de overige meetplaatsen in Vlaanderen zien we in 2020 een daling van het PM_{2,5}-jaargemiddelde.

Over de periode van 2010-2020 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 42 % tot 45 % tussen 2010 en 2020.

Tabel 8: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020 (µg/m³)

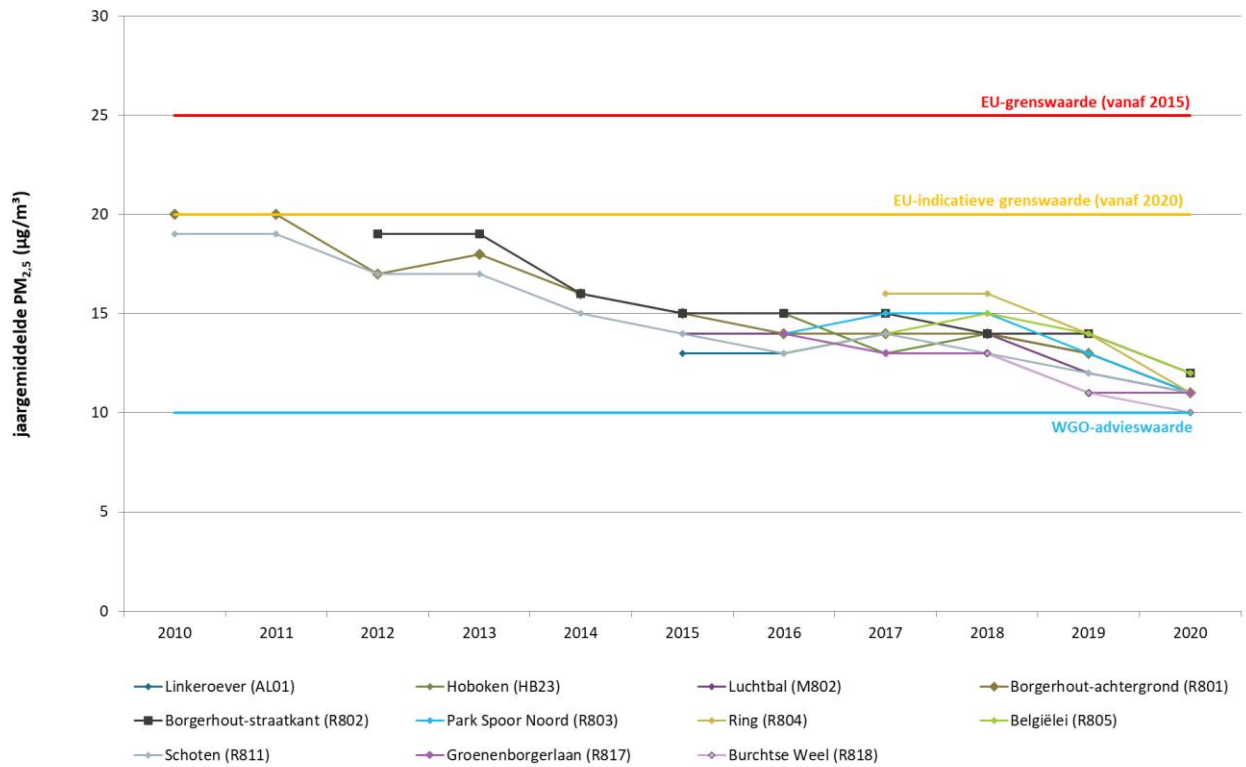
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Linkeroever (AL01)	-	-	-	-	-	13	13	14	14	13	11
Hoboken (HB23)	-	-	-	-	-	15	15	13	14	13	11
Luchtbal (M802)	-	-	-	-	-	14	14	14	14	12	11
Borg-achtergrond (R801)	20	20	17	18	16	15	14	14	14	13	11
Borg-straatkant (R802)			19	19	16	15	15	15	14	14	12
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	-	14	15	15	13	11
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	-	16	16	14	11
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	-	13	14	15	14	12
Schoten (R811)	19	19	17	17	15	14	13	14	13	12	11
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	-	14	13	13	11	11
Burchtse Weel (R818)*	-	-	-	-	-	-	-	-	13	11	10

Blauw: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (10 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

Figuur 31: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020



Figuur 32 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.

Figuur 32: Verloop van de PM_{2,5}-dagwaarden in 2020



4.4.2 ATMO-Street model

Op plaatsen waar de VMM niet beschikt over meetresultaten schatten we de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Voor 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.

Figuur 33 toont de gemodelleerde jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie in de Antwerpse agglomeratie en omgeving in 2020. Belangrijk is dat voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart voor 2020 de meest recent beschikbare emissiedata van 2019 werden gebruikt.

- De impact van de LEZ werd mee doorgerekend.
- Aangezien als input voor het model emissies van 2019 worden gebruikt, waarbij er nog geen impact was van minder verkeer door de coronamaatregelen, werd voor de opmaak van de

modelkaart 2020 de verkeersemisssies van 2019 herschaald. Deze herschaling gebeurde op weekbasis op basis van verkeerstellingen op de snelwegen en van telraamdata en resulteerde op jaarbasis in 23 % minder verkeersemisssies voor licht vervoer en 4 % minder voor zwaar vervoer.

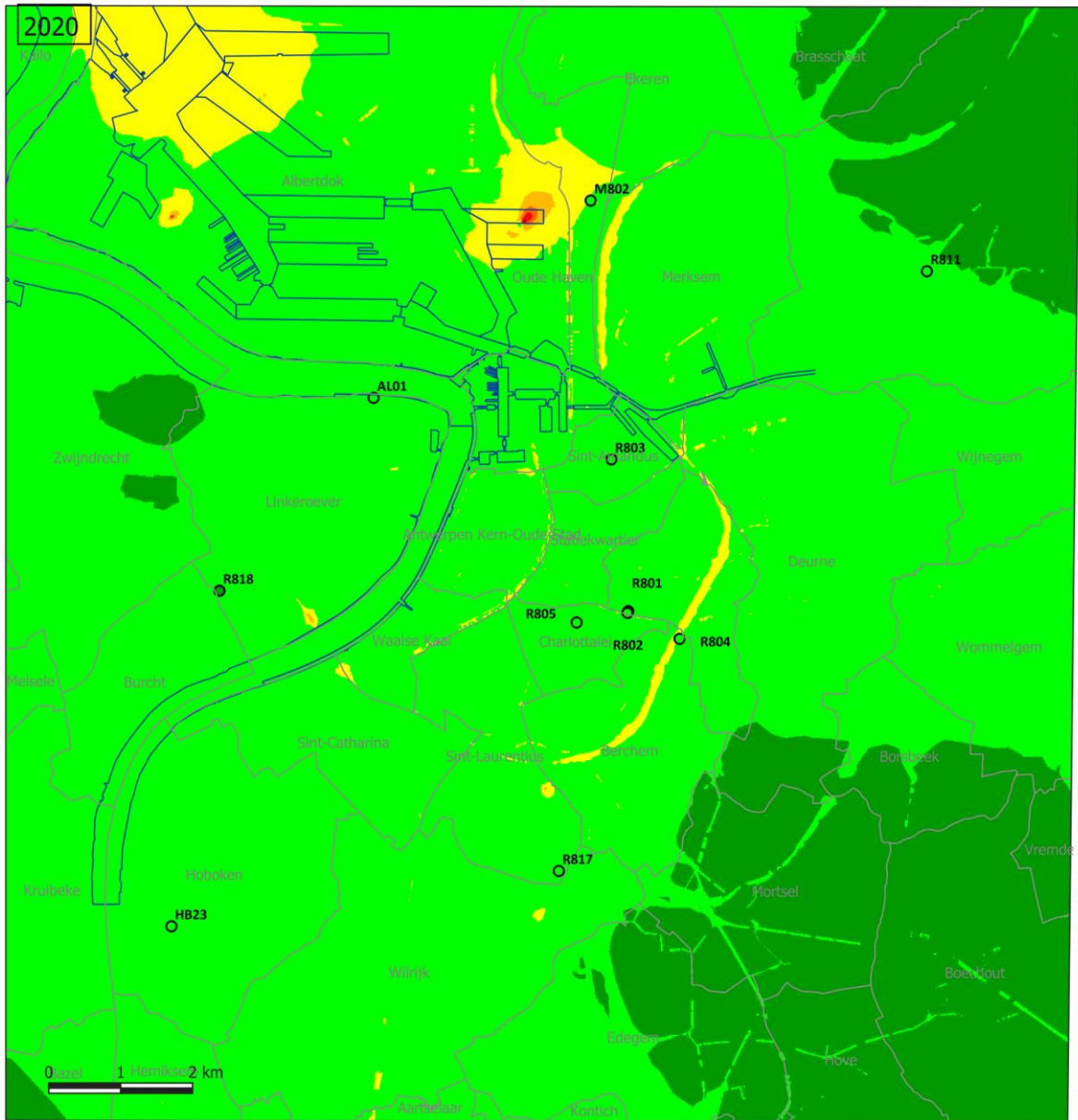
Zo werd de invloed van de coronamaatregelen (minder verkeer) ingeschat.

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.

Voor beperkte gebieden in de Antwerpse haven worden hogere concentraties berekend. Zie hiervoor de bespreking bij PM₁₀.

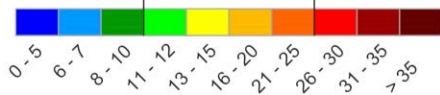


Figuur 33: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2020



PM_{2,5}-jaargemiddelde 2020 berekend met ATMO-Street (µg/m³)

WGO-advieswaarde EU-grenswaarde



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

- Deelgemeentes — Dokken
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

4.4.3 Toetsing aan de grenswaarden

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

Toetsing van het jaargemiddelde

- De Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde van 25 µg/m³ PM_{2,5} wordt gehaald op alle meetplaatsen.
- De indicatieve Europese grenswaarde van 20 µg/m³ (geldig vanaf 2020) wordt gehaald sinds 2009.
- De WGO-advieswaarde van 10 µg/m³ voor het jaargemiddelde wordt in 2020 -voor het eerst- maar op 1 Antwerpse meetplaats behaald, namelijk Burchtse Weel (R818). Ook in de rest van Vlaanderen is deze advieswaarde moeilijk haalbaar:
 - 2019 was het eerste jaar waarin deze advieswaarde op een Vlaams meetstation werd behaald: op de landelijke meetplaats in Retie (RT01), gelegen in een natuurgebied.
 - In 2020 respecteren 8 van de 40 meetplaatsen (nipt) de WGO-advieswaarde voor het jaargemiddelde.

Trend en toetsing van de daggemiddelden

- Europa definieerde geen grenswaarde voor PM_{2,5}-daggemiddelden.
- De WGO-advieswaarde voor daggemiddelden (die maximaal 3 dagen met een concentratie hoger dan 25 µg/m³ toelaat) ligt ver buiten bereik op de Antwerpse meetplaatsen. Dit is ook zo in de rest van Vlaanderen.

Tabel 9 toont per meetplaats het aantal dagen dat er een PM_{2,5}-daggemiddelde hoger dan 25 µg/m³ werd gemeten voor de periode 2010-2020.

Figuur 34 toont het verloop van het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 25 µg/m³ voor de periode 2010 - 2020.

Over de periode 2010 - 2020 zien we een daling in het aantal dagen met een PM_{2,5}-daggemiddelde hoger dan 25 µg/m³.

In 2020 zien we op alle meetplaatsen een daling in het aantal dagen met een PM_{2,5}-concentratie hoger dan 25 µg/m³ tegenover 2019.

Ook op de overige meetplaatsen in Vlaanderen noteerden we op nagenoeg alle PM_{2,5}-locaties in 2020 een (lichte) daling van het aantal dagen met een concentratie hoger dan 25 µg/m³.



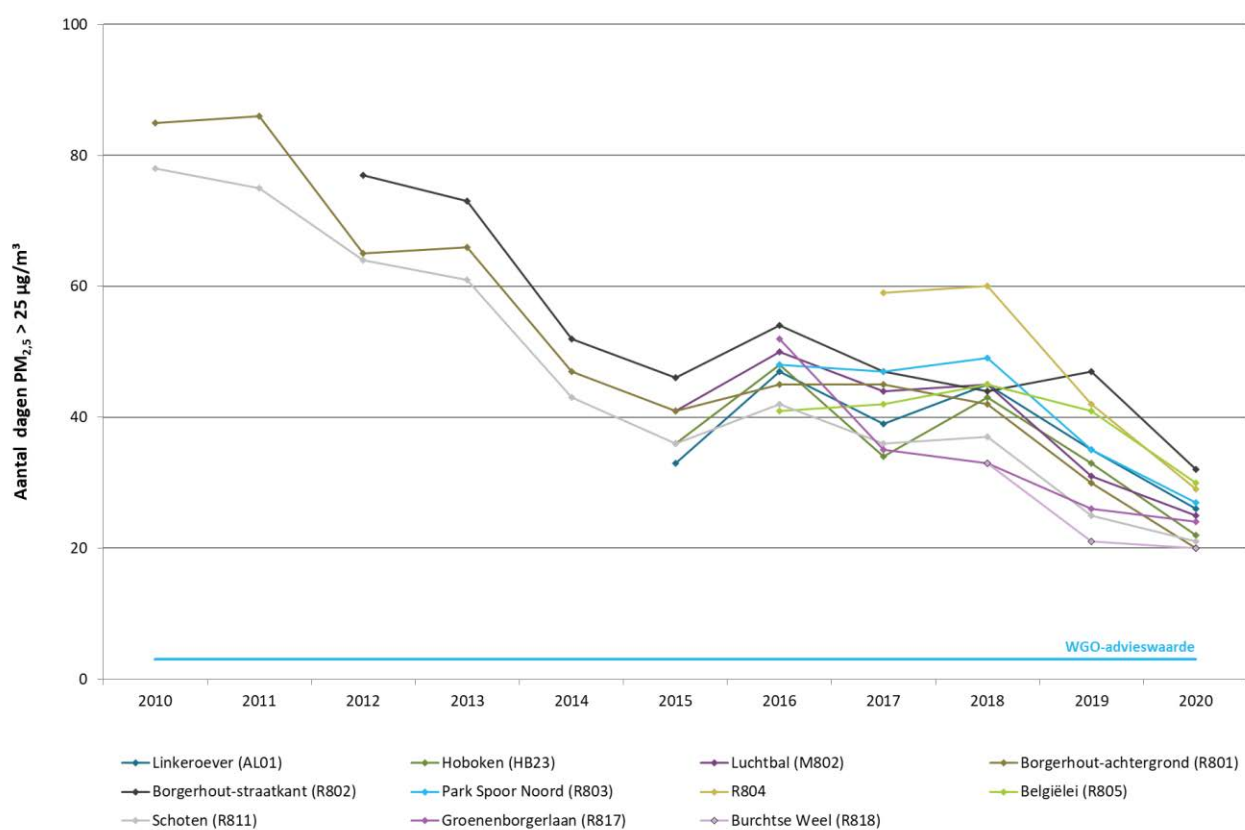
Tabel 9: Aantal dagen met PM_{2,5}-concentratie > 25 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010-2020

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Linkeroever (AL01)	-	-	-	-	-	33	47	39	45	35	26
Hoboken (HB23)	-	-	-	-	-	36	48	34	43	33	22
Luchtbal (M802)	-	-	-	-	-	41	50	44	45	31	25
Borg-achtergrond (R801)	85	86	65	66	47	41	45	45	42	30	20
Borg-straatkant (R802)	-	-	77	73	52	46	54	47	44	47	32
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	-	48	47	49	35	27
Ring (R804)*	-	-	-	-	-	-	-	59	60	42	29
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	-	41	42	45	41	30
Schoten (R811)	78	75	64	61	43	36	42	36	37	25	21
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	-	52	35	33	26	24
Burchtse Weel (R818)*	-	-	-	-	-	-	-	-	33	21	20

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

Figuur 34: Aantal dagen met een PM_{2,5} concentratie > 25 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010-2020



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 2020 bestond de PM_{2,5}-fractie in Borgerhout-achtergrond (R801) gemiddeld uit:

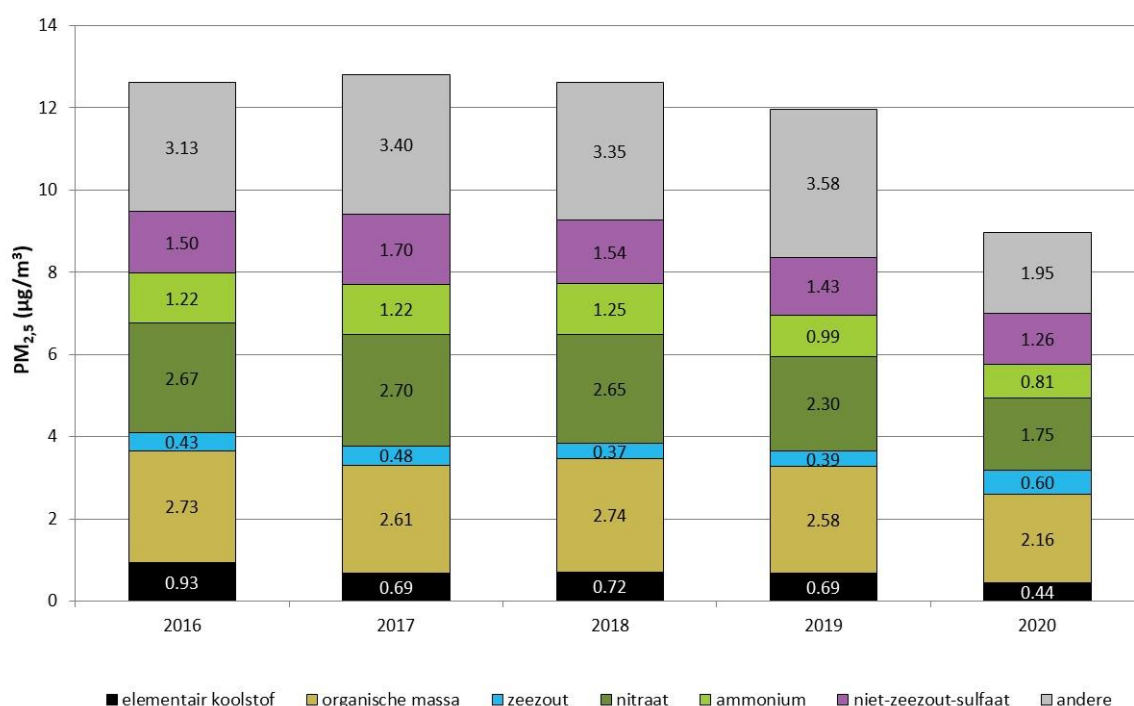
- 43 % secundaire anorganische ionen (= som van ammonium, nitraat en niet-zeezout-sulfaat),
- 24 % organische massa (= koolstof-bevattende deeltjes die o.a. ontstaan bij houtverbranding),
- 5 % elementair koolstof (= dieselroet),
- 7 % zeezout,
- 21 % andere (onder meer gebonden water en mineraal stof).

Vergeleken met vorig jaar daalde de totale PM_{2,5}-concentratie met 25 %. Als we de aparte fracties bekijken, zien we ten opzichte van 2019 voor alle fracties een daling (uitgezonderd zeezout). Deze daling is dankzij gunstiger weer, met meer wind van over zee en waarschijnlijk het effect van minder verkeer door coronamaatregelen. Het vermoeden van effect van minder verkeer omwille van corona wordt ondersteund door de vaststelling dat de bijdrage van elementair koolstof sneller daalde in Antwerpen dan op onze landelijke achtergrondmeetplaats in Retie.

De bijdrage van zeezout is gestegen doordat er meer zuidwestenwind van over zee kwam.

In vergelijking met Retie heeft Borgerhout (net als Gent) een hogere gemiddelde concentratie voor elementair koolstof en organische massa. Dit is ongetwijfeld een gevolg van lokale bijdragen door verkeer, gebouwenverwarming en mogelijk ook deeltjes die vrijkomen bij het koken van eten.

Figuur 35: Chemische samenstelling van PM_{2,5} in Borgerhout-achtergrond (R801), 2016-2020 (µg/m³)



4.4.5 Pollutierozen

Figuur 36 toont de (zero)pollutierozen voor $PM_{2,5}$ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Een algemene uitleg over de methodiek van pollutierozen lees je in bijlage 4.

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 PM_{10} -rozen.

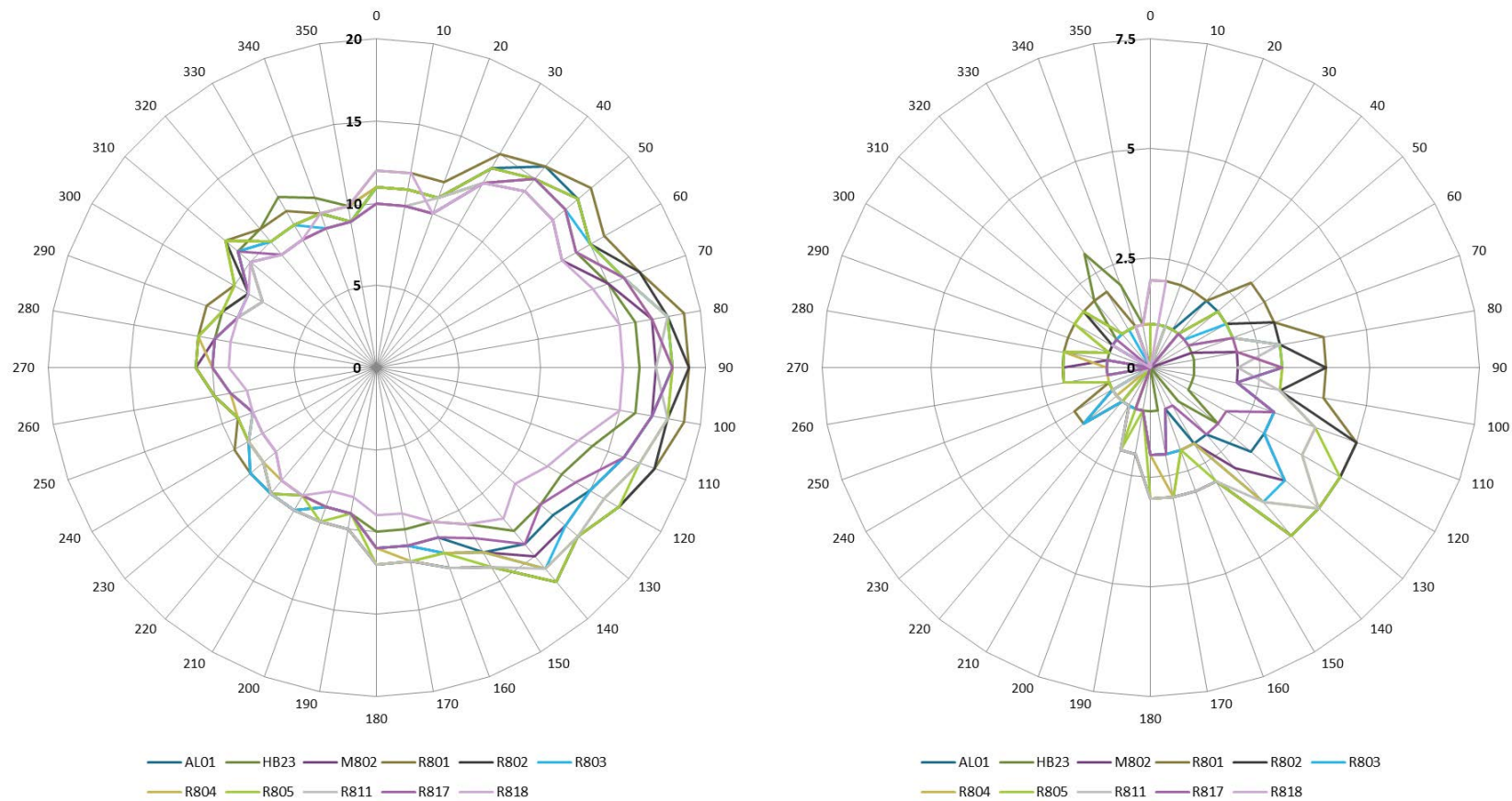
Van noordoostelijke tot zuidoostelijke richting worden gemiddeld hogere concentraties gemeten op alle meetplaatsen. Zoals voor PM_{10} zijn deze vaststellingen niet te wijten aan lokale bronnen, maar zijn ze een regionaal fenomeen. Dit is omdat uit deze windrichtingen vervuilde continentale landlucht wordt aangevoerd.

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

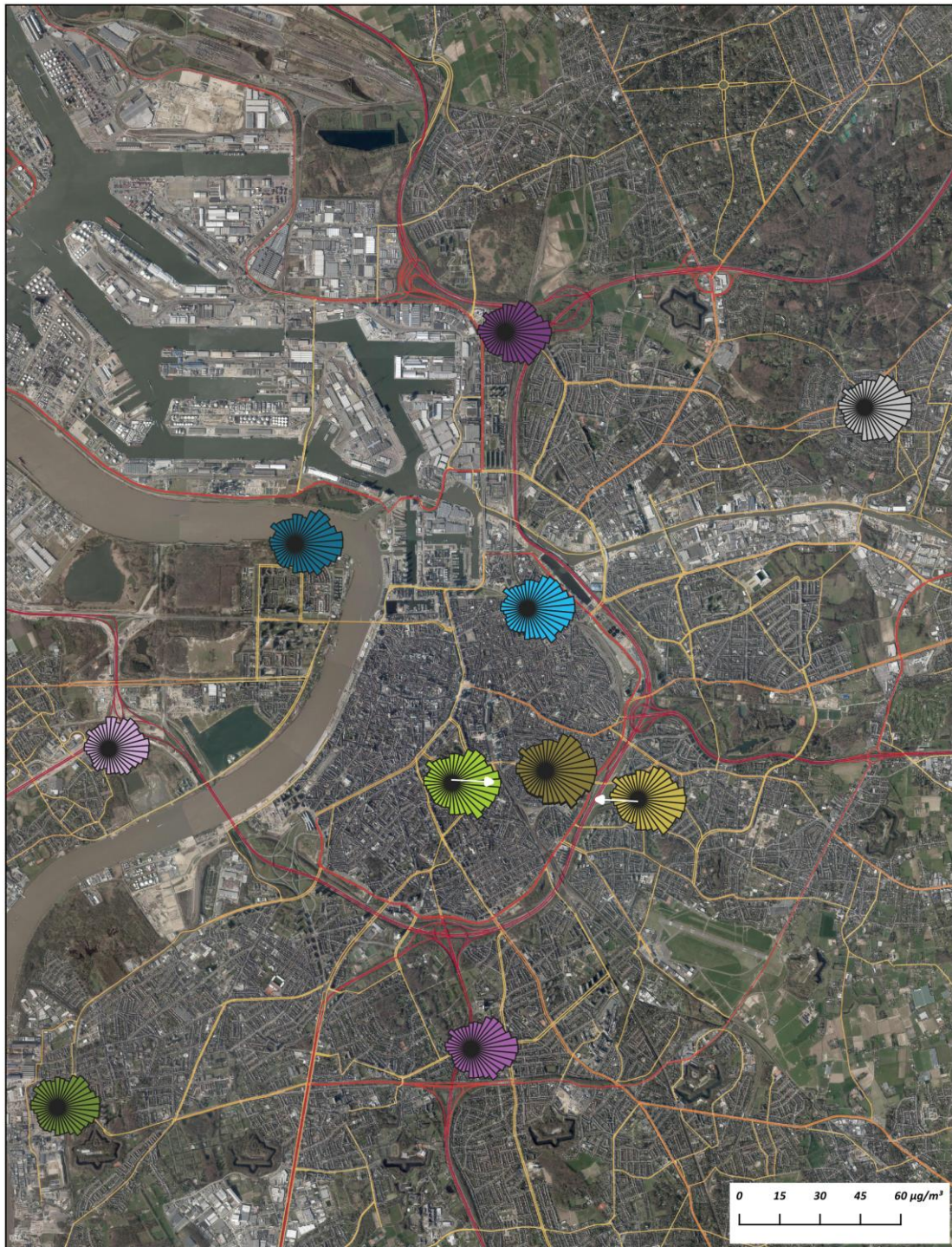
Figuur 37 toont de pollutierozen voor $PM_{2,5}$ voor 2020 op kaart.



Figuur 36: Pollutierozen voor PM_{2.5} op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020 (µg/m³): klassieke roos (links) en zeroroos (rechts)

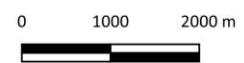


Figuur 37: Pollutierozen PM_{2,5} voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020



Pollutierozen PM_{2,5} op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie eind 2020

 AL01	 R802	 R811
 HB23	 R803	 R817
 M802	 R804	 R818
 R801	 R805	



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 EC gebeurt aan de hand van percentages van de hoeveelheid PM_{2,5} uit literatuur of uit metingen.

Figuur 38 toont het aandeel van de sectoren in de emissies van elementair koolstof in 2019.

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

- 51 % van de EC-emissies komt door het verkeer.
 - Hiervan is wegverkeer de grootste bron met een bijdrage van 44 % aan de totale EC-emissies. Dit komt doordat EC vooral gevormd wordt door de verbranding van fossiele brandstoffen, met dieseluitstoot als een van de grootste bronnen. Het aandeel van verkeer is hier veel groter dan bij PM₁₀ of PM_{2,5}.
- 33 % van de EC-emissies is toe te schrijven aan de sector huishoudens.
 - 32 % van de totale EC-emissies is toe te wijzen aan de verbranding van hout in open haarden en kachels.

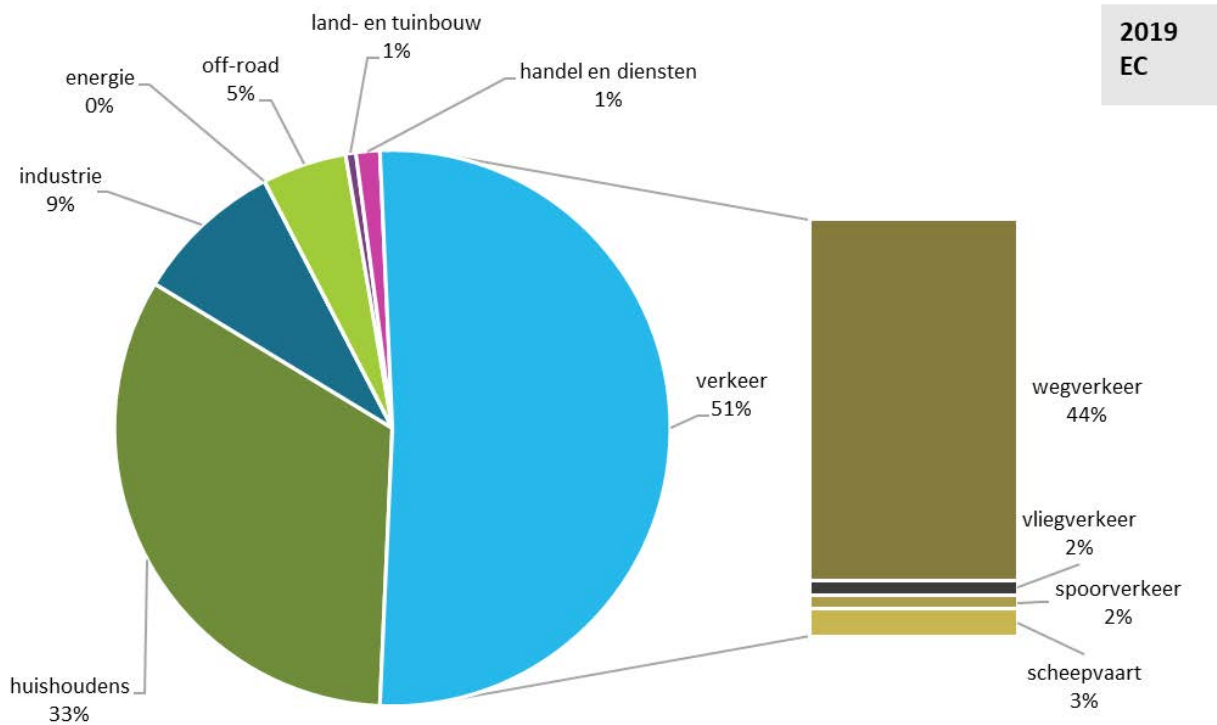
Figuur 39 toont de evolutie van de emissies van elementair koolstof door de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie.

De emissies van elementair koolstof in de zone Antwerpse agglomeratie bedroeg in 2019 66 ton. Dit is 4 % van de totale Vlaamse EC-emissies.

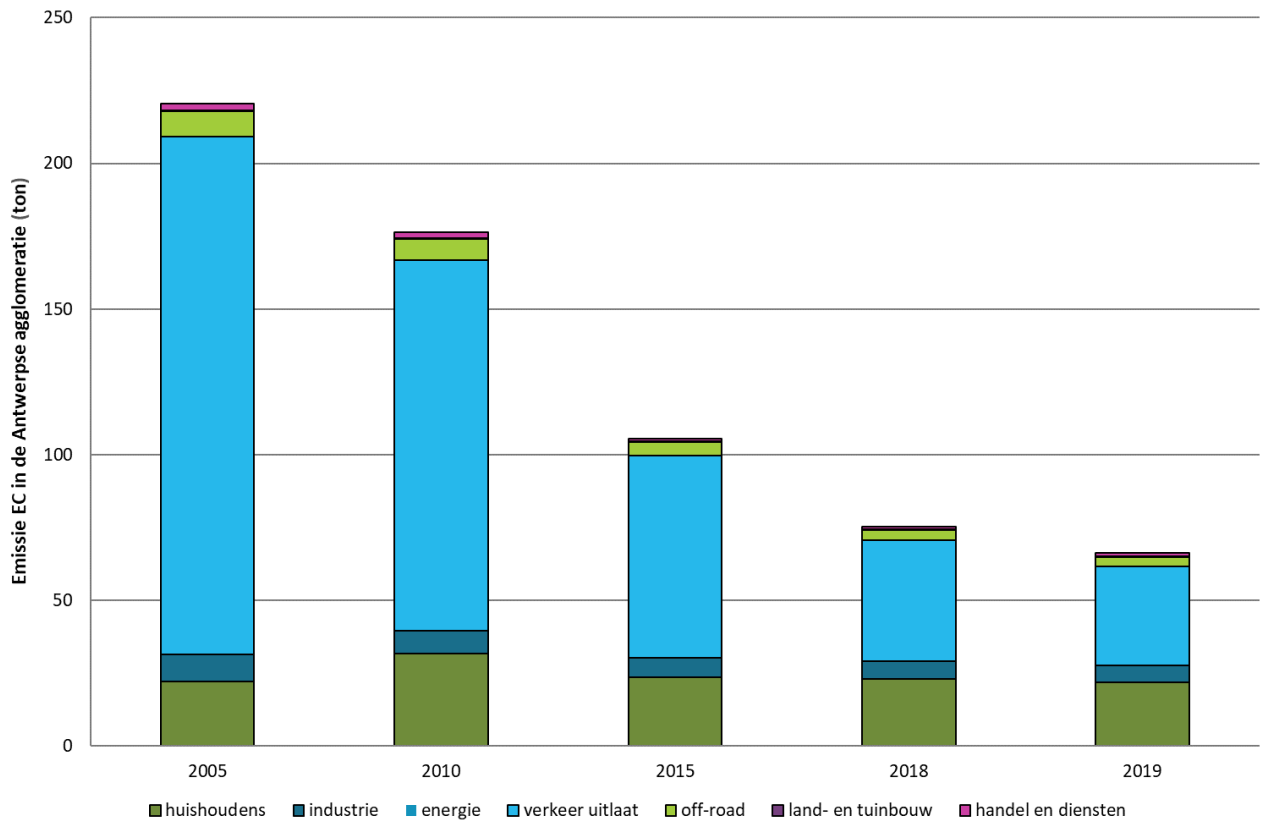
De emissies van elementair koolstof daalden tussen 2005 en 2019 met 70 %. Dat komt vooral door de dalende uitlaatemissies van het wegverkeer door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. Ook de emissies door huishoudens bevatten heel wat elementair koolstof. In het verleden 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 verkeersemisies 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 (meer uitleg zie bijlage 5).

Figuur 38: Aandeel van de sectoren in de EC-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2019



Figuur 39: Trend van de emissies van elementair koolstof door verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie, 2005-2019



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 10 toont de jaargemiddelden zwarte koolstof voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Voor de meetplaats Ring (R804) kan er geen jaargemiddelde voor 2020 berekend worden, wegens te weinig geldige data door een langdurig defect.

Op de verkeersgerelateerde meetplaatsen aan de Belgiëlei (R805) en de Plantin en Moretuslei (R802) worden hogere concentraties zwarte koolstof gemeten. Ook op de meetplaats Luchtbal (M802) is het jaargemiddelde zwarte koolstof hoog.

Het verschil tussen de verkeersgerichte meetplaatsen en de achtergrondmeetplaatsen is de laatste jaren sterk verkleind.

Tussen de verkeersgerichte meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) (7,5 meter van de straatkant) en de ernaast gelegen stedelijke meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) (30 meter van de straatkant) zien we een verschil van 13 % in 2020 in de jaargemiddelde concentratie zwarte koolstof. Dit betekent dat de concentratie van deze verkeersgerelateerde pollutant vrij snel afneemt naarmate de afstand tot de weg toeneemt. Ook andere jaren was er een vrij groot verschil tussen beide meetplaatsen.

In 2020 zien we een sterke daling ten opzichte van 2019: de dalingen variëren in de Antwerpse agglomeratie tussen 20 % en 37 %. De grootste relatieve daling noteren we op de meetplaatsen Belgiëlei (R805) en Park Spoor Noord (R803).

Ook op alle andere meetplaatsen in de rest van Vlaanderen dalen de concentraties verder van 2019 naar 2020: op deze meetplaatsen variëren de dalingen tussen 10 % en 35 %.

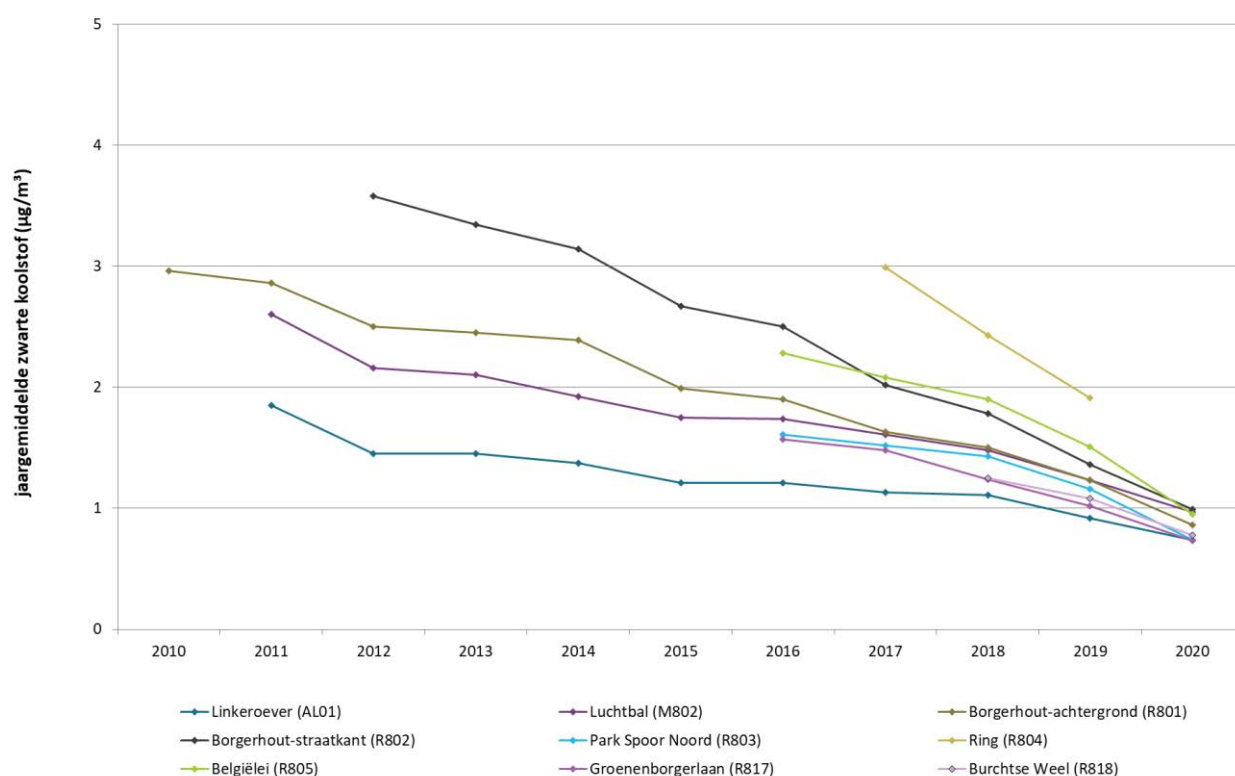
Figuur 40 toont de dalende trend voor de concentraties zwarte koolstof tussen 2010 en 2020. Op het meetstation Borgerhout-achtergrond (R801) met een volledige tijdreeks zien we een daling van maar liefst 71 %.

Tabel 10: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Linkeroever (AL01)	-	1,85	1,45	1,45	1,37	1,21	1,21	1,13	1,11	0,92	0,74
Luchtbal (M802)	-	2,60	2,16	2,10	1,92	1,75	1,74	1,61	1,48	1,23	0,97
Borg-achtergrond (R801)	2,96	2,86	2,50	2,45	2,39	1,99	1,90	1,63	1,50	1,23	0,86
Borg-straatkant (R802)	-	-	3,58	3,34	3,14	2,67	2,50	2,02	1,78	1,36	0,99
Park Spoor Noord (R803)	-	-	-	-	-	-	1,61	1,52	1,43	1,16	0,75
Ring (R804)	-	-	-	-	-	-	-	2,99	2,43	1,91	"
Belgiëlei (R805)	-	-	-	-	-	-	2,28	2,08	1,90	1,51	0,95
Groenenborgerlaan (R817)	-	-	-	-	-	-	1,57	1,48	1,24	1,02	0,73
Burchtse Weel (R818)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,25	1,08	0,78

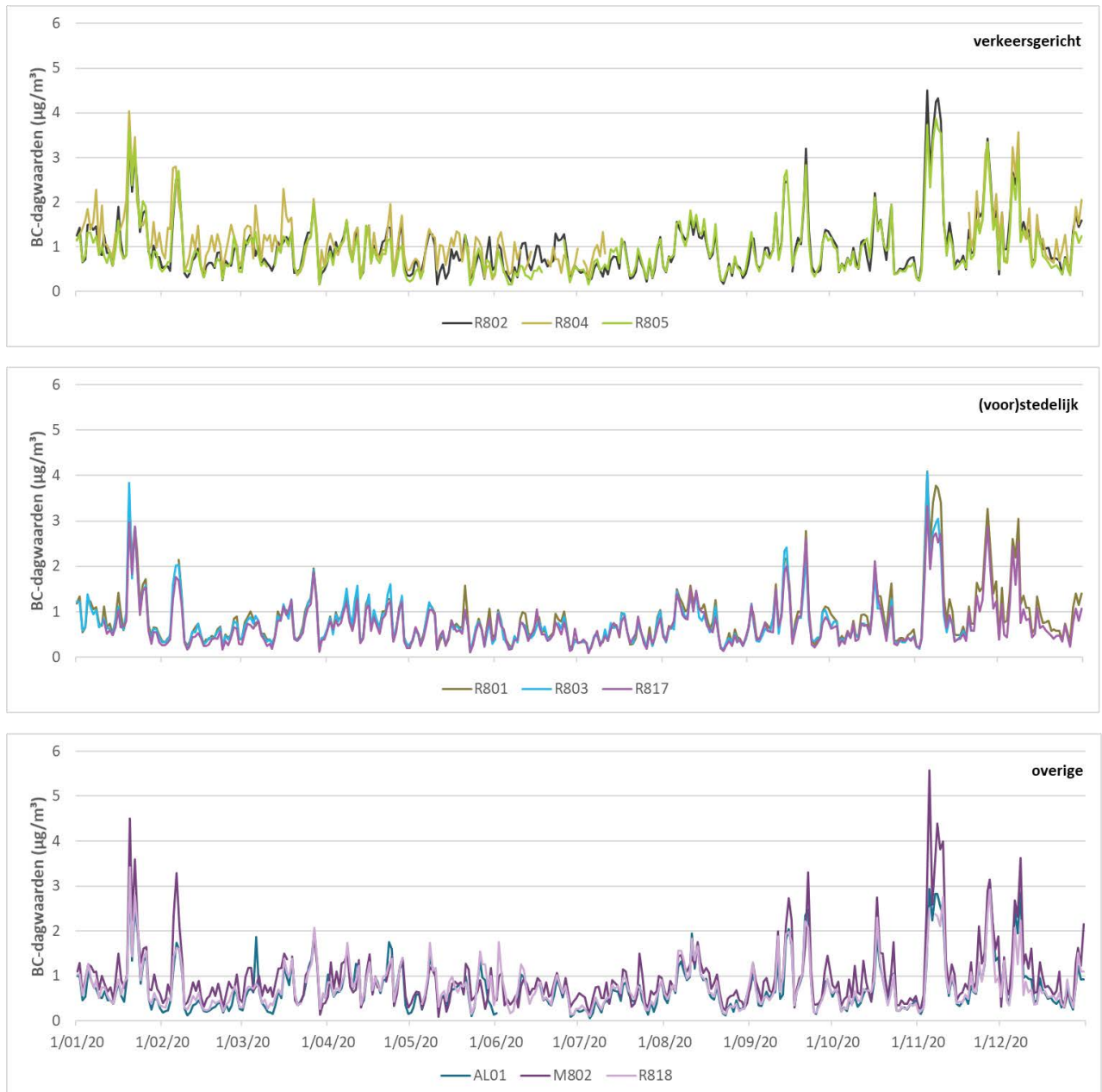
"": onvoldoende data om een jaargemiddelde te berekenen

Figuur 40: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2010 – 2020



Figuur 41 toont het verloop van de dagwaarden in 2020 per meetplaats. De algemene trend is, zoals bij alle pollutanten, 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 enkel rechtstreeks uitgestoten (primair), waardoor het sterker beïnvloed wordt door lokale bronnen en er meer variatie is tussen de meetplaatsen.

Figuur 41: Verloop van de zwarte koolstof-dagwaarden in 2020



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 42 toont de gemodelleerde jaargemiddelde concentraties van zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeraties en omgeving in 2020. Om deze gemodelleerde kaart voor 2020 op te maken werden de meest recent beschikbare emissiedata van 2019 gebruikt.

- De impact van de LEZ werd mee doorgerekend.
- Aangezien als input voor het model emissies van 2019 worden gebruikt, waarbij er nog geen impact was van minder verkeer door de coronamaatregelen, werd voor de opmaak van de modelkaart 2020 de verkeersemisies van 2019 herschaald. Deze herschaling gebeurde op weekbasis op basis van verkeerstellingen op de snelwegen en van telraamdata en resulteerde op jaarbasis in 23 % minder verkeersemisies voor licht vervoer en 4 % minder voor zwaar vervoer.

Op deze manier werd de invloed van de coronamaatregelen (minder verkeer) ingeschat.

Door de gedaalde concentraties werd de schaal van de modelkaart bij de laagste concentraties meer verfijnd. Bij vergelijking met de kaart van vorig jaar dien je hiermee rekening te houden.

Op Figuur 42 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.



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 43 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 heeft te maken met het feit dat continentale landlucht meer vervuild is en een hogere achtergrondconcentratie heeft.

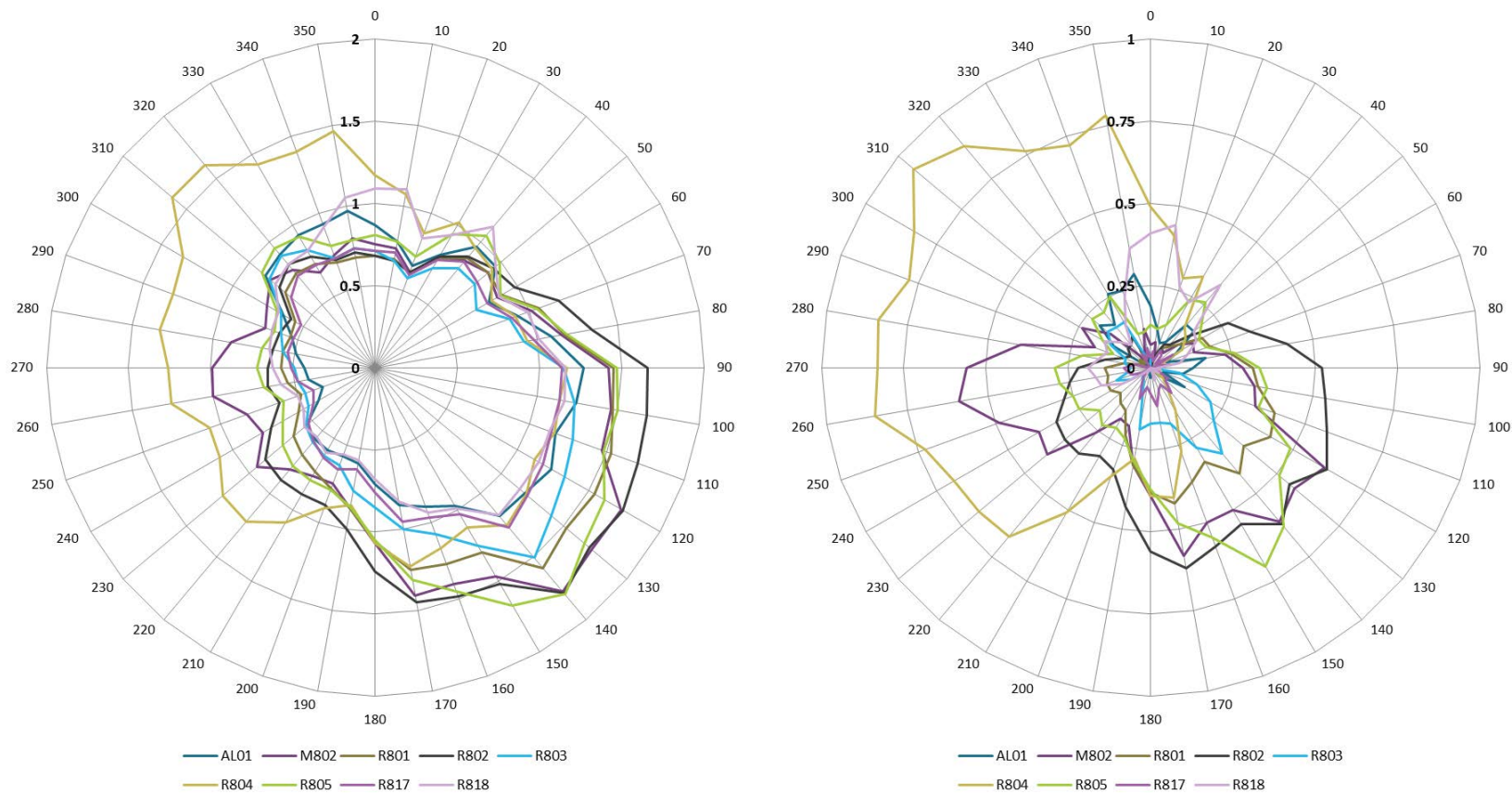
Aangezien zwarte koolstof enkel rechtstreeks wordt uitgestoten, en niet secundair gevormd wordt zoals fijn stof, is voor zwarte koolstof de invloed van lokale bronnen groter.

- **AL01:** op de meetplaats Linkeroever zijn de concentraties over het algemeen laag. Wel is er een lokale invloed vanuit het noordwesten te zien, 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. Ook vanuit het zuidoosten is er een lokale verhoging.
- **R801/R802:** de pollutierozen 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 bij 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 enkel vanuit het zuidoosten een lokale verhoging, maar ook vanuit het noordwesten tot noordoosten.
- **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, afkomstig van de E17 autosnelweg en de werken in het kader van de Oosterweelverbinding.

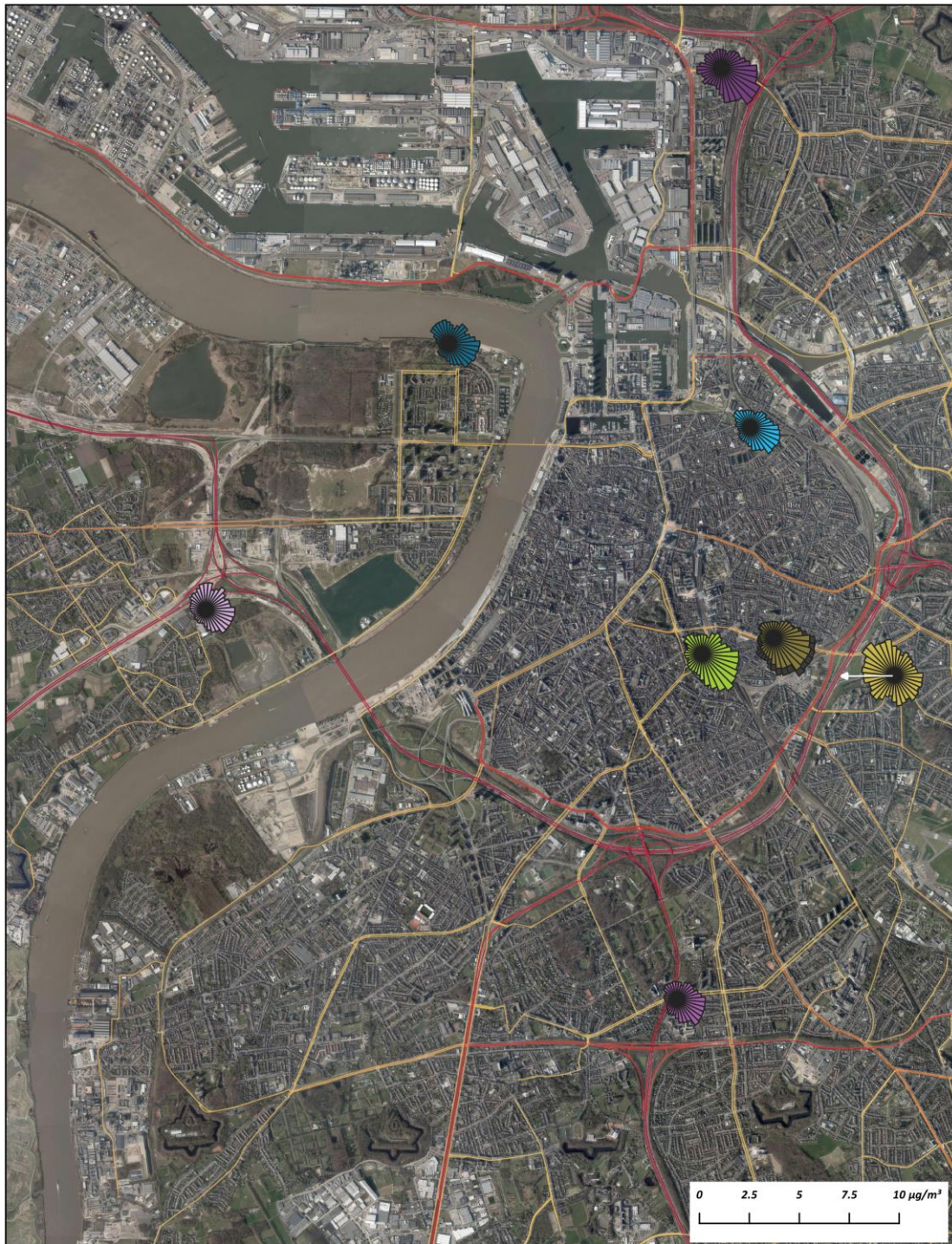
Figuur 44 toont de pollutierozen voor zwarte koolstof voor 2020 op kaart.



Figuur 43: Pollutierozen voor zwarte koolstof voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): klassieke roos (links) en zeroroos (rechts)



Figuur 44: Pollutierozen concentraties zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2020



Pollutierozen zwarte koolstof op meetplaatsen Antwerpse agglomeratie eind 2020



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 terecht komen 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

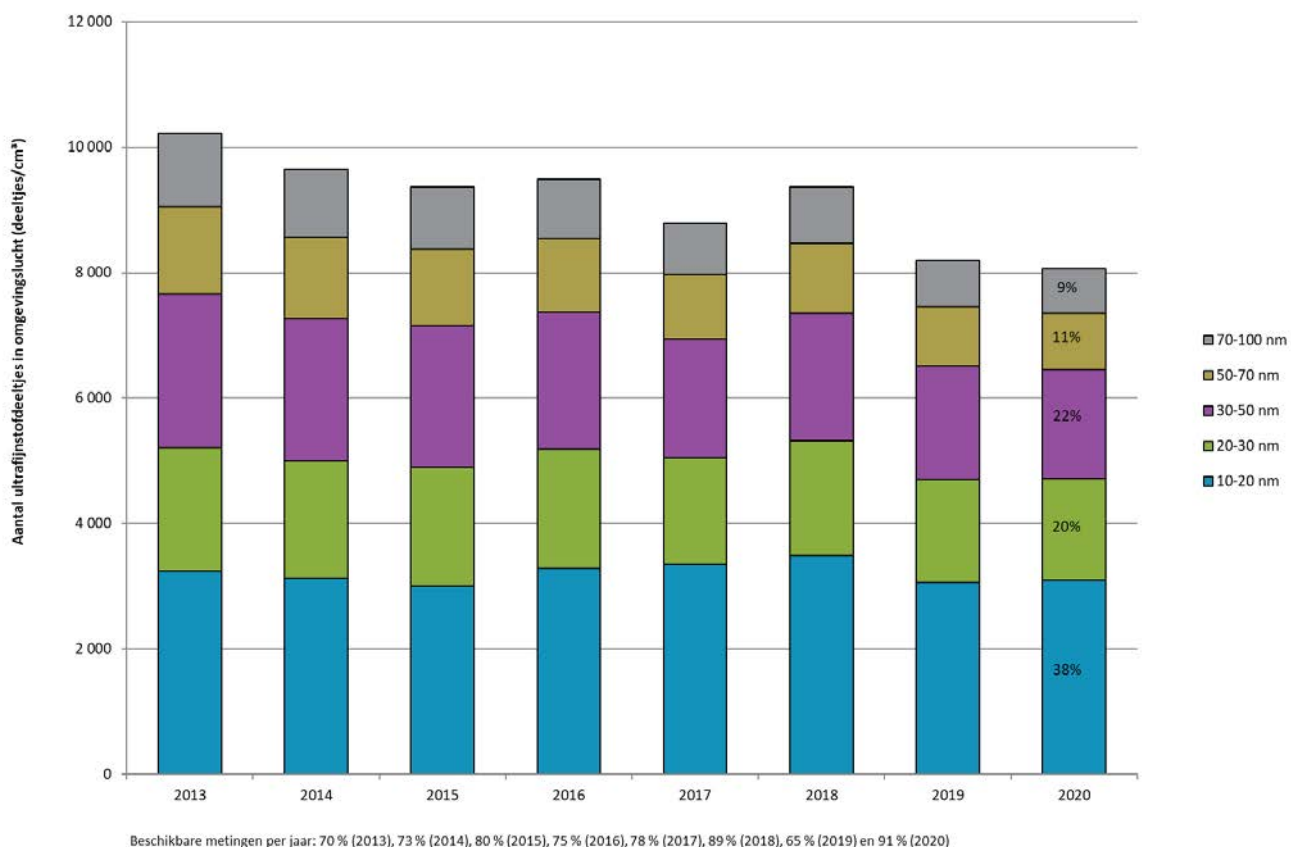
Figuur 45 toont het aantal ultrafijnstofdeeltjes per grootteklasse op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) voor de periode 2013 tot en met 2020.

In 2020 waren er gedurende 91 % van de tijd geldige UFP-metingen (uurgemiddelden) op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801). Er ontbraken metingen in december door het preventief onderhoud van het toestel.

UFP-concentratie in 2020 gelijkaardig aan 2019

De gemiddelde UFP-concentratie (10-100 nm) op de meetplaats Borgerhout-achtergrond was 8.060 deeltjes/cm³ in 2020. Dit was zeer gelijkaardig als in 2019 (8.192 deeltjes/cm³) en 11 % lager dan het gemiddelde van de vorige vijf jaar (2015-2019). In een stedelijke omgeving wordt wegverkeer beschouwd als de belangrijkste bron van ultrafijne deeltjes.

Figuur 45: Aantal ultrafijnstofdeeltjes per grootteklasse op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801), 2013-2020 (deeltjes/cm³)



Deeltjesgrootteverdeling vergelijkbaar met vorige jaren

Meer dan de helft van de deeltjes had een diameter tussen 10 en 30 nm in 2020: deeltjes met diameter 10-20 nm droegen 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. De relatieve verdeling van de UFP-grootteklassen in 2020 was identiek als in 2019.

Waarom wel een daling van zwarte koolstof, maar niet van UFP

UFP wordt uitgedrukt als een deeltjesconcentratie (aantal deeltjes/cm³) en omvat deeltjes kleiner dan 100 nm. In deze deeltjesklassen zien we min of meer een statusquo ten opzichte van vorig jaar (Figuur 45). Voor zwarte koolstof (BC) zagen we in 2020 wél een sterke daling ten opzichte van vorig jaar. Zwarte koolstof wordt uitgedrukt als een massaconcentratie (µg/m³) en wordt dus vooral bepaald door de grotere, zwaardere deeltjes (die echter minder in aantal zijn, en dus minder effect hebben op UFP).

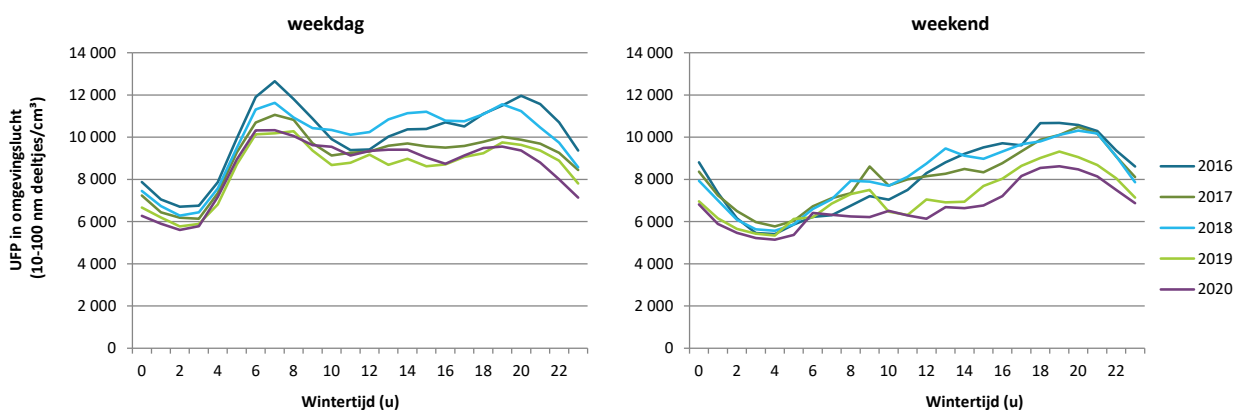
Variatie tussen week- en weekenddagen

Figuur 46 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 gedurende de dag en week.

- Op weekdays varieerde het gemiddelde dagverloop in 2020 op de meetplaats Borgerhout-achtergrond minder dan een aantal jaar geleden. De UFP-concentraties waren overdag hoger dan 's nachts, maar ook in 2020 waren er geen uitgesproken stijgingen meer tijdens de ochtend- en avondspits, in tegenstelling tot in 2016 en de jaren daarvoor.
- In het weekend ligt de UFP-concentratie gemiddeld lager dan op weekdays, en dit was ook in 2020 het geval. Net zoals in de voorgaande jaren was de UFP-concentratie in het weekend hoger in de namiddag en avond dan 's morgens.

Figuur 46: Gemiddeld dagverloop van ultrafijn stof (10-100 nm deeltjes/cm³) op de meetplaats Borgerhout-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. Dus voor 2020 kunnen we voor meer meetlocaties dan vorig jaar de bijdrage van houtverbranding tonen.

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

Tabel 11: 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 aethalometermethode¹². Bij deze methode gaat men ervan uit dat de gemeten absorptie bij elke golflengte de som is van de absorptie door deeltjes afkomstig van houtverbranding¹³ en afkomstig van fossiele brandstoffen. Zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen wordt vooral geassocieerd met dieselroet.

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

wb = woodburning
ff = fossil fuel

¹² 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

¹³ Voor de verschillende zwartekoolstof fracties zijn er verschillende naamgevingen in gebruik:

- Zo worden zowel de term houtverbranding als biomassaverbranding gebruikt. Verbranding van biomassa is in een huishoudelijke context voornamelijk 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 betreft dan de zwartekoolstof fractie veroorzaakt door verbranding van fossiele brandstoffen (BC_{ff} of FF)

De VMM¹⁴ 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 gebeurde aanvankelijk aan de hand van een factor 10,7 gebaseerd op onderzoek van primaire emissies van houtkachels in Oostenrijk¹⁵. In een latere publicatie¹⁶ gebaseerd op Vlaamse data werd ingeschat dat de factor van 10,7 te laag is en werd een nieuwe factor van 22,56 vooropgesteld. Het verschil tussen de oude en de nieuwe factor zit hem onder meer in het feit dat de nieuwe ook secundair stof van houtverbranding meerekent. VITO¹⁷ gebruikte deze nieuwe 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 te wijten aan de verbranding van hout. Ze vonden de volgende relatie:

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

In 2018 en begin 2019 vergeleek de VMM zelf de concentratie levoglucosan en de concentratie zwarte koolstof te wijten aan houtverbranding op twee meetplaatsen in Antwerpen. Hierbij werd de volgende relatie gevonden :

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

We gebruiken in dit rapport deze laatste gevonden relatie om de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ in de Antwerpse agglomeratie te berekenen. De data van de vorige jaren werden herrekend. De gebruikte formule wordt dan:

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

De formule geeft ook aan dat de 'black carbon' van houtverbranding maar ca. 15 % bedraagt van de totale bijdrage van houtverbranding aan fijn stof. Het overgrote deel van de bijdrage bestaat uit bruine koolstof ('brown carbon'¹⁸) en andere organische deeltjes. Voor verkeer is er nog geen voldoende onderbouwde manier om de totale bijdrage aan PM₁₀ te berekenen. Daarom beperken we ons hier tot het aandeel van verkeer aan zwarte koolstof.

4.8.2 Bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof

Figuur 47 toont voor 2020 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 wintermaanden¹⁹ 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

¹⁴ 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

¹⁵ C. Schmid et al. (2008), Chemical characterisation of fine particle emissions from wood stove combustion of common woods grown in mid-European Alpine regions, Atmospheric Environment 42 (2008), 126-141

¹⁶ 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

¹⁷ M. Van Poppel et al. (2017), Inschatting van de bijdrage van houtverbranding door burgers aan luchtverontreiniging in Vlaanderen

¹⁸ Brown carbon zijn lichtabsorberende organische deeltjes die niet zwart zijn

¹⁹ 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 12 voor het volledig jaar 2020 en opgesplitst in winter- en zomermaanden.

In 2020 varieert de relatieve bijdrage van houtverbranding (**% BC_{wb} in BC**) tussen de 23 en 28 % en is deze het hoogst op meetplaats Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817).

De absolute concentratie van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) is het hoogst op de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802). Tijdens de zomermaanden is er nagenoeg geen verschil tussen de meetplaatsen voor de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (0,11-0,13 µg/m³), tijdens de wintermaanden variëren de concentraties tussen 0,23-0,32 µg/m³.

De concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) varieert in 2020 tussen de 0,53 µg/m³ en 0,77 µg/m³. De hoogste concentraties worden gemeten op de verkeersgerichte meetplaatsen Borgerhout-straatkant (R802) en Belgiëlei (R805) en de industriële meetplaats Luchtbal (M802). Voor de meetplaats R804 zijn er in 2020 onvoldoende data om gemiddelden te berekenen. Ook voor BC_{ff} is er meer variatie tussen de meetplaatsen in de winter- dan tijdens de zomermaanden.

Op de 4 meetplaatsen waar BC reeds langer gemeten wordt met de aethalometer Magee AE33 kunnen we het verloop van de concentraties BC_{ff} en BC_{wb} bekijken voor de periode 2016-2020.

De daling in de concentratie zwarte koolstof komt vooral door een daling van de bijdrage door fossiele brandstoffen (zie Tabel 13 en Figuur 48). Dit maakt dat de relatieve bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof de afgelopen jaren is gestegen.

4.8.3 Bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀

In Figuur 49 wordt de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ weergegeven. Zoals hierboven aangegeven bestaat de bijdrage van houtverbranding aan fijn stof maar voor een klein deel uit zwarte koolstof. 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. 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 verkeer²⁰.

Omdat de bijdrage aan PM₁₀ met een vaste factor wordt berekend uit BC_{wb} zien we dus dezelfde patronen. Net zoals bij zwarte koolstof ligt in de wintermaanden de concentratie aan PM₁₀ afkomstig van houtverbranding hoger in vergelijking met de zomermaanden.

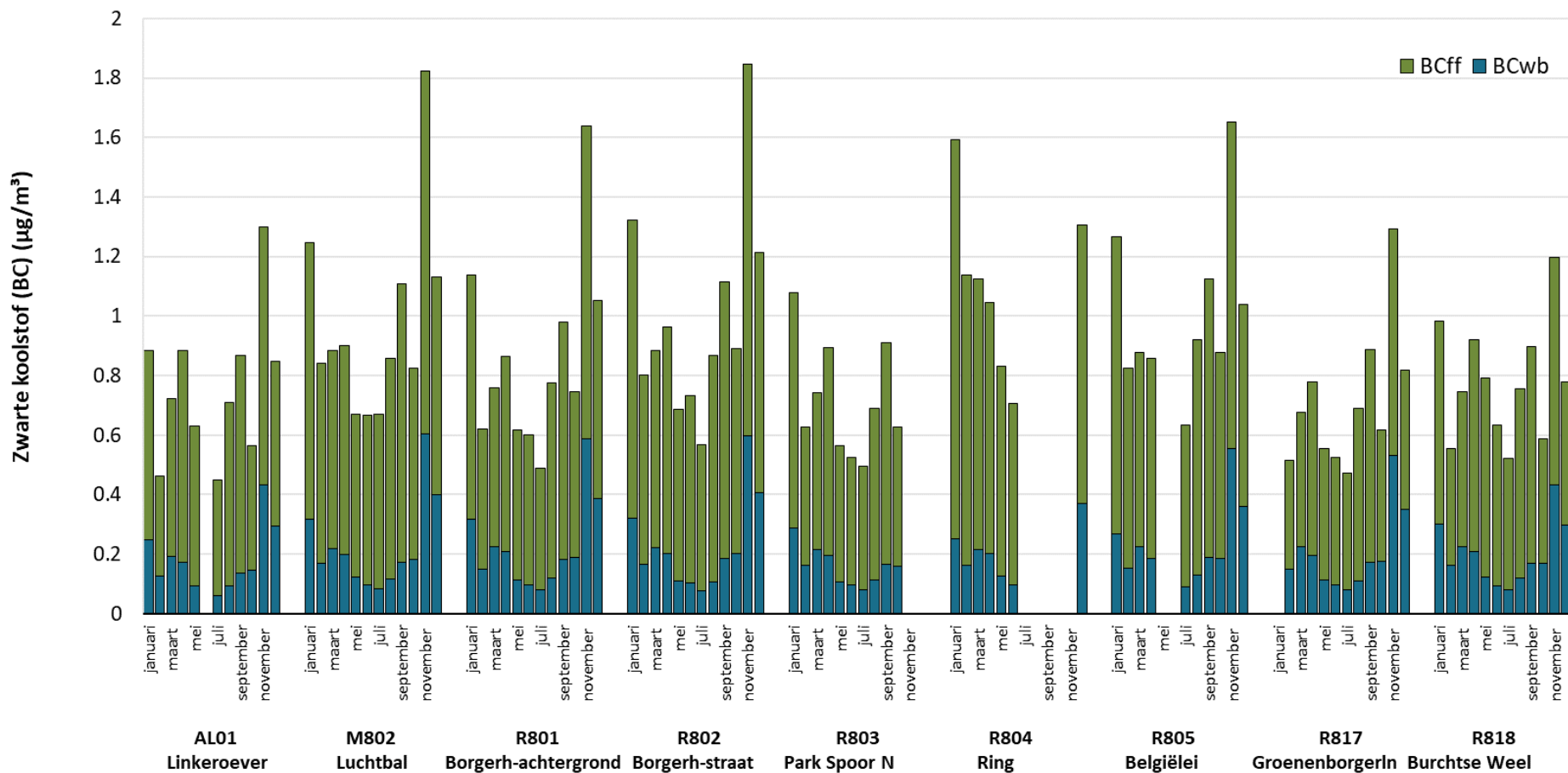
De verschillen tussen de meetplaatsen in de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ –zijn beperkt. De concentraties liggen tussen 0,71 – 0,89 µg/m³ in de zomermaanden en tussen 1,57 - 2,16 µg/m³ in de wintermaanden (Tabel 12).

²⁰ B. Brunekreef et al. (2012), Ten principles for clean air. Eur Resp J 2012; 39 :525-528

Op jaarbasis varieert de relatieve bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ tussen 5,6 % en 7,2 % in 2020. De relatieve bijdrage van houtverbranding is het hoogst op meetplaats Antwerpen-Luchtbal (M802), kort gevolgd door de meetplaats aan de Groenenborgerlaan (R817).



Figuur 47: Maandelijkse gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) op de Antwerpse meetplaatsen in 2020



Noot: ontbrekende data omwille van defecten (AL01: juni, R803: nov-dec; R804 juli-nov, R805 mei-jun)

Tabel 12: Absolute en relatieve bijdrage van houtverbranding (BC_{wb}) aan de totale hoeveelheid zwarte koolstof (BC) en aan PM₁₀, voor het volledig jaar en opgesplitst in zomer en winter, 2020

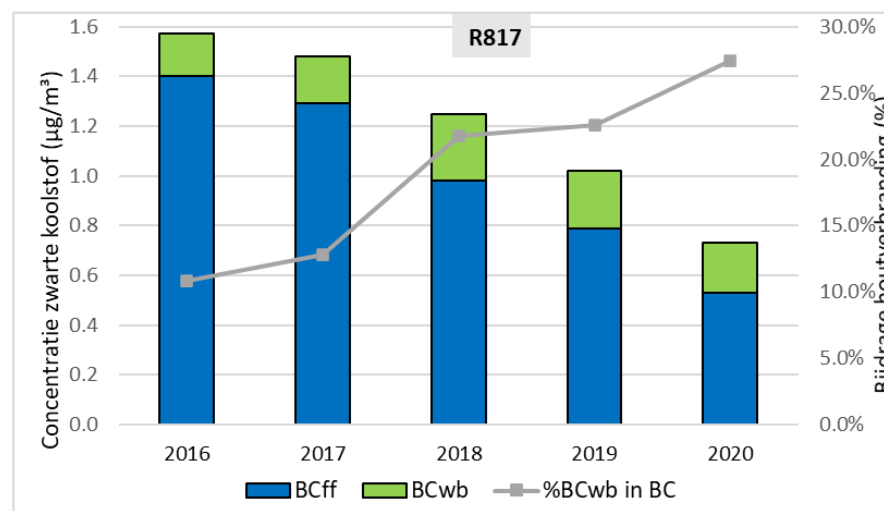
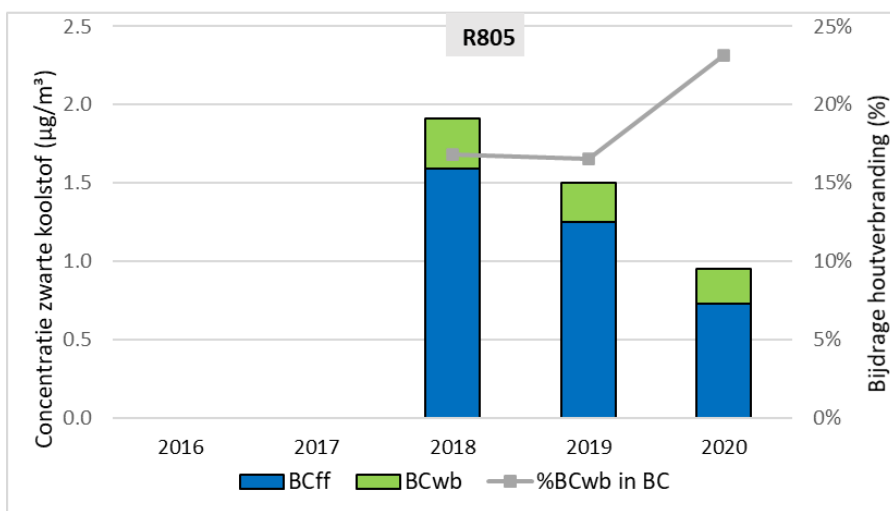
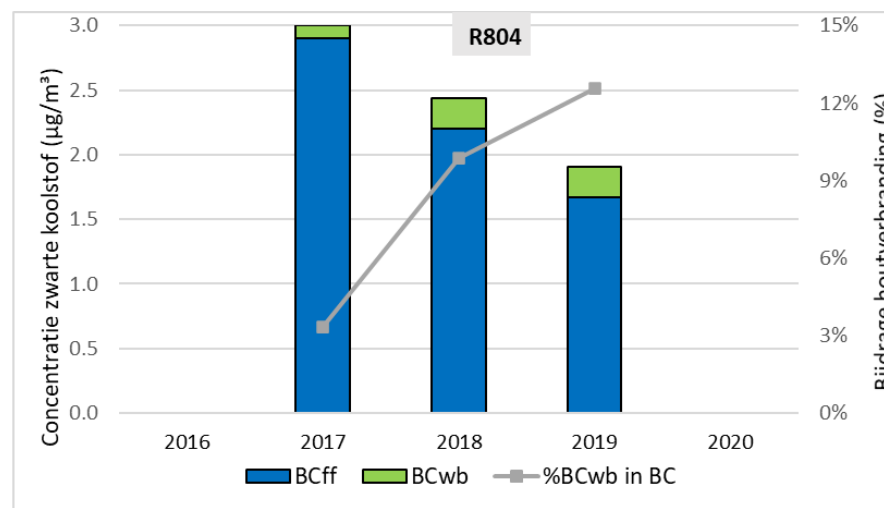
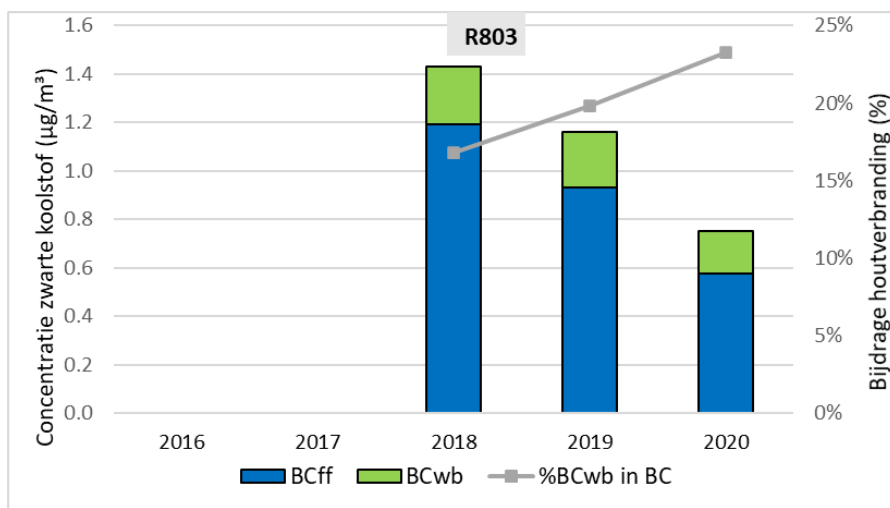
meetplaats	jaar	periode	BC (µg/m ³)	BC _{ff} (µg/m ³)	BC _{wb} (µg/m ³)	% BC _{wb} in BC	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{10_wb} (µg/m ³)	% PM _{10_wb} in PM ₁₀
AL01 Linkeroever	2020	jaar	0,74	0,57	0,17	24 %	21,0	1,18	5,6 %
		zomer	0,68	0,58	0,11	15 %	22,4	0,71	3,2 %
		winter	0,80	0,56	0,24	30 %	19,6	1,62	8,3 %
M802 Luchtbal	2020	jaar	0,97	0,74	0,22	23 %	21,0	1,51	7,2 %
		zomer	0,81	0,68	0,13	16 %	21,7	0,89	4,1 %
		winter	1,12	0,81	0,32	28 %	20,3	2,14	10,5 %
R801 Borgerhout-achtergr.	2020	jaar	0,86	0,64	0,22	26 %	23,2	1,49	6,5 %
		zomer	0,72	0,59	0,13	18 %	24,6	0,89	3,6 %
		winter	0,99	0,68	0,31	31 %	21,7	2,10	9,7 %
R802 Borgerhout-straatkant	2020	jaar	0,99	0,77	0,23	23 %	23,5	1,52	6,5 %
		zomer	0,82	0,69	0,13	16 %	24,5	0,88	3,6 %
		winter	1,16	0,84	0,32	28 %	22,5	2,16	9,6 %
R803 Park Spoor Noord	2020	jaar	0,75	0,58	0,17	23 %	21,6	1,18	5,5 %
		zomer	0,68	0,55	0,13	19 %	22,9	0,85	3,7 %
		winter	-	-	-	-	20,4	-	-
R804 Ring	2020	jaar	-	-	-	-	20,9	-	-
		zomer	-	-	-	-	21,9	-	-
		winter	-	-	-	-	19,9	-	-
R805 Belgiëlei	2020	jaar	0,95	0,73	0,22	23 %	23,1	1,46	6,3 %
		zomer	0,79	0,66	0,13	17 %	24,0	0,88	3,7 %
		winter	1,09	0,80	0,29	27 %	22,2	1,98	8,9 %
R817 Groenenborgerlaan	2020	jaar	0,73	0,53	0,20	28 %	19,9	1,38	6,9 %
		zomer	0,65	0,52	0,13	20 %	21,1	0,86	4,1 %
		winter	0,82	0,53	0,29	35 %	18,7	1,93	10,3 %
R818 Burchtse Weel	2020	jaar	0,78	0,58	0,20	26 %	22,5	1,34	6,0 %
		zomer	0,75	0,62	0,13	18 %	26,5	0,89	3,4 %
		winter	0,81	0,54	0,26	33 %	18,5	1,79	9,7 %

-: tweinig data voor deze periode

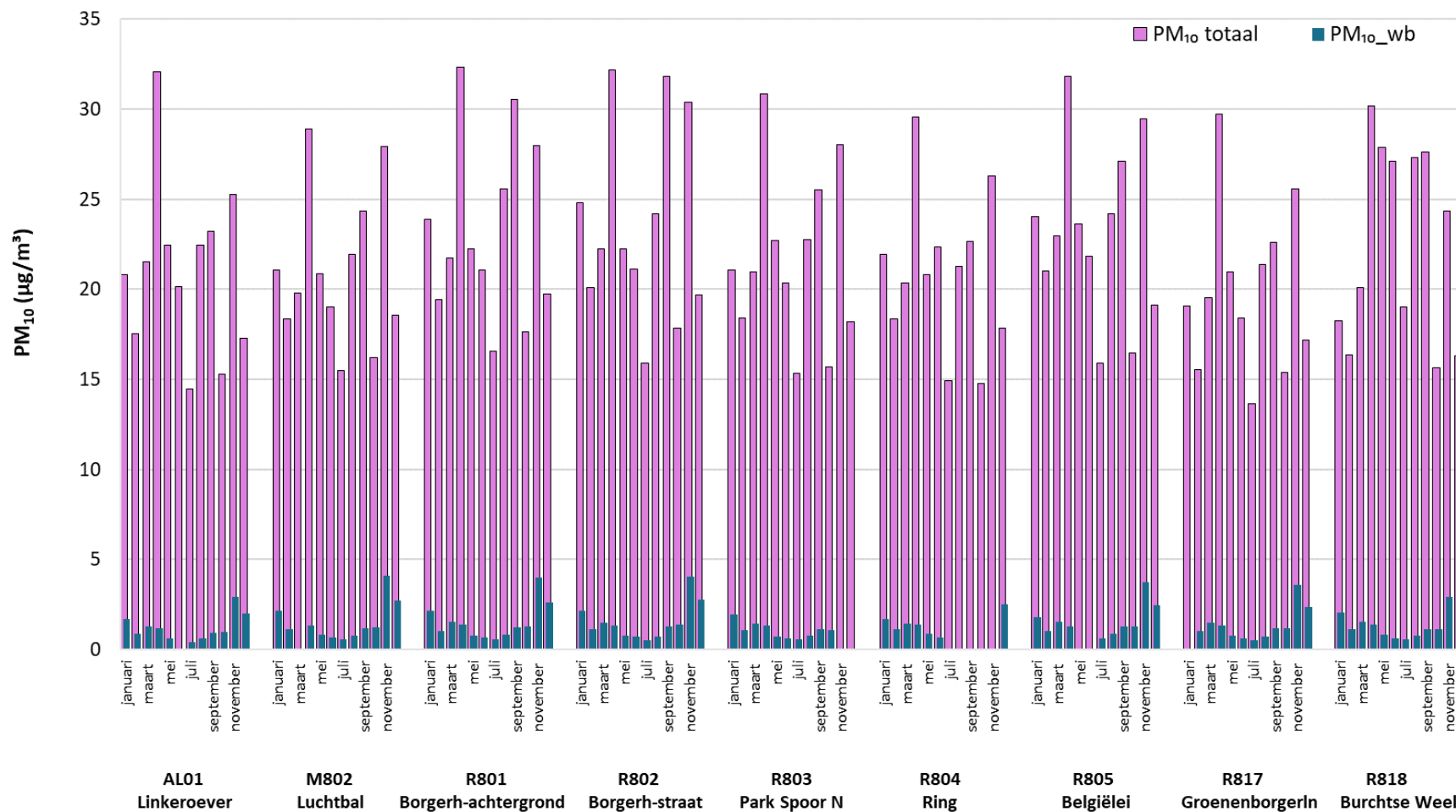
Tabel 13: Absolute en relatieve bijdrage van houtverbranding (BC_{wb}) aan de totale hoeveelheid zwarte koolstof (BC) en aan PM₁₀, per jaar voor de periode 2016-2020

meetplaats	Jaar	periode	BC (µg/m ³)	BC _{ff} (µg/m ³)	BC _{wb} (µg/m ³)	% BC _{wb} in BC	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{10_wb} (µg/m ³)	% PM _{10-wb} in PM ₁₀
R803 Park Spoor Noord	2020	jaar	0,75	0,58	0,17	23 %	21,6	1,18	5,5 %
	2019		1,16	0,93	0,23	20 %	22,7	1,58	6,9 %
	2018		1,43	1,19	0,24	17 %	25,5	1,63	6,4 %
R804 Ring	2020	jaar	-	-	-	-	20,9	-	-
	2019		1,91	1,67	0,24	12 %	23,5	1,60	6,8 %
	2018		2,43	2,20	0,24	10 %	26,6	1,60	6,0 %
	2017		2,99	2,90	0,10	3 %	25,5	0,65	2,5 %
R805 Belgiëlei	2020	jaar	0,95	0,73	0,22	23 %	23,1	1,46	6,3 %
	2019		1,51	1,25	0,25	17 %	25,5	1,72	6,8 %
	2018		1,90	1,59	0,32	17 %	27,7	2,14	7,7 %
R817 Groenenborgerlaan	2020	jaar	0,73	0,53	0,20	28 %	19,9	1,38	6,9 %
	2019		1,02	0,79	0,23	22 %	19,1	1,54	8,1 %
	2018		1,24	0,98	0,27	22 %	22,4	1,82	8,1 %
	2017		1,48	1,29	0,19	13 %	22,1	1,26	5,7 %
	2016		1,57	1,40	0,17	11 %	23,1	1,14	5,0 %

Figuur 48: Evolutie van de bijdrage houtverbranding en bijdrage fossiele brandstoffen tot de concentratie zwarte koolstof voor de periode 2016-2020



Figuur 49: Maandelijkse gemiddelden voor PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en totaal PM₁₀ op de Antwerpse meetplaatsen in 2020



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

4.8.4 Gemiddeld dagverloop in de winter- en zomermaanden

Zwarte koolstof

Figuur 50 en Figuur 51 geven voor alle dagen van de week het gemiddelde verloop²¹ weer van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding en zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen, en dit voor alle meetplaatsen.

Figuur 50 geeft het gemiddelde dagverloop voor de **wintermaanden** van 2020.

- De concentraties zwarte koolstof afkomstig van **houtverbranding** (BC_{wb} , Figuur 50 bovenaan) vertonen in de wintermaanden op alle meetplaatsen een gelijkaardig dagverloop. Op weekdays is er een avondpiek en een kleinere ochtendpiek. In het weekend ontbreekt de ochtendpiek en is vooral de avondpiek zichtbaar. De concentraties liggen in het weekend iets hoger dan tijdens de week.
- Het verloop van de concentraties zwarte koolstof afkomstig van **fossiele brandstoffen** (BC_{ff} , Figuur 50 onderaan) is ook gelijkaardig tussen de meetplaatsen, maar de absolute concentraties verschillen wel duidelijk tussen de meetplaatsen: de hoogste concentraties zien we op de verkeersgerichte meetplaatsen aan de Ring (R804), Plantin en Moretuslei (R802) en Belgiëlei (R805). Op de meetplaats Antwerpen-Ring (R804) ontbreken een deel van de data. Op alle meetplaatsen zien we op weekdays een duidelijke ochtend- en een avondpiek. In het weekend liggen de concentraties lager dan op weekdays en zien we alleen een avondpiek.

Figuur 51 toont hetzelfde als Figuur 50 maar dan voor de **zomermaanden** van 2020.

- 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 ganse dag.
- 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 51, onderaan). De avondpieken zijn in de zomermaanden minder uitgesproken dan in de wintermaanden.

PM₁₀

Figuur 52 en Figuur 53 geven voor alle dagen van de week het verloop van PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en het verloop van PM₁₀, respectievelijk voor de winter- en zomermaanden.

PM₁₀ afkomstig van **houtverbranding** werd berekend uit de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding volgens de formule vermeld onder 4.8.1. Het verloop in de winter- en zomermaanden van PM_{10_wb} is hierdoor identiek aan het verloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding.

De patroon van de dagverlopen van **totaal PM₁₀** zijn in de zomer- en wintermaanden vrij gelijkaardig, en ook het concentratieniveau verschilt weinig, hoewel de concentraties in de zomermaanden gemiddeld net iets hoger zijn. Dit kan wellicht verklaard worden door het weer: januari-februari waren

²¹ Deze dagverlopen staan in UT (= universal time).

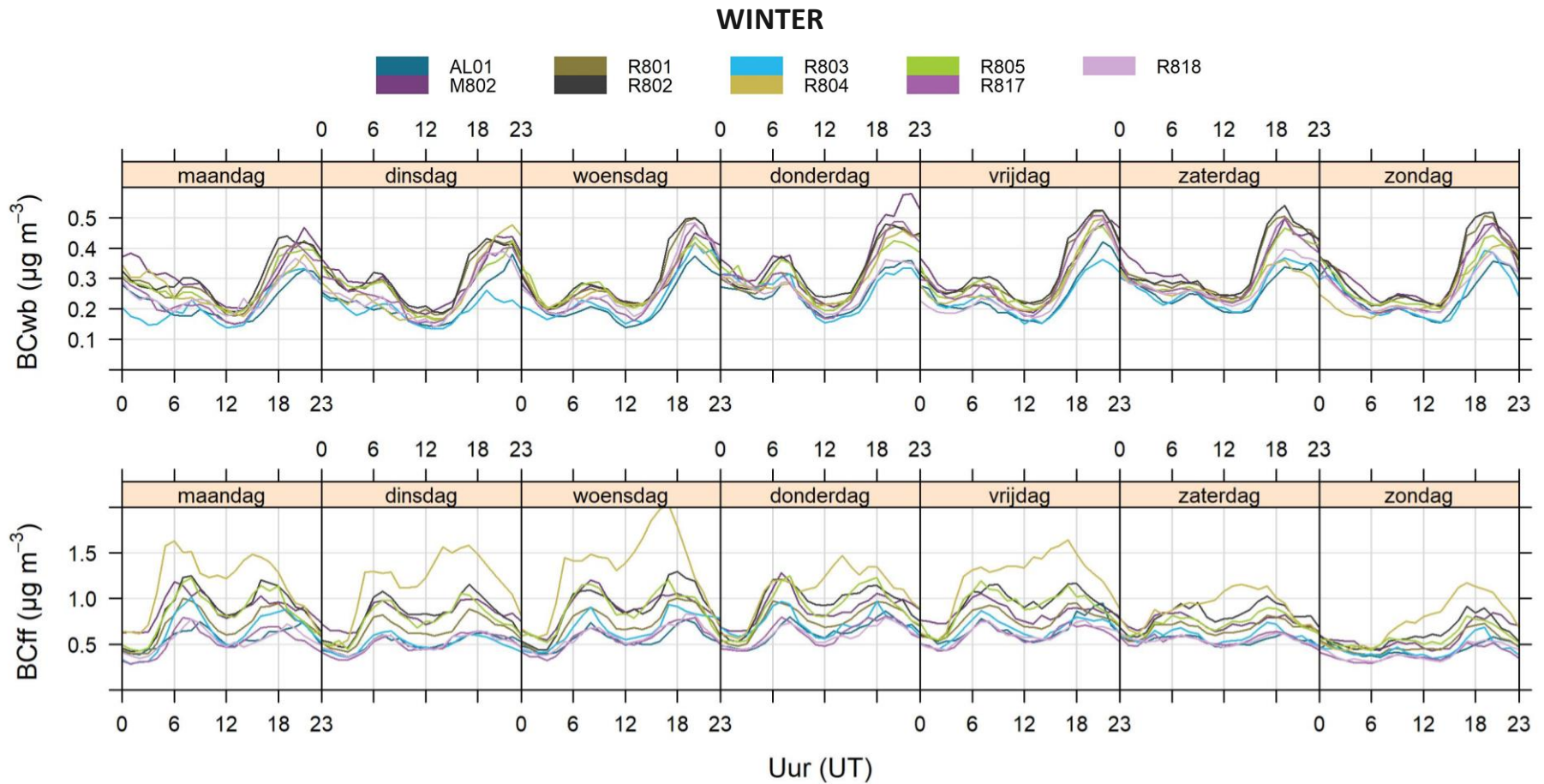
- In de winter verschilt UT 1 uur met lokale tijd, bv. 2 uur UT = 3 uur lokale tijd
- In de zomer verschilt UT 2 uur met lokale tijd, bv. 2 uur UT = 4 uur lokale tijd

zeer natte maanden, zodat de luchtverontreiniging werd uitgewassen en de lente en zomer waren zeer droog, waardoor het bodemstof mogelijk meer opwaaide. In het weekend liggen de PM₁₀-concentraties gemiddeld lager dan op weekdays. In het weekend is er ook weinig variatie gedurende de dag.

Opvallend zijn de hogere 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.



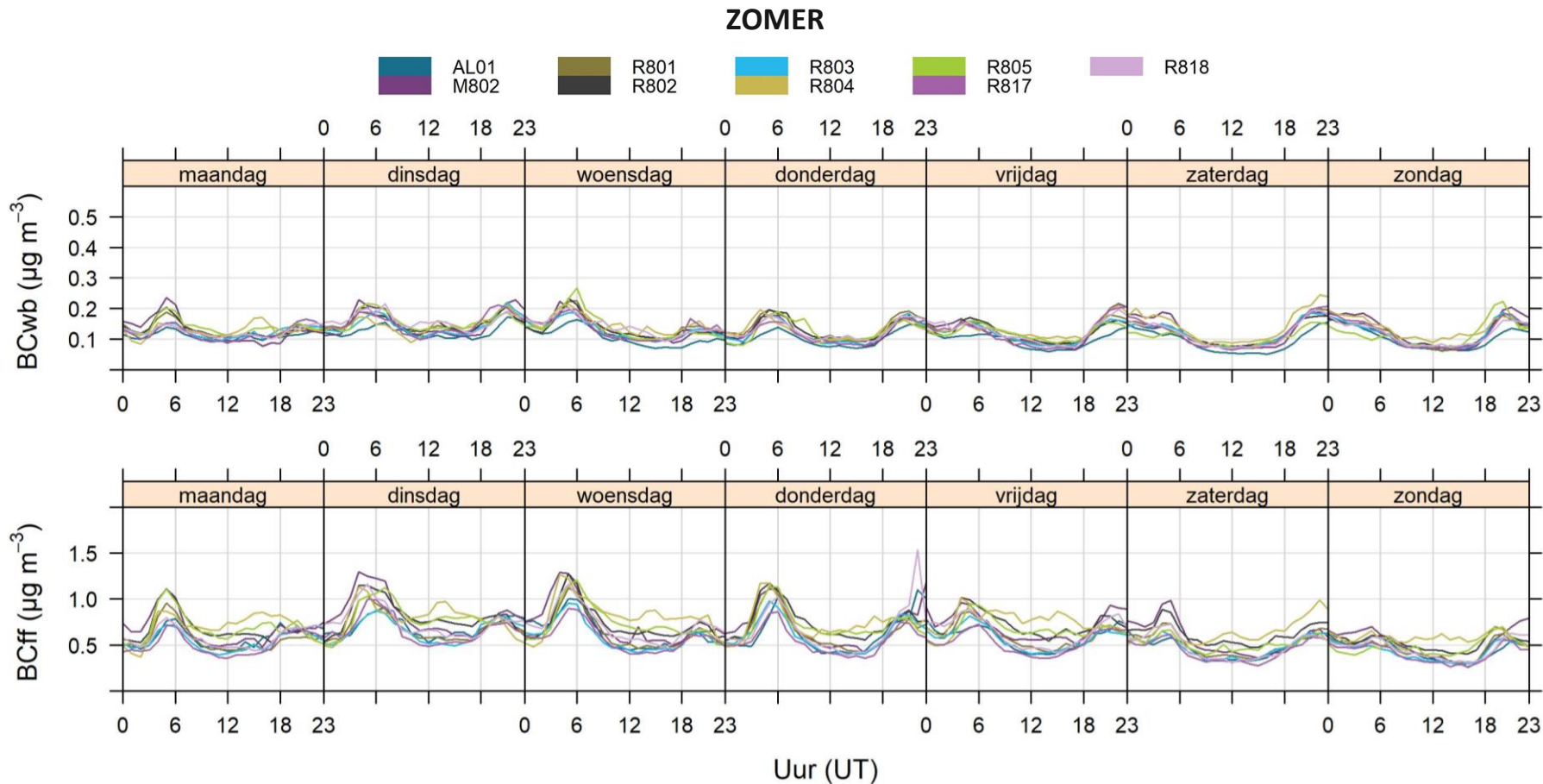
Figuur 50: Dagverlopen van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) voor de wintermaanden 2020



Noot:

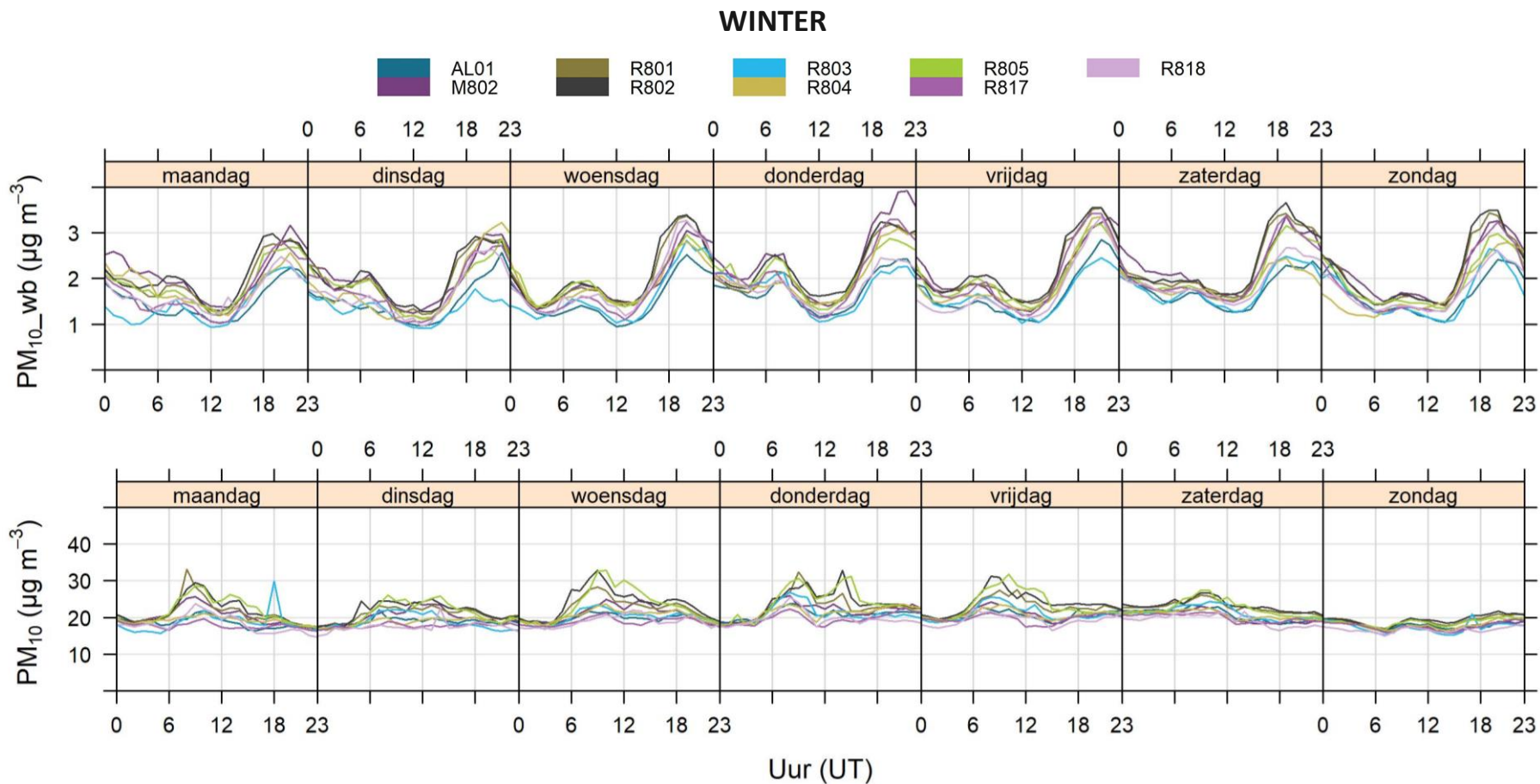
- Wintermaanden= januari, februari, maart, oktober, november, december
- Voor R803 ontbreken de data van eind november en december (78 % data van wintermaanden beschikbaar)
- Voor R804 ontbreken de data voor oktober en november (72 % data van wintermaanden beschikbaar)

Figuur 51: Dagverlopen van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) voor de zomermaanden 2020

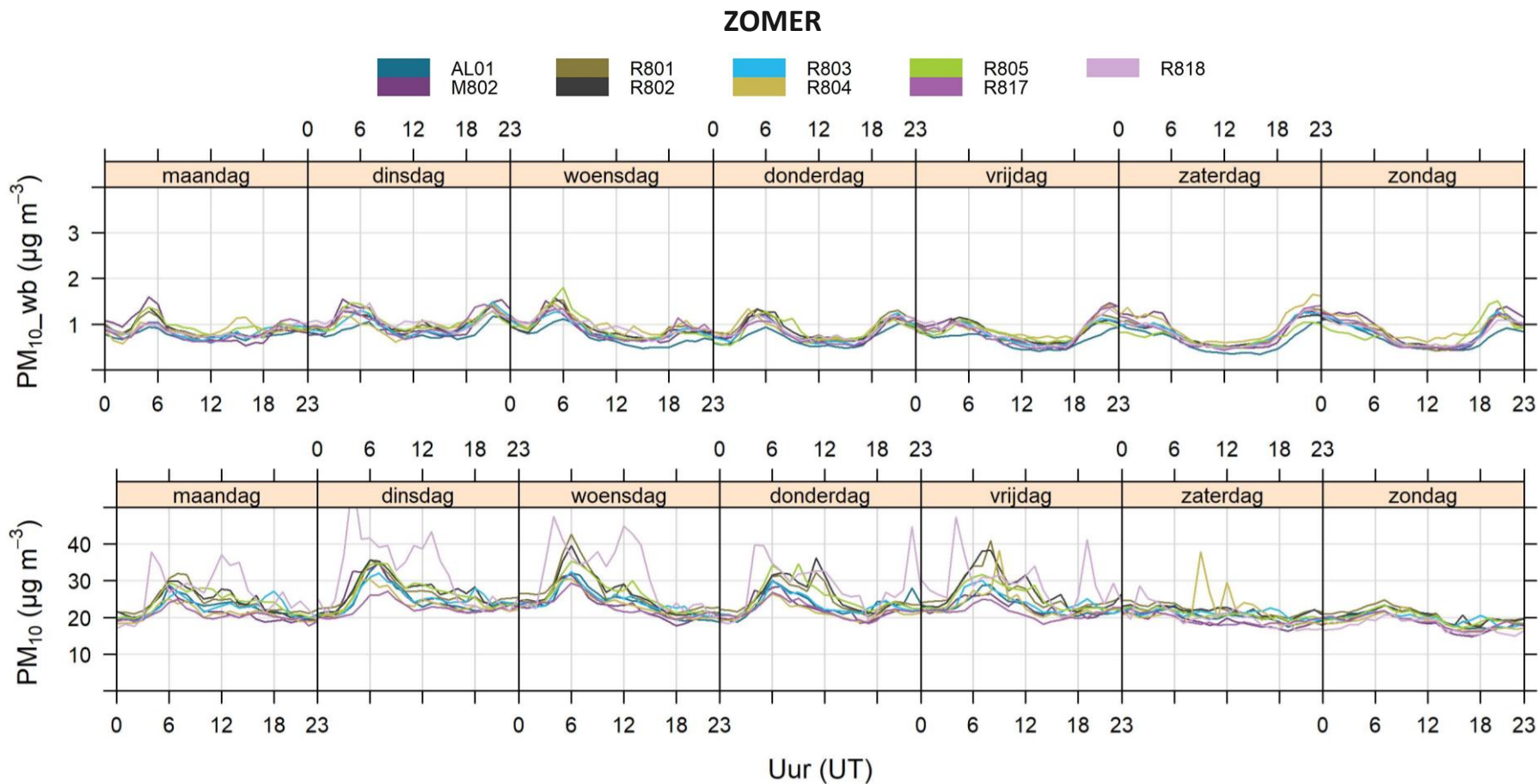


- Noot:
- zomermaanden= april-september
 - Voor R804 zijn er enkel data voor april-mei-juni (54 % data van zomermaanden beschikbaar)

Figuur 52: Dagverlopen van PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en totaal PM₁₀ voor de wintermaanden 2020



Figuur 53: Dagverlopen van PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}) en totaal PM₁₀ voor de zomermaanden 2020



4.8.5 Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting

Figuur 54 geeft voor 2020 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 54, links) werden op de meetplaatsen gemeten bij wind vanuit het zuidoosten. In een vroegere studie²² 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 gelijkaardig voor elke meetplaats, wat aangeeft dat er in de directe omgeving van de meetplaatsen weinig impact is van houtverbranding.

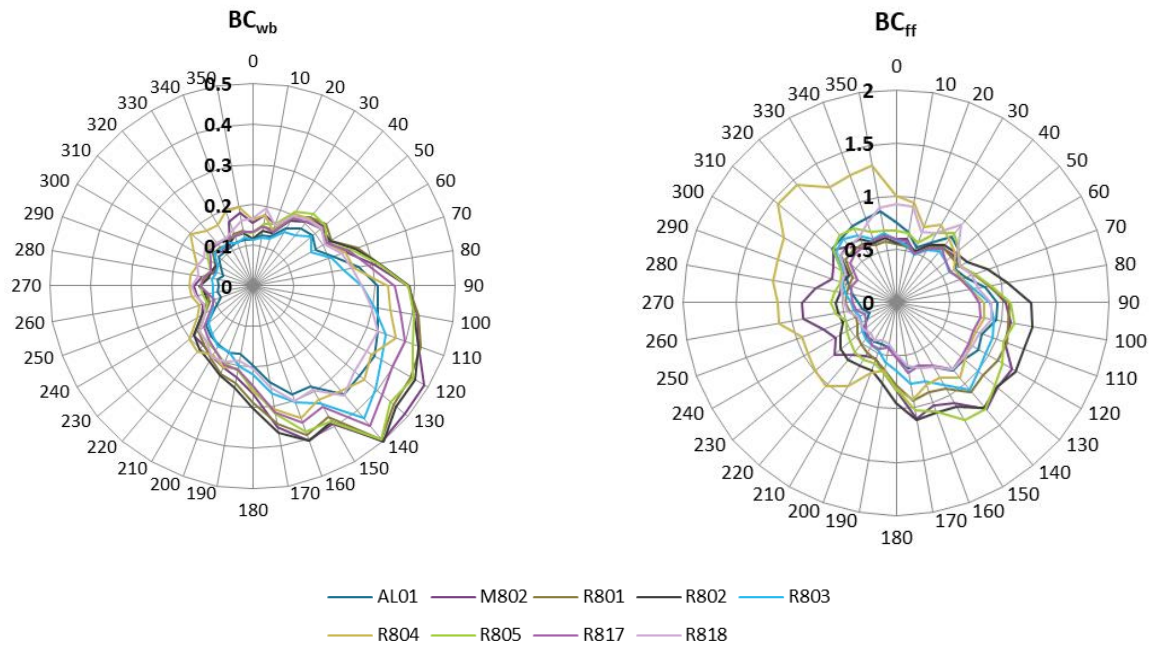
Het meetnet is opgebouwd om de lokale luchtkwaliteit of specifieke industriële bronnen in Vlaanderen op te volgen. De meetplaatsen met AE33 aethalometers zijn niet specifiek gekozen in functie van mogelijke lokale bronnen van huishoudelijke houtverbranding. De impact van huishoudelijke houtverbranding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

In de pollutierozen van zwarte koolstof afkomstig van de verbranding van **fossiele brandstoffen** (BC_{ff} , Figuur 54, rechts) zien we wél duidelijk de invloed van lokale bronnen. De pollutieroos voor BC_{ff} is zeer gelijkaardig als deze voor BC. De lokale invloeden op de BC-pollutieroos worden besproken in paragraaf 4.6.4.

²² VMM (2011), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2010



Figuur 54: Pollutieroos voor zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}) in 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



5 EFFECT VAN DE INVOER VAN DE LAGE-EMISSIEZONE 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.

5.1 Inleiding

In de haalbaarheidsstudie²³ 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 nieuwe diesels nog altijd vrij veel NO₂ uitstoten (zie 3.1).

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

5.1.1 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 verkeersemissies 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 startte in juni 2017, of de wegenwerken aan de Plantin en Moretuslei, die startten midden 2019. Ook ter hoogte van het station aan de Groenenborgerlaan (R817) waren er in 2018 en 2019 werken.
- 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.

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.

5.2 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 verstrenging²⁵ is gepland voor 2025.

Tot 1 januari 2025 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 de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x). 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.

5.3 Vergelijking 2020 ten opzichte van 2016 en ten opzichte van 2019

5.3.1 Jaargemiddelde concentraties in de Antwerpse agglomeratie

Zoals we in dit rapport al aangaven, maten we in 2020 op alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie lagere concentraties voor de pollutanten NO₂ en zwarte koolstof in vergelijking met 2019.

De meetplaats Havanastraat (M802) werd in deze paragraaf buiten beschouwing gelaten omdat deze beïnvloed wordt door een lokale of industriële bron.

NO₂

Tabel 14 geeft voor NO₂ de vergelijking tussen de jaren 2020 en 2016 en ook een vergelijking tussen 2020 en 2019.

Bij de vergelijking van **2020 met 2019** zien we in de Antwerpse meetstations dalingen die variëren tussen 3,6 en 9,1 µg/m³, of relatief uitgedrukt een daling tussen 17 % en 26 %.

- Dit is zowel absoluut als relatief een veel grotere daling dan die werd opgetekend in 2019.
- Net als vorig jaar worden de grootste absolute dalingen opgetekend bij de verkeersgerichte meetstations Borgerhout-straatkant (R802), Belgiëlei (R805) en Ring (R804).

Bij de vergelijking van **2020 met 2016**, het jaar voor de invoer van de LEZ, zien we op alle meetplaatsen een daling die varieert tussen 7,6 en 17,8(!) µg/m³, of relatief uitgedrukt een daling tussen 28 % en 40 %.

- De verkeersgerichte meetstations Borgerhout-straatkant (R802) en Belgiëlei (R805) vertonen de grootste dalingen tussen 2016 en 2020.

²⁵ <https://www.slimnaarantwerpen.be/nl/lez/check-uw-voertuig/toelatingsvoorwaarden-vanaf-1-1-2020#vanaf-2025>

Zwarte koolstof

Tabel 15 geeft voor zwarte koolstof de vergelijking tussen de jaren 2020 en 2016 en ook een vergelijking tussen 2020 en 2019.

Bij de vergelijking van **2020 met 2019** zien we in de Antwerpse meetstations dalingen die variëren tussen 0,18 en 0,56 µg/m³, of relatief uitgedrukt een daling tussen 20 % en 37 %.

- De grootste daling van de concentraties zwarte koolstof werd vastgesteld op de verkeersgerichte meetplaats aan de Belgiëlei (R805).

Vergelijken we **2020 met 2016**, het jaar voor de invoer van de LEZ, dan variëren de dalingen in de Antwerpse meetstations tussen 0,47 en 1,51 µg/m³, of relatief tussen 39 % en 60 % (!).

- De concentraties daalden het sterkst op de verkeersgerichte meetplaatsen aan de Plantin en Moretuslei (R802) en de Belgiëlei (R805).

De dalingen van de concentraties NO₂ en zwarte koolstof op de verkeersgerichte meetplaatsen geven aan dat de bijdrage van het verkeer op die plaatsen duidelijk is afgenomen. In deze daling speelt de algemeen dalende trend een rol en in 2020 ook het effect van de coronamaatregelen.

Om een indicatie te krijgen of de LEZ ook een rol speelt in deze daling, vergelijken we de dalingen binnen de LEZ met die op andere meetplaatsen in Vlaanderen.



Tabel 14 : Absolute en relatieve daling in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2020 ten opzichte van 2016/2019 voor NO₂ (µg/m³)

NO ₂	Jaargem. 2016	Jaargem. 2017	Jaargem. 2018	Jaargem. 2019	Jaargem. 2020	Daling 2020 vs 2016	Daling 2017 vs 2016	Daling 2018 vs 2017	Daling 2019 vs 2018	Daling 2020 vs 2019
AL01 Antwerpen-Linkeroever	27,0	26,3	25,6	23,9	19,4	7,6 (28 %)	0,7 (3%)	0,7 (3%)	1,7 (7%)	4,5 (19%)
HB23 Hoboken	26,9	26,3	25,6	23,6	19,0	7,9 (29 %)	0,6 (2%)	0,7(3%)	2 (8%)	4,6 (19%)
R801 Borgerhout-achtergrond	38,6	36,1	34,3	31,6	24,3	14,3 (37%)	2,5 (6%)	1,8 (5%)	2,7 (8%)	7,3 (23%)
R802 Borgerhout-straatkant	45,0	42,4	40,1	35,9	27,2	17,8 (40 %)	2,6 (6%)	2,3 (5%)	4,2 (0%)	8,7 (24%)
R803 Antwerpen-Park Noord Spoor	32,1	31,4	31,5	28,0	22,5	9,6 (30 %)	0,7 (2%)	-0,1 (0%)	3,5 (11%)	5,5 (24%)
R804 Antwerpen-Ring	-	54,4	47,7	43,3	34,2	-	-	6,7 (12%)	4,4 (9%)	9,1 (21%)
R805 Antwerpen-Belgiëlei	42,6	40,3	40,1	35,4	26,3	16,3 (38 %)	2,3 (5%)	0,2 (0%)	4,7 (12%)	9,1 (26%)
R811 Schoten	26,3	26,6	23,7	21,1	17,5	8,8 (33 %)	-0,3 (-1%)	2,9 (11%)	2,6 (11%)	3,6 (17 %)
R817 Antwerpen-Groenenborgerlaan	31,8	30,2	28,1	25,6	20,1	11,7 (37 %)	1,6 (5%)	2,1 (7%)	2,5 (9%)	5,5 (21%)

Tabel 15 : Absolute en relatieve daling in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2020 ten opzichte van 2016/2019 voor **zwarte koolstof** ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Zwarte koolstof	Jaargem 2016	Jaargem 2017	Jaargem 2018	Jaargem 2019	Jaargem 2020	Daling 2020 vs 2016	Daling 2017 vs 2016	Daling 2018 vs 2017	Daling 2019 vs 2018	Daling 2020 vs 2019
AL01 Antwerpen-Linkeroever	1,21	1,13	1,11	0,92	0,74	0,47 (39 %)	0,08 (7%)	0,02 (2%)	0,19 (17%)	0,18 (20 %)
R801 Borgerhout-achtergrond	1,90	1,63	1,50	1,23	0,86	1,04 (55 %)	0,27 (14%)	0,13 (8%)	0,27 (18%)	0,37 (30 %)
R802 Borgerhout-straatkant	2,50	2,02	1,78	1,36	0,99	1,51 (60 %)	0,48 (19%)	0,24 (12%)	0,42 (24%)	0,37 (27 %)
R803 Antwerpen-Park Spoor Noord	1,61	1,52	1,43	1,16	0,75	0,86 (53 %)	0,09 (6%)	0,09 (6%)	0,27 (19%)	0,41 (35 %)
R804 Antwerpen-Ring	-	2,99	2,43	1,91	"	-	-	0,56 (19%)	0,52 (21%)	-
R805 Antwerpen-Belgiëlei	2,28	2,08	1,9	1,51	0,95	1,33 (58 %)	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	0,84 (54 %)	0,09 (6%)	0,24 (16%)	0,22 (18%)	0,29 (28 %)
R818 Antwerpen-Burchtse Weel	-	-	1,25	1,08	0,78	-	-	-	0,17 (14%)	0,30 (28 %)

"": onvoldoende data om een jaargemiddelde mee te berekenen



5.3.2 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 LEZ²⁶ 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 55 wordt de absolute en relatieve daling van de jaargemiddelde concentratie NO₂ in 2020 in vergelijking met 2016 uitgezet voor alle meetplaatsen in Vlaanderen, in Figuur 56 de vergelijking tussen 2020 en 2019.

Grote absolute dalingen worden genoteerd op de verkeersgerichte meetlocaties binnen de LEZ (R802-Plantin en Moretuslei, R805-Belgiëlei en R804-Ring). De daling op de stedelijke achtergrondlocaties (R801-Plantin en Moretuslei en R803-Park Spoor Noord) binnen de LEZ is lager, maar nog steeds bij de hogere helft. 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 dringt zich op. Op verkeersgerichte meetlocaties met hogere concentraties zullen verminderde emissies door het wegverkeer (door welke evolutie of maatregel dan ook) immers 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 2020 ten opzichte van 2019 voor NO₂ een absolute daling van 3,9 µg/m³ en een relatieve daling van 18 %. Ten opzichte van 2016 zien we in 2020 gemiddeld een absolute daling van 7,3 µg/m³ en een relatieve daling van 29 %.

Tabel 16: Relatieve en absolute dalingen van de NO₂-concentraties in Antwerpen en in de rest van Vlaanderen

NO ₂	Daling 2020 vs 2016		Daling 2020 vs 2019	
	Antwerpen	Vlaanderen*	Antwerpen	Vlaanderen*
Absoluut (µg/m ³)	7,6 - 17,8 µg/m ³	2,4 - 17,0 µg/m ³ Gem. 7,3 µg/m ³	3,6 - 9,1 µg/m ³	1,3 - 8,0 µg/m ³ Gem. 3,9 µg/m ³
Relatief (%)	28% - 40%	19% - 51% Gem. 29%	17% - 26%	7% - 28% Gem. 18%

*Vlaanderen exclusief de Antwerpse meetstations

²⁶ Departement Omgeving (2020), Impact van de lage-emissiezones op het wagenpark, de luchtkwaliteit en sociaal kwetsbare groepen, Eindrapport – november 2020, <https://omgeving.vlaanderen.be/evaluatie-lez>

Zwarte koolstof

In Figuur 57 wordt de absolute en relatieve daling van de jaargemiddelden zwarte koolstof in 2020 in vergelijking met 2016 uitgezet voor alle meetplaatsen in Vlaanderen, in Figuur 58 de vergelijking tussen 2020 en 2019.

Wanneer we de afname van de jaargemiddelden zwarte koolstof bekijken dan zien we grote absolute dalingen op de verkeersgerichte meetplaatsen R802 (Plantin en Moretuslei) en R805 (Belgiëlei) in de LEZ, gevolgd door de stedelijke achtergrondmeetplaatsen R801 (Borgerhout-achtergrond) en R803 (Park Spoor Noord).

Wanneer we de dalingen relatief uitzetten zien we algemeen de grootste dalingen op meetlocaties in en aan de rand van de LEZ.

Voor de meetstations voor zwarte koolstof in Vlaanderen, met uitzondering van de 8 meetstations in de Antwerpse agglomeratie, zien we in 2020 ten opzichte van 2019 gemiddeld een absolute daling van 0,23 µg/m³ en een relatieve daling van 22 %. Ten opzichte van 2016 zien we in 2020 gemiddeld een absolute daling van 0,56 µg/m³ en een relatieve daling van 41 %.

Tabel 17: Relatieve en absolute dalingen van de concentraties zwarte koolstof in Antwerpen en in de rest van Vlaanderen

BC	Daling 2020 vs 2016		Daling 2020 vs 2019	
	Antwerpen	Vlaanderen*	Antwerpen	Vlaanderen*
Absoluut (µg/m ³)	0,47-1,51 µg/m ³	0,22-1,05 µg/m ³ Gem. 0,56 µg/m ³	0,18-0,56 µg/m ³	0,09-0,45 µg/m ³ Gem. 0,23 µg/m ³
Relatief (%)	39 % - 60 %	29 % - 55 % Gem. 41 %	20 % - 37 %	11 % - 35 % Gem. 22 %

*Vlaanderen exclusief de Antwerpse meetstations

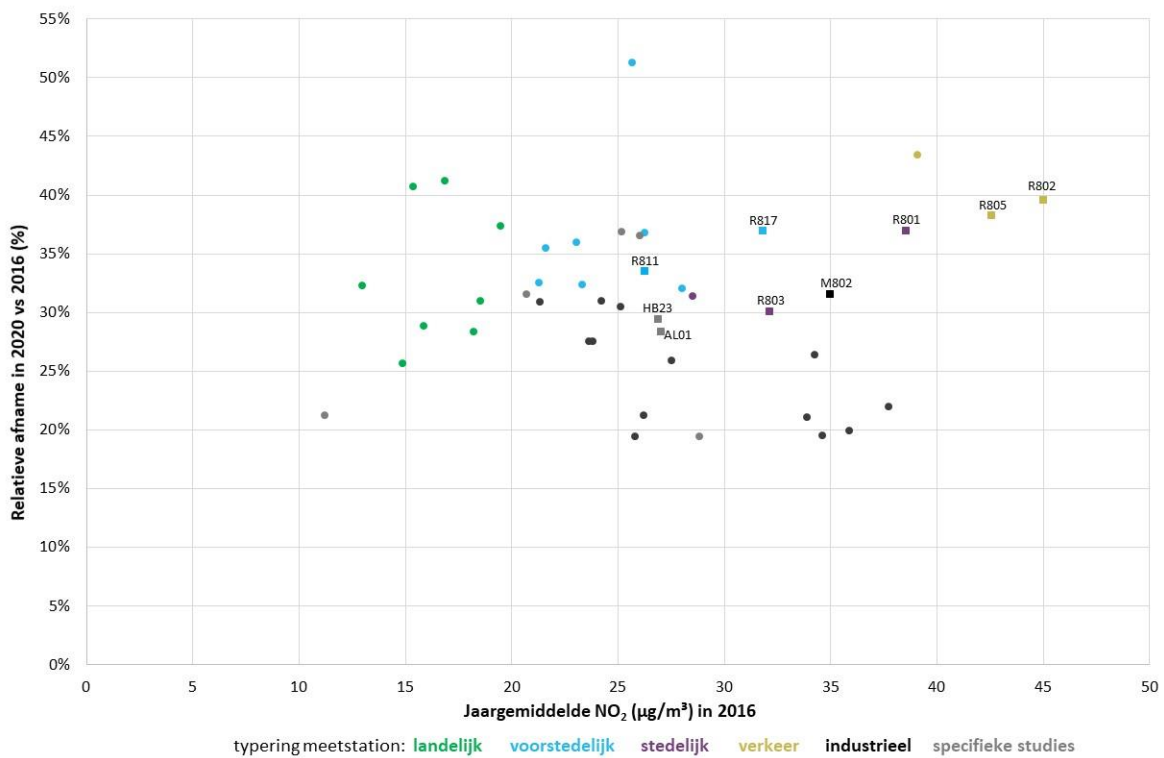
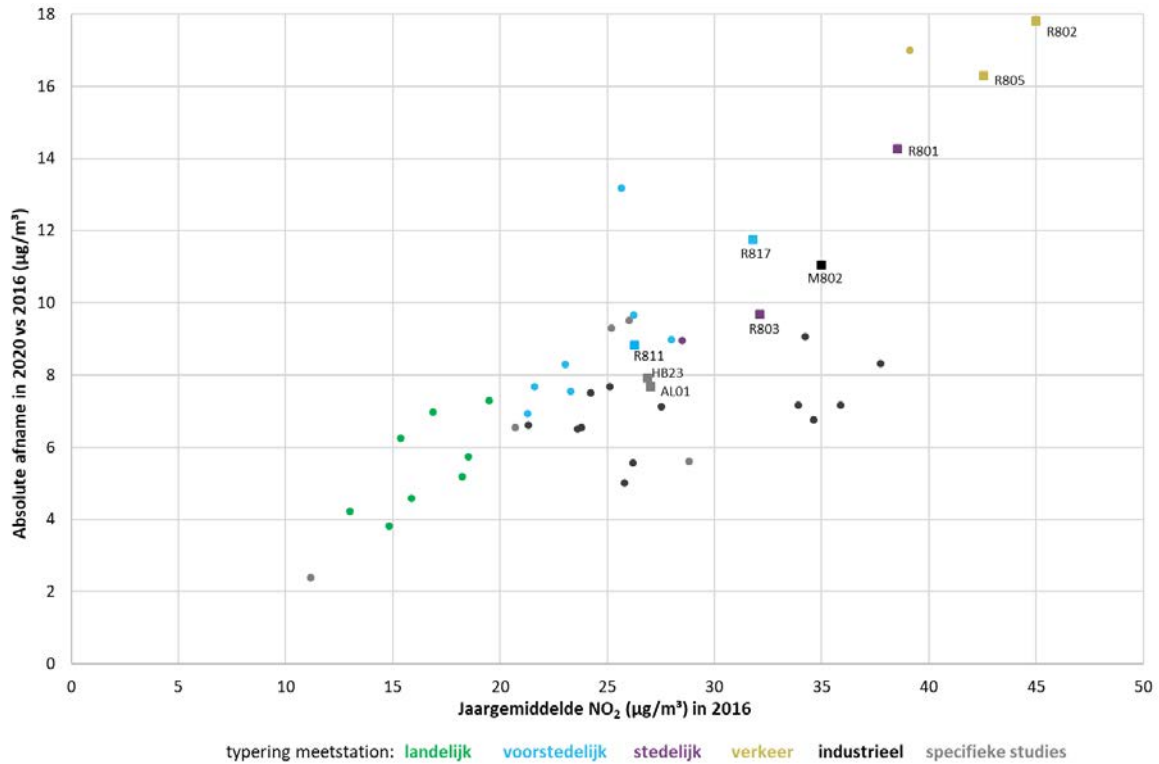
Samengevat

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

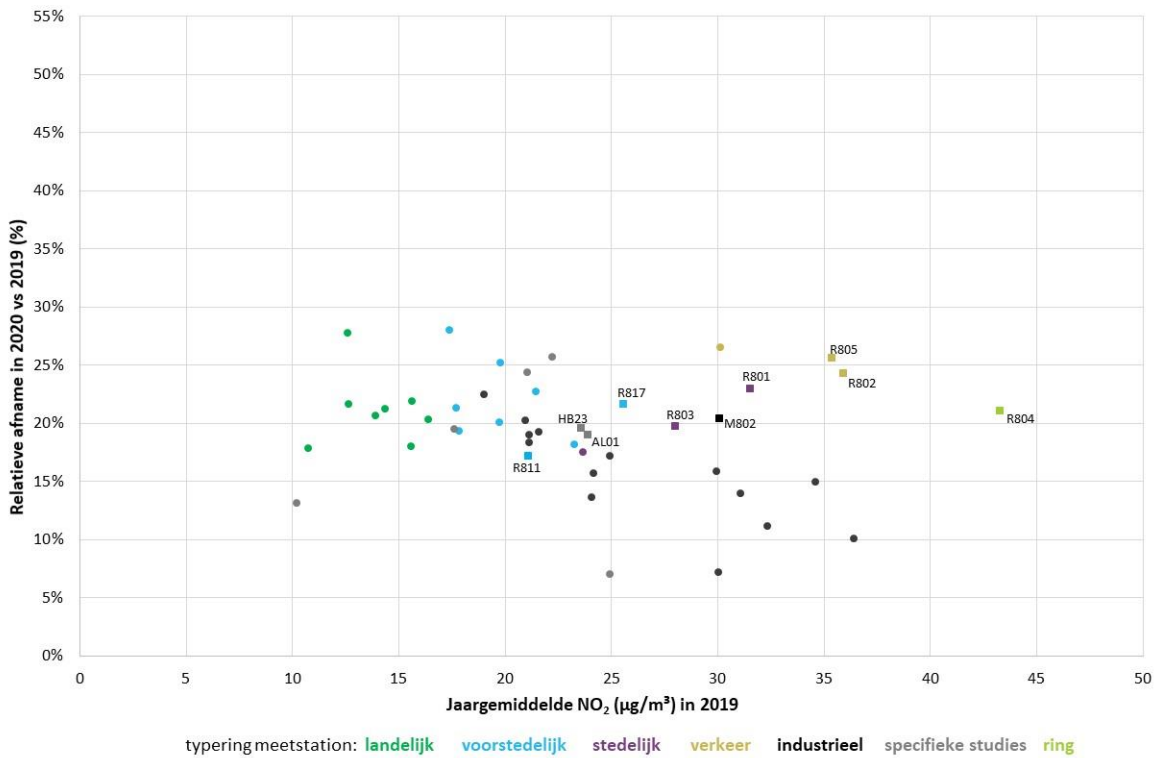
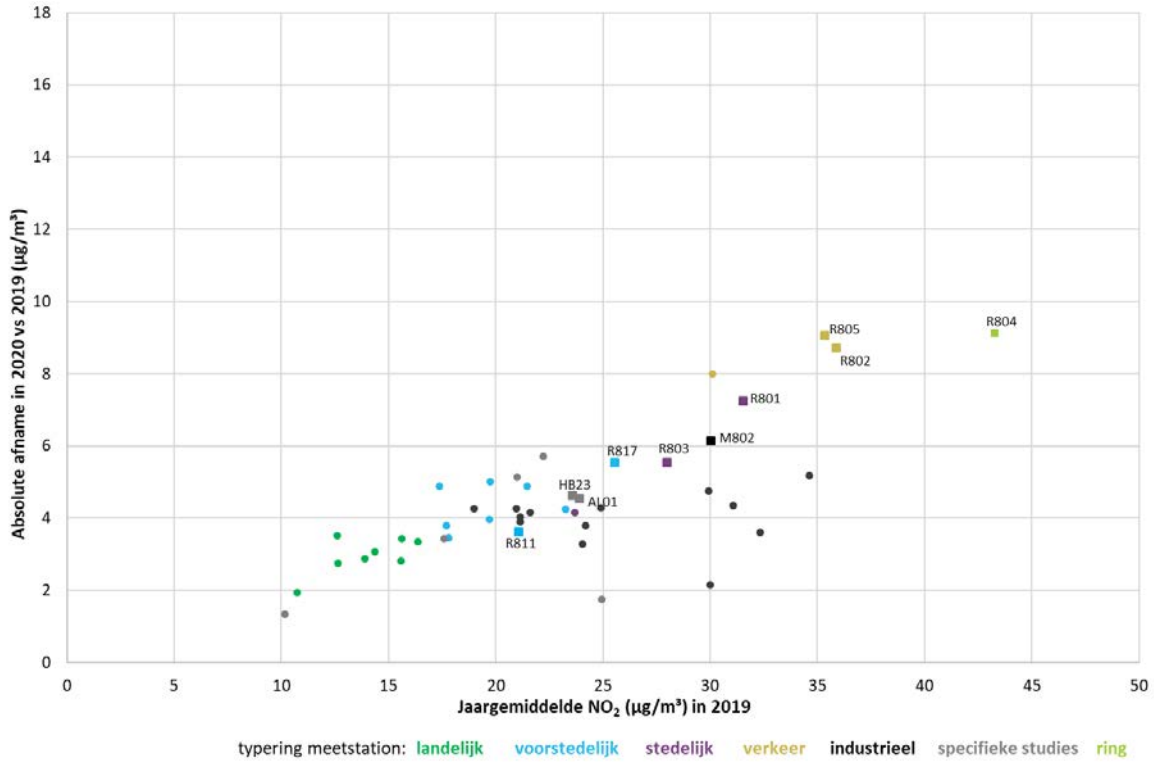
Voor **zwarte koolstof** zien we op de verkeersgerichte meetplaatsen aan de Plantin en Moretuslei (R802) en Belgiëlei (R805) en ook op de achtergrondmeetlocaties in en aan de rand van de LEZ globaal grotere dalingen dan elders. De LEZ zorgde dus waarschijnlijk voor een extra lokale daling van de concentraties zwarte koolstof.

De huidige beperkingen van de LEZ focussen voornamelijk op het terugdringen van de uitstoot van roetdeeltjes. Het terugdringen van stikstofdeeltjes wordt belangrijker vanaf 2025. Mogelijks kunnen we nadien ook voor NO₂ een netto-effect van de LEZ waarnemen.

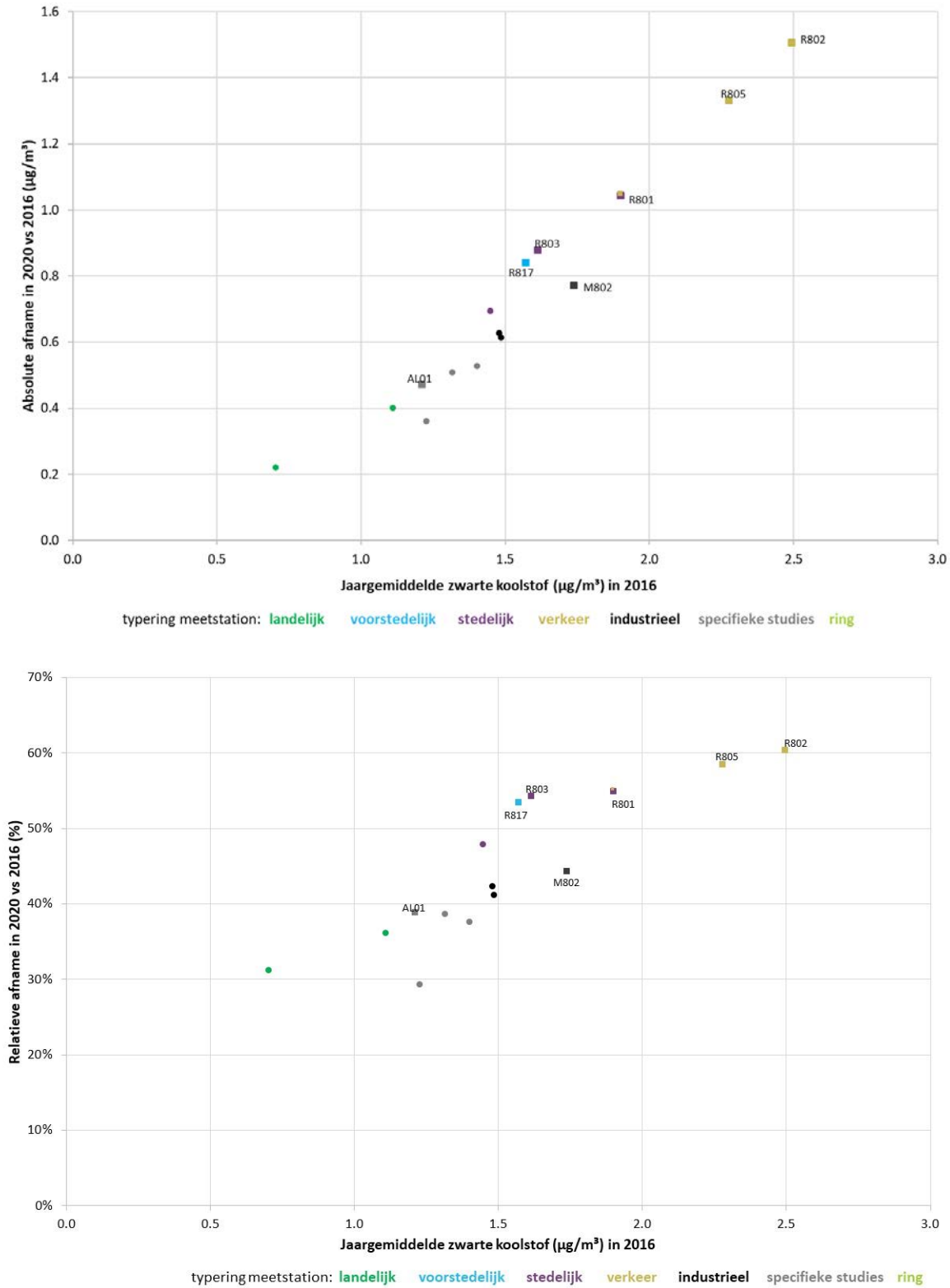
Figuur 55: Absolute daling (bovenste figuur) en relatieve daling (onderste figuur) in de jaargemiddelde NO₂-concentraties in 2020 ten opzichte van 2016 voor alle Vlaamse meetstations



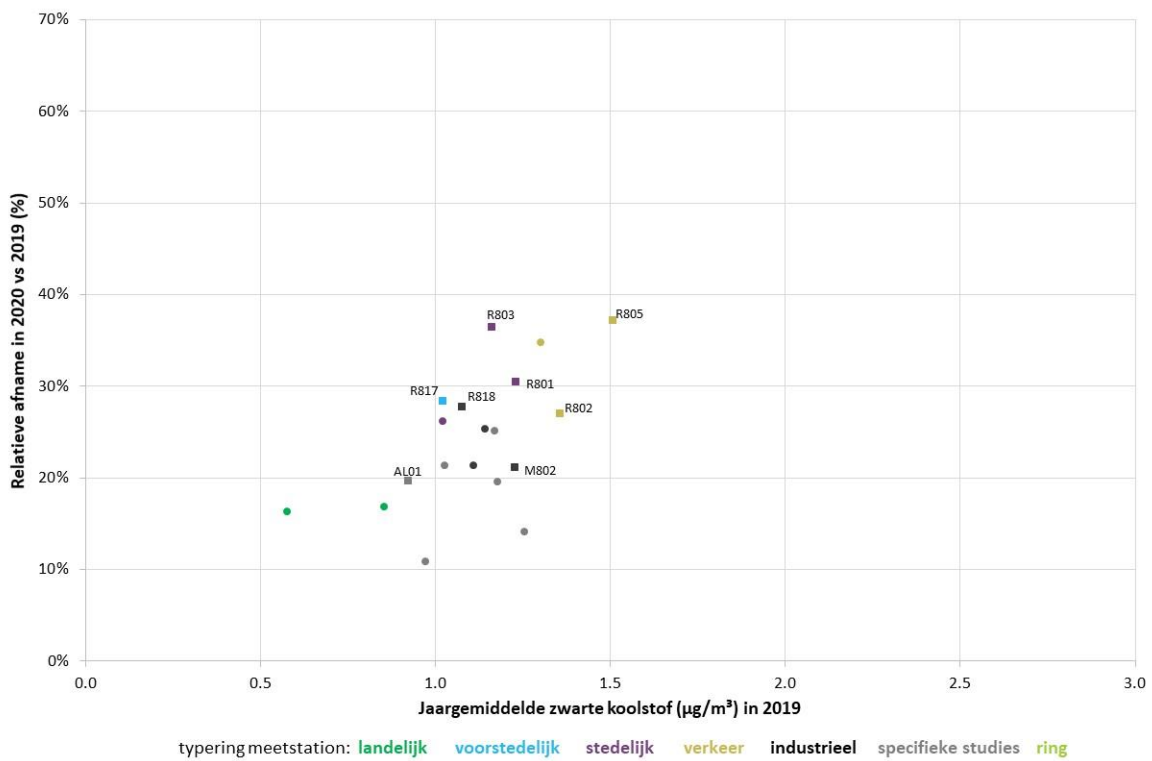
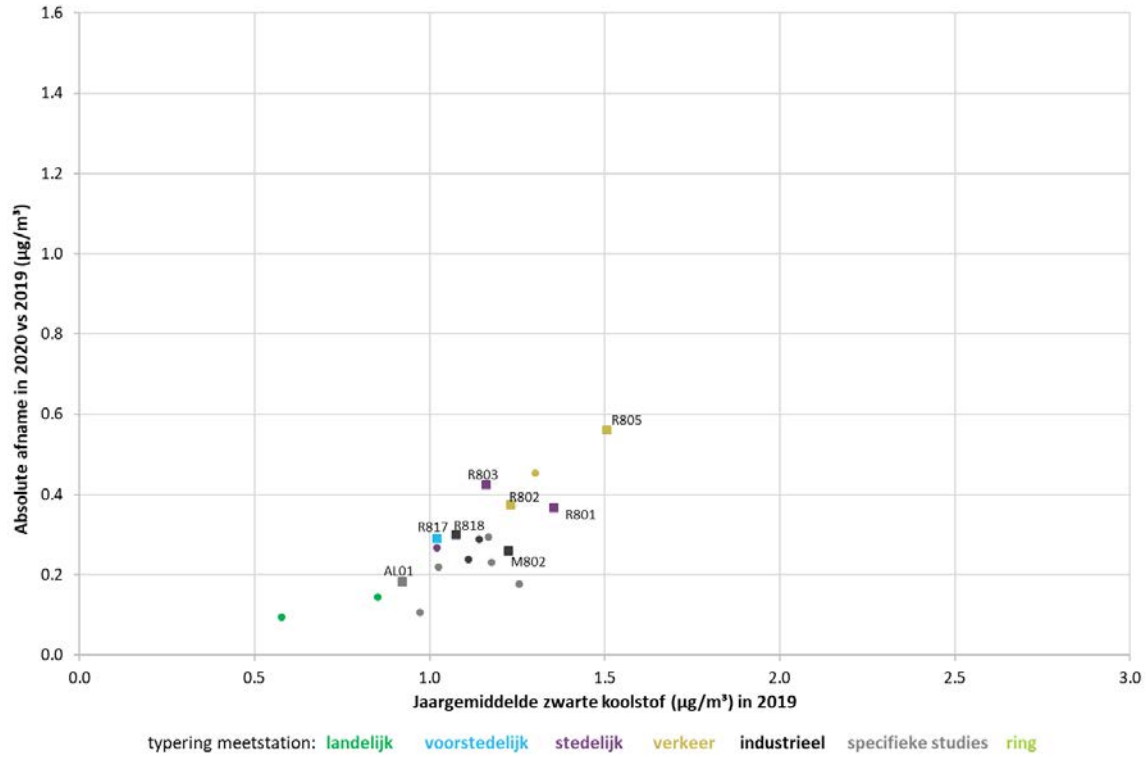
Figuur 56: Absolute daling (bovenste figuur) en relatieve daling (onderste figuur) in de jaargemiddelde NO₂-concentraties in 2020 ten opzichte van 2019 voor alle Vlaamse meetstations



Figuur 57: Absolute daling (bovenste figuur) en relatieve daling (onderste figuur) in de jaargemiddelde concentraties **zwarte koolstof** in 2020 ten opzichte van 2016 voor alle Vlaamse meetstations



Figuur 58: Absolute daling (bovenste figuur) en relatieve daling (onderste figuur) in de jaargemiddelde concentraties **zwarte koolstof** in 2020 ten opzichte van 2019 voor alle Vlaamse meetstations



BIJLAGEN



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}									
NO	µg/m ³	TS 42i	chemiluminescentie	EN14211	-	-	ja ¹	nee	ja
NO ₂									
zwarte koolstof	µg/m ³	MAAP 5012	multihoek-absorptie-fotometrie	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
		Magee AE33	lichtabsorptie	-	-	-	nee	nee	n.v.t.

¹: BELAC 456-TEST - VMM Dienst Lucht

Grotere deeltjes worden snel nadat ze in de atmosfeer terechtgekomen zijn door de zwaartekracht neergeslagen op de grond of uitgespoeld door regen. Ze kunnen daarna door heropwaaien terug in de lucht terecht komen, dit proces noemt men resuspensie. De fijnere deeltjes kunnen langer, tot enkele dagen of weken in de atmosfeer blijven. Bijgevolg kunnen deze fijnere deeltjes getransporteerd worden over langere afstanden.

Geen veilige drempelwaarde

Studies hebben verbanden aangetoond tussen de aanwezigheid van PM in de omgevingslucht en gezondheidseffecten op korte en lange termijn. Voor PM is er volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) geen veilige drempelwaarde waaronder nadelige effecten niet voorkomen. Bij korte episodes – 24 uur – van luchtverontreiniging verergeren bestaande gezondheidsproblemen, zoals luchtweginfecties en astma. Verder kan fijn stof bloedvaten doen dichtslibben en hartaanvallen veroorzaken. Bij chronische blootstelling maakt de WGO melding van een vermindering van de longfunctie, een toename van chronische luchtwegaandoeningen en een verminderde levensverwachting.

Zelfs al voor de geboorte veroorzaakt fijn stof negatieve effecten. Onderzoek²⁷ 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.

Fijn stof is kankerverwekkend

Eind 2013 classificeerde het *International Agency for Research on Cancer* (IARC), het gespecialiseerde kankeragentschap van de WGO, fijn stof als kankerverwekkend voor de mens. Belangrijk is dat fijn stof niet enkel kan leiden tot longkanker; een langdurige blootstelling kan ook borstkanker en kankers van het spijsverteringsstelsel veroorzaken²⁸. Midden 2012 classificeerde het IARC ook al dieseluitlaatgassen als kankerverwekkend voor de mens. Dieselwagens stoten – ten opzichte van benzine wagens – veel meer stikstofoxiden en roetdeeltjes uit. Algemeen wordt aangenomen dat ook ultrafijn stof schadelijk is, maar de wetenschappelijke kennis hierover is nog beperkt.

Gemiddeld verlies van 14 gezonde maanden

De dienst Milieurapportering van de VMM (MIRA) herberekende de ziektelast door de verschillende milieupolluenten voor de Vlaamse bevolking, waarbij in de nieuwe rekenmethode meer gezondheidseffecten in rekening gebracht werden²⁹. Gemiddeld verliest een Vlaming 14 gezonde maanden over heel zijn leven bij een levenslange blootstelling aan de huidige fijnstofconcentraties. Dit is een gemiddelde waarde, bij bepaalde gevoelige personen, zoals astmapatiënten, kinderen en ouderen, zal de impact groter zijn. Fijn stof is veruit de belangrijkste pollutant in de gezondheidsimpact door milieufactoren. Het aandeel wordt geschat op 71 %.

²⁷ 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>

²⁸ Wong C.M. et al. 2016. Cancer mortality risks from long-term exposure to ambient fine particle. *Cancer Epidemiol biomarkers prev*; 25(5): 839-45

²⁹ MIRA (2019), *Verloren gezonde levensjaren (DALY's) door fijn stof* <https://www.milieurapport.be/milieuthemas/milieu-gezondheid/dalys/verloren-gezonde-levensjaren-dalys-door-blootstelling-aan-fijn-stof>

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 (COPD³⁰) 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.

³⁰ 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

De uitstoot van schadelijke stoffen bedreigt de gezondheid meer dan eerder was gedacht, daarom stelde de Wereldgezondheidsorganisatie op 22 september 2021 nieuwe advieswaarden voor die voor verschillende stoffen strenger zijn dan de WGO-advieswaarden (2005) waaraan we in dit rapport toetsen. Bij de rapportering over de cijfers van het jaar 2021 zal VMM toetsen aan de nieuwe WGO-advieswaarden (2021).

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 µg/m³ echter overschreden in de luchtkwaliteitszone BEF02A 'Agglomeratie Antwerpen'. Daarop werd een saneringsplan³¹ opgesteld voor deze zone.

De Europese regelgeving is gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De Europese jaargrenswaarde komt overeen met wat de WGO adviseert. In tegenstelling tot de Europese regelgeving definieert de WGO geen alarmdrempel en laat ze geen enkele overschrijding toe van het uurgemiddelde van 200 µg/m³, zie onderstaande tabel.

³¹ https://www.lne.be/sites/default/files/atoms/files/SaneringplanNO2Antwerpen_MetBijlage_2017_Def.pdf

Tabel 18: Grenswaarden en alarmdrempel voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (richtlijn 2008/50/EG)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	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 19: Advieswaarden voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (WGO 2000 en 2005)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
NO ₂	Advieswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	200 µg/m ³
		Jaar	40 µg/m ³
NO _x	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar	30 µg/m ³ uitgedrukt als NO ₂

Fijn stof – PM₁₀ en PM_{2,5}

Regelgeving PM₁₀

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

Tabel 20: Regelgeving voor PM₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2005)

	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
EU-richtlijn 2008/50/EG*	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 dag	50 µg/m ³ ; max. 35 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	40 µg/m ³
WGO 2005	Advieswaarden	1 dag	50 µg/m ³ ; max. 3 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	20 µg/m ³

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

Regelgeving PM_{2,5}

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

Tabel 21: Europese regelgeving voor PM_{2,5} (2008/50/EG)

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

De WGO nam in haar *Air quality guidelines* van 2005 advieswaarden voor PM_{2,5} op, zowel op jaarbasis als op dagbasis.

Tabel 22: Advieswaarden voor PM_{2,5} (WGO 2005)

WGO-advieswaarden (WGO 2005)	Middelingstijd	Doelstelling
Advieswaarde	Jaar	10 µg/m ³
	Dag	25 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 aerosol³² 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).

³² 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 uitziet, hangt niet alleen af van de concentraties maar ook van de windrichting. Als in de beschouwde periode weinig tot geen wind was uit een bepaalde richting, kan dit een bron maskeren.

Wanneer de pollutierozen vrij rond zijn van vorm, wijst dit op een dominante invloed van de achtergrondconcentraties. Uit dergelijke pollutierozen zijn moeilijk de lokale invloeden af te leiden. Daarom kunnen er 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

gebieden of plaatsen met veel verkeer, we krijgen 1 waarde per roostercel. Daarom combineren we dit met het IFDM-model.

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. IFDM-berekeningen gebeuren voor meer dan 600.000 punten in gans België. De meeste punten bevinden zich 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 x 10 m² 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.

Het **OSPM**-model komt hieraan tegemoet. Dit model gebruikt gedetailleerde informatie over de straatconfiguratie. Deze berekening wordt toegepast voor alle straten die als *street canyon* worden beschouwd. Zo kunnen we de slechtere verdunning van de luchtvervuiling in deze straten in rekening brengen en krijgen we een juister beeld van de luchtkwaliteit tot op straatniveau.

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.

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

- Met tijdelijke verkeerssituaties (bv. omleidingen of files) wordt geen rekening gehouden.
- De impact van nieuwe verkeerssituaties (nieuwe wegen, mobiliteitsplannen in uitvoering,...) zijn niet onmiddellijk zichtbaar omdat er gewerkt wordt met emissiedata van het jaar ervoor.
- 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).



