



Vlaanderen
is milieu

Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone

jaarrapport 2022

DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel

Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2022

Samenstellers

Dienst Luchtkwaliteit, Kern Lucht, VMM

Inhoud

Dit rapport beschrijft de resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen in 2022 in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone. De VMM meet er de polluenten stikstofoxides, fijn stof en zwarte koolstof. De meetresultaten van deze polluenten worden vergeleken met de Europese regelgeving en de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). Verder bespreekt het rapport de trend van de afgelopen jaren voor de gemeten polluenten en komt de trend in de uitstoot en de voornaamste bronnen van de polluenten aan bod.

Wijze van refereren

Vlaamse Milieumaatschappij (2023), Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2022

Verantwoordelijke uitgever

Bernard De Potter, Vlaamse Milieumaatschappij

Vragen in verband met dit rapport

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

Coverfoto

Copyright Stad Gent

Depotnummer

D/2023/6871/029

SAMENVATTING

Dit rapport werd opgesteld in het kader van de samenwerkingsovereenkomst tussen de VMM en de stad Gent. Het beschrijft de resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen en -modelleringen in 2022 in de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone, aangevuld met de emissiecijfers (uitstootcijfers) verzameld en ingeschat door de VMM. De vermelde emissiedata zijn voor 2021. Dit zijn de meest recent bekende gegevens.

1. Samenvattende tabel luchtkwaliteit

Onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de besproken pollutanten. De tabel toont voor elke pollutant:

- het aantal meetplaatsen in dit rapport die voor die pollutant voldoen aan de Europese grenswaarde en de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO), zowel voor het jaargemiddelde als voor het daggemiddelde.
- het verschil in gemeten concentratie in vergelijking met 10 jaar geleden (gemiddeld over alle meetplaatsen in dit rapport).
- de belangrijkste emissiebronnen van die pollutant binnen de Gentse kanaalzone en Gentse agglomeratie.

Een uitgebreidere bespreking is opgenomen in de tekst van de samenvatting en het rapport zelf.

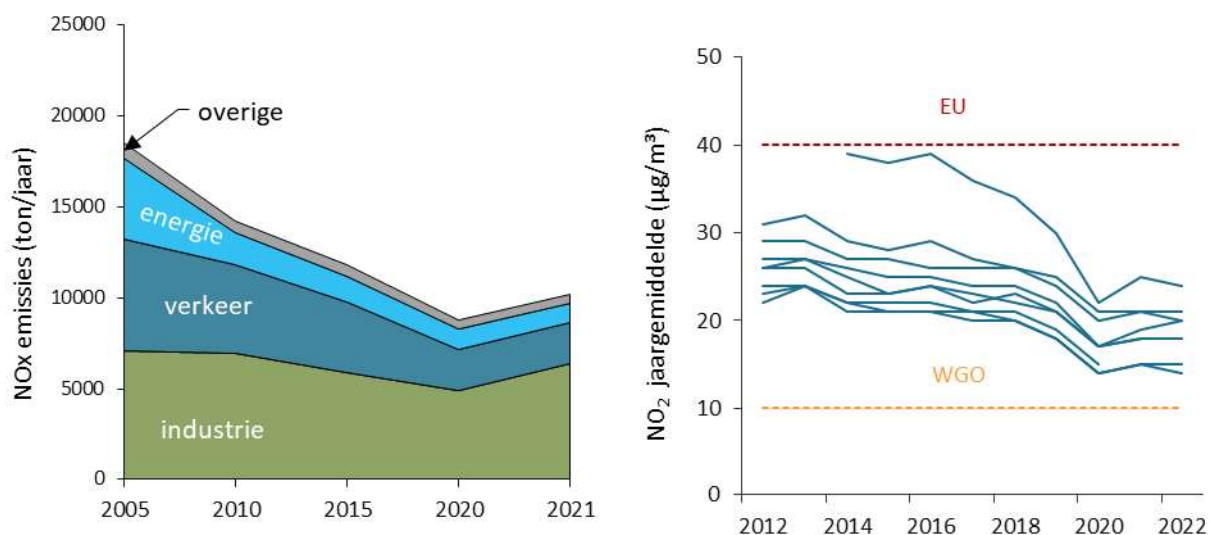
De Europese grenswaarden zijn wettelijk bindend, de WGO-advieswaarden zijn niet bindend. In het Vlaams luchtbeleidsplan is het voldoen aan de WGO-advieswaarden wel opgenomen als langetermijndoelstelling (2050).

Polluent	Toesteltype	EU grenswaarden		WGO advieswaarden		Concentratieverschil over voorbije 10 jaar	Belangrijkste bronnen
		Jaar-gemiddelde	Dag-gemiddelde	Jaar-Gemiddelde	Dag-gemiddelde		
NO ₂	monitoren	✓ 8/8	/	✗ 0/8	✗ 0/8	- 33 %	- verkeer - industrie
	samplers	✓ 20/20	/	/	/	/	
PM ₁₀	monitoren	✓ 6/6	✗ 5/6	✗ 0/6	✗ 0/6	- 13 %	- houtverbranding - industrie - op- en overslag bedrijven
PM _{2,5}	monitoren	✓ 6/6	/	✗ 0/6	✗ 0/6	- 31 %	- houtverbranding - industrie
Zwarte koolstof	monitoren	/	/	/	/	- 50 %	- verkeer - houtverbranding - industrie

Een “/” betekent dat er voor die categorie momenteel geen grens- of advieswaarde bestaat.

2. Stikstofdioxide – NO₂

Samenvattende figuur voor NO₂. Links: de belangrijkste emissiebronnen van NO₂ en hun evolutie sinds 2005; Rechts: evolutie jaargemiddelde concentratie NO₂ (alle automatische meetplaatsen in dit rapport) sinds 2012, met weergave van de EU-grenswaarde en WGO advieswaarde.



Industrie en verkeer zijn de grootste emissiebronnen

- In 2021 bedroeg de emissie van stikstofoxiden in Gent-centrum, de rest van de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone samen 10233 ton. Dit was 10 % van de totale Vlaamse stikstofoxidenemissie.
- Het grootste deel van de emissies werd uitgestoten in de kanaalzone waar industrie (met als belangrijkste bedrijf ArcelorMittal) de grootste bron was. In de rest van de Gentse agglomeratie en Gent-centrum was verkeer de grootste bron.
- Hoewel de bronnen in de Gentse kanaalzone veel meer uitstoten, zijn de emissies (van vooral verkeer) in het centrum van Gent belangrijk omdat ze door hun nabijheid een directe impact hebben op de blootstelling van de inwoners.
- De totale emissie van stikstofoxiden in de 3 zones samen is met 45 % (of 8301 ton) gedaald in vergelijking met 2005. De emissies van de energiesector en het verkeer daalden het sterkst (daling van 77 % en daling van 63 %, respectievelijk). De emissies van de industrie liggen op hetzelfde niveau als in 2005, met fluctuaties in de jaren ertussen.

Meetplaatsen respecteren Europese jaargrenswaarde, maar overschrijden WGO-advieswaarden

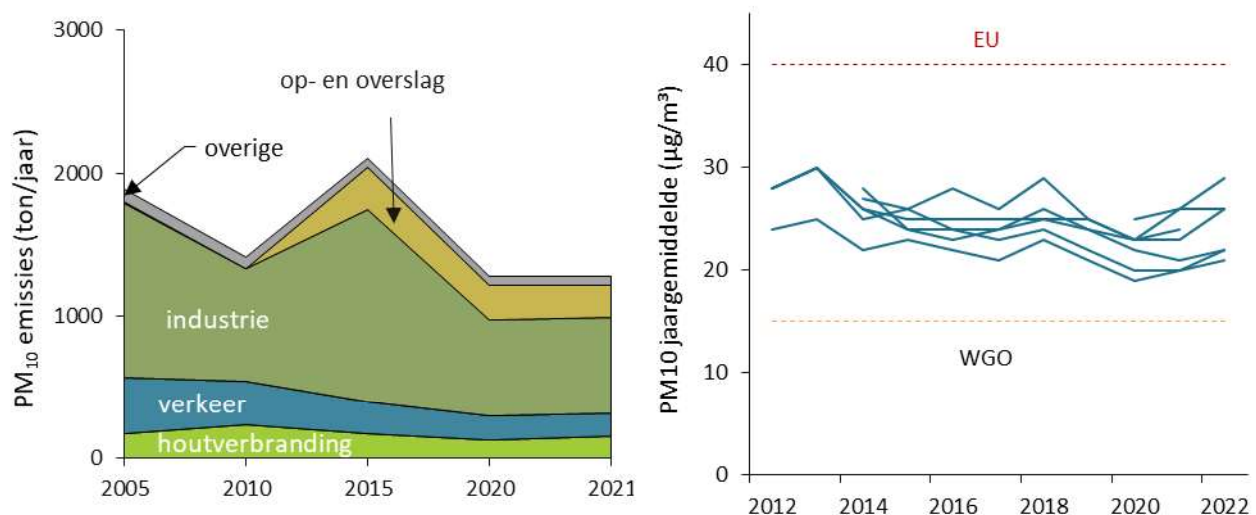
- De Europese jaargrenswaarde (40 µg/m³) wordt al meerdere jaren op alle automatische meetplaatsen gerespecteerd, ook in 2021.
- Ook op alle locaties met passieve samplers wordt deze grenswaarde gerespecteerd.
- Modellerings via het ATMO-Street model toont locaties langs de stadsring (R40) en Voormuide die lokaal nog concentraties kunnen hebben die boven de Europese jaargrenswaarde liggen.
- Geen enkele meetplaats in de Gentse agglomeratie voldoet aan de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) die een NO₂-jaargemiddelde van 10 µg/m³ adviseert. Over heel

Sinds 2021 heeft de WGO ook een advieswaarde voor NO₂-daggemiddelden gedefinieerd. Ze adviseert dat er op 1 jaar tijd maar 3 dagen met een daggemiddelde van 25 µg/m³ of meer mogen voorkomen. Geen enkele meetplaats komt in de buurt van deze advieswaarde. Ook in de rest van Vlaanderen wordt deze advieswaarde niet gehaald.

- In vergelijking met 10 jaar geleden, ligt het NO₂-jaargemiddelde gemiddeld 33 % lager.

3. Fijn stof – PM₁₀

Samenvattende figuur voor PM₁₀. Links: de belangrijkste emissiebronnen van PM₁₀ en hun evolutie sinds 2005; Rechts: evolutie jaargemiddelde concentratie PM₁₀ (alle meetplaatsen in dit rapport) sinds 2012, met weergave van de EU-grenswaarde en WGO-advieswaarde.



Industrie en op- en overslagbedrijven zijn de grootste emissiebronnen

- In 2021 was de **primaire** PM₁₀-uitstoot in Gent-centrum, de rest van de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone samen 1.297 ton. Dit was 7,8 % van de totale Vlaamse primaire PM₁₀-emissie.
- In de kanaalzone leverden de industrie (met als belangrijkste bron ArcelorMittal) en de op- en overslag bedrijven de grootste bijdragen aan deze uitstoot.
- In Gent-centrum en de rest van de Gentse agglomeratie vormden de huishoudens (meer specifiek de verbranding van hout in open haarden en kachels) en verkeer de grootste bronnen.
- Ten opzichte van 2005 is de primaire PM₁₀-uitstoot met 38 % gedaald.
- Fijn stof in de omgevingslucht bestaat niet alleen uit primaire deeltjes die rechtstreeks worden uitgestoten, maar ook uit **secundaire deeltjes**. De secundaire deeltjes ontstaan in de atmosfeer onder invloed van chemische en fysische reacties uit voorloperverbindingen. De belangrijkste voorloperverbindingen zijn ammoniak (NH₃), stikstofoxiden (NO_x), zwaveldioxide (SO₂) en verschillende semivluchtige organische verbindingen.

Eén overschrijding van Europese grenswaarden. WGO-advieswaarden niet bereikt

- De Europese grenswaarde voor het PM₁₀-jaargemiddelde (40 µg/m³) wordt gehaald op alle automatische meetplaatsen in de Gentse regio sinds 2004.
- De EU-grenswaarde voor daggemiddelden (maximaal 35 dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³) werd op 1 meetplaats overschreden. Dit was in Rieme. Wegenwerken zorgden op deze locatie voor extra stofhinder, bovenop de al aanwezige hoge achtergrondconcentratie aan fijn stof.
- De WGO-advieswaarde voor het jaargemiddelde (15 µg/m³) werd op geen enkele meetplaats gehaald. Niet binnen de Gentse regio en ook niet in de rest van Vlaanderen.

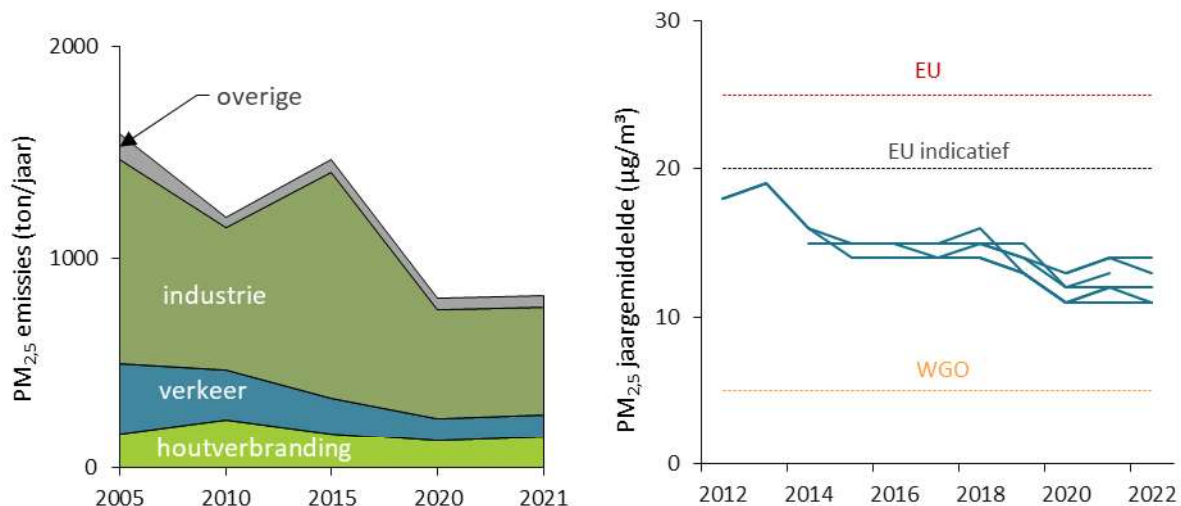
- Ook de WGO-advieswaarde voor daggemiddelden (maximaal 3 dagen met een daggemiddelde hoger dan 45 µg/m³) werd niet behaald, ook niet in rest van Vlaanderen.

Lichte daling gemeten concentraties op lange, niet op korte termijn

- De PM₁₀-jaargemiddelden schommelen van jaar tot jaar (soms een stijging, soms een daling en soms geen verandering). Op langere termijn is er in vergelijking met 10 jaar geleden gemiddeld een daling van 13 %.

4. Fijn stof – PM_{2,5}

Samenvattende figuur voor PM_{2,5}: Links: de belangrijkste emissiebronnen van PM_{2,5} en hun evolutie sinds 2005; Rechts: evolutie jaargemiddelde concentratie PM_{2,5} (alle meetplaatsen in dit rapport) sinds 2012, met weergave van de EU-grenswaarde, de indicatieve EU-grenswaarde (geldt vanaf 2020) en WGO advieswaarde.



Industrie en huishoudens (houtverbranding) zijn de grootste emissiebronnen

- In 2021 had Gent-centrum, de rest van de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone een **primaire** PM_{2,5}-uitstoot van 854 ton. Dat was 7 % van de primaire PM_{2,5}-uitstoot van heel Vlaanderen.
- Het grootste deel van deze uitstoot kwam uit de kanaalzone waar vooral de industrie (met als belangrijkste bron ArcelorMittal) aan bijdroeg.
- In de Gentse agglomeratie en Gent-centrum vormden de huishoudens, en meer specifiek houtverbranding in open haarden en kachels, de grootste bron, gevolgd door de sector verkeer.
- In vergelijking met 2005 is de primaire PM_{2,5}-uitstoot met 48 % (of 776 ton) gedaald. Zoals voor PM₁₀ komt de daling in PM_{2,5}-emissies vooral door een dalende uitstoot van de sector energie en van het wegverkeer. De uitstoot van de industrie schommelt doorheen de jaren.

Europese grenswaarden gerespecteerd, WGO-advieswaarden niet

- De Europese jaargrenswaarde van 25 µg/m³ voor PM_{2,5}-jaargemiddelden wordt al sinds 2007 gerespecteerd en de indicatieve jaargrenswaarde van 20 µg/m³ (geldig vanaf 2020) sinds 2012.
- De WGO-advieswaarde voor het jaargemiddelde van 5 µg/m³ werd op geen enkele meetplaats gehaald. Ook in de rest van Vlaanderen wordt deze advieswaarde overschreden.
- De WGO-advieswaarde voor daggemiddelden, die maximaal 3 dagen met een concentratie hoger dan 15 µg/m³ toelaat, wordt ruimschoots overschreden. Zowel binnen de Gentse agglomeratie als in heel Vlaanderen.

Daling gemeten concentraties op lange termijn

- De jaargemiddelden zijn lager of gelijk aan de jaargemiddelden in 2021. In vergelijking met 10 jaar geleden zijn de PM_{2,5} concentraties met 31 % gedaald.

6. Invloed van houtverbranding

In de wintermaanden is de bijdrage van houtverbranding verschillende keren groter dan in de zomermaanden. In de wintermaanden van 2022 was de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding hoger dan de 2 vorige meetjaren.

In vergelijking met 2021 vonden we in 2022 ook een toename in organische massa in $PM_{2,5}$, ook gelinkt aan houtverbranding. Dit wijst op meer luchtvervuiling door houtverbranding, dat waarschijnlijk toenam als gevolg van de stijgende energieprijzen.

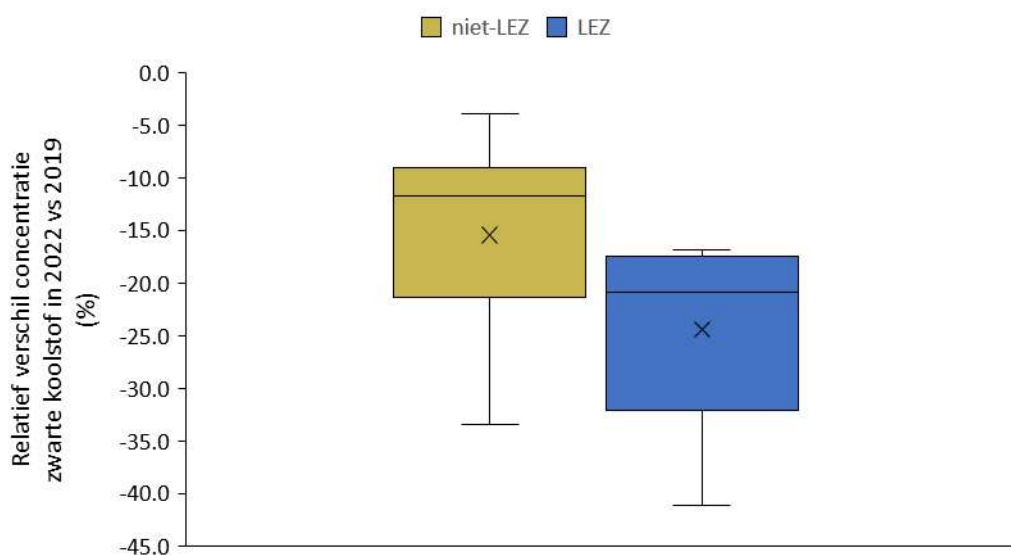
Tussen de meetplaatsen onderling is er in de bijdrage van houtverbranding weinig verschil. Onze meetplaatsen zijn niet brongericht geplaatst (dus niet vlakbij lokale bronnen van huishoudelijke houtverbranding), maar meten eerder de achtergrondconcentratie.

7. Impact lage-emissiezone (LEZ) op gemeten concentraties

Binnen de LEZ worden momenteel wagens met een hogere roetuitstoot geweerd, we verwachten daarom een invloed op de gemeten concentraties zwarte koolstof (een maat voor roetconcentratie). De concentratie zwarte koolstof is over heel Vlaanderen gedaald. De daling is groter op locaties in een LEZ (in Gent of Antwerpen) dan op locaties buiten een LEZ (heel Vlaanderen exclusief LEZ Gent en Antwerpen).

We hebben geen verkeersgerichte of grootstedelijke meetplaatsen die volledig buiten een LEZ liggen om de gemeten concentraties mee te vergelijken. Het is daarom niet vanzelfsprekend de situatie binnen en buiten een LEZ te vergelijken. Gezien wagens die aangepast zijn aan een LEZ ook buiten de LEZ rondrijden, wordt de concentratie buiten een LEZ ook beïnvloed. De impact die een LEZ kan hebben, stopt met andere woorden niet aan de rand van die LEZ.

Boxplot met de relatieve daling in de concentratie zwarte koolstof in 2022, ten opzichte van 2019 (het jaar vóór de LEZ), voor meetplaatsen in Vlaanderen die *niet* in een LEZ liggen en meetplaatsen die *wél* in een LEZ liggen (Gent en Antwerpen). Het kruisje in de boxplot geeft de gemiddelde daling aan.



INHOUD

SAMENVATTING	3
1 INLEIDING	16
2 HET MEETNET	17
3 STIKSTOFOXIDEN	22
3.1 NO ₂	22
3.1.1 Emissie van stikstofoxiden (uitgedrukt als stikstofdioxide) (NO _x (NO ₂))	22
3.1.2 Gemeten concentraties	23
3.1.3 Gemodelleerde concentraties	30
3.1.4 Toetsing aan de grenswaarden	32
3.1.5 Pollutierozen	33
3.2 NO	36
3.2.1 Gemeten concentraties	36
3.2.2 Pollutierozen	37
4 FIJN STOF	39
4.1 PM ₁₀	39
4.1.1 Emissie van PM ₁₀	39
4.1.2 Gemeten concentraties	43
4.1.3 Gemodelleerde concentraties	44
4.1.4 Toetsing aan de grenswaarden	46
4.1.5 Pollutierozen	48
4.2 PM _{2,5}	51
4.2.1 Emissie van PM _{2,5}	51
4.2.2 Gemeten concentraties	53
4.2.3 Gemodelleerde concentraties	54
4.2.4 Toetsing aan de grenswaarden	56
4.2.5 Chemische samenstelling van PM _{2,5}	57
4.2.6 Pollutierozen	58
4.3 Zwarte koolstof/Elementair koolstof	61
4.3.1 Emissies elementair koolstof	61
4.3.2 Gemeten concentraties	64
4.3.3 Gemodelleerde concentraties	65
4.3.4 Toetsing aan de grenswaarden	67
4.3.5 Pollutierozen	67
4.4 Houtverbranding	69
4.4.1 Bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof	69
4.4.2 Bijdrage van houtverbranding aan PM ₁₀	73
4.4.3 Gemiddeld dagverloop in de winter- en zomermaanden	75

4.4.4 Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting	80
5 LAGE EMISSIEZONE	82
5.1 Inleiding.....	82
5.2 Modellerings.....	82
5.3 Invloed van de LEZ op de gemeten concentraties	83
5.3.1 Uitdagingen bij het meten van het effect van een LEZ.....	83
5.3.2 Effect van LEZ.....	83
bijlage 1 Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2005).....	87
bijlage 2 Beschrijving van de polluenten	88
bijlage 3 Overzicht luchtkwaliteitsnormen	91
bijlage 4 Methodiek	94

Tabel 1: Overzicht van de automatische meetplaatsen en welke polluenten er gemeten worden	19
Tabel 2: Overzicht van de ligging van de NO ₂ -meetplaatsen met passieve samplers in Gent-centrum	20
Tabel 3: NO ₂ jaargemiddelden (µg/m ³) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2011 - 2021	25
Tabel 4: Indicatieve NO ₂ -jaargemiddelden gemeten met passieve samplers, en de verandering in NO ₂ -jaargemiddelde sinds 2017.....	27
Tabel 5: Aantal dagen met een NO ₂ -concentratie > 25 µg/m ³ sinds 2021	33
Tabel 6: NO-jaargemiddelden (µg/m ³) op de meetplaatsen voor de periode 2012 - 2022.....	36
Tabel 7: PM ₁₀ -jaargemiddelden (µg/m ³) op de meetplaatsen voor de periode 2012 - 2022	43
Tabel 8: Aantal dagen met een PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ , in de periode 2012 - 2022.....	46
Tabel 9: Aantal dagen met een PM ₁₀ -daggemiddelde > 45 µg/m ³ , voor de periode 2012-2022.....	48
Tabel 10: PM _{2,5} -jaargemiddelden (µg/m ³) op de meetplaatsen voor de periode 2012 – 2022.....	53
Tabel 11: Aantal dagen met PM _{2,5} -concentratie boven 15 µg/m ³ , van 2012 tot en met 2022.....	56
Tabel 12: Jaargemiddelden zwarte koolstof (µg/m ³) op de meetplaatsen van 2012 - 2022	64
Tabel 13: gemodelleerde impact van de LEZ in Gent in 2020 op vlak van emissies	82
Tabel 14: Grenswaarden en alarmdrempel voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (richtlijn 2008/50/EG).....	91
Tabel 15: Advieswaarden voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (WGO 2000 en 2021)	92
Tabel 16: Regelgeving voor PM ₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2021).....	92
Tabel 17: Europese regelgeving voor PM _{2,5} (2008/50/EG).....	93
Tabel 18: Advieswaarden voor PM _{2,5} (WGO 2021)	93

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Ligging van de automatische meetplaatsen in 2022 en afbakening van de zones	18
Figuur 2: Ligging van de passieve samplers en automatische meetplaatsen in Gent-centrum	21
Figuur 3: Bijdrage van de verschillende sectoren in de NO _x (NO ₂)- emissies in 2021 (links) en de trend van de NO _x (NO ₂)-emissies voor de periode 2005-2021 (rechts), weergegeven per zone	24
Figuur 4: NO ₂ -jaargemiddelde (µg/m ³) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2012 – 2022....	26
Figuur 5: Indicatieve NO ₂ -jaargemiddelden gemeten met passieve samplers in Gent-centrum in 2017, 2021 en 2002 (tussenliggende jaren niet getoond)	28
Figuur 6: Ligging van de passieve samplers in Gent-centrum, met hun indicatief NO ₂ -jaargemiddelde in 2022	29
Figuur 7: Gemodelleerd NO ₂ -jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022	31
Figuur 8: NO ₂ -pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats in 2022 (µg/m ³)	34
Figuur 9: NO ₂ -zeropollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022	35
Figuur 10: NO-jaargemiddelden (µg/m ³) van de verschillende meetplaatsen voor de periode 2012 – 2022.	36
Figuur 11: NO-pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats, in 2022 (µg/m ³).....	37
Figuur 12: NO-pollutierozen op elke meetplaats in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022	38
Figuur 13: Bijdrage van de verschillende sectoren in de PM ₁₀ -emissies in 2021 (links) en de trend van de PM ₁₀ -emissies voor de periode 2005 - 2021 (rechts), weergegeven per zone	42
Figuur 14: Trend van de PM ₁₀ -jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2012 – 2022.	44
Figuur 15: Gemodelleerd PM ₁₀ -jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022	45
Figuur 16: Aantal dagen met een PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ (EU grenswaarde) voor de periode 2012 – 2022	47
Figuur 17: Aantal dagen met een PM ₁₀ -concentratie > 45 µg/m ³ in de periode 2012 – 2022	48
Figuur 18: PM ₁₀ -pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats, in 2022 (µg/m ³)..	49
Figuur 19: PM ₁₀ -zeropollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022	50
Figuur 20: Bijdrage van de sectoren in de PM _{2,5} -emissies in 2021 (links) en de trend van de PM _{2,5} -emissies voor de periode 2005 - 2021 (rechts), weergegeven per zone	52
Figuur 21: PM _{2,5} -jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2012 – 2022.....	54
Figuur 22: Gemodelleerd PM _{2,5} -jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022	55
Figuur 23: Aantal dagen met een PM _{2,5} concentratie >15 µg/m ³ , van 2012 tot 2022, voor alle meetplaatsen	57
Figuur 24: Chemische samenstelling van PM _{2,5} op meetplaats Baudelohof (R701), voor de periode 2016 - 2022 (µg/m ³)	58
Figuur 25: PM _{2,5} -pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats in 2022.....	59

Figuur 26: PM _{2,5} -zeropollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022	60
Figuur 27: Bijdrage van de sectoren in de emissie van elementair koolstof in 2021 (links) en de trend van de EC-emissies voor de periode 2005 - 2021, weergegeven per zone	63
Figuur 28: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen van 2012 – 2022	65
Figuur 29: Gemodelleerd zwarte koolstof-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022	66
Figuur 30: Pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) voor zwarte koolstof van elke meetplaats, in 2022	67
Figuur 31: zero-pollutierozen zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone (boven) en Gent-centrum (onder), in 2022	68
Figuur 32: Maandelijks gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb} – blauwe balken) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC _{ff} – groene balken) in 2022. De meetplaats in het Baudelohof heeft te weinig data voor de maanden maart-mei door werken in het park en verplaatsing van de meetplaats	71
Figuur 33: Seizoensale gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb} – blauwe balken) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC _{ff} – groene balken) in de zomer (bovenste grafiek) en in de winter (onderste grafiek), van 2020 tot 2021. Voor meetplaats R701 ontbreken gegevens in de winter van 2020	72
Figuur 34: Maandelijks gemiddelden voor PM ₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM _{10_wb}), PM ₁₀ afkomstig van fossiele brandstoffen (PM _{10_ff}) en overig PM ₁₀ in 2022	74
Figuur 35: Gemiddeld dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC _{ff}) in de wintermaanden 2022	76
Figuur 36: Gemiddeld dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC _{ff}) in de zomermaanden 2022	77
Figuur 37: Gemiddelde dagverloop van PM ₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM _{10wb}) en PM ₁₀ afkomstig van fossiele brandstoffen (PM _{10ff}) in de wintermaanden 2022	78
Figuur 38: Gemiddelde dagverloop van PM ₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM _{wb}) en PM ₁₀ afkomstig van fossiele brandstoffen (PM _{10ff}) in de zomermaanden 2022	79
Figuur 39: pollutierozen (boven) en zero-pollutierozen (onder) voor zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb}) en afkomstig van fossiele brandstof (BC _{ff}) (µg/m ³) in de wintermaanden in 2022	81
Figuur 40: Boxplot met de relatieve daling in de concentratie zwarte koolstof in 2022, ten opzichte van 2019 (het jaar vóór de LEZ), voor meetplaatsen in Vlaanderen die níét in een LEZ liggen en meetplaatsen die wél in een LEZ liggen (Gent en Antwerpen). Het kruisje in de boxplot geeft de gemiddelde daling aan	84

1 INLEIDING

Dit rapport werd opgemaakt in het kader van de samenwerkingsovereenkomst tussen de stad Gent en de VMM. We bespreken de luchtconcentraties en emissies van een aantal pollutanten in de Gentse kanaalzone, de Gentse agglomeratie en Gent-centrum. We toetsen de concentraties van 2022 aan de Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Ook de trend doorheen de laatste jaren wordt bekeken.

In dit rapport focussen we op de volgende pollutanten:

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

De specificaties over de metingen en de meetonzekerheid vind je in bijlage 1. Een algemene beschrijving van de pollutanten staat in bijlage 2.

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 Milieujaarverslag (IMJV) en 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 van 2021.

In tegenstelling tot de luchtkwaliteitsmodelleringen zijn de emissiedata van het wegverkeer die de emissie inventaris van de VMM rapporteert niet gedetailleerd genoeg om een effect te zien van het circulatieplan of het invoeren van de lage-emissiezone (LEZ) in Gent.

MOW en de VMM werken samen om een oplossing te vinden om de uitstoot door het wegverkeer in de toekomst wel fijnmaziger en reëler weer te geven, op basis van het nieuwe gedetailleerd mobiliteitsmodel Flomovia. Omdat dit model momenteel nog niet helemaal op punt stond, baseerden we de weergave van de verkeersemissies in dit rapport toch nog op een berekening met een verkeersmodel dat geen rekening houdt met de situatie op het lokale wegennet. De data voor 2021 zijn afgeleid uit eerdere emissiecijfers voor Gent. De hier gerapporteerde emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan en de opstart van de LEZ in Gent.

De modelkaarten die de luchtkwaliteit inschatten op plaatsen waar geen meetresultaten zijn, gebruiken wel gedetailleerde lokale data waardoor het circulatieplan en de LEZ daar wel in zijn opgenomen.

Meer info vind je in bijlage 4.

2 HET MEETNET

Tabel 1 geeft een overzicht van de automatische meetplaatsen in de regio Gent, hun ligging en welke van de bovenstaande polluenten er gemeten worden. Figuur 1 toont de ligging van de meetplaatsen.

De **Gentse kanaalzone** ligt ten noorden van Gent en wordt gekenmerkt door industriële activiteiten langs het kanaal Gent-Terneuzen. De afbakening van deze zone komt overeen met de luchtkwaliteitszone zoals ze wordt gerapporteerd aan de Europese Commissie. Ze omvat naast de kanaaldorpen van de stad Gent ook de gemeenten Zelzate en Evergem. In de Gentse kanaalzone liggen vier automatische meetplaatsen:

- R731 in Evergem
- R740 in Sint-Kruis-Winkel. Hier werden de fijnstof metingen tijdelijk stilgelegd waardoor er geen data zijn in 2022
- R750 in Zelzate
- EG05 in Rieme

De zone **Gentse agglomeratie** is ook gebaseerd op de zone die werd afgebakend voor rapportering van de luchtkwaliteitsgegevens aan de Europese Commissie. Naast een aantal deelgemeenten van de stad hoort ook Destelbergen tot deze zone. In de zone Gentse agglomeratie liggen zes automatische meetplaatsen:

- R701 in het Baudelohof
- R702 naast de Gustaaf Callierlaan
- R710 in Destelbergen
- R721 in Wondelgem
- E716 in Mariakerke
- R703 in de Lange Violettestraat. Deze meetplaats werd begin 2019 opgestart om metingen te verzamelen in een street canyon. Hier wordt alleen zwarte koolstof gemeten.

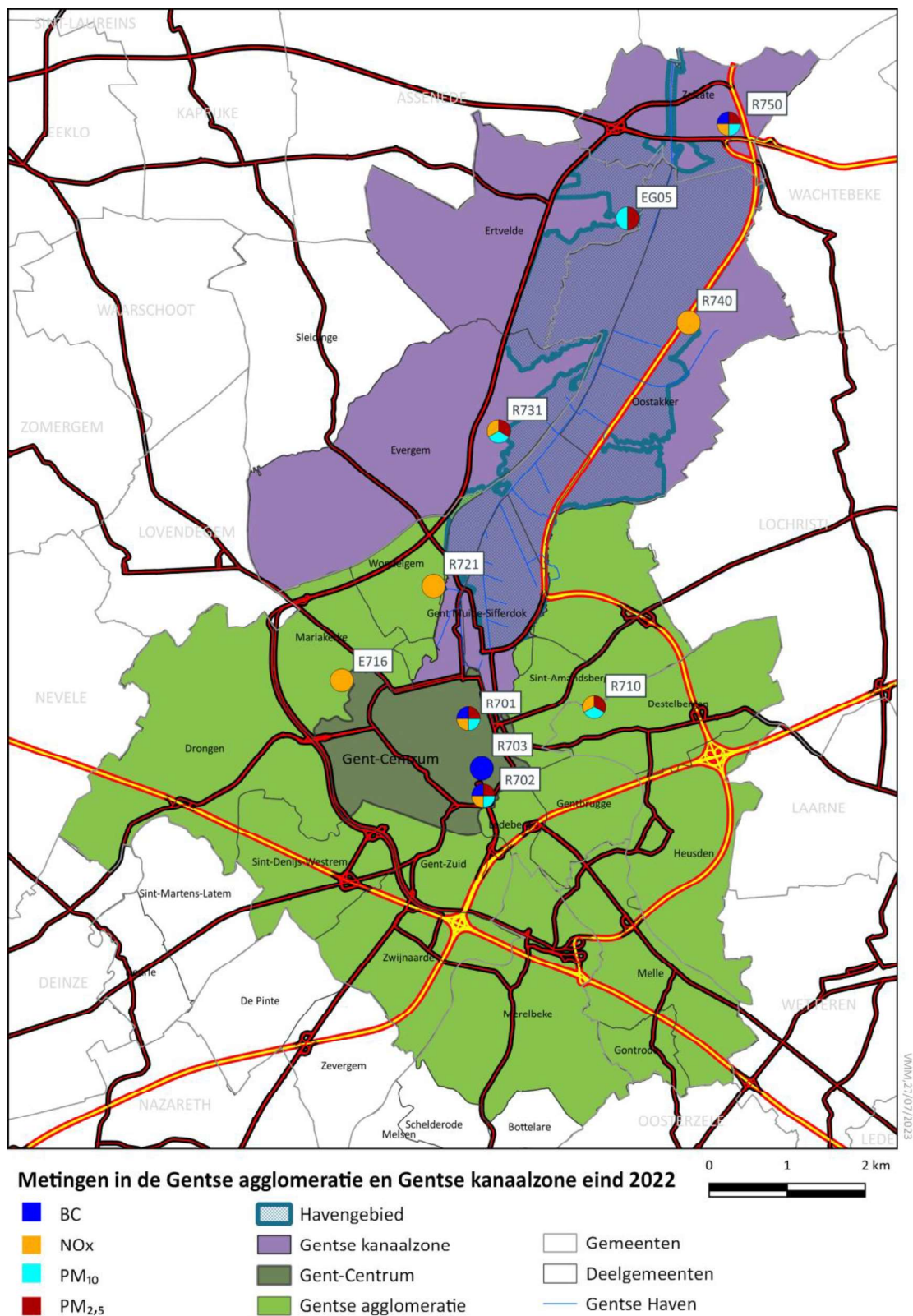
Voor het 'Actieplan fijn stof en NO₂ voor agglomeratie Gent en Gentse kanaalzone (2016-2020)'¹ werd deze zone voor het berekenen van de emissiegegevens nog uitgebreid met Melle (inclusief Gontrode) en Merelbeke (zonder de deelgemeenten), dit vanwege de aanwezigheid van de E40 en R4.

Gent-centrum werd, overeenkomstig de werkwijze van het actieplan, voor het weergeven van de emissiegegevens als aparte zone afgezonderd van de Gentse agglomeratie omdat het gebied andere kenmerken heeft qua bevolkingsdichtheid en wegdichtheid.

Als aanvulling op de meetplaatsen waar er met automatische monitoren wordt gemeten en omwille van de invoering van het circulatieplan (in april 2017), meet de VMM op vraag van Gent in Gent-centrum op 20 locaties NO₂ met passieve samplers. De samplers bevinden zich op verschillende types locaties zoals in *street canyons*, langs drukke invalswegen en op stedelijke achtergrondlocaties. De ligging van deze locaties staat in Tabel 2 en wordt getoond op Figuur 2.

¹ Het actieplan vind je op de website <https://omgeving.vlaanderen.be/luchtkwaliteitsplan-gent>.

Figuur 1: Ligging van de automatische meetplaatsen in 2022 en afbakening van de zones



Tabel 1: Overzicht van de automatische meetplaatsen en welke polluenten er gemeten worden

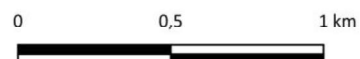
Code	Naam	Adres	Classificatie Meetplaats	Lambertcoördinaten			PM ₁₀	PM _{2,5}	BC	NO _x
				X	Y	Z				
R701	Gent-Baudelohof	Baudelostraat	stedelijk, achtergrond	105169	194435	8	✓	✓	✓	✓
R702	Gent-Gustaaf Callierlaan	Gustaaf Callierlaan	stedelijk, verkeer	105540	192476	7	✓	✓	✓	✓
R703	Gent-Lange Violettestraat	Lange Violettestraat	stedelijk, verkeer	105510	193165	8			✓	
R710	Destelbergen	Admiraaldreef	voorstedelijk, achtergrond	108394	194736	7	✓	✓		✓
R721	Wondelgem	Sint-Sebastiaanstraat	voorstedelijk, industrieel	104275	197850	8				✓
E716	Mariakerke	Driepikkelstraat	voorstedelijk, industrieel	101919	195427	8				✓
R731	Evergem	Doornzeelsestraat	landelijk, industrieel	105947	201811	7	✓	✓		✓
R740	Sint-Kruis-Winkel	Schuitstraat	landelijk, industrieel	110815	204603	5	✓	✓		✓
R750	Zelzate	Burgemeester Jos Chalmetlaan	landelijk, industrieel	111845	209705	6	✓	✓	✓	✓
EG05	Evergem (Rieme)	Riemeweg	Landelijk, industrieel	109251	207276		✓	✓		

Tabel 2: Overzicht van de ligging van de NO₂-meetplaatsen met passieve samplers in Gent-centrum

Naam	Plaats Code	Straat	Lambertcoördinaten	
			X	Y
Gent-Begijnhoflaan	GN46	Begijnhoflaan	103916	194572
Gent-Clarissenstraat	GN43	Clarissenstraat	105629	192843
Gent-Coupure Links 53	GN48	Coupure Links 53	104459	193126
Gent-Coupure Links 653	GN42	Coupure Links 653	103744	193918
Gent-Dok-Zuid	GN38	Dok-Zuid	105774	194390
Gent-Hoogstraat	GN53	Hoogstraat	104081	194047
Gent-Keizer Karelstraat	GN50	Keizer Karelstraat	105312	193869
Gent-Keizervest	GN40	Keizervest	105743	192314
Gent-Kortrijksepoortstraat	GN47	Kortrijksepoortstraat	104656	192962
Gent-Kraanlei	GN55	Kraanlei	104637	194253
Gent-Lammerstraat	GN52	Lammerstraat	105024	193293
Gent-Martelaarslaan	GN36	Martelaarslaan	103775	193343
Gent-Nieuwewandeling	GN41	Nieuwewandeling	103527	194076
Gent-Palinghuizen	GN37	Palinghuizen	103203	195208
Gent-Phoenixstraat	GN49	Phoenixstraat	103562	194405
Gent-Recollettenlei	GN54	Recollettenlei	104492	193576
Gent-Rodetorenkaai	GN45	Rodetorenkaai	105453	194243
Gent-Rooigemlaan	GN39	Rooigemlaan	102665	194349
Gent-Tolhuislaan	GN51	Tolhuislaan	104854	194858
Gent-Tweebruggenstraat	GN44	Tweebruggenstraat	105680	193333

* NO₂ met passieve sampler

■ BC ■ NO_x ■ PM₁₀ ■ PM_{2,5}



3 STIKSTOFOXIDEN

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

In tegenstelling tot NO is NO_2 een toxisch gas dat de luchtwegen kan irriteren. Een kwart² van de jaarlijkse astmagevallen bij kinderen zou komen door NO_2 . Ook voor het milieu is NO_2 schadelijk, omdat het via depositie mee kan leiden tot verzuring en vermesting 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.

Naast directe uitstoot wordt NO_2 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 toxisch gas NO_2 door reactie met onder andere ozon (O_3). Anderzijds draagt NO_2 bij tot de fotochemische ozonvorming waarbij O_3 wordt gevormd en NO_2 wordt omgezet tot NO . De chemie van stikstofcomponenten in de atmosfeer is erg complex.

Meer informatie over NO_x vind je in bijlage 2.

3.1 NO_2

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

In 2021 bedroeg de NO_x (NO_2)-emissie voor de zones Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum samen 10233 ton. Dit was 10 % van de totale NO_x (NO_2)-uitstoot van heel Vlaanderen en 16 % meer dan in 2020. 8161 ton werd uitgestoten in de kanaalzone, 1760 ton in de Gentse agglomeratie en 313 ton in Gent-centrum. Hoewel de bronnen in de Gentse kanaalzone veel meer uitstoten, zijn de emissies in het centrum van Gent ook belangrijk omdat ze door hun nabijheid directe impact hebben op de blootstelling van de inwoners.

Figuur 3 toont in het linkerdeel voor 2021 voor elke zone de bijdrage van de verschillende sectoren in de NO_x (NO_2)-emissies en in het rechterdeel de trend van de NO_x (NO_2)-emissies sinds 2005. Voor een beschrijving van de zones, zie hoofdstuk 2. De meest recente beschikbare emissiedata zijn die van 2021.

De weergave van de verkeersemissies in dit rapport is gebaseerd op een verkeersmodel dat geen rekening houdt met de situatie op het lokale wegennet. De hier gerapporteerde emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan en de opstart van de LEZ in Gent. Meer informatie hierover vind je in bijlage 4.

In de **Gentse kanaalzone** kwamen de NO_x (NO_2)-emissies in 2021 voor:

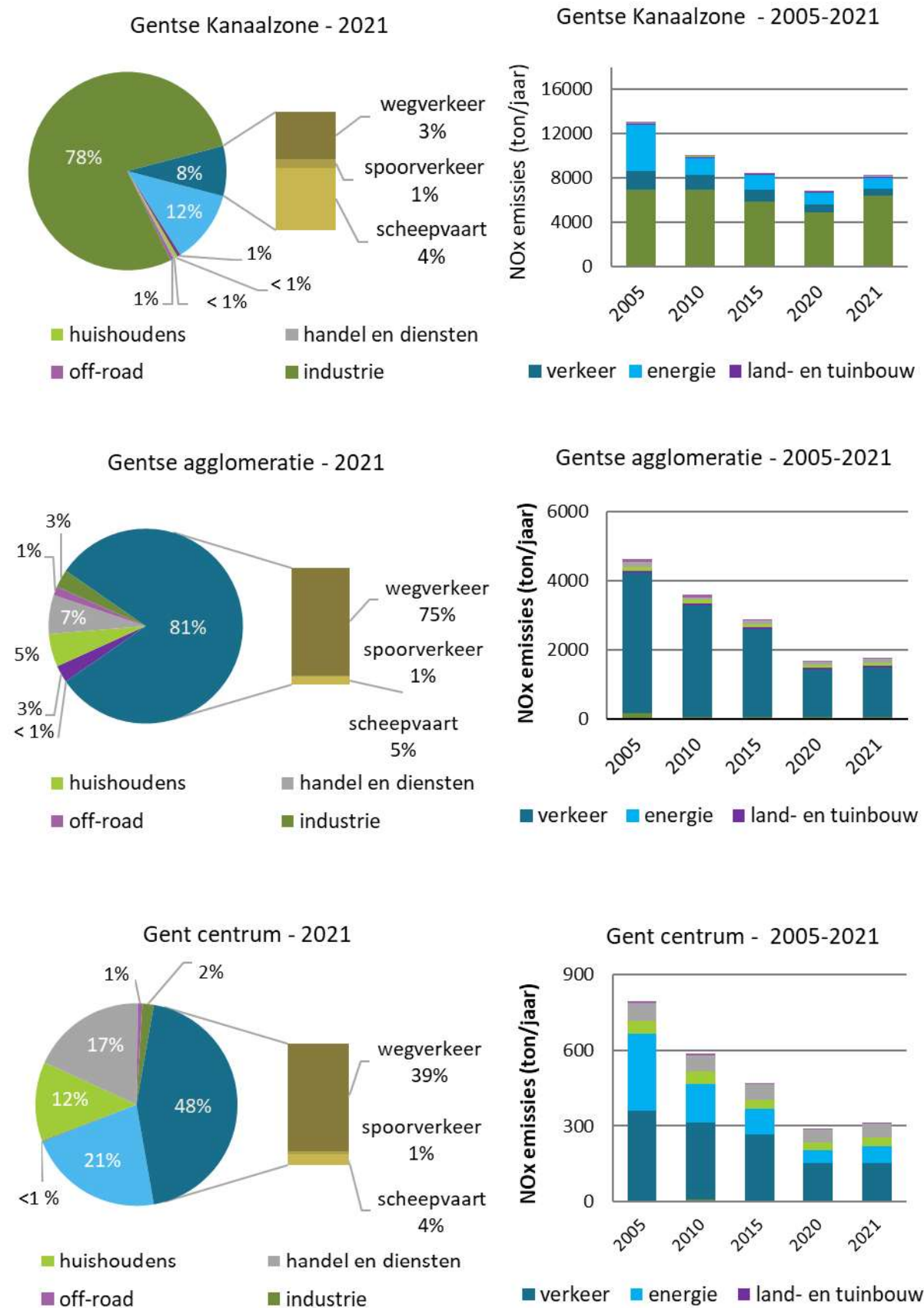
- 78 % van de sector industrie
- 12 % van de sector energie
- 8 % van het verkeer, waar scheepvaart de helft van uitmaakte

Het aandeel van de andere sectoren in de Gentse kanaalzone is kleiner dan 1 %.

De belangrijkste bijdrage aan de emissies van de sector industrie wordt geleverd door ArcelorMittal.

² <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017320184>

Figuur 3: Bijdrage van de verschillende sectoren in de NO_x(NO₂)- emissies in 2021 (links) en de trend van de NO_x(NO₂)-emissies voor de periode 2005-2021 (rechts), weergegeven per zone



3.1.2.1 Automatische meetplaatsen

NO₂-concentraties zijn sterk gelinkt aan verkeersintensiteit. De concentraties gemeten op de verkeegerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (R702) liggen - sinds de start van de metingen op deze meetplaats – dan ook duidelijk hoger dan op alle andere meetplaatsen. Deze meetplaats ligt naast de B401. Dit is de fly-over die de verbinding vormt tussen de E17 Kortrijk-Antwerpen en de E40 Oostende-Brussel met het centrum van Gent. Op deze locatie wordt het hoogste jaargemiddelde gemeten (24 µg/m³). Het verschil met de andere meetplaatsen is de laatste 2 jaar wel kleiner geworden dan in de jaren 2014-2019 (zie Figuur 4). Het laagste NO₂-jaargemiddelde werd in 2022 gemeten in Destelbergen (R710).

Op de overige Vlaamse meetplaatsen lag het NO₂-jaargemiddelde in 2022 tussen 9 en 39 µg/m³. Op het merendeel (60 %) van de Vlaamse meetplaatsen is de jaarconcentratie dezelfde als in 2021, op 25 % van de meetplaatsen is ze gedaald en een minderheid (15%) heeft een hogere concentratie dan in 2021.

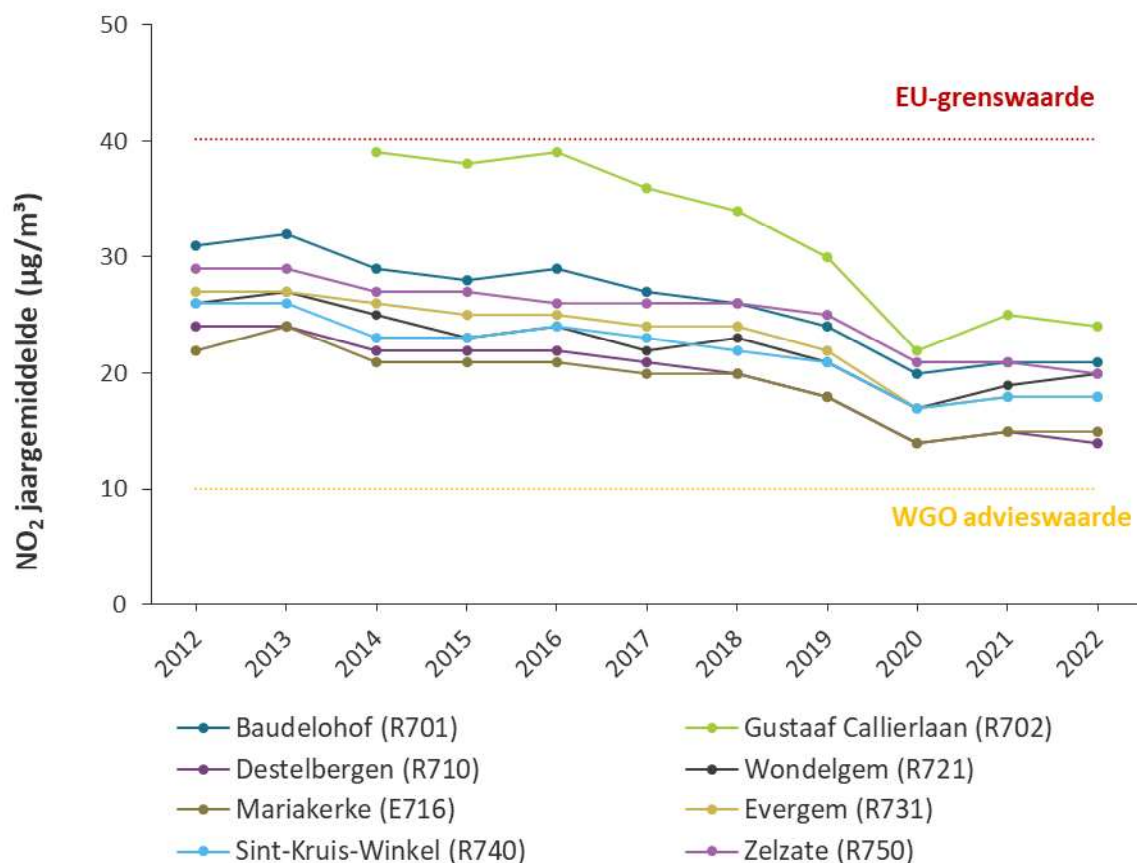
In vergelijking met 10 jaar geleden, ligt op de locaties het jaargemiddelde in 2022 gemiddeld 33 % lager dan in 2012 (zie Figuur 4). De opvallend lagere concentraties gemeten in 2020 waren het gevolg van de COVID-maatregelen. De maatregelen zorgden voor veel minder verkeer en dus ook voor minder NO₂-uitstoot.

Tabel 3: NO₂ jaargemiddelden (µg/m³) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2011 - 2021

Naam meetplaats	Code	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baudelohof	R701	31	32	29	28	29	27	26	24	20	21	21
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	39	38	39	36	34	30	22	25	24
Destelbergen	R710	24	24	22	22	22	21	20	18	14	15	14
Wondelgem	R721	26	27	25	23	24	22	23	21	17	19	20
Mariakerke	E716	22	24	21	21	21	20	20	18	14	15	15
Evergem	R731	27	27	26	25	25	24	24	22	17	18	18
Sint-Kruis-Winkel	R740	26	26	23	23	24	23	22	21	17	18	18
Zelzate	R750	29	29	27	27	26	26	26	25	21	21	20

Meetplaats M702 in Ertvelde werd stopgezet in 2021.

Figuur 4: NO₂-jaargemiddelde (µg/m³) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2012 – 2022



3.1.2.2 Passieve samplers

In het kader van de invoering van het circulatieplan meet de VMM sinds midden 2016, in aanvulling op de metingen met automatische monitoren, ook NO₂ met behulp van passieve samplers. Met passieve samplers kunnen we meten 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.

Meetlocaties

De samplers hangen in Gent-centrum op 20 locaties (zie Tabel 2 en Figuur 2). De samplers worden telkens in duplo opgehangen gedurende periodes van 2 weken. Een volledig jaar bestaat dus uit 26 meetperiodes.

Automatische monitoren vs. passieve samplers

De automatische monitoren meten volgens de Europese referentiemethode. Passieve samplers niet, maar ze worden wel gekalibreerd ten opzichte van deze referentiemethode. De jaargemiddelden verkregen met passieve samplers voldoen aan de Europese criteria voor 'indicatieve metingen' (metingen die aan minder strikte gegevens-kwaliteitsdoelstellingen voldoen dan de vaste metingen). We spreken daarom van 'indicatieve jaargemiddelden'.

Geen overschrijdingen van de Europese grenswaarden

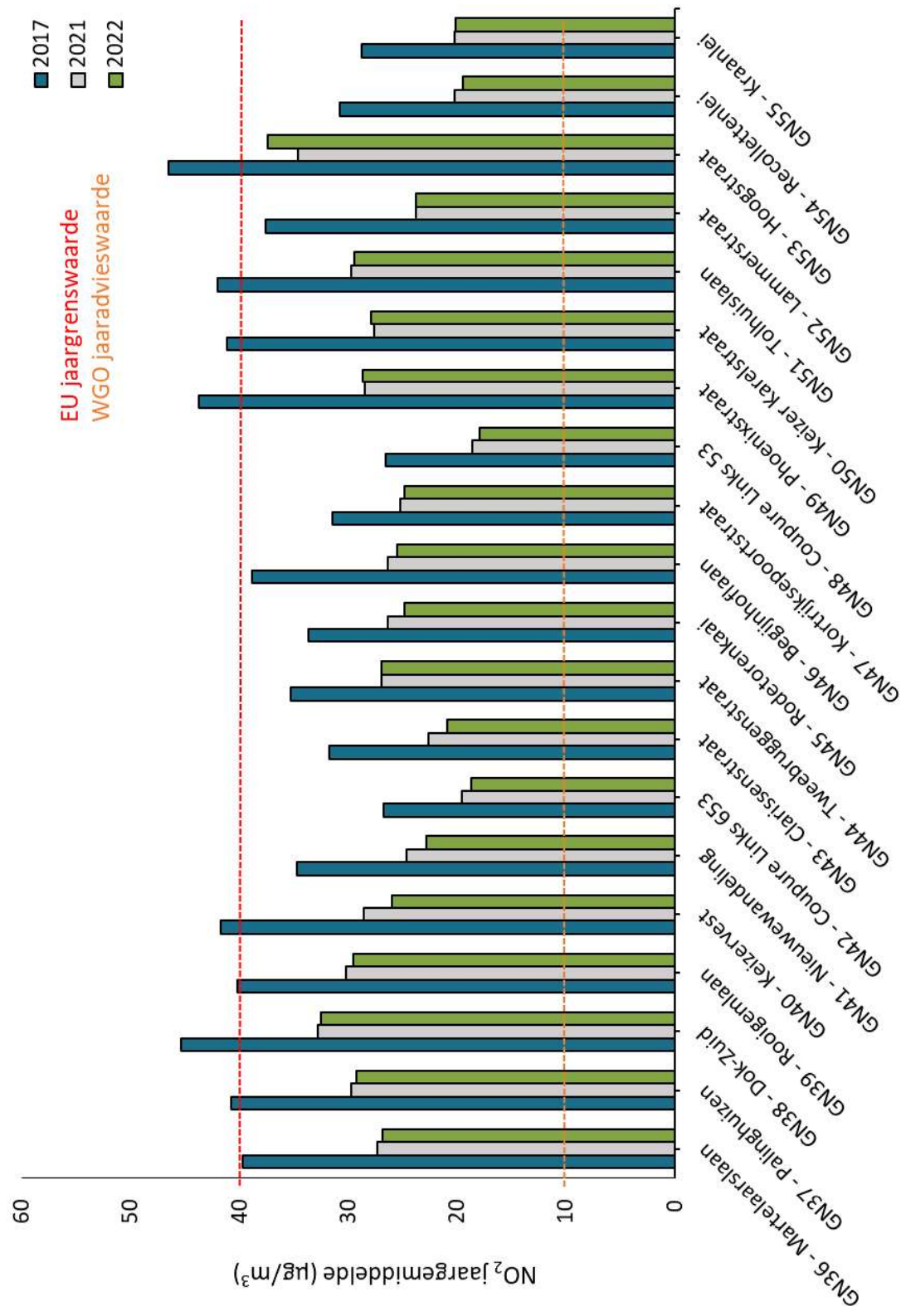
Figuur 5 toont per locatie de NO₂ concentraties gemeten met passieve samplers in 2017, 2021 en 2022. Over het algemeen liggen de concentraties gemeten in 2022 net iets lager dan in 2021 (2 % lager). Op een aantal locaties ligt het jaargemiddelde hoger dan in 2021: op de locaties Phoenixstraat en Keizer

In vergelijking met 2017 (het eerste volledige meetjaar met passieve samplers), liggen de gemeten concentraties in 2022 over alle locaties gemiddeld 30 % lager.

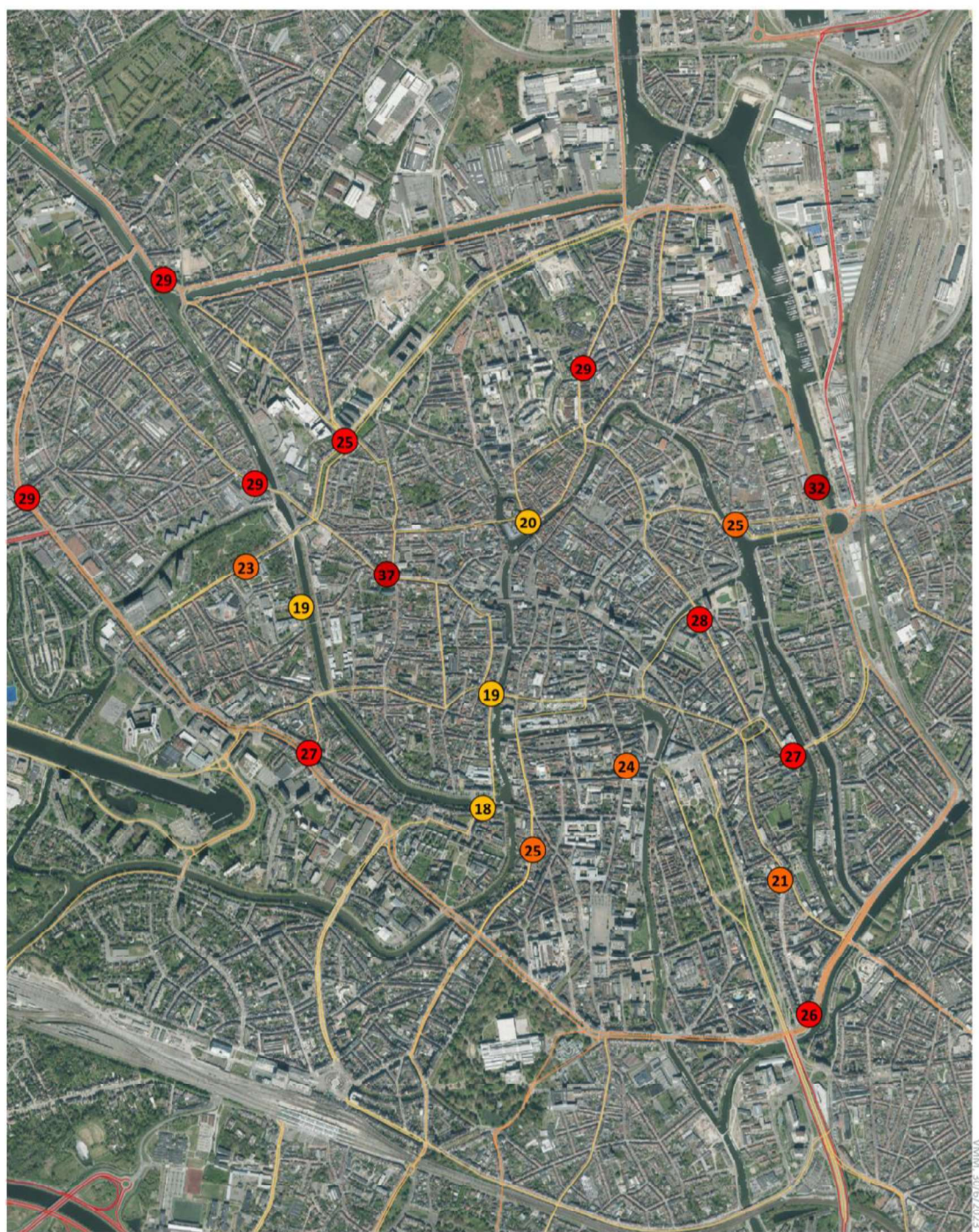
Als de straten worden onderverdeeld in de categorieën R40, ontsluitingswegen en woonstraten, zijn de gemeten NO₂-concentraties het laagst in de woonstraten, en het hoogst op de R40. De daling sinds 2017 is het grootst in de woonstraten (-33 %, zie Tabel 4).

Categorie straat	Code meetplaatsen	Jaargemiddelde 2022 (µg/m³)	Evolutie van NO ₂ jaargemiddelde sinds 2017
R40	GN36-GN40	29	- 31 %
Ontsluitingswegen	GN41, GN44-GN47, GN50, GN51, GN53, GN54	27	-28%
Woonstraten	GN42, GN43, GN48, GN49 GN52, GN55	22	-33%

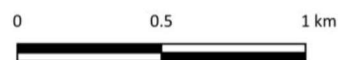
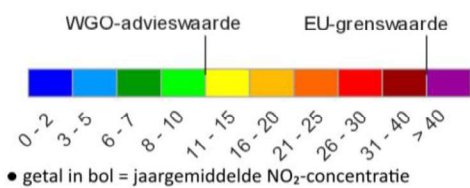
Figuur 5: Indicatieve NO₂-jaargemiddelden gemeten met passieve samplers in Gent-centrum in 2017, 2021 en 2022 (tussenliggende jaren niet getoond)



Figuur 6: Ligging van de passieve samplers in Gent-centrum, met hun indicatief NO₂-jaargemiddelde in 2022



Passieve sampler metingen NO₂ in Gent 2022



3.1.3 Gemodelleerde concentraties

Op plaatsen waar er geen meetresultaten beschikbaar zijn, schat de VMM de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Hiervoor gebruikt de VMM het ATMO-Street model. ATMO-Street is de naam voor de modelketen RIO-IFDM-OSPM. Meer uitleg over deze modellen vind je in bijlage 4.

Het ATMO-Street model toont een simulatie van de jaargemiddelden in 2022. Het model gebruikt (verkeers)emissiegegevens voor 2022 in combinatie met gegevens over het wagenpark (vlootsamenstelling, verdeling over de EURO-normen ...). De vlootsamenstelling van de stad Gent van de LEZ werd gebruikt. De berekeningsmethode kan een over- of onderschatting geven op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Voor de opmaak van de gemodelleerde kaarten voor 2022 werden de recentst beschikbare emissiedata gebruikt: voor wegverkeer is dit 2022, voor industrie en scheepvaart 2021. Meer uitleg over de methodiek van de modellering vind je in bijlage 4.

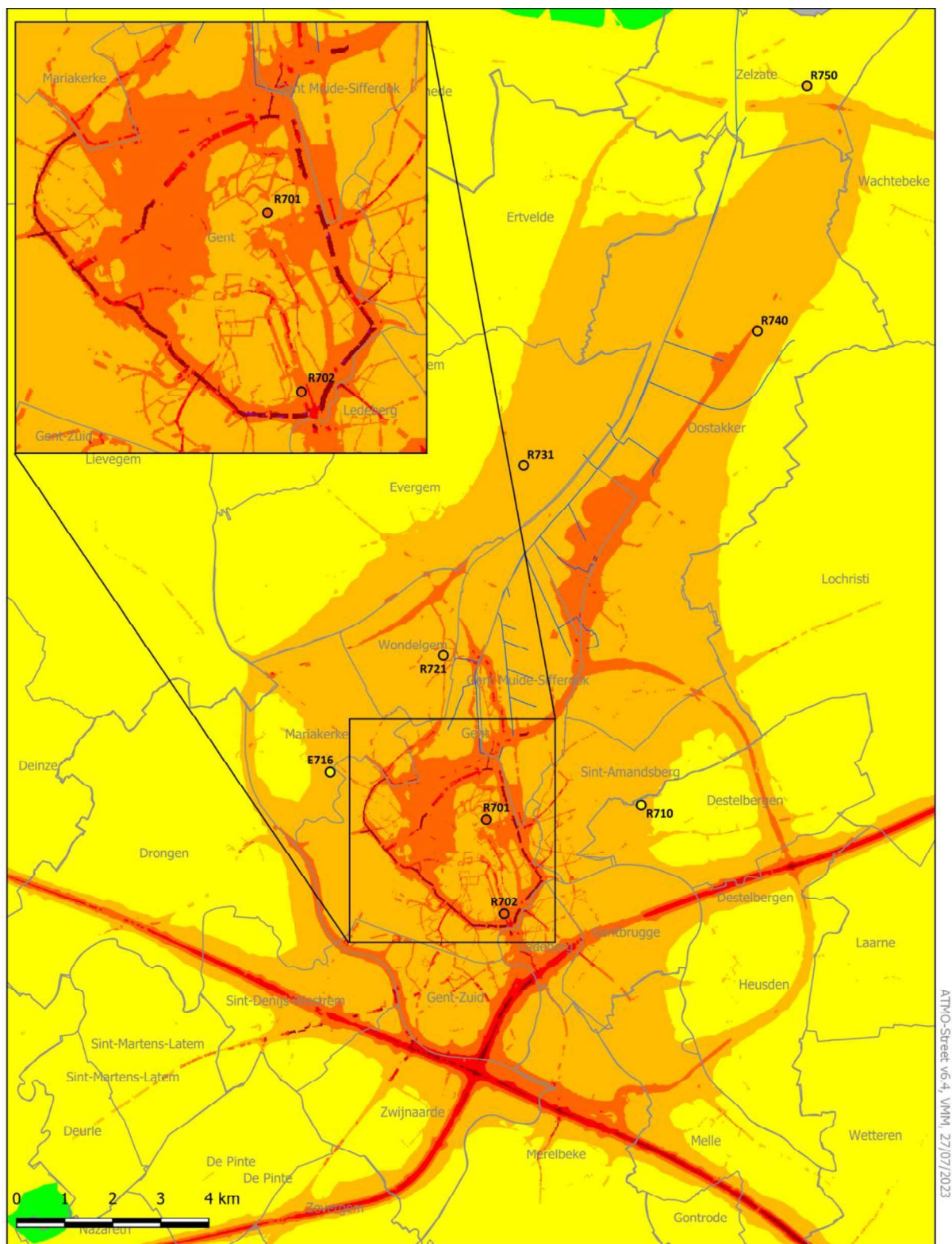
Figuur 7 toont de gemodelleerde NO₂-jaargemiddelden in 2022. De concentraties rond de autosnelwegen en aan de stadsring zijn verhoogd, met lokaal mogelijke overschrijdingen van de EU-jaargrenswaarde van 40 µg/m³. In de binnenstad zijn er volgens de gemodelleerde concentraties geen overschrijdingen.

Voor de modelkaarten van 2022 wordt een **nieuwe kleurenschaal** gebruikt die gebaseerd is op de advieswaarden die de WGO in 2021 definieerde. Omdat de concentratieschalen die IRCEL (Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu) en de drie gewesten gebruiken om de langetermijnpact te visualiseren niet meer in overeenstemming waren met de nieuwe WGO-advieswaarden, werden ze aangepast.

In vergelijking met de vroeger gebruikte concentratieklassen zullen de kaarten “roder” kleuren. Dit betekent niet dat de luchtkwaliteit op zich erop achteruitgaat. Integendeel, we stellen vast dat de luchtkwaliteit al verschillende decennia verbetert. Het wil wel zeggen dat, op basis van de meest recente epidemiologische studies, er al gezondheidsrisico's zijn bij lagere concentraties dan de (oude) advieswaarden uit 2005.

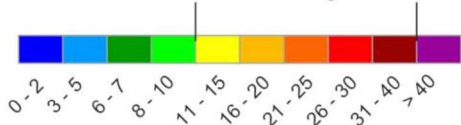
Meer info vind je op <https://www.irceline.be/nl/nieuws/jaargemiddelde-concentratieschalen-aangepast-aan-de-strengere-wgo-advieswaarden>.

Figuur 7: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022



NO₂-jaargemiddelde 2022 berekend met ATMO-Street (µg/m³)

WGO-advieswaarde EU-grenswaarde



○ meetplaats (kleur = gemeten waarde)

■ meetplaats met onvoldoende data (< 90% meetgegevens; kleur = indicatieve waarde)

— Gentse Haven

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.

3.1.4 Toetsing aan de grenswaarden

De Europese Commissie definieert streef- en grenswaarden en alarmdrempels voor diverse polluenten. Deze waarden zijn gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO), maar brengen technische haalbaarheid en economische consequenties van de opgelegde concentratieniveaus in rekening. Daardoor zijn deze waarden minder streng dan de advieswaarden van de WGO. De WGO kijkt bij het bepalen van de advieswaarden alleen naar gezondheidseffecten.

Alleen de Europese grenswaarden zijn wettelijk bindend. Bij een overschrijding moet Vlaanderen actieplannen opstellen die garanderen dat we de grenswaarden in de toekomst halen.

De WGO-advieswaarden zijn niet bindend. In het Vlaams luchtbeleidsplan is het voldoen aan de WGO-advieswaarden wel opgenomen als langetermijndoelstelling (2050).

Een overzicht van de luchtkwaliteitsnormen vind je in bijlage 3.

3.1.4.1 Europese grenswaarden

De gemeten concentraties liggen op alle meetplaatsen (zowel die met automatische monitoren als deze met passieve samplers) onder de EU-grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor jaargemiddelden. Ook in de rest van Vlaanderen liggen op alle automatische meetplaatsen de jaargemiddelden onder $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Het ATMO-Street model berekent voor NO₂ wel lokale overschrijdingen van de jaargrenswaarde langs de stadsring en Voormuide.

3.1.4.2 WGO-advieswaarden

De advieswaarde voor het jaargemiddelde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) werd in 2021 verstrengd van 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ naar 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Geen enkele automatische meetplaats voldoet aan deze nieuwe advieswaarde (zie Figuur 4) en ook de metingen met passieve samplers liggen boven de advieswaarde (zie Figuur 5). Het laagste jaargemiddelde gemeten in de regio Gent en Gentse kanaalzone omgeving was 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemeten in Destelbergen).

In heel Vlaanderen waren er in 2022 4 locaties (van de 55 locaties in totaal) die de WGO-advieswaarde behaalden (4 landelijke locaties, namelijk Walshoutem, Houtem, Sint-Pieters-Leeuw en Idegem).

Van de locaties die met passieve samplers worden opgevolgd, hebben 5 van de 50 locaties een jaargemiddelde van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ of lager (dit zijn locaties in natuurgebieden: Maasmechelen, Retie, Tielt-Winge, Wingene, Zwevegem).

Sinds 2021 heeft de WGO ook een advieswaarde voor NO₂-daggemiddelden gedefinieerd. Een dagconcentratie van 25 µg/m³ mag maximaal 3 keer per jaar overschreden worden.

Tabel 5 toont het aantal overschrijdingen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone en agglomeratie sinds 2021. Op alle meetplaatsen lag dit aantal zowel in 2021 als in 2022 ver boven de advieswaarde. Binnen de Gentse agglomeratie en kanaalzone heeft Destelbergen het laagste aantal dagoverschrijdingen (29 dagen) en de verkeersgerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan had het hoogste aantal dagen waar het NO₂-daggemiddelde werd overschreden (120 dagen). Het aantal dagen waar de dag-concentratie overschreden wordt, is gedaald ten opzichte van 2021, behalve in Mariakerke (E716)

Ook de andere meetplaatsen in Vlaanderen halen deze advieswaarde voor daggemiddelden niet. Een meetplaats gelegen te Idegem komt met 8 dagen het dichtst in de buurt van de 3 geadviseerde overschrijdingen. Het hoogste aantal dagen met een overschrijding van het NO₂-daggemiddelde werd gemeten in Antwerpen in de Van Maerlantstraat (280 dagen). Dit is een streetcanyon in het centrum van Antwerpen waar onder andere veel bussen passeren.

Tabel 5: Aantal dagen met een NO₂-concentratie > 25 µg/m³ sinds 2021

Naam meetplaats	Code	2021	2022
Baudelohof	R701	103	80
Gustaaf Callierlaan	R702	142	120
Destelbergen	R710	37	29
Wondelgem	R721	88	95
Mariakerke	E716	37	47
Evergem	R731	68	65
Sint-Kruis-Winkel	R740	65	50
Zelzate	R750	109	89

Oranje : overschrijding van de WGO-advieswaarde (max 3 dagen toegelaten)

3.1.5 Pollutierozen

Figuur 8 en Figuur 9 geven de pollutierozen en zero-pollutierozen (pollutierozen met aftrek van de achtergrondconcentratie) voor NO₂ voor de verschillende meetplaatsen. Uitleg over de methodiek van pollutierozen vind je in bijlage 4.

Op de meetplaats in Zelzate (**R750**) worden hogere NO₂-concentraties aangevoerd vanuit het zuidwesten. In deze richting ligt ArcelorMittal.

Op de industriële meetplaats in Sint-Kruis-Winkel (**R740**) worden hogere NO₂-concentraties gemeten bij wind uit noordwestelijke en westelijke richting. De R4 loopt westelijk van deze meetplaats. En ten noordenwesten van dit meetstation ligt de Electrabel Centrale Knippergroen en iets verder noordwestelijk ligt ArcelorMittal.

In Evergem (**R731**) treden hogere concentraties op bij wind van het noordoosten tot het zuidoosten, dat is wind die vanuit de kanaalzone komt. Ten noordoosten van deze meetplaats ligt onder andere ArcelorMittal.

Ook in Wondelgem (**R721**) komen hogere NO₂-concentraties uit noordoostelijke tot zuidoostelijke richting (richting kanaalzone).

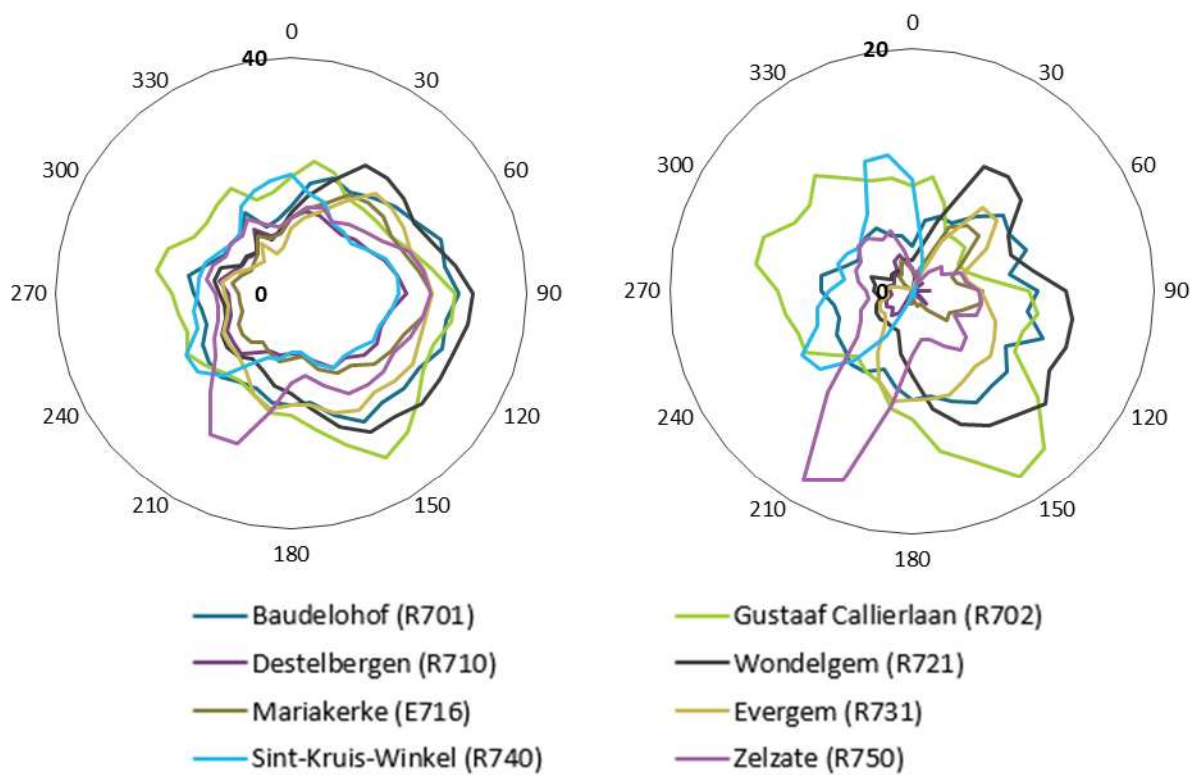
De vorm van de pollutieroos van Destelbergen (**R710**) is niet zo goed zichtbaar op de figuur en kaart omdat op deze locatie de laagste NO₂-concentraties worden gemeten (van de hier beschouwde meetplaatsen). Als er iets hogere concentraties worden gemeten, is het bij westelijke en noordwestelijke wind.

In Mariakerke (**E716**) worden ook relatief lage NO₂-concentraties gemeten. Hogere concentraties worden aangevoerd bij wind uit het oosten en noordoosten. Dat is richting de stad en verder weg de kanaalzone.

Op de meetplaats in het Baudelohof (**R701**) is geen specifieke windrichting die opvallend overheerst qua verhoogde concentraties.

Op de verkeersgerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (**R702**) liggen de gemeten NO₂-concentraties bij zuidoostelijke en noordwestelijke wind een stuk hoger dan op de andere meetplaatsen. Dit door zijn ligging op een plaats waar veel verkeer passeert.

Figuur 8: NO₂-pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats in 2022 (µg/m³)



0 4 8 12 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

 E716	 R710	 R740
 R701	 R721	 R750
 R702	 R731	

0 1.000 2.000 m

3.2 NO

3.2.1 Gemeten concentraties

Tabel 6 en Figuur 10 tonen de NO-jaargemiddelden van alle automatische meetplaatsen in de regio Gent sinds 2012. De meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (R702) is de meetplaats met het hoogste NO-jaargemiddelde ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De jaargemiddelden van de andere meetplaatsen lagen lager, tussen 3 en $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

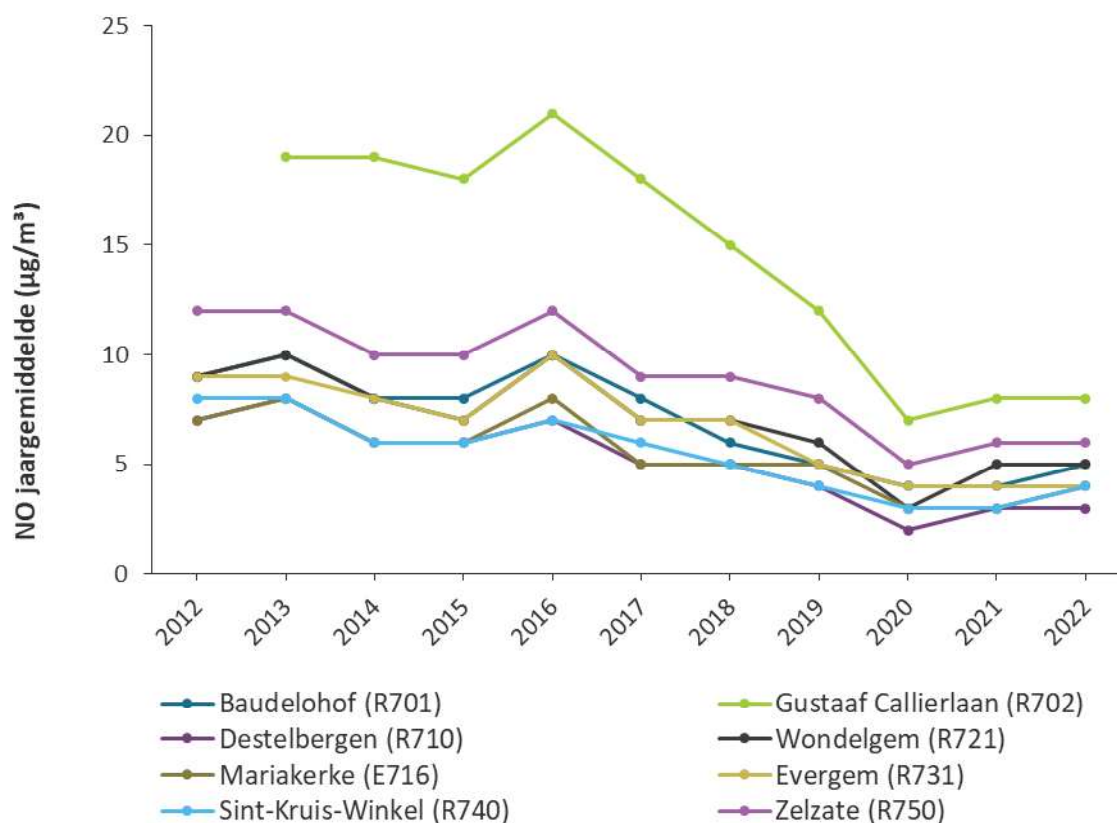
In vergelijking met 2021, zijn de NO-jaargemiddelden ofwel hetzelfde gebleven, ofwel licht gestegen. Op geen enkele meetplaats werd een daling in NO-jaargemiddelde gemeten.

Over de langere termijn is er wel nog steeds een licht dalende trend. In vergelijking met 10 jaar geleden zijn de NO-jaargemiddelden met gemiddeld 50 % gedaald.

Tabel 6: NO-jaargemiddelden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) op de meetplaatsen voor de periode 2012 - 2022

Naam meetplaats	Code	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baudelohof	R701	9	10	8	8	10	8	6	5	4	4	5
Gustaaf Callierlaan	R702	-	19	19	18	21	18	15	12	7	8	8
Destelbergen	R710	7	8	6	6	7	5	5	4	2	3	3
Wondelgem	R721	9	10	8	7	10	7	7	6	3	5	5
Mariakerke	E716	7	8	6	6	8	5	5	5	3	3	4
Evergem	R731	9	9	8	7	10	7	7	5	4	4	4
Sint-Kruis-Winkel	R740	8	8	6	6	7	6	5	4	3	3	4
Zelzate	R750	12	12	10	10	12	9	9	8	5	6	6

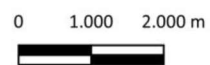
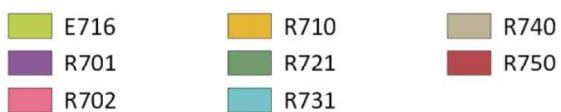
Figuur 10: NO-jaargemiddelden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) van de verschillende meetplaatsen voor de periode 2012 – 2022



Figuur 12: NO-pollutierozen op elke meetplaats in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022



Zero-pollutierozen NO op meetplaatsen Gentse agglomeratie eind 2022



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.

Fijn stof in de atmosfeer bestaat enerzijds uit **primaire deeltjes** die rechtstreeks door antropogene of natuurlijke bronnen worden uitgestoten, en anderzijds uit een **secundaire deeltjes**. De secundaire fijn stofdeeltjes worden niet rechtstreeks uitgestoten. Ze ontstaan in de atmosfeer wanneer luchtverontreinigende gasen onder invloed van chemische en fysische processen met elkaar reageren en deeltjes vormen. De belangrijkste verbindingen die voorlopers zijn voor secundair fijn stof zijn ammoniak (NH₃, overwegend uitgestoten door de landbouw), stikstofoxiden (NO_x, overwegend uitgestoten door transport), zwaveldioxide (SO₂, overwegend uitgestoten door de industrie) en verschillende semivluchtige organische verbindingen. De vorming van secundair fijn stof neemt tijd in beslag. In die tijd kan het zich gelijkmatig en over grote afstanden verspreiden.

De aanwezigheid van fijn stof in de omgevingslucht heeft een negatieve invloed op de gezondheid, zowel op korte als lange termijn. Onder andere luchtweginfecties, astma, verschillende kankers (niet alleen longkanker) en een verminderde levensverwachting worden gelinkt met fijn stof. Zelfs al voor de geboorte veroorzaakt fijn stof negatieve effecten. Niet alleen komen foetussen in aanraking met luchtvervuiling via de placenta waar roetdeeltjes zich opstapelen^[2], maar onderzoek^[3] van onder andere de UHasselt uit 2022 toonde aan dat deze roetdeeltjes ook in de organen die zich aan het ontwikkelen zijn (longen, lever, hersenen) van de foetus zelf teruggevonden worden. Dit heeft een negatieve invloed op de ontwikkeling van de foetus.

Blootstelling aan PM_{2,5} wordt ook gelinkt 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 PM₁₀

4.1.1 Emissie van PM₁₀

De recentste emissiedata zijn van 2021. Onderstaande figuren geven de cijfers weer van het rechtstreeks uitgestoten **primaire PM₁₀**. In 2021 hadden de 3 zones Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum samen een primaire PM₁₀-uitstoot van 1.297 ton. Dat was evenveel als in 2020 en maakte 7,8 % uit van de primaire PM₁₀-uitstoot over heel Vlaanderen (16.586 ton). De PM₁₀-emissies van de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum waren in 2021 respectievelijk 923, 332 en 42 ton.

De weergave van de verkeersemissies in dit rapport is gebaseerd op een verkeersmodel dat geen rekening houdt met de situatie op het lokale wegennet. De hier gerapporteerde emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan en de opstart van de LEZ in Gent. Meer informatie vind je in bijlage 4.

^[2] Bové H. et al. 2019. Ambient black carbon particles reach the fetal side of human placenta. Nature Communications 10:3866.

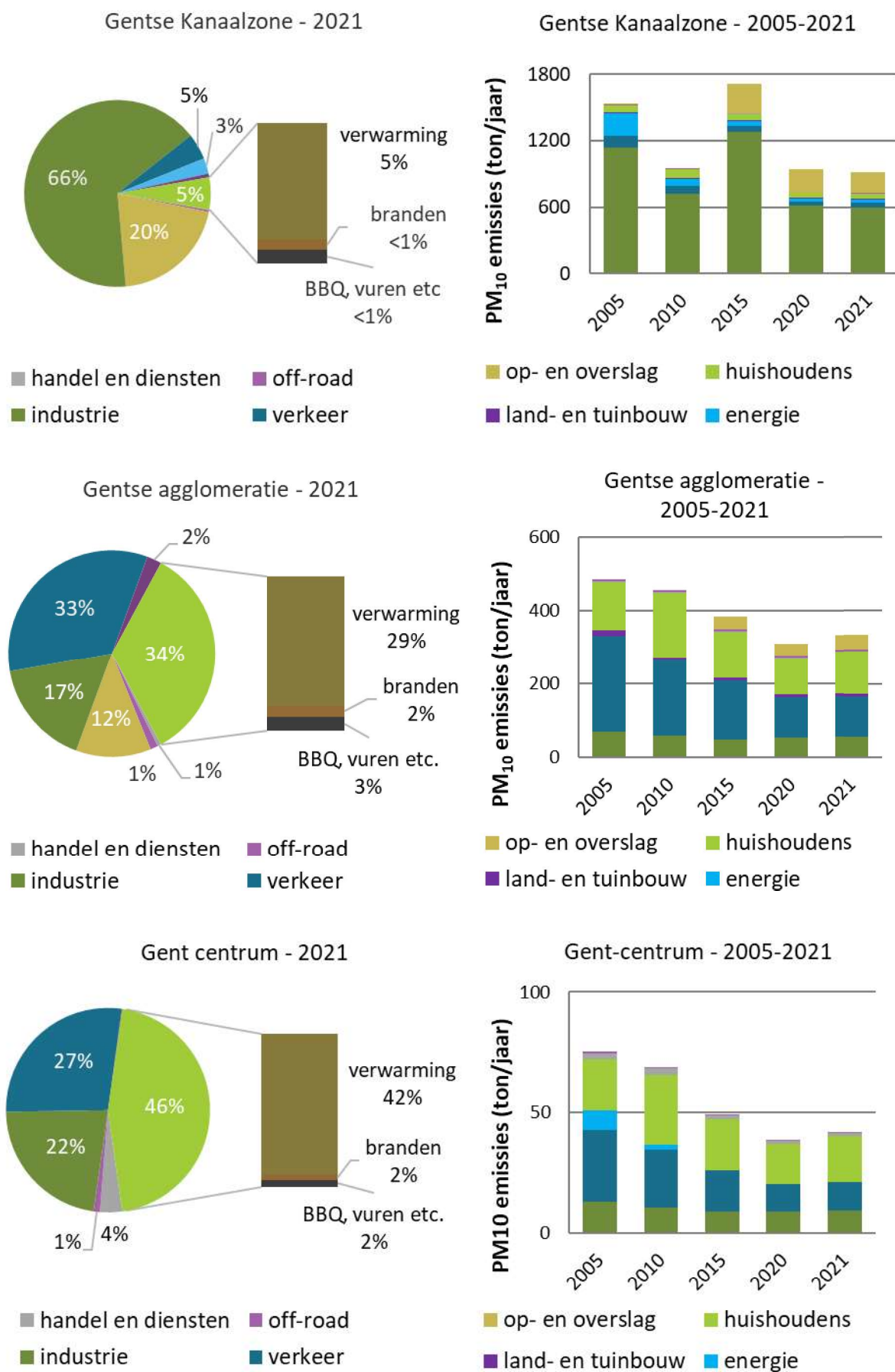
<https://www.nature.com/articles/s41467-019-11654-3.pdf>

^[3] Bongaerts E. et al. 2022. Maternal exposure to ambient black carbon particles and their presence in maternal and fetal circulation and organs: an analysis of two independent population-based observational studies. Lancet Planet Health.2022; 6: e804-e811.

<https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2822%2900200-5>

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

Figuur 13: Bijdrage van de verschillende sectoren in de PM₁₀-emissies in 2021 (links) en de trend van de PM₁₀-emissies voor de periode 2005 - 2021 (rechts), weergegeven per zone



4.1.2 Gemeten concentraties

Tabel 7 en Figuur 14 tonen per meetplaats de PM₁₀-jaargemiddelden gemeten van 2012 tot 2022. De jaargemiddelden liggen tussen 21 en 29 µg/m³. Over heel Vlaanderen lag het jaargemiddelde tussen 18 en 29 µg/m³.

Rieme (EG05) was de meetplaats met het hoogste PM₁₀-jaargemiddelde, ook wanneer heel Vlaanderen wordt beschouwd. De meetplaats ligt in een woonzone dicht bij een industriële omgeving met verschillende bedrijven die stof vrijgeven. Daarbovenop komt dat door wegenwerken in de omgeving hier extra stofhinder in de eerste helft van 2022 was. Tabel 7 en Figuur 14 tonen dat de PM₁₀-concentratie ook de 2 voorgaande jaren hoog was op deze meetplaats.

In vergelijking met vorig jaar is er op bijna alle meetplaatsen een lichte tot sterke stijging in PM₁₀-jaargemiddelden. In Evergem (R731) en Rieme (EG05) werd de sterkste stijging gemeten. Het Baudelohof (R701) is de enige meetplaats met een status-quo in vergelijking met 2021.

Ook in de rest van Vlaanderen werd op het merendeel van de meetplaatsen (70 % van de meetplaatsen) een stijging in de PM₁₀-jaargemiddelden geobserveerd ten opzichte van 2021.

Smogepisodes

- In 2022 werd er op 3 momenten een informatiebericht voor fijn stof-smog rondgestuurd in Vlaanderen, van 25 januari tot 27 januari, van 21 maart tot 27 maart en van 15 december tot 17 december.
- Dit ging gepaard met een stookadvies van de VMM, waarin wordt afgeraden om op dagen waarop de lucht al sterk verontreinigd is, deze nog extra te belasten met houtstook als bijverwarming of voor sfeerdoeleinden.
- Voor het eerst in 8 jaar werd in 2022 smogalarm afgekondigd en een snelheidsbeperking op ringwegen en bepaalde snelwegen, van 25 tot 26 maart.

Tabel 7: PM₁₀-jaargemiddelden (µg/m³) op de meetplaatsen voor de periode 2012 - 2022

[illegible]

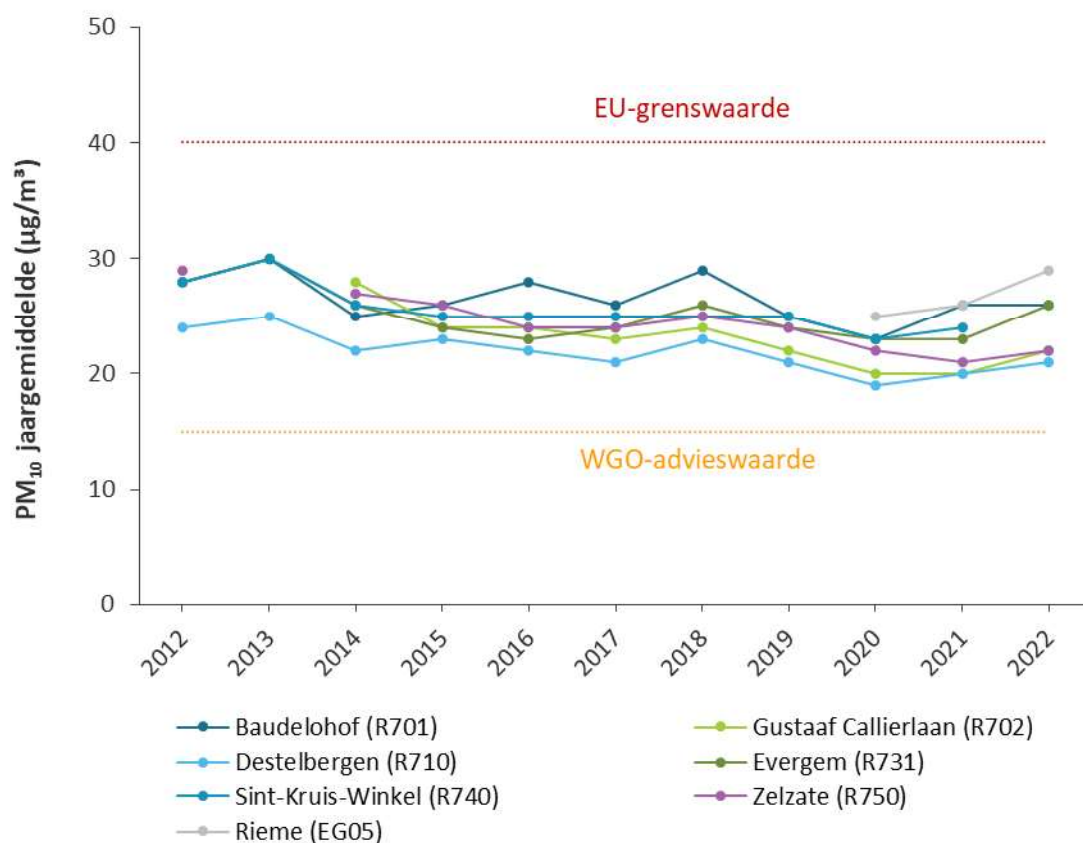
Oranje: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Doorheen de jaren vertonen de PM₁₀-jaargemiddelden een schommelend verloop. Dit hangt onder meer samen met het weer.

Op de meetstations met een lange tijdreeks is er sinds 2012 gemiddeld een daling in de PM₁₀-concentraties van 13 %.

Figuur 14: Trend van de PM₁₀-jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2012 – 2022.



4.1.3 Gemodelleerde concentraties

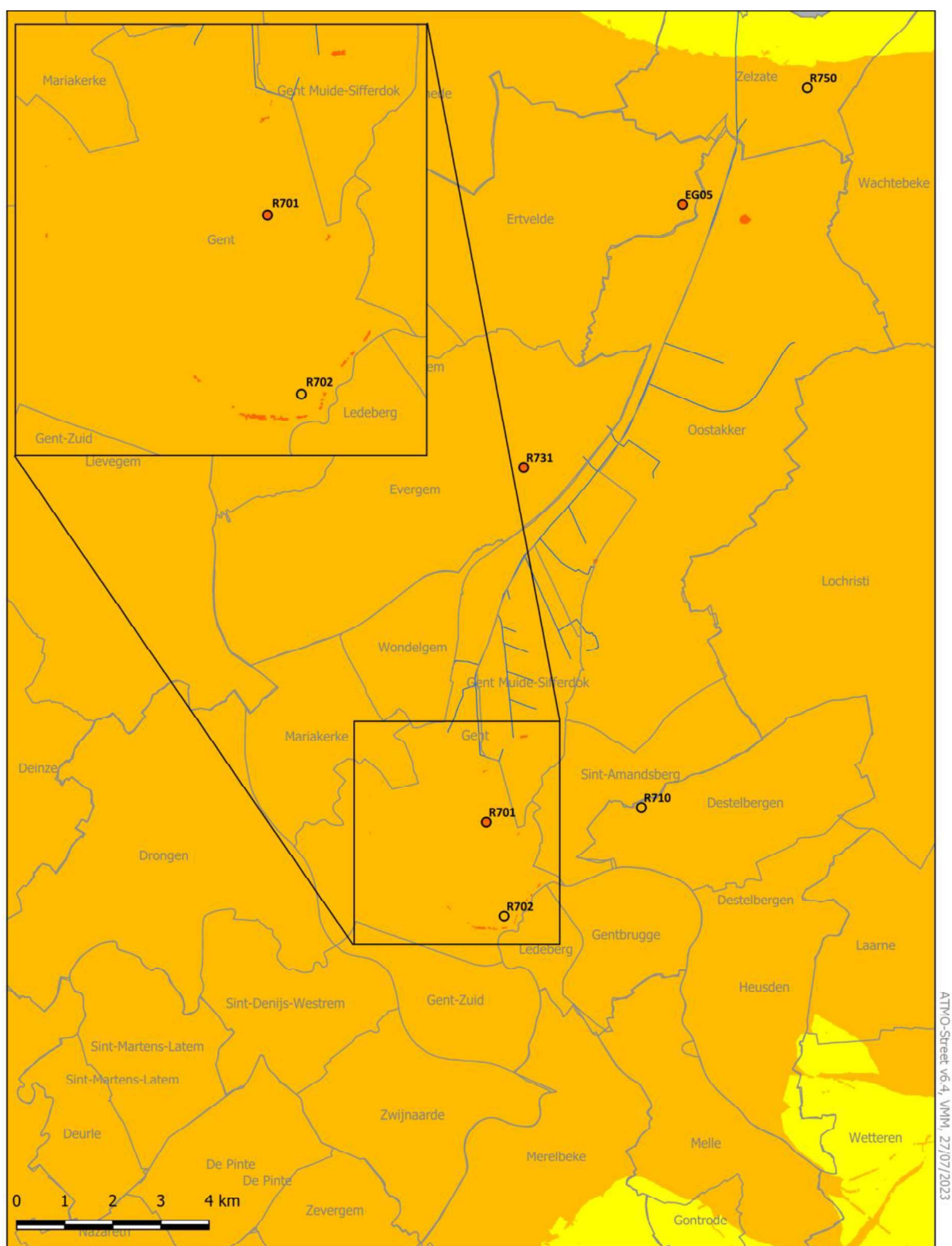
Figuur 15 toont de lokale gemodelleerde PM₁₀-jaargemiddelden in 2022. Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model vind je in bijlage 4.

Over heel de Gentse agglomeratie en in Gent-centrum ligt de gemodelleerde PM₁₀-concentratie tussen 21 en 25 µg/m³. Op een aantal plaatsen zijn er hogere concentraties: aan ArcelorMittal in de kanaalzone en op sommige stukken van de stadsring.

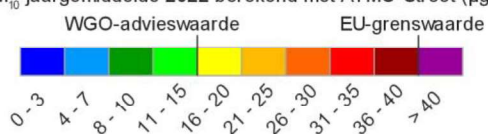
Voor de modelkaarten van 2022 wordt een **nieuwe kleurenschaal** gebruikt die gebaseerd is op de advieswaarden die de WGO in 2021 definieerde. In vergelijking met de vroeger gebruikte concentratieklassen zullen de kaarten “roder” kleuren. Dit betekent niet dat de luchtkwaliteit op zich erop achteruitgaat.

Meer info vind je op <https://www.irceline.be/nl/nieuws/jaargemiddelde-concentratieschalen-aangepast-aan-de-strengere-wgo-advieswaarden>

Figuur 15: Gemodelleerd PM₁₀-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022



PM₁₀-jaargemiddelde 2022 berekend met ATMO-Street (µg/m³)



- o meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- meetplaats met onvoldoende data (< 90% meetgegevens; kleur = indicatieve waarde)

— Gentse Haven

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.

4.1.4 Toetsing aan de grenswaarden

Een overzicht van de regelgeving van PM₁₀ vind je in bijlage 3.

4.1.4.1 Europese grenswaarden

De Europese grenswaarde voor jaargemiddelden (40 µg/m³) werd in 2021 op alle meetplaatsen gehaald (zie Figuur 14). Dit geldt voor de meetplaatsen in dit rapport al sinds 2004.

Naast een grenswaarde voor het jaargemiddelde stelt de Europese richtlijn ook een grenswaarde voor het daggemiddelde voorop van 50 µg/m³, die per jaar maximaal 35 keer mag overschreden worden. Tabel 8 geeft per meetplaats het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³, in de periode 2012 - 2022.

Rieme (EG05) is de enige locatie die in 2022 de grenswaarde overschrijdt. Er werden 40 dagen gemeten die een te hoog daggemiddelde hadden. Ook over heel Vlaanderen, was dit de locatie met het hoogste aantal verhoogde dagen. De vorige jaren telde deze meetplaats ook veel overschrijdingsdagen. Er zijn een aantal redenen voor dit hoge aantal:

- door de grote concentratie aan bedrijven met stofproducerende activiteiten is dit een regio met een hoge achtergrond van fijn stof.
- ArcelorMittal is het bedrijf met de hoogste PM₁₀-emissie van heel Vlaanderen. De zero-pollutieroos wijst naar de sector waar ook Arcelor ligt (zie 4.1.5).
- andere activiteiten zoals het laden/lossen van klinkers van verschillende cementbedrijven in de omgeving en het breken van houtafval kunnen ook een bijkomende invloed hebben.
- Bijkomend waren er in 2022 langdurige wegenwerken nabij de meetplaats. Wegenwerken zorgen vooral voor de verspreiding van de grove fractie van PM₁₀. Dit zien we ook in de metingen: de PM₁₀-concentratie lag duidelijk hoger in 2022, terwijl de PM_{2,5}-concentratie vergelijkbaar was met eerdere jaren (zie 4.2.2). Die extra bijdrage bovenop de hoge achtergrondconcentratie door de vele industriële emissies, zorgde voor een overschrijding van de Europese daggrenswaarde.

Om ervoor te zorgen dat de daggrenswaarde in 2023 niet opnieuw overschreden wordt, wordt de situatie opgevolgd in samenwerking met de gemeente en stofproducerende bedrijven in de omgeving.

Op de andere meetplaatsen is er sinds 2014 geen overschrijding meer gemeten van de EU-daggrenswaarde in de Gentse agglomeratie. Ook in de rest van Vlaanderen wordt de EU-grenswaarde niet overschreden.

Tabel 8: Aantal dagen met een PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³, in de periode 2012 - 2022

Naam meetplaats	Code	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baudelohof	R701	34	34	22	23	27	24	31	18	12	30	17
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	23	15	15	14	9	8	2	7	10
Destelbergen	R710	24	24	12	11	10	8	8	7	3	3	10
Evergem	R731	38	37	22	11	14	14	15	21	18	11	17
Sint-Kruis-Winkel	R740	32	30	21	13	17	12	12	17	13	9	-
Zelzate	R750	35	-	20	20	13	15	11	13	6	10	9
Rieme	EG05									25	20	40

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (35 dagen met een PM₁₀-daggemiddelde > 50 µg/m³ per jaar)

Rieme buiten beschouwing gelaten, zijn sinds 2012 het aantal dagen met een gemiddelde concentratie $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op alle meetplaatsen gedaald.

The graph displays the annual number of days where the PM₁₀ concentration exceeded 50 µg/m³. Most locations show a general downward trend from 2012 to 2020, followed by an increase in 2021 and 2022. Baudelohof (R701) consistently has the highest number of exceedance days, while Destelbergen (R710) and Rieme (EG05) generally have the lowest.

Jaar	Baudelohof (R701)	Destelbergen (R710)	Sint-Kruis-Winkel (R740)	Gustaaf Callierlaan (R702)	Evergem (R731)	Zelzate (R750)	Rieme (EG05)
2012	34	24	32	38	38	35	
2013	34	24	30	37	37	34	
2014	22	12	22	23	22	20	
2015	23	11	13	15	11	20	
2016	27	10	17	15	13	13	
2017	24	8	12	14	14	15	
2018	31	8	12	9	15	12	
2019	18	7	17	8	21	13	
2020	12	3	12	2	18	6	25
2021	30	3	9	7	11	10	20
2022	17	10	10	10	17	9	40

In 2021 werden de WGO-advieswaarden voor het PM₁₀-jaargemiddelde verstrengd. De advieswaarde van 20 µg/m³ daalde naar 15 µg/m³. Geen enkele meetplaats in dit rapport heeft een jaargemiddelde dat deze advieswaarde haalt (zie Figuur 14). In de rest van Vlaanderen wordt deze advieswaarde ook niet gehaald.

Tabel 9
Tabel 11: Aantal dagen met PM_{2,5}-concentratie boven 15 µg/m³, van 2012 tot en met 2022 toont per meetplaats het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 45 µg/m³ voor de periode 2012 - 2022. De verstrengde WGO-advieswaarde wordt nergens behaald.

Ook in de rest van Vlaanderen wordt deze waarde niet gehaald. Er is één meetplaats die in de buurt komt van deze advieswaarde. Dat is de landelijke locatie Walshoutem, waar er 4 dagen werden gemeten met een daggemiddelde hoger dan $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

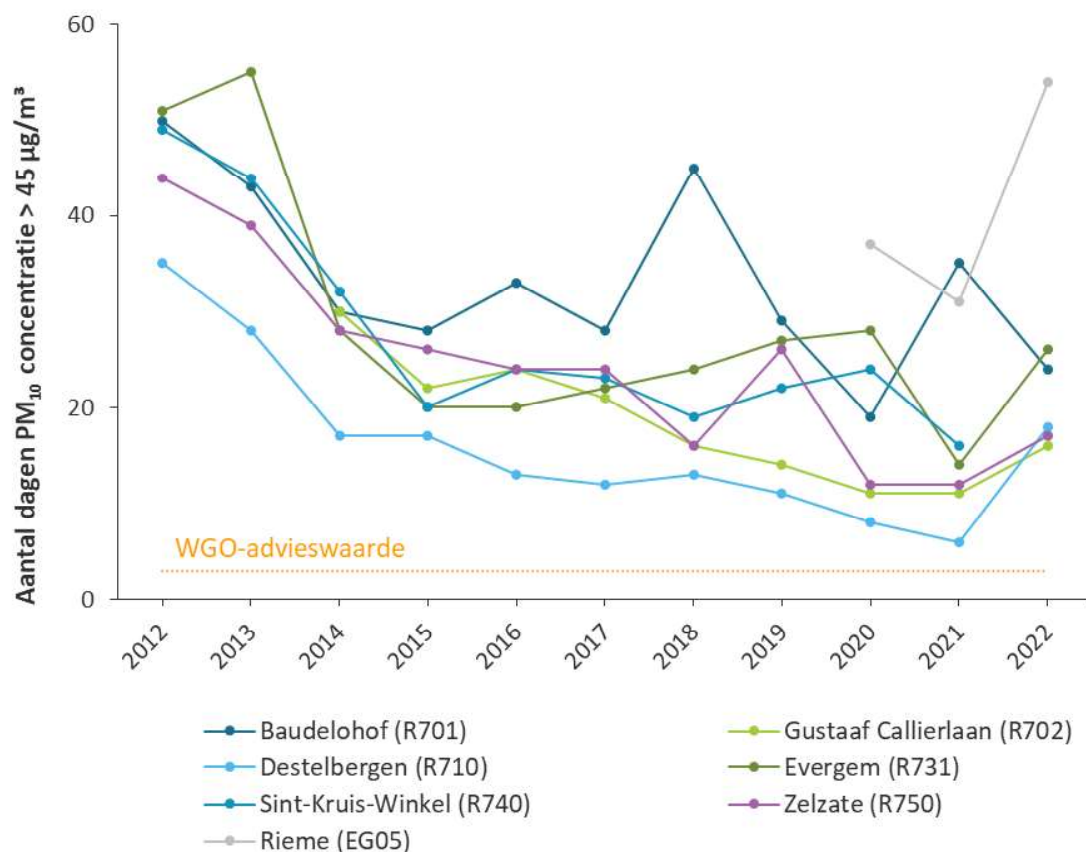
Tegenover 10 jaar geleden is het aantal dagen met een concentratie boven $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wel op alle meetplaatsen (buiten Rieme) gedaald (zie Figuur 17).

Tabel 9: Aantal dagen met een PM_{10} -daggemiddelde $> 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, voor de periode 2012-2022

Naam meetplaats	Code	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baudelohof	R701	50	43	30	28	33	28	45	29	19	35	24
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	30	22	24	21	16	14	11	11	16
Destelbergen	R710	35	28	17	17	13	12	13	11	8	6	18
Evergem	R731	51	55	28	20	20	22	24	27	28	14	26
Sint-Kruis-Winkel	R740	49	44	32	20	24	23	19	22	24	16	-
Zelzate	R750	44	39	28	26	24	24	16	26	12	12	17
Rieme	EG05	-	-	-	-	-	-	-	-	37	31	54

Oranje: overschrijding van de WGO-advieswaarde (3 dagen met een PM_{10} -daggemiddelde boven $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Figuur 17: Aantal dagen met een PM_{10} -concentratie $> 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in de periode 2012 – 2022



4.1.5 Pollutierozen

Figuur 18 en Figuur 19 tonen de pollutierozen en zero-pollutierozen voor PM_{10} van de verschillende meetplaatsen. Typisch hebben de pollutierozen van PM_{10} voor alle meetplaatsen een erg gelijkaardige,

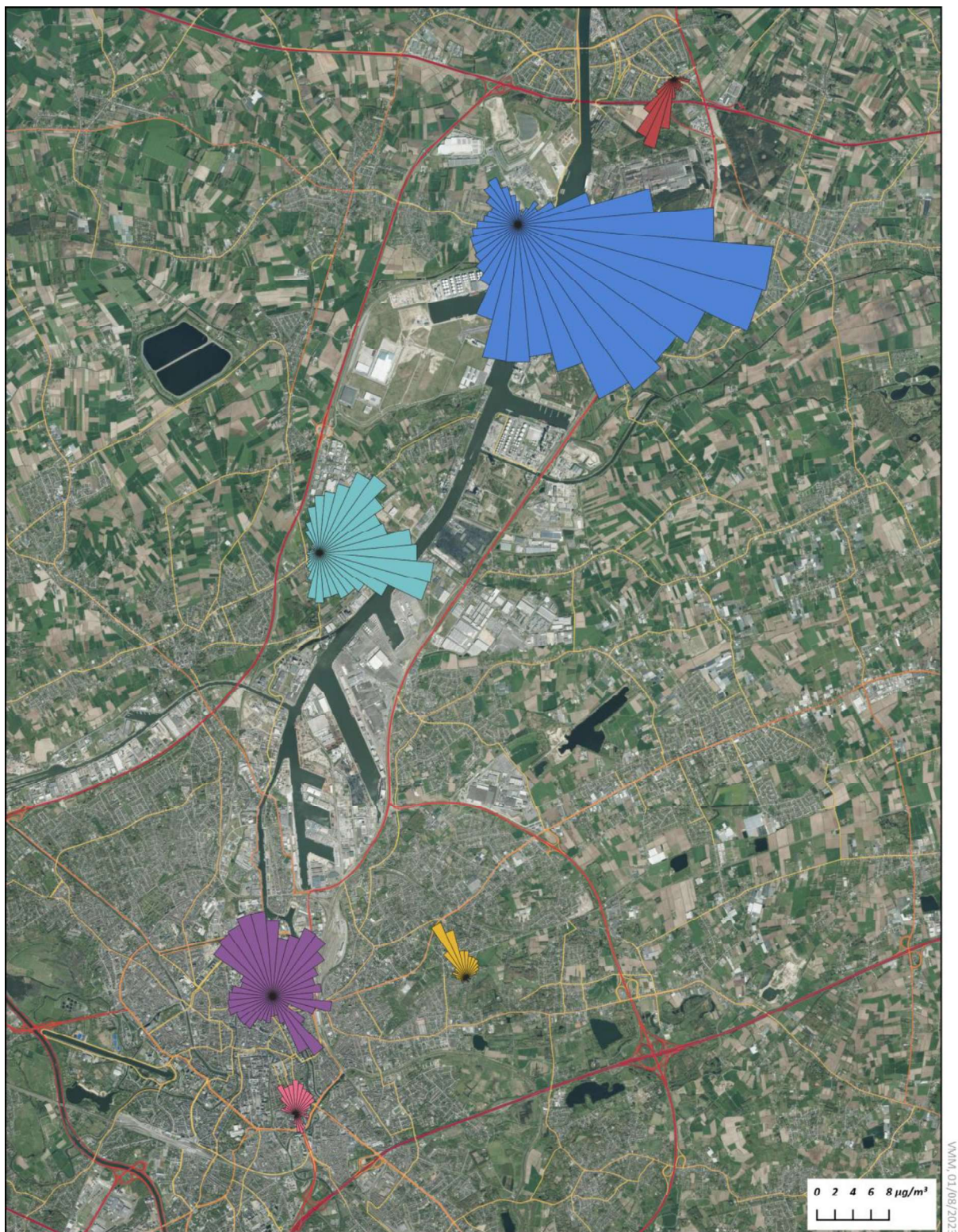
Van noord- tot zuidoostelijke richting worden gemiddeld hogere concentraties gemeten op alle meetplaatsen. Uit oostelijke richting is er aanvoer van continentale, meer vervuilde lucht.

Zelzate (**R750**) is de enige meetplaats waar bij zuidwestenwind hogere concentraties werden gemeten. In deze richting bevindt zich de kanaalzone met ArcelorMittal als het dichtstbij gelegen bedrijf.

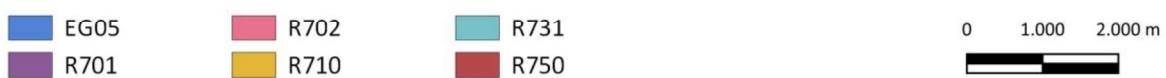
Op de meetplaats in het Baudelohof (**R701**) is er aanvoer vanuit verschillende windrichtingen.

Op de meetplaats in de Gustaaf Callierlaan (**R702**) worden hogere PM₁₀ concentraties aangevoerd uit noordelijke richting (richting de verkeerslanen rond het Koning Albertpark) en het zuidwesten (richting de fly-over).

Figuur 19: PM₁₀-zeropollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022



Zero-pollutierozen PM₁₀ op meetplaatsen Gentse agglomeratie eind 2022



4.2 PM_{2,5}

4.2.1 Emissie van PM_{2,5}

In 2021 had het hele Gentse gebied een **primaire** PM_{2,5}-uitstoot van 854 ton. Dat was 7 % van de primaire PM_{2,5}-uitstoot van heel Vlaanderen dat jaar (11491 ton). De emissies van de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum waren in 2021 respectievelijk 594, 225 en 35 ton.

Figuur 20 toont in het linkerdeel de bijdrage van de verschillende sectoren in de emissie van primair PM_{2,5} voor het jaar 2021 en in het rechterdeel de trend van de uitstoot sinds 2005.

De weergave van de verkeersemissies in dit rapport is gebaseerd op een verkeersmodel dat geen rekening houdt met de situatie op het lokale wegennet. De hier gerapporteerde emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan en de opstart van de LEZ in Gent. Meer informatie hierover vind je in bijlage 4.

In de **Gentse kanaalzone**:

- werd het overgrote deel van de emissie van primair PM_{2,5} (79 %) veroorzaakt door de sector industrie (geleide emissies).
- hadden de huishoudens (verwarming) de tweede grootste maar veel kleinere bijdrage (9 %).
- droeg verkeer 5 % bij.

In tegenstelling tot hun bijdrage aan PM_{10} , is de bijdrage van de op- en overslag bedrijven aan de uitstoot van $PM_{2,5}$ beperkt (4 %), aangezien deze deeltjes vaak een diameter groter dan 2,5 μm hebben.

In vergelijking met 2020 is er amper verschil in uitstoot. De trendgrafiek van de PM_{2,5}-emissie geeft hetzelfde beeld als de trendgrafiek van de PM₁₀-emissies: een schommelend verloop, vooral veroorzaakt door de sector industrie (vooral van ArcelorMittal).

De uitstoot van de sectoren energie en verkeer dalen sinds 2005 met respectievelijk 80 % en 65 %.

In de zone **Gentse agglomeratie** kwam:

- bijna de helft van de $PM_{2,5}$ -uitstoot van de huishoudens, en dan vooral van gebouwenverwarming. Hiervan werd 98 % veroorzaakt door houtverbranding.
- 32 % van de $PM_{2,5}$ -emissie van het verkeer, waarvan 80 % van wegverkeer.

In vergelijking met 2005 is de emissie van de huishoudens vrij onveranderd gebleven, hoewel deze emissies schommelen en hoger liggen in jaren met strenge winters. De emissies van het verkeer zijn, in vergelijking met 2005, gedaald met 68 %.

In Gent-centrum:

- was net als bij PM₁₀ de sector huishoudens (meer specifiek houtverbranding) de dominante PM_{2,5}-emitter (54 %).
- had verkeer een bijdrage van 22 %
- droeg industrie 19 % bij. Dit zijn overwegend geleide emissies.

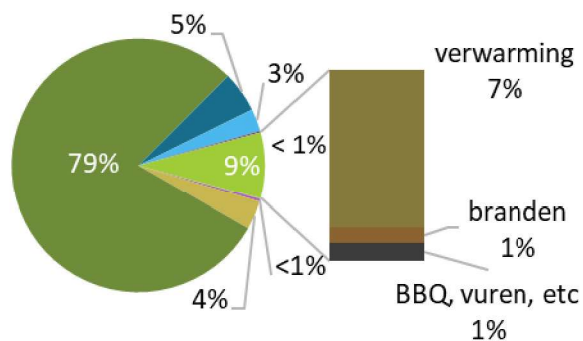
Ook de trend in de tijd is gelijkaardig aan PM_{10} . De emissies van huishoudens schommelen in de tijd, gekoppeld aan strengere winters.

De emissies van het verkeer zijn sinds 2005 met 70 % gedaald (wegverkeer gedaald met 77 %).

Samengevat was de grootste bron van PM_{2,5}-emissies in het hele gebied de industrie, gevolgd door de huishoudens en het verkeer. De uitstoot van de huishoudens wordt voor het grootste deel veroorzaakt door houtverbranding.

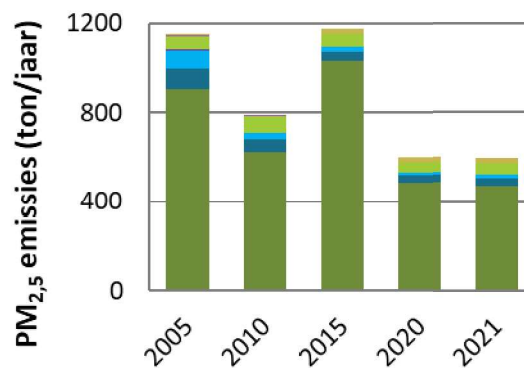
Figuur 20: Bijdrage van de sectoren in de PM_{2,5}-emissies in 2021 (links) en de trend van de PM_{2,5}-emissies voor de periode 2005 - 2021 (rechts), weergegeven per zone

Gentse Kanaalzone - 2021



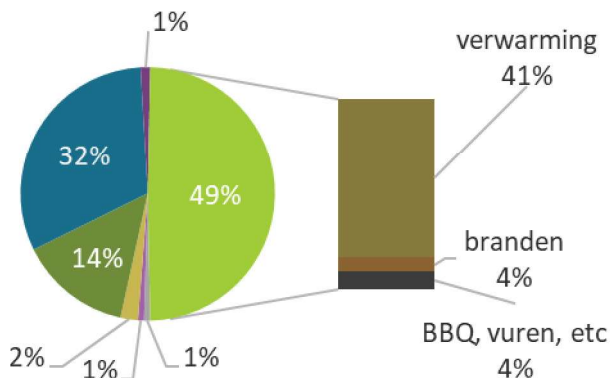
handel en diensten off-road
industrie verkeer

Gentse Kanaalzone - 2005-2021



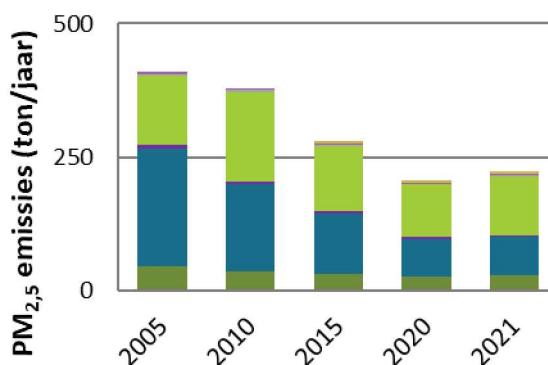
op- en overslag huishoudens
land- en tuinbouw energie

Gentse agglomeratie - 2021



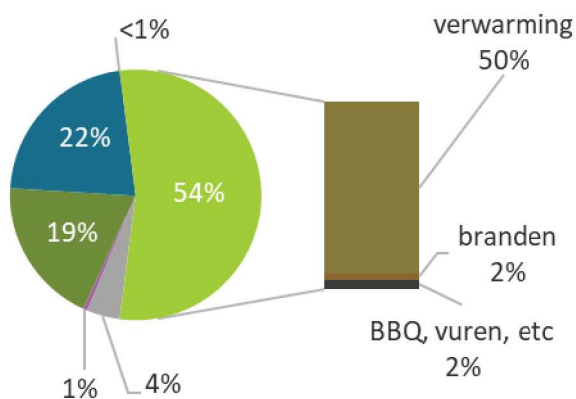
handel en diensten off-road
industrie verkeer

Gentse agglomeratie - 2005-2021



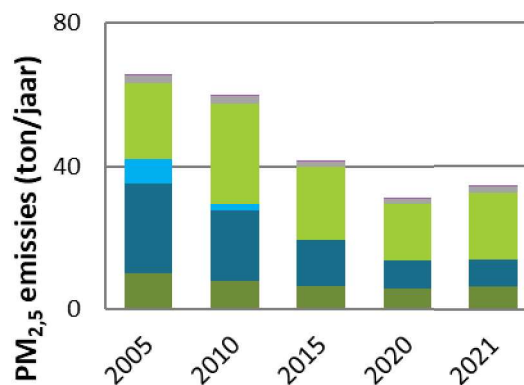
op- en overslag huishoudens
land- en tuinbouw energie

Gent centrum - 2021



handel en diensten off-road
industrie verkeer

Gent-centrum - trend 2005-2021



op- en overslag huishoudens
land- en tuinbouw energie

4.2.2 Gemeten concentraties

Tabel 10 en Figuur 21 geven de gemeten PM_{2,5}-jaargemiddelden per meetplaats weer van 2012 tot 2022.

In 2022 werd het hoogste jaargemiddelde gemeten in Evergem (R731, 14 µg/m³), gevolgd door Rieme (EG05, 13 µg/m³). Deze locaties liggen in een industriële omgeving. Er is niet zo'n groot verschil met de laagst gemeten jaargemiddelden (11 µg/m³, in het Baudelohof en de Gustaaf Callierlaan).

Over heel Vlaanderen lagen in 2022 de PM_{2,5}-jaargemiddelden tussen 9 en 14 µg/m³. Ook over heel Vlaanderen is het concentratieverschil tussen de verschillende meetplaatsen beperkt, wat aantoont dat de algemene achtergrondconcentratie een belangrijke rol speelt, en eventuele lokale invloeden beperkter zijn.

Op de meeste plaatsen is het PM_{2,5}-jaargemiddelde hetzelfde gebleven in vergelijking met 2021. Op twee locaties is het jaargemiddelde gedaald ten opzichte van vorig jaar (Baudelohof en Rieme).

Op de twee meetstations met een volledige tijdreeks over de voorbije 10 jaar, is er een gemiddelde daling van 31 %.

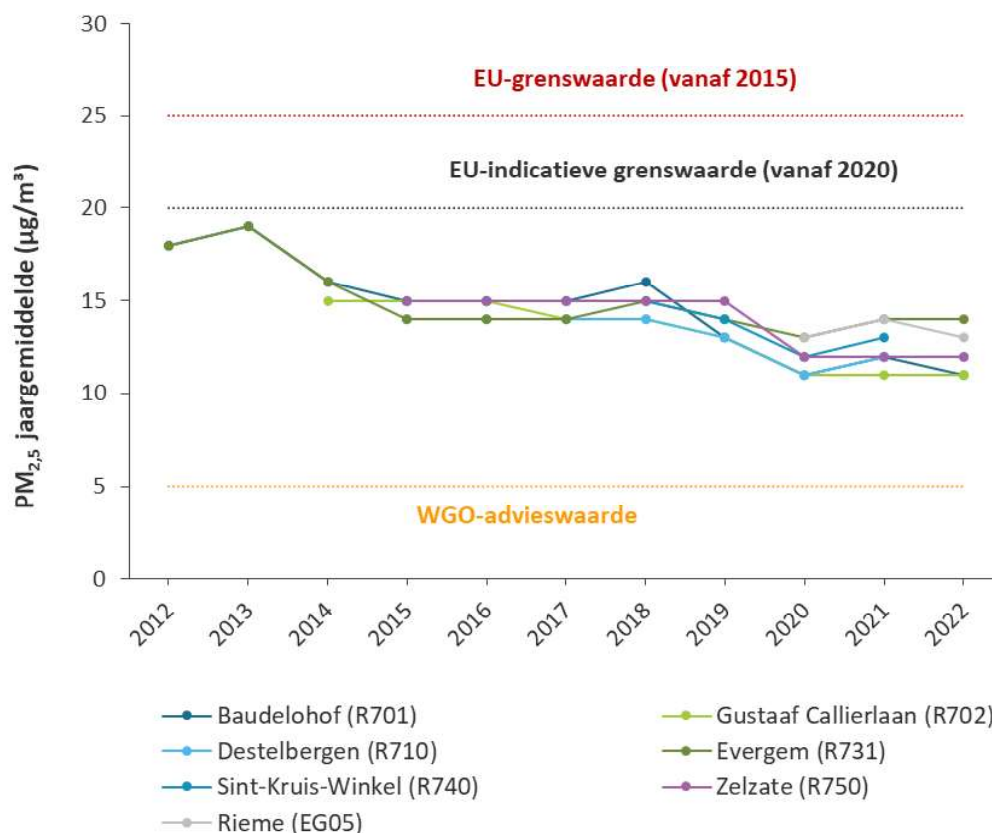
Tabel 10: PM_{2,5}-jaargemiddelden (µg/m³) op de meetplaatsen voor de periode 2012 – 2022

[illegible]

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

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

Figuur 21: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2012 – 2022



4.2.3 Gemodelleerde concentraties

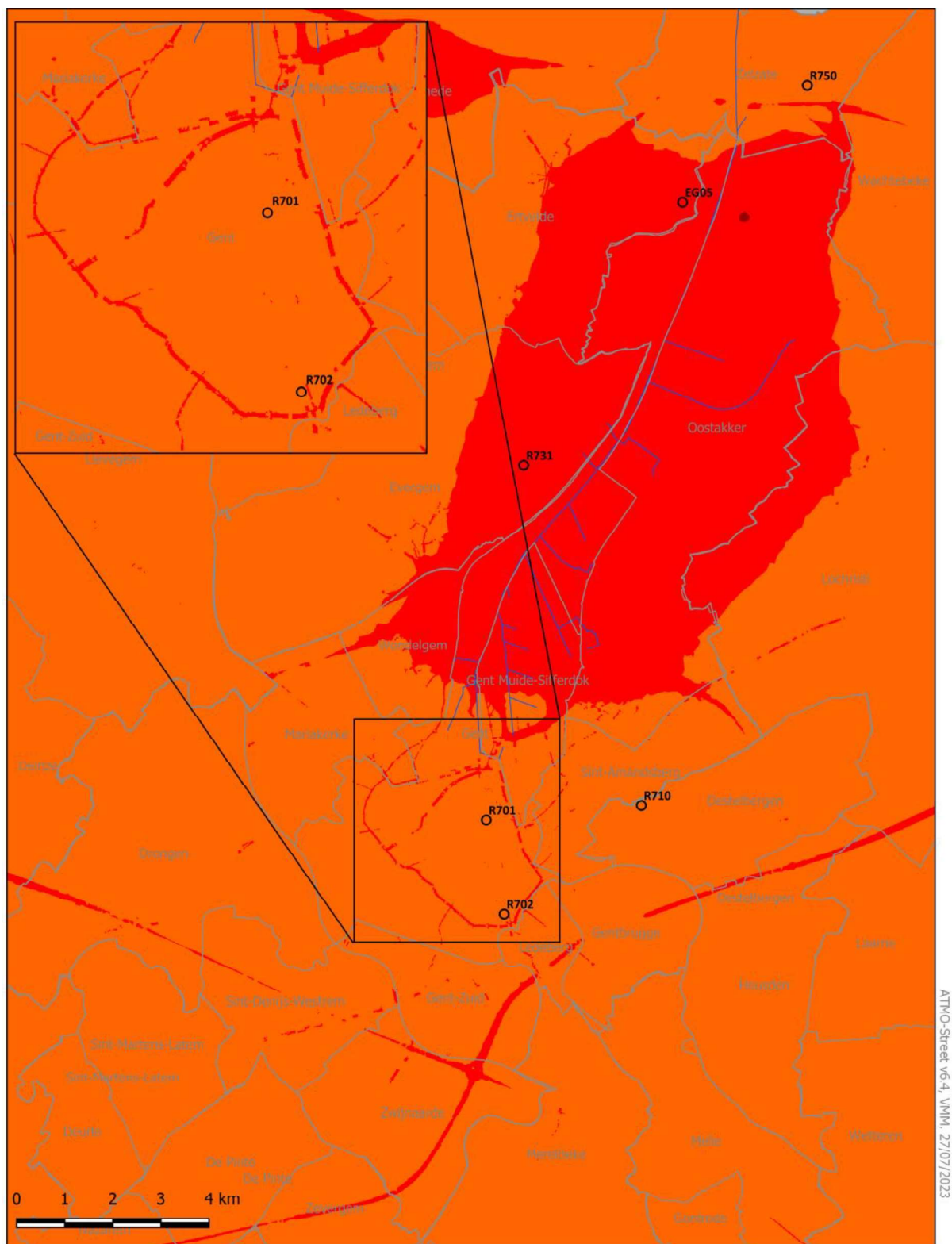
Figuur 22 toont de gemodelleerde jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie in en rond Gent. Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model vind je in bijlage 4.

Gent-centrum en de Gentse agglomeratie en errond hadden een gemiddelde concentratie tussen de 10,6 en 12,5 µg/m³. In de kanaalzone ligt de algemene PM_{2,5}-concentratie hoger, tussen 12,6 en 15 µg/m³. Ook de autostrades, de stadsring en enkele andere drukke wegen hebben een concentratie tussen 12,6 en 15 µg/m³.

Voor de modelkaarten van 2022 wordt een **nieuwe kleurenschaal** gebruikt die gebaseerd is op de advieswaarden die de WGO in 2021 definieerde. In vergelijking met de vroeger gebruikte concentratieklassen zullen de kaarten “roder” kleuren. Dit wil niet zeggen dat de luchtkwaliteit op zich erop achteruitgaat.

Meer info vind je op <https://www.irceline.be/nl/nieuws/jaargemiddelde-concentratieschalen-aangepast-aan-de-strengere-wgo-advieswaarden>

Figuur 22: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022

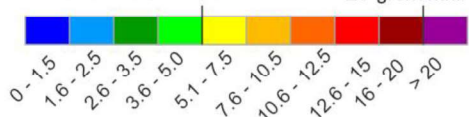


ATMO-Street v6.4, VM1, 27/07/2023

PM_{2,5}-jaargemiddelde 2022 berekend met ATMO-Street (µg/m³)

WGO-advieswaarde

EU-grenswaarde



○ meetplaats (kleur = gemeten waarde)

■ meetplaats met onvoldoende data (< 90% meetgegevens; kleur = indicatieve waarde)

— Gentse Haven

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.

4.2.4 Toetsing aan de grenswaarden

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

4.2.4.1 Europese grenswaarden

De Europese grenswaarde van 25 µg/m³ voor het PM_{2,5}-jaargemiddelde wordt op alle automatische meetplaatsen in de Gentse agglomeratie sinds 2007 gerespecteerd. De indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³ die geldt vanaf 2020, wordt gehaald sinds 2012 (zie Tabel 10 en Figuur 21).

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

4.2.4.2 WGO-advieswaarden

In 2021 heeft de WGO haar advieswaarde voor het jaargemiddelde verlaagd van 10 µg/m³ naar 5 µg/m³. Deze waarde wordt op geen enkele meetplaats in de Gentse agglomeratie bereikt (zie Tabel 10 en Figuur 21). De oude advieswaarde van 10 µg/m³ voor het jaargemiddelde werd ook nog nooit behaald. Ook in de rest van Vlaanderen wordt deze advieswaarde overschreden.

Ook de advieswaarde voor daggemiddelden werd in 2021 door de WGO verlaagd. Per jaar laat de WGO maximaal 3 dagen toe met een gemiddelde dagconcentratie hoger dan 15 µg/m³.

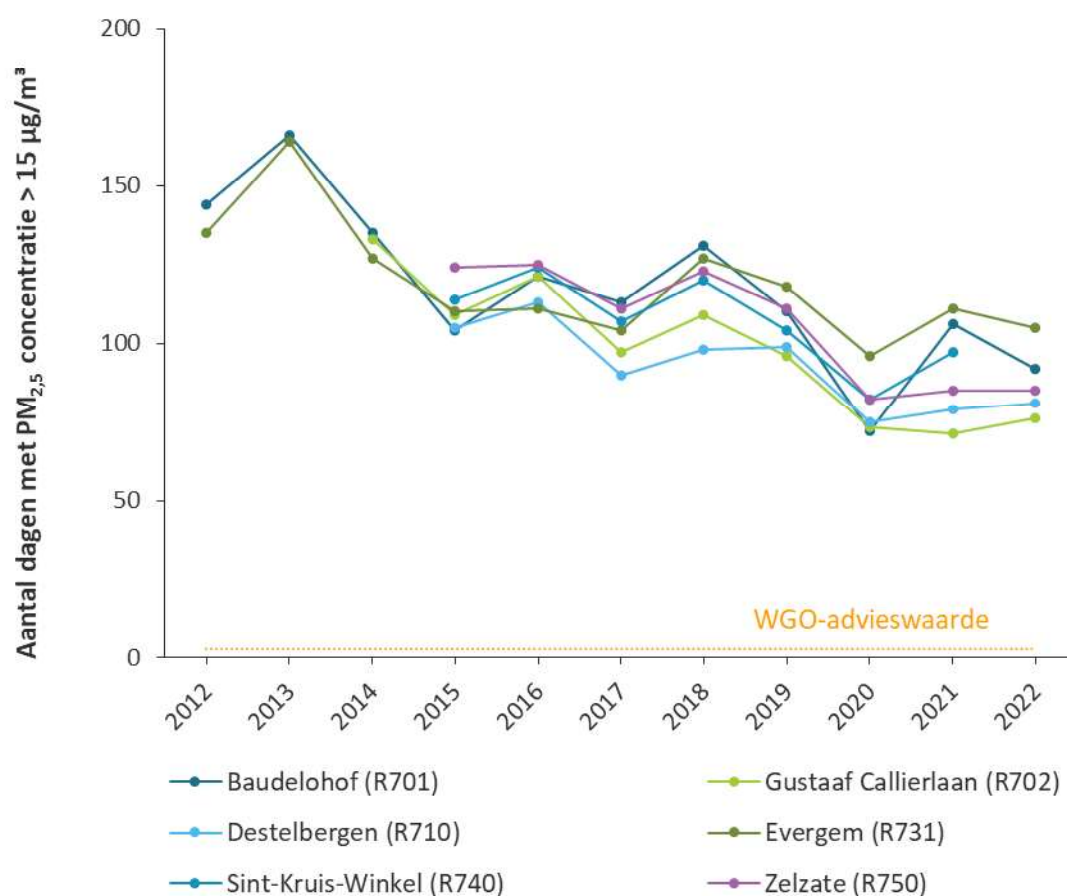
Tabel 11 geeft het aantal dagen weer dat de gemiddelde PM_{2,5}-dagconcentratie hoger was dan 15 µg/m³. Het aantal dagen met een verhoogde concentratie is weliswaar lager in vergelijking met 10 jaar geleden (zie Figuur 23), maar er is geen enkele meetplaats die in de buurt komt van de 3 dagen. De advieswaarde wordt overal ruimschoots overschreden. Ook in de rest van Vlaanderen ligt deze advieswaarde ver buiten bereik.

Tabel 11: Aantal dagen met PM_{2,5}-concentratie boven 15 µg/m³, van 2012 tot en met 2022

Naam meetplaats	Code	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baudelohof	R701	144	166	135	104	121	113	131	110	72	106	92
Gustaaf Callierlaan	R702			133	109	121	97	109	96	73	71	76
Destelbergen	R710				105	113	90	98	99	75	79	81
Evergem	R731	135	164	127	110	111	104	127	118	96	111	105
Sint-Kruis-Winkel	R740				114	124	107	120	104	82	97	-
Zelzate	R750				124	125	111	123	111	82	85	85
Rieme	EG05									98	109	106

Oranje: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (3 dagen met een PM_{2,5} daggemiddelde > 15 µg/m³)

Figuur 23: Aantal dagen met een PM_{2.5} concentratie >15 µg/m³, van 2012 tot 2022, voor alle meetplaatsen



4.2.5 Chemische samenstelling van PM_{2.5}

De VMM onderzoekt de chemische samenstelling van PM_{2,5} op 3 meetlocaties, waaronder sinds 2016 ook de meetlocatie Gent-Baudelohof (R701). De 2 andere locaties zijn Antwerpen (Borgerhout) en de achtergrondmeetplaats in Retie. Dagelijks wordt de PM_{2,5}-fractie gemeten op filters via de gravimetrische referentiemethode. Elke vierde filter wordt in het labo geanalyseerd op de samenstelling van het bemonsterde stof. Over een heel jaar gaat dit over ongeveer 90 geanalyseerde filters.

De chemische samenstelling van de deeltjes leert ons vaak heel wat over de bronnen en oorzaken van het gemeten fijn stof.

Figuur 24 geeft de chemische samenstelling van PM_{2,5} op meetplaats Baudelohof weer van 2016 tot 2022.

In 2022 bestond de PM_{2.5}-fractie in Gent (Baudelohof - R701) gemiddeld uit:

- 27 % secundaire anorganische ionen (= som van ammonium, nitraat en niet-zeezout-sulfaat)
- 27 % organische massa (= koolstof-bevattende deeltjes die onder andere ontstaan bij houtverbranding)
- 3 % elementair koolstof (~dieselroet)
- 3 % zeezout
- 40 % andere (onder andere aan stofdeeltjes gebonden water en mineraal stof)

Ten opzichte van 2021 was er in 2022 een toename in organische massa, waarschijnlijk door toegenomen uitstoot door houtverbranding. De hoeveelheid organische massa kan ook toenemen

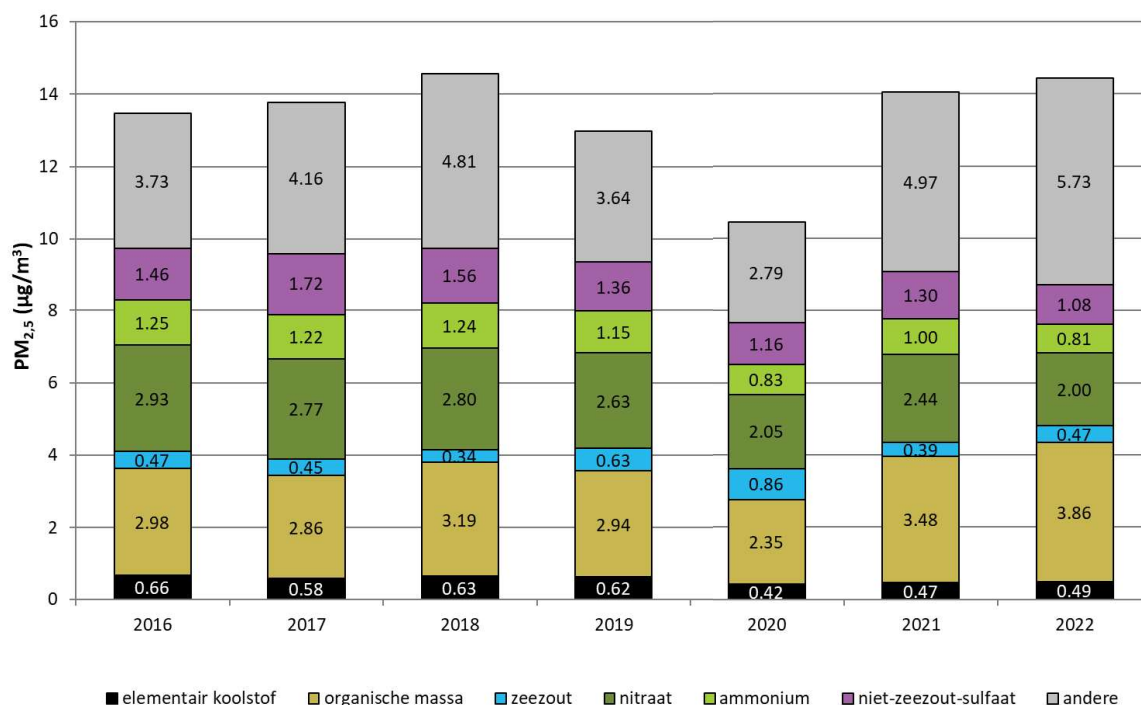
door meer import van over het continent, maar dit lijkt in 2022 niet het geval. De fractie zeezout nam op de 3 meetplaatsen ook toe, wat wijst op meer wind van over zee.

Secundair stof daalt licht, waarschijnlijk door gunstigere weersomstandigheden en/of minder uitstoot van de gasvormige voorlopers (ammoniak, stikstofoxide en zwaveldioxide).

De 'andere' fractie is, net als in 2021, hoger dan op de andere twee meetplaatsen in Antwerpen en Retie. Dit komt bijna zeker door de bijdrage van mineraal stof van de werken in de buurt van het meetstation.

In vergelijking met de landelijke meetplaats in Retie heeft Gent (net als Antwerpen) 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 24: Chemische samenstelling van PM_{2,5} op meetplaats Baudelohof (R701), voor de periode 2016 - 2022 (µg/m³)



4.2.6 Pollutierozen

Figuur 25 en Figuur 26 geven de pollutierozen en zero-pollutierozen voor PM_{2,5} voor de verschillende meetplaatsen weer. De PM_{2,5}-pollutierozen hebben een gelijkaardige cirkelachtige vorm net als de PM₁₀-pollutierozen. Vooral oostelijke wind zorgde op alle meetplaatsen voor hogere concentraties, wat wijst op de aanvoer van continentale, vervuilde landlucht. Er is weinig aanvoer van PM_{2,5}-vervuiling uit westelijke tot noordwestelijk tot richting.

De pollutierozen zijn vergelijkbaar op alle meetplaatsen, wat erop wijst dat de PM_{2,5}-concentraties voor een groot deel bepaald worden door regionale bronnen. Op een aantal plaatsen is er wel lokale invloed:

De pollutieroos van Rieme (**EG05**) heeft de hoogste PM_{2,5}-concentraties. Hier was een grote lokale bijdrage vanuit het (zuid)oosten. In deze richting ligt ArcelorMittal die in haar Integraal Milieujaarverslag (IMJV) een hoge uitstoot van PM_{2,5} rapporteert.

Op de meetplaats in de Gustaaf Callierlaan (**R702**) is er invloed uit noordelijke en noordoostelijke richting (richting de verkeerslanen rond het Koning Albertpark).

The figure consists of two polar plots side-by-side, each representing the distribution of wind directions for five different locations. The plots use a circular scale with degrees marked from 0 to 330 in increments of 30. The locations are color-coded: Baudelohof (R701) in blue, Destelbergen (R710) in purple, Zelzate (R750) in magenta, Gustaaf Callierlaan (R702) in green, and Evergem (R731) in yellow. The left plot shows a more uniform distribution of wind directions, with the wind blowing from various directions. The right plot shows a more concentrated distribution, with the wind blowing predominantly from the 180-degree mark (south) and the 210-degree mark (southwest).

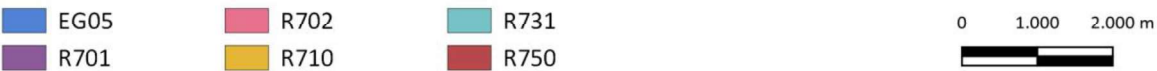
Legend:

- Baudelohof (R701)
- Destelbergen (R710)
- Zelzate (R750)
- Gustaaf Callierlaan (R702)
- Evergem (R731)
- Rieme (EG05)

Figuur 26: PM_{2,5}-zeropollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022



Zero-pollutierozen PM_{2,5} op meetplaatsen Gentse agglomeratie eind 2022



4.3 Zwarte koolstof/Elementair koolstof

Zwarte of elementair koolstof vormt een onderdeel van vooral de fijne fractie van het fijn stof. De 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 polluenten. De meettechniek voor het meten van deze polluent via het automatische meetnet, gebruikt de lichtabsorptiecapaciteiten van de deeltjes. Vandaar “zwarte” koolstof. Voor het bepalen van elementair koolstof wordt een thermische analysemethode gebruikt. Het gaat dus om zeer sterk aan elkaar verwante componenten, maar door de verschillen in meetmethode zit er toch een variatie in de gemeten hoeveelheden. De emissiedata gaan over elementair koolstof.

4.3.1 Emissies elementair koolstof

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

De weergave van de verkeersemissies in dit rapport is gebaseerd op een verkeersmodel dat geen rekening houdt met de situatie op het lokale wegennet. De hier gerapporteerde emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan en de opstart van de LEZ in Gent. Meer informatie hierover vind je in bijlage 4.

De emissies van elementair koolstof in Gent bedroegen in 2021 97 ton. Dit was 6 % van de totale Vlaamse EC-emissies en ligt iets hoger in vergelijking met 2020.

De Gentse kanaalzone had een uitstoot van 63 ton, de Gentse agglomeratie 29 ton en Gent-centrum 5 ton. Hoewel de bronnen in de Gentse kanaalzone veel meer uitstoten, zijn de emissies in het centrum van Gent ook belangrijk omdat ze door hun nabijheid directe impact hebben op de blootstelling van de inwoners.

Figuur 27 toont in het linkerdeel de bijdrage van de verschillende sectoren in de emissie van elementair koolstof voor 2021 en in het rechterdeel de trend van de uitstoot sinds 2005, voor elke zone.

In de **Gentse kanaalzone** was:

- 78 % van de EC-uitstoot afkomstig van de industrie.
- 9 % van het verkeer, waarvan net iets meer dan de helft afkomstig was van de scheepvaart.
- 9 % van de huishoudens (dat overwegend gebouwenverwarming inhoudt).

De EC-emissie van de industrie schommelt doorheen de jaren en is, zoals bij de andere polluenten, bijna volledig toe te schrijven aan ArcelorMittal. De emissie van de hoogovens, die in hoofdzaak verantwoordelijk waren voor de EC-emissie, was in 2020 sterk gedaald om in 2021 weer te stijgen. Ook de uitstoot van de huishoudens is opnieuw gestegen in vergelijking met 2020.

In de **Gentse agglomeratie:**

- hadden de huishoudens het grootste aandeel in de uitstoot, door houtverbranding (44 %).
- was het verkeer verantwoordelijk voor een bijna even groot deel van de uitstoot (43 %), met het wegverkeer als belangrijkste bron. Dit komt omdat EC vooral gevormd wordt door de verbranding van fossiele brandstoffen, met dieseluitstoot als een van de grootste bronnen.

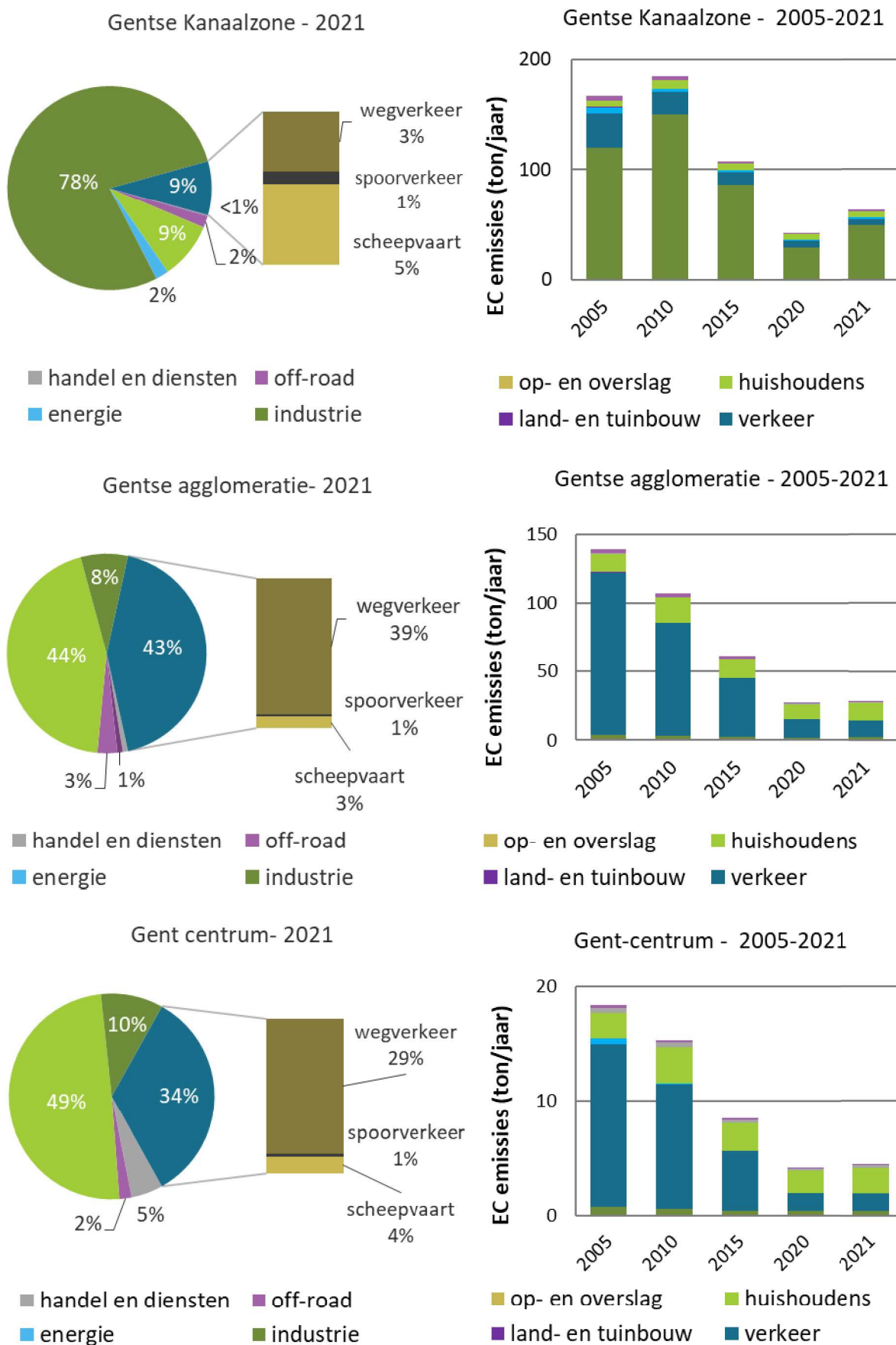
In Gent-centrum:

- waren de huishoudens (gebouwenverwarming) de belangrijkste bron (49 %) van EC-emissies en dit kwam zo goed als exclusief door particuliere houtverbranding.

- was verkeer de 2^{de} grootste bron (34 %).

De trendgrafiek van Gent-centrum ziet er dezelfde uit als die van de Gentse agglomeratie: een zeer sterke daling in de uitstoot van het wegverkeer (-90 % sinds 2005) en een schommelende uitstoot van de huishoudens. De bijdrage van de huishoudens aan EC is kleiner in vergelijking met hun bijdrage aan PM₁₀ en PM_{2,5}. Dat komt doordat er bij houtverbranding naast elementair koolstof ook veel organisch materiaal vrijkomt dat niet mee vervat zit onder elementair koolstof maar wel onder de PM-fracties.

Figuur 27: Bijdrage van de sectoren in de emissie van elementair koolstof in 2021 (links) en de trend van de EC-emissies voor de periode 2005 - 2021, weergegeven per zone



4.3.2 Gemeten concentraties

Tabel 12 en Figuur 28 geven per meetplaats de jaargemiddelden zwarte koolstof weer sinds de start van de metingen in 2012. 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.

De hoogste concentratie werd gemeten in de Lange Violettestraat (0,98 µg/m³) en de laagste in het Baudelohof (0,84 µg/m³). Over heel Vlaanderen lagen de jaargemiddelden zwarte koolstof tussen 0,55 en 1,46 µg/m³.

In vergelijking met 2021 zijn de jaargemiddelden heel licht gestegen, behalve aan de Gustaaf Callierlaan waar het jaargemiddelde iets lager ligt.

Op de verkeersgerichte meetplaatsen Gustaaf Callierlaan (R702) en de Lange Violettestraat (R703) lagen de gemeten concentraties vóór 2020 een heel stuk hoger dan op de achtergrondlocatie in het Baudelohof (R701). Sinds 2020 is het verschil tussen de verkeersgerichte locaties en de achtergrondlocatie een stuk kleiner geworden.

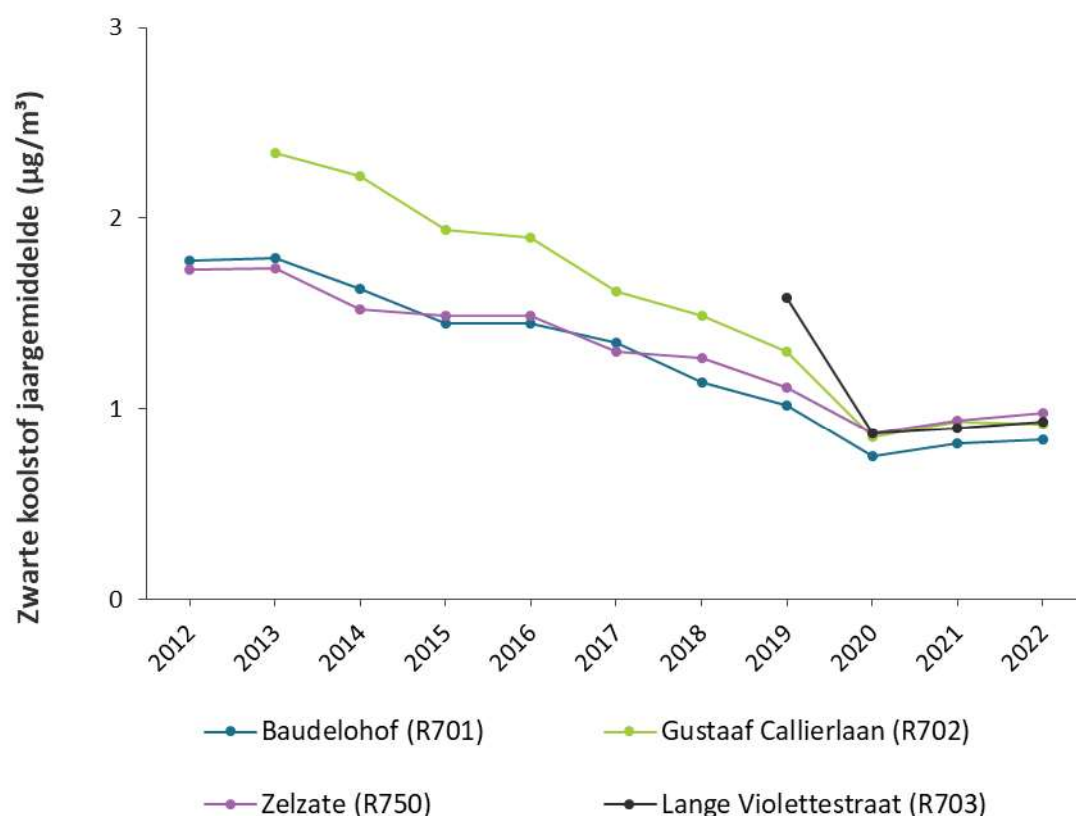
De lange-termijntrend toont jaargemiddelden in dalende lijn, ondanks de stijging van de laatste 2 jaar. Op de locaties met een lange tijdreeks, zijn de jaarconcentraties met gemiddeld 50 % gedaald. De COVID-maatregelen en het effect daarvan op het verkeer spelen een belangrijke rol in de sterke daling in 2020.

Tabel 12: Jaargemiddelden zwarte koolstof (µg/m³) op de meetplaatsen van 2012 - 2022

Naam meetplaats	Code	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baudelohof	R701	1,78	1,79	1,63	1,45	1,45	1,35	1,14	1,02	0,75	0,82	0,84
Gustaaf Callierlaan	R702	-	2,34	2,22	1,94	1,90	1,62	1,49	1,30	0,85	0,93	0,92
Lange Violettestraat	R703	-	-	-	-	-	-	-	1,58*	0,87	0,94	0,98
Zelzate	R750	1,73	1,74	1,52	1,49	1,49	1,30	1,27	1,11	0,87	0,90	0,93
Rieme	EG05	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86	0,93	-

* Indicatief jaargemiddelde (< 90 % meetgegevens)

Figuur 28: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen van 2012 – 2022



4.3.3 Gemodelleerde concentraties

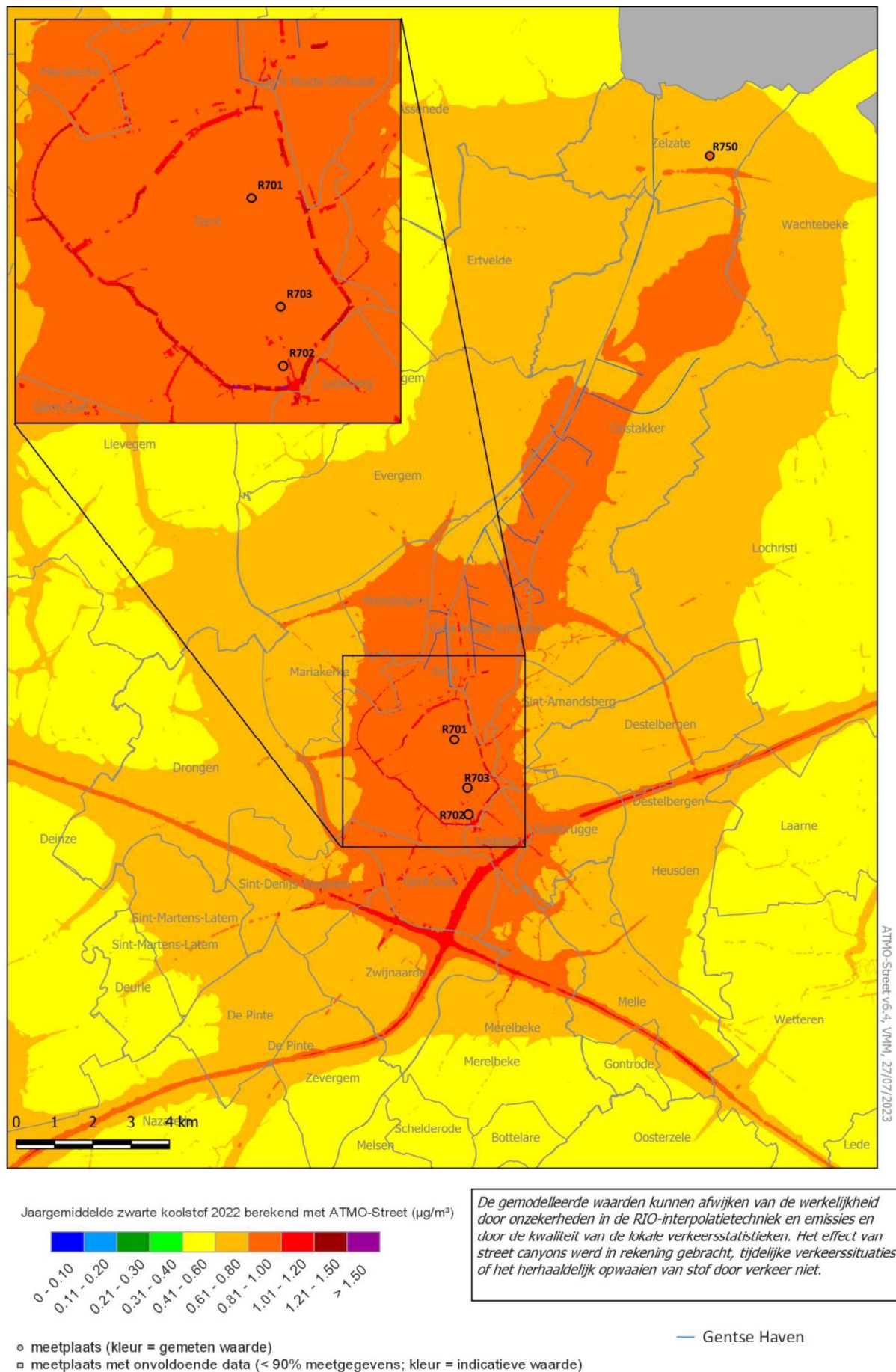
Figuur 29 toont de gemodelleerde jaargemiddelde concentraties van zwarte koolstof in Gent. Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model vind je in bijlage 4.

Verkeer is een belangrijke bron van zwarte koolstof. Dat is ook zichtbaar op de modelkaart. De hoogste concentraties zwarte koolstof komen voor langs de snelwegen en de stadsring. Binnen de Gentse agglomeratie en de kanaalzone ligt de gemiddelde jaarconcentratie overwegend tussen 0,81 en 1,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Op de snelwegen en de stadsring ligt de concentratie hoger ($> 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en op sommige delen van de stadsring $> 1,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Voor de modelkaarten van 2022 wordt een **nieuwe kleurenschaal** gebruikt die gebaseerd is op de advieswaarden die de WGO in 2021 definieerde. In vergelijking met de vroeger gebruikte concentratieklassen zullen de kaarten “roder” kleuren. Dit wil niet zeggen dat de luchtkwaliteit op zich erop achteruitgaat.

Meer info vind je op <https://www.irceline.be/nl/nieuws/jaargemiddelde-concentratieschalen-aangepast-aan-de-strengere-wgo-advieswaarden>

Figuur 29: Gemodelleerd zwarte koolstof-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2022



4.3.4 Toetsing aan de grenswaarden

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

4.3.5 Pollutierozen

Figuur 30 en Figuur 31 geven per meetplaats de pollutierozen en zero-pollutierozen voor zwarte koolstof weer in 2022. De pollutierozen hadden op de 4 plaatsen een vrij gelijkaardige vorm. Alle locaties hadden hogere concentraties bij wind uit het oosten en zuidoosten in vergelijking met de andere windrichtingen. Dit heeft weer te maken met de aanvoer van continentale, meer vervuilde lucht.

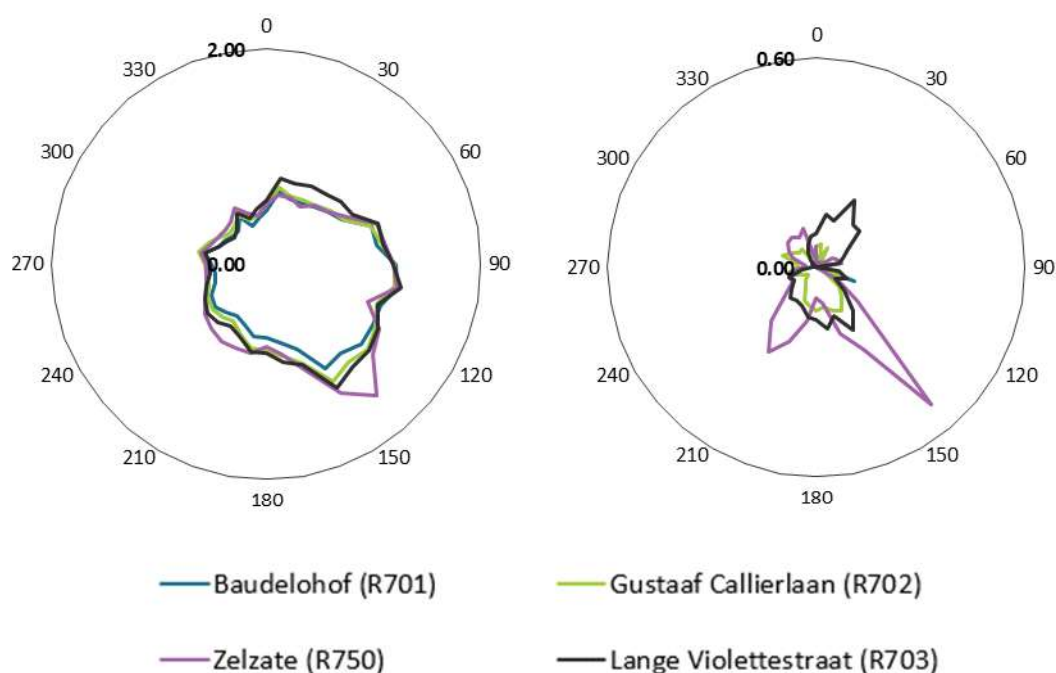
In Zelzate (**R750**) zijn er enkele lokale verhogingen: uit zuidwestelijke richting door de aanwezigheid van ArcelorMittal en uit noordwestelijke richting. Dat kan veroorzaakt worden door activiteiten in het meest noordelijke deel van de kanaalzone en/of lokaal verkeer. Er is ook een sterke zuidoostelijke piek te zien, die er vorig jaar niet was. Deze werd veroorzaakt door zeer hoge concentraties gemeten in de nacht van 9 op 10 maart 2022. We weten niet welke gebeurtenis deze concentratieverhoging heeft veroorzaakt.

In de Lange Violettestraat (**R703**) treden hogere concentraties bij wind uit het noordoosten en het zuidwesten. Dit komt ongeveer overeen met de oriëntatie van de straat (wind uit het westen en het oosten wordt tegengehouden door de huizenrij).

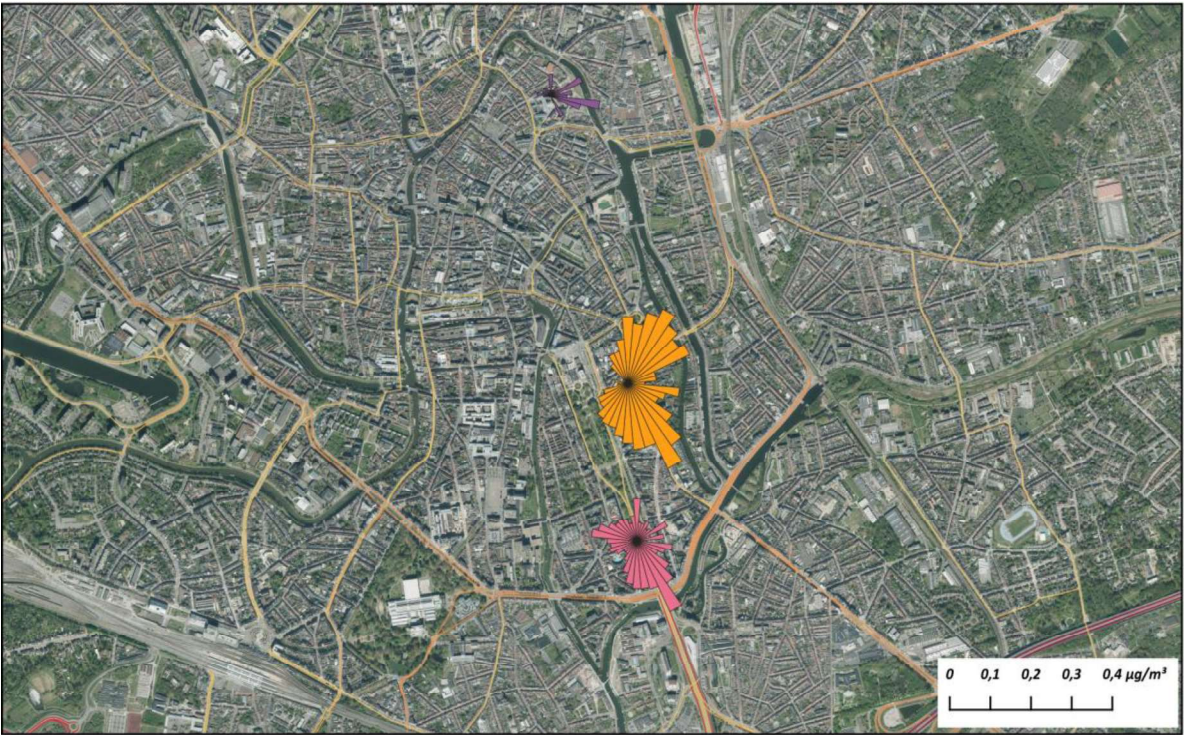
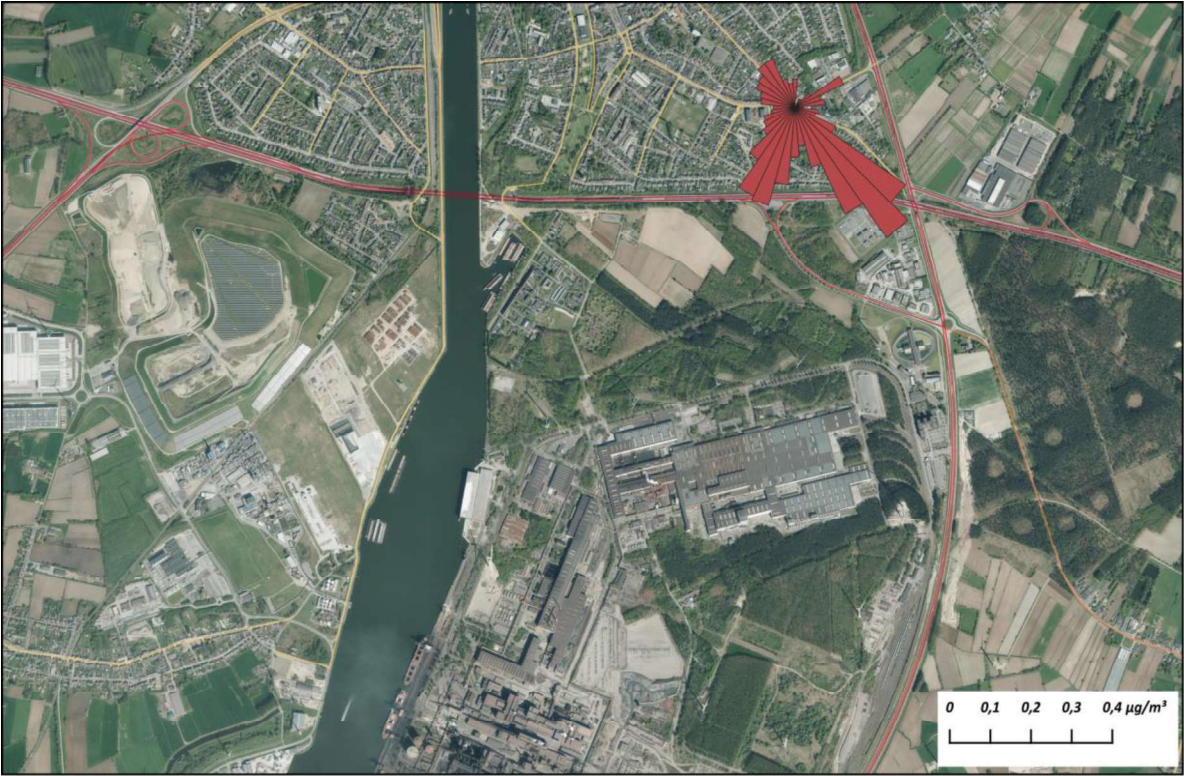
Op de verkeersgerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (**R702**) is de invloed van het verkeer zichtbaar. Er zijn hogere concentraties bij zuidelijke tot zuidoostelijke wind en noordwestelijke wind. (richting R40, B401 en verkeer errond).

In het Baudelohof (**R701**) is de lokale aanvoer beperkt. We zien wel een verhoging bij wind uit het zuidoosten.

Figuur 30: Pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) voor zwarte koolstof van elke meetplaats, in 2022

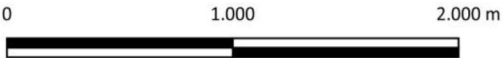


Figuur 31: zero-pollutierozen zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone (boven) en Gent-centrum (onder), in 2022



Pollutierozen zwarte koolstof op meetplaatsen Gentse agglomeratie eind 2022

- R701
- R703
- R702
- R750



4.4 Houtverbranding

Op de meetplaats in de Lange Violettestraat (R703), opgericht begin 2019, worden de metingen van zwarte koolstof sinds de oprichting uitgevoerd met een aethalometer (Magee AE33). Eind 2019 werden op de meetplaatsen Gustaaf Callierlaan (R702) en Zelzate (R750) de bestaande monitoren voor het meten van zwarte koolstof (MAAP-5012) vervangen door een aethalometer. Op de meetplaats Baudelofhof (R701) zijn de metingen met de aethalometer beschikbaar sinds 9 april 2020. Met de aethalometer kunnen partikels zwarte koolstof onderscheiden worden naargelang hun afkomst: houtverbranding of verbranding van fossiele brandstoffen (vooral dieseloet). Details over de methode en berekeningen, vind je in bijlage 4 (deel houtverbranding).

4.4.1 Bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof

Figuur 32 toont voor 2022 voor elke meetplaats de maandelijkse concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en de concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}). Tijdens de wintermaanden⁴ wordt typisch een hogere concentratie aan zwarte koolstof gemeten dan in de zomermaanden. In 2022 springen vooral de maanden maart en december er uit, en dit geldt voor alle meetplaatsen. Zowel het deel zwarte koolstof dat afkomstig is van houtverbranding ligt hoger in de wintermaanden (onder andere door meer huisverwarming), als het deel zwarte koolstof dat afkomstig is van fossiele brandstoffen. In de wintermaanden treden vaker meteo-omstandigheden zoals temperatuursinversies op, waarbij de luchtverontreiniging minder goed verdund wordt.

In februari werden, in vergelijking met de andere wintermaanden, een lagere concentratie gemeten. Dit was een warme, natte en winderige maand.

In Figuur 33 worden de gemiddelden getoond voor de winter- en zomermaanden van 2020 tot 2022.

In de **zomermaanden** van 2022 ligt de concentratie afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) tussen 0,12 $\mu g/m^3$ (R750 in Zelzate) en 0,11 $\mu g/m^3$ (R703 in de Lange Violettestraat). De verschillen tussen de meetplaatsen zijn klein.

De hoogste concentratie afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) werd gemeten in de Lange Violettestraat ($0,56 \mu g/m^3$) en de laagste concentratie BC_{ff} op de meetplaats in het Baudelohof (R701 - $0,46 \mu g/m^3$).

Op alle meetplaatsen lag de gemeten concentratie aan zwarte koolstof lager dan in 2020 en 2021 (gemiddeld 9 % lager dan in 2020). Zowel de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en de concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}) liggen lager dan de voorbije 2 jaar.

In de **wintermaanden** lag de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (**BC_{wb}**) meer dan dubbel zo hoog dan in de zomer (tussen 0,39 en 0,45 µg/m³). Net als in de zomermaanden wordt op de meetplaats in Zelzate de hoogste absolute concentratie afkomstig van houtverbranding gemeten en de laagste in de Lange violettestraat.

De absolute concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (**BC_{ff}**) ligt in de wintermaanden tussen 0,68 en 0,87 µg/m³. De concentratie ligt het hoogste in Zelzate (R750) en het laagste op de meetplaats in het Baudelohof (R701).

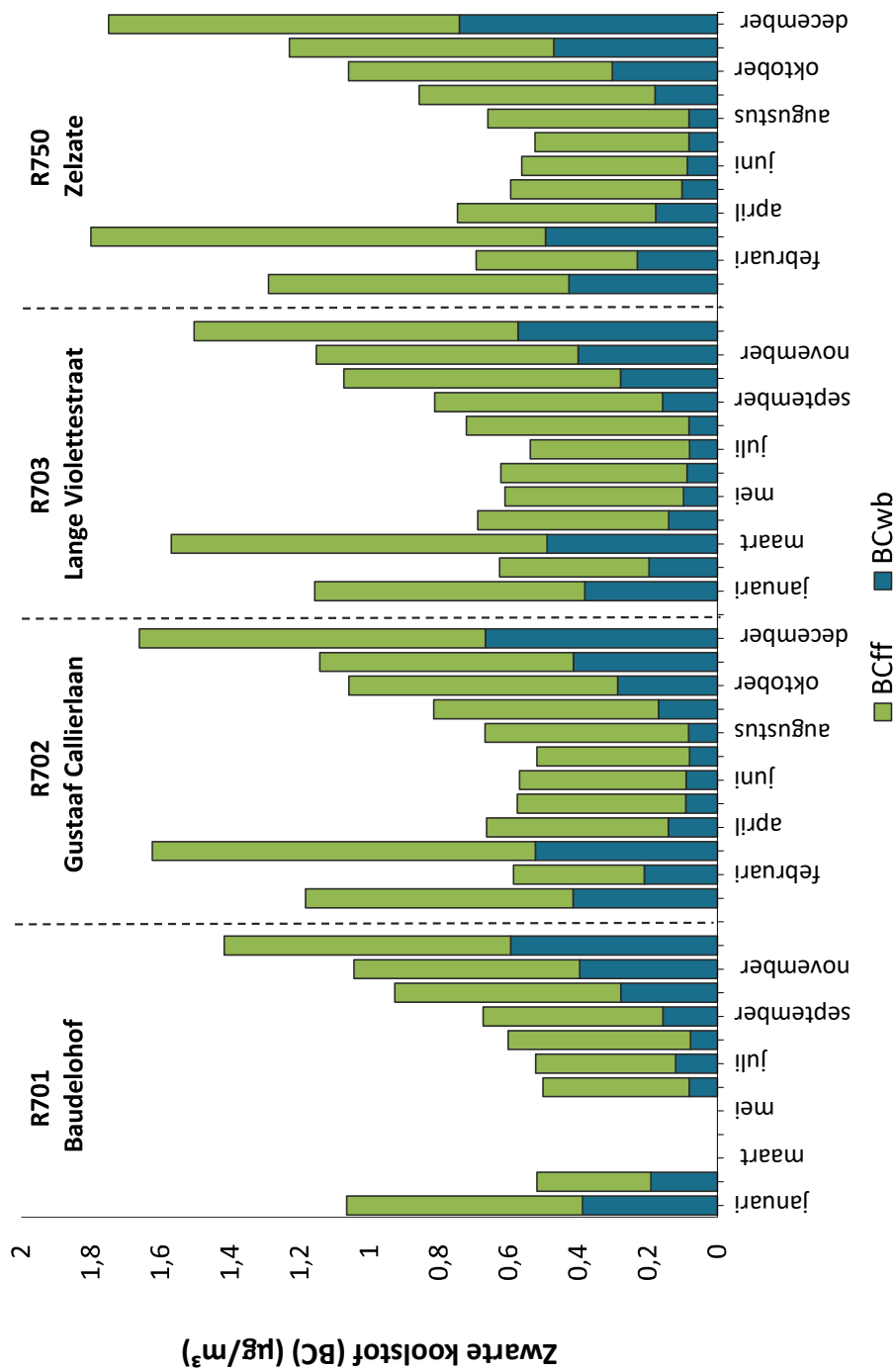
In tegenstelling tot de zomermaanden, liggen de gemeten concentraties zwarte koolstof op alle meetplaatsen **hóger** dan de 2 afgelopen jaren (gemiddeld 24 % hoger dan in 2020).

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

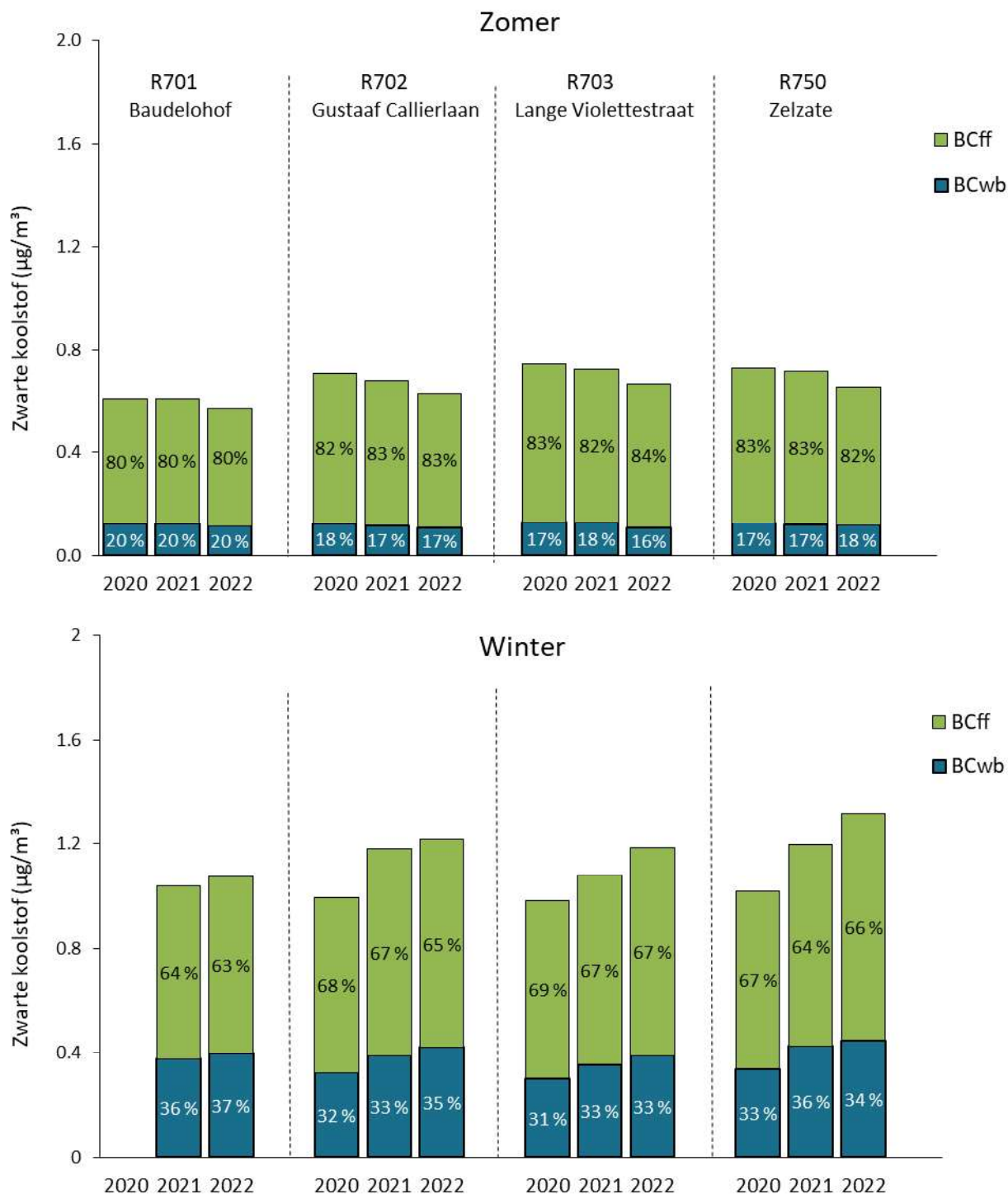
De verhouding tussen het aandeel zwarte koolstof dat afkomstig is van houtverbranding (**% BC_{wb} in BC**), en het deel dat afkomstig is van fossiele brandstoffen (**% BC_{ff} in BC**), verschilt tussen winter en zomer. Het percentage zwarte koolstof dat afkomstig is in van houtverbranding lag in de wintermaanden rond 35 %. In de zomermaanden lag dit rond 18 %. Het percentage is zowel in de zomer- als wintermaanden iets hoger op meetplaats R701 in het Baudelohof dan op de andere meetplaatsen (20 % in de zomer en 37 % in de winter).

Zowel in de zomer als de winter is het aandeel van fossiele brandstoffen aan zwarte koolstof (**% BC_{ff} in BC**) het hoogste op de meetplaats in de Lange Violettestraat (R703). Het verschil met de andere locaties is weliswaar klein.

Figuur 32: Maandelijks gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb} – blauwe balken) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff} – groene balken) in 2022. De meetplaats in het Baudelohof heeft te weinig data voor de maanden maart-mei door werken in het park en verplaatsing van de meetplaats.



Figuur 33: Seizoenale gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb} – blauwe balken) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff} – groene balken) in de zomer (bovenste grafiek) en in de winter (onderste grafiek), van 2020 tot 2021. Voor meetplaats R701 ontbreken gegevens in de winter van 2020.



4.4.2 Bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀

Fijn stof veroorzaakt door houtverbranding bestaat uit deeltjes afkomstig van onvolledige verbranding. Dit fijn stof is waarschijnlijk even schadelijk als fijn stof van andere verbrandingsbronnen zoals het verkeer⁵.

Zowel de bijdrage van houtverbranding als die van verkeer aan PM_{10} (PM_{10_wb} en PM_{10_ff}) wordt berekend uit de gemeten bijdrages aan zwarte koolstof (zie bijlage 4 – houtverbranding).

Figuur 34 toont hoeveel verbranding van hout enerzijds en verbranding van fossiele brandstoffen anderzijds bijdragen aan de totale concentratie PM_{10} . De rest van PM_{10} bestaat uit secundaire anorganische ionen, mineraal stof en zeezout.

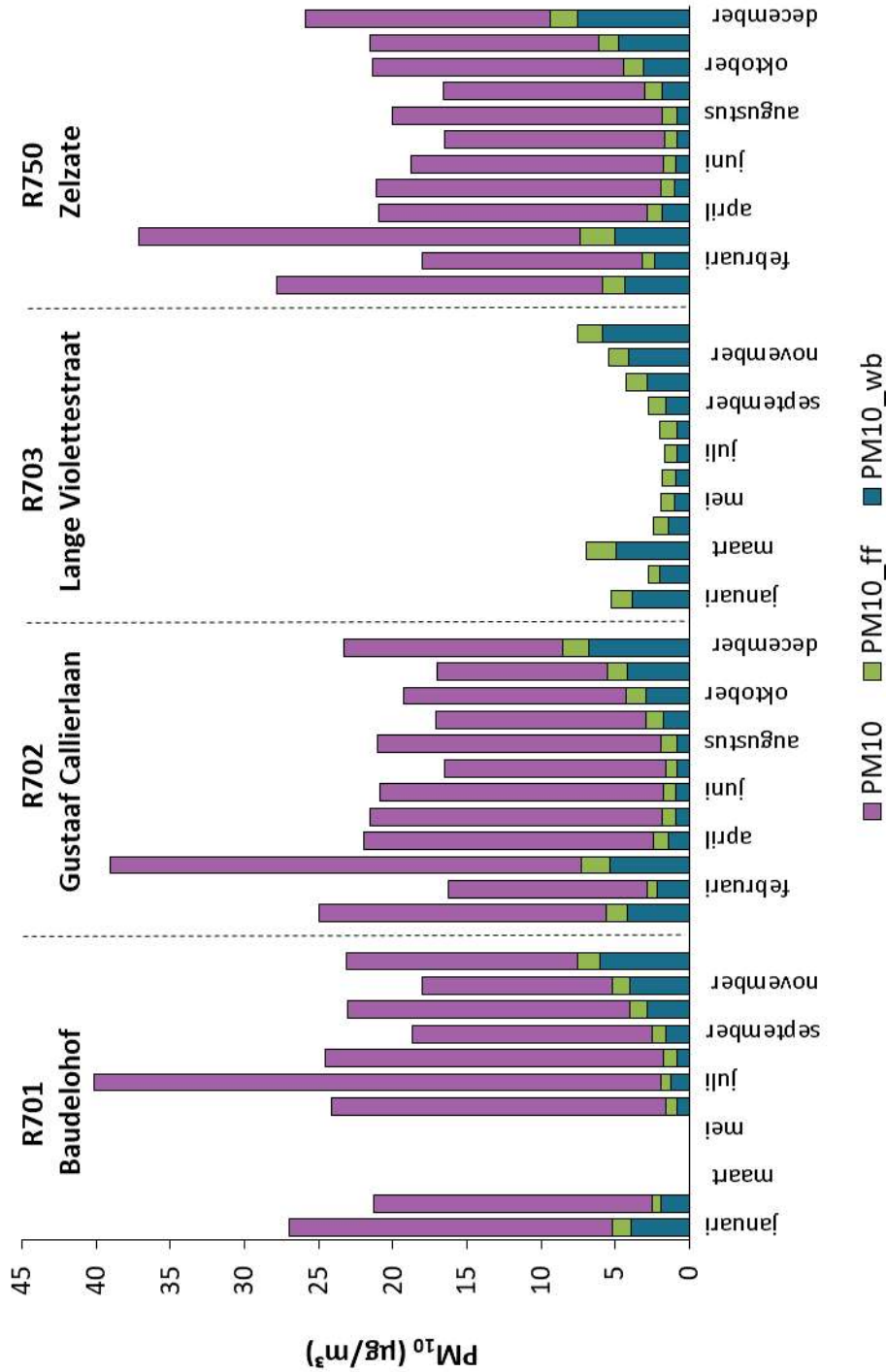
Op Figuur 34 is te zien dat houtverbranding (**PM_{10_wb}**) meer bijdraagt aan de totale concentratie PM₁₀ dan dat de verbranding van fossiele brandstoffen doen. Bij houtverbranding komt niet alleen zwarte koolstof vrij, maar ook nog een grote hoeveelheid bruine koolstof ('brown carbon') en andere organische deeltjes vrijkomen. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen, is zwarte koolstof de hoofdcomponent (ongeveer 50 %). Voor houtverbranding is de omrekeningsfactor vanuit de bijdrage aan zwarte koolstof dan ook beduidend groter (factor 11,28) dan voor verkeer (factor 2) (zie bijlage 4 voor details).

De verschillen tussen de meetplaatsen in de bijdrage van houtverbranding aan PM_{10} zijn - net zoals bij zwarte koolstof – beperkt. Verschillen tussen de maanden zijn er wel weer. Omdat de bijdrage aan PM_{10} met een vaste factor wordt berekend uit BC_{wb} zien we dezelfde patronen. Net zoals bij zwarte koolstof ligt in de wintermaanden de concentratie aan PM_{10} afkomstig van houtverbranding hoger dan in de zomermaanden. In de zomermaanden ligt het aandeel houtverbranding aan PM_{10} tussen 5 – 7 %, in de winter is dat tussen 17 - 20 %.

De concentratie PM_{10} afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10_ff}) varieert seizoenaal minder dan het deel afkomstig van houtverbranding. Voor PM_{10_ff} kunnen we ervan uitgaan dat het verschil tussen de winter- en zomermaanden grotendeels komt door de ongunstige weersomstandigheden in de wintermaanden die verdunning van de vervuiling tegengaan. Voor PM_{10_wb} wijst het verschil tussen beide seizoenen op een verschil in uitstoot (en in veel mindere mate op ongunstige weersomstandigheden).

⁵ B. Brunekreef et al. (2012), Ten principles for clean air. *Eur Resp J* 2012; 39 :525-528

Figuur 34: Maandelijksse gemiddelden voor PM_{10} afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}), PM_{10} afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10_ff}) en overig PM_{10} in 2022



Noot: Op meetplaats R703 is geen fijn stof-monitor aanwezig en heeft daarom geen meetgegevens voor PM_{10} . PM_{10_wb} en PM_{10_ff} kunnen wel getoond worden omdat deze parameters uit BC_{wb} worden berekend. Dat wordt wel gemeten op deze locatie.

4.4.3 Gemiddeld dagverloop in de winter- en zomermaanden

Zwarte koolstof

Figuur 35 en Figuur 36 geven voor alle dagen van de week het gemiddeld verloop⁶ weer van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding en zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen.

Figuur 35 geeft het dagverloop voor de **wintermaanden** van 2022.

- De concentraties zwarte koolstof afkomstig van **houtverbranding** (BC_{wb} , Figuur 35 bovenaan) vertonen in de wintermaanden op alle meetplaatsen een gelijkaardig dagverloop. De concentraties van meetplaats in Zelzate R750 liggen iets hoger dan op de andere locaties. Op weekdagen is er een ochtendpiek en een grotere avondpiek. In het weekend is de ochtendpiek kleiner en verschijnt hij later op de dag.
- Figuur 35 onderaan toont het verloop van de concentraties zwarte koolstof afkomstig van **fossiele brandstoffen** (BC_{ff}). We zien op alle weekdagen een ochtend- en een avondpiek. In het weekend heeft de ochtendpiek lagere concentraties. Op meetplaatsen R750 in Zelzate en R702 in de Gustaaf Callierlaan zijn de piekconcentraties vaak hoger dan op de andere meetplaatsen. In de grafiek is een grote verhoging zichtbaar op woensdag. Dit komt doordat op woensdagavond 9 maart 2022 zeer hoge concentraties werden gemeten op meetplaats R750. We weten niet welke gebeurtenis deze concentratieverhoging heeft veroorzaakt. De concentraties van R701 in het Baudelohof liggen lager dan op de andere meetplaatsen.

Figuur 36 toont hetzelfde als Figuur 35 maar dan voor de **zomermaanden** van 2022.

- In de zomer zijn de concentraties van zwarte koolstof afkomstig van **houtverbranding** veel lager dan in de wintermaanden. De variatie doorheen de dag en tussen verschillende dagen is beperkt.
- Het dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van **fossiele brandstoffen** (Figuur 36, onderaan) vertoont ook in de zomermaanden een ochtend- en een (kleinere) avondpiek. In het weekend zijn de pieken kleiner.

PM₁₀

Figuur 37 en Figuur 38 geven voor alle dagen van de week het verloop van PM_{10} afkomstig van houtverbranding (PM_{10wb}) en het verloop van PM_{10} afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10ff}), respectievelijk voor de winter- en zomermaanden.

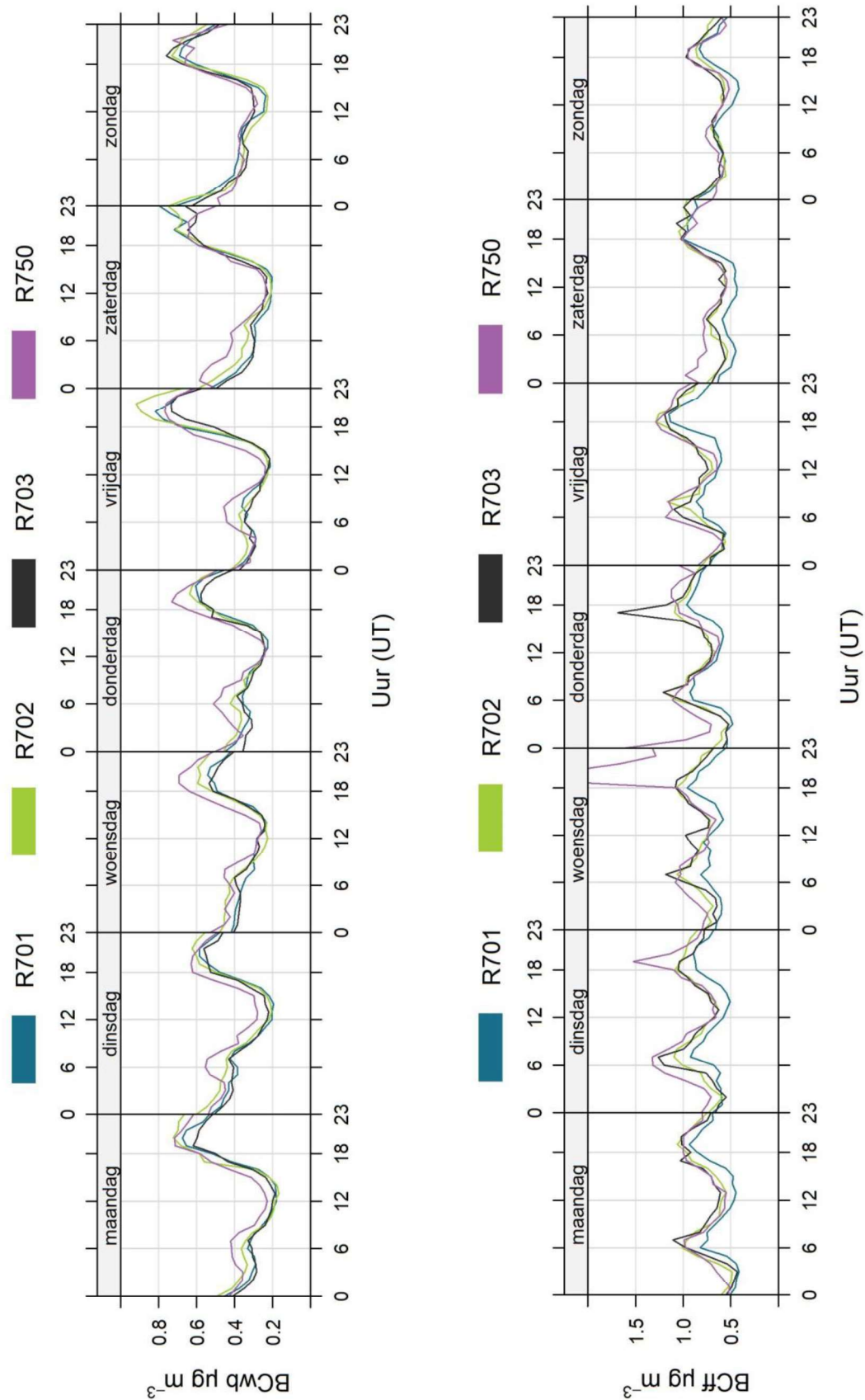
PM₁₀ afkomstig van houtverbranding en fossiele brandstoffen werd berekend uit de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding. Het verloop in de winter-en zomermaanden is hierdoor identiek aan het verloop van zwarte koolstof.

⁶ Deze dagverlopen staan in UT (= universal time).

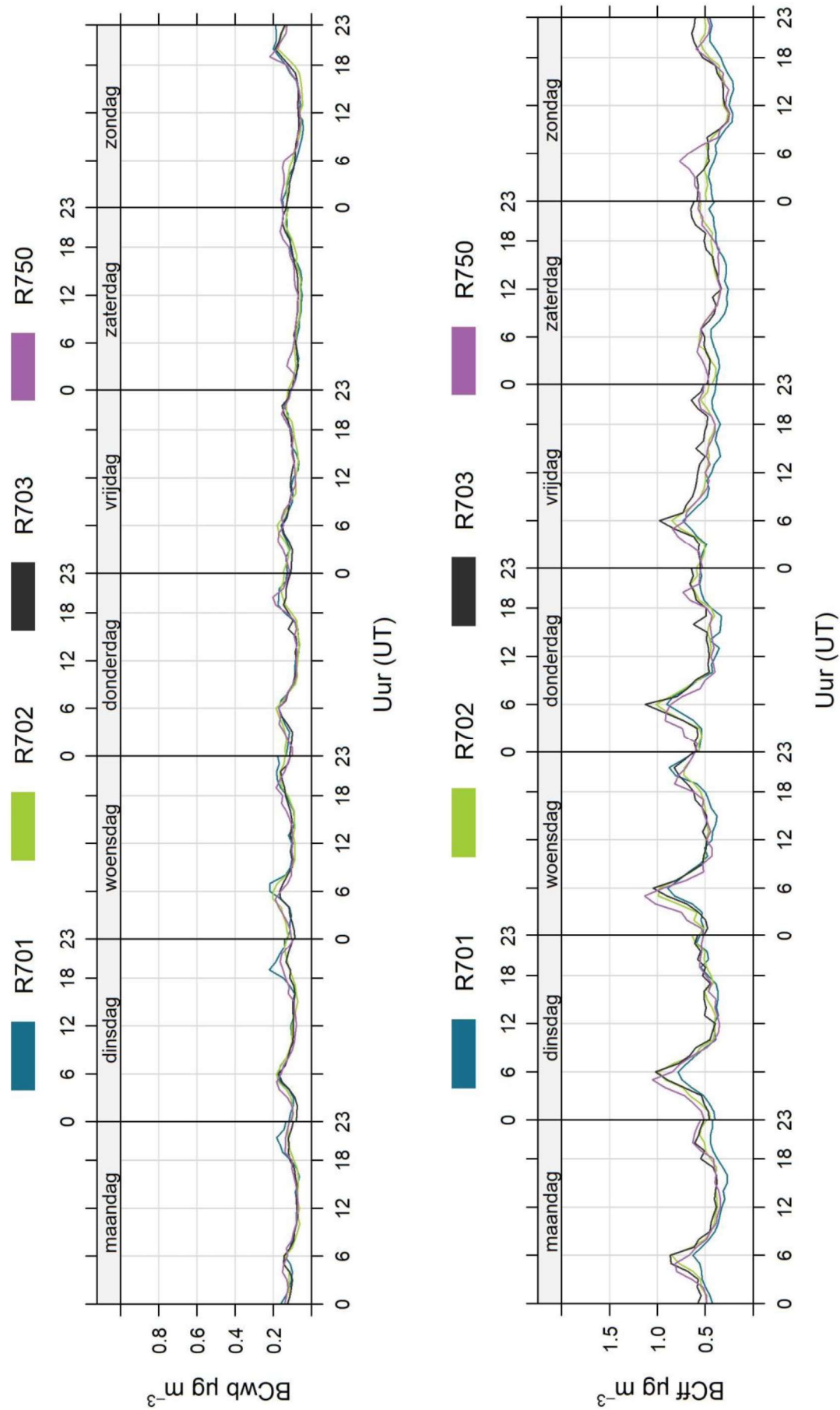
- In de winter verschilt UT 1 uur met lokale tijd, bv. 2 uur UT = 3 uur lokale tijd.

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

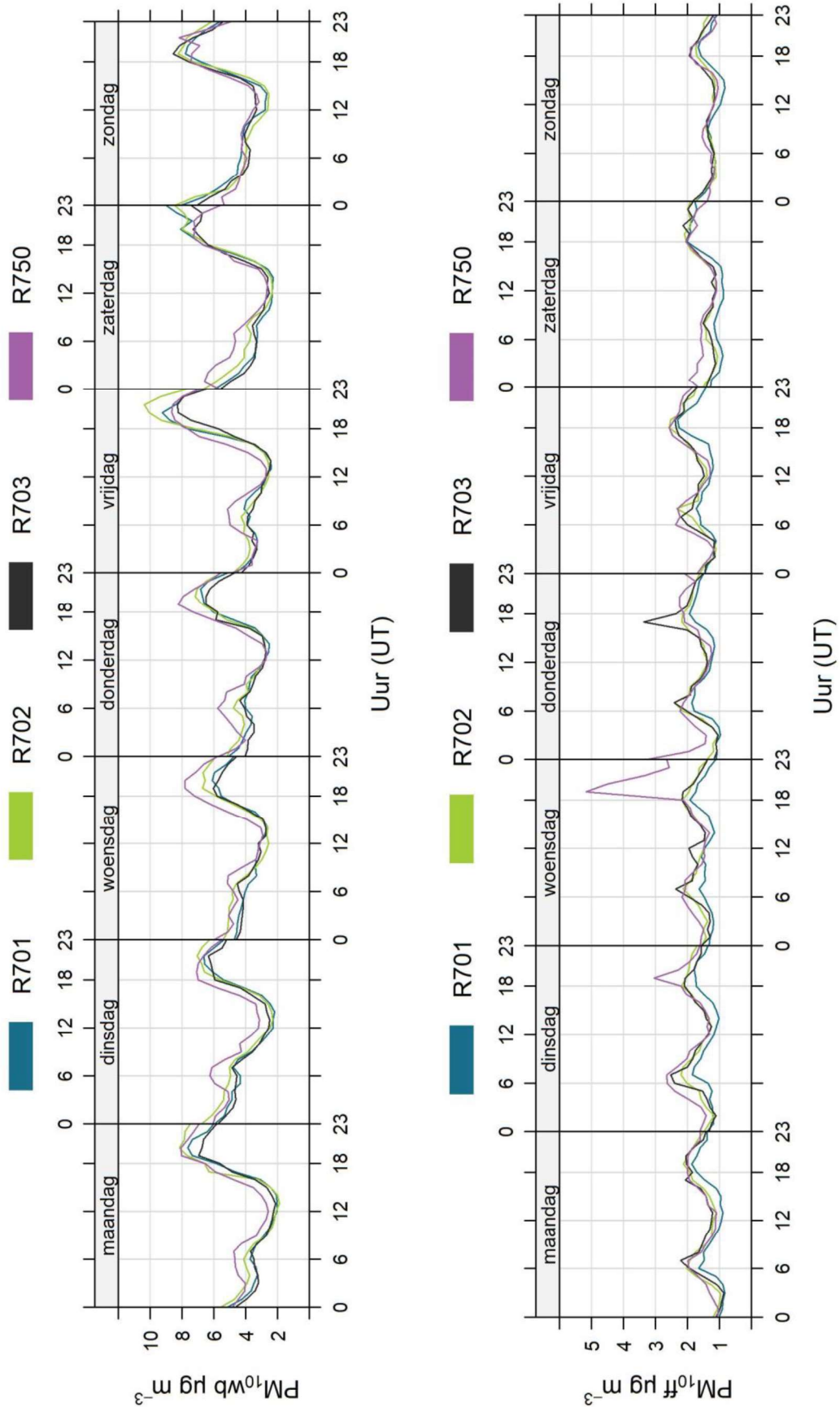
Figuur 35: Gemiddeld dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{fi}) in de wintermaanden 2022



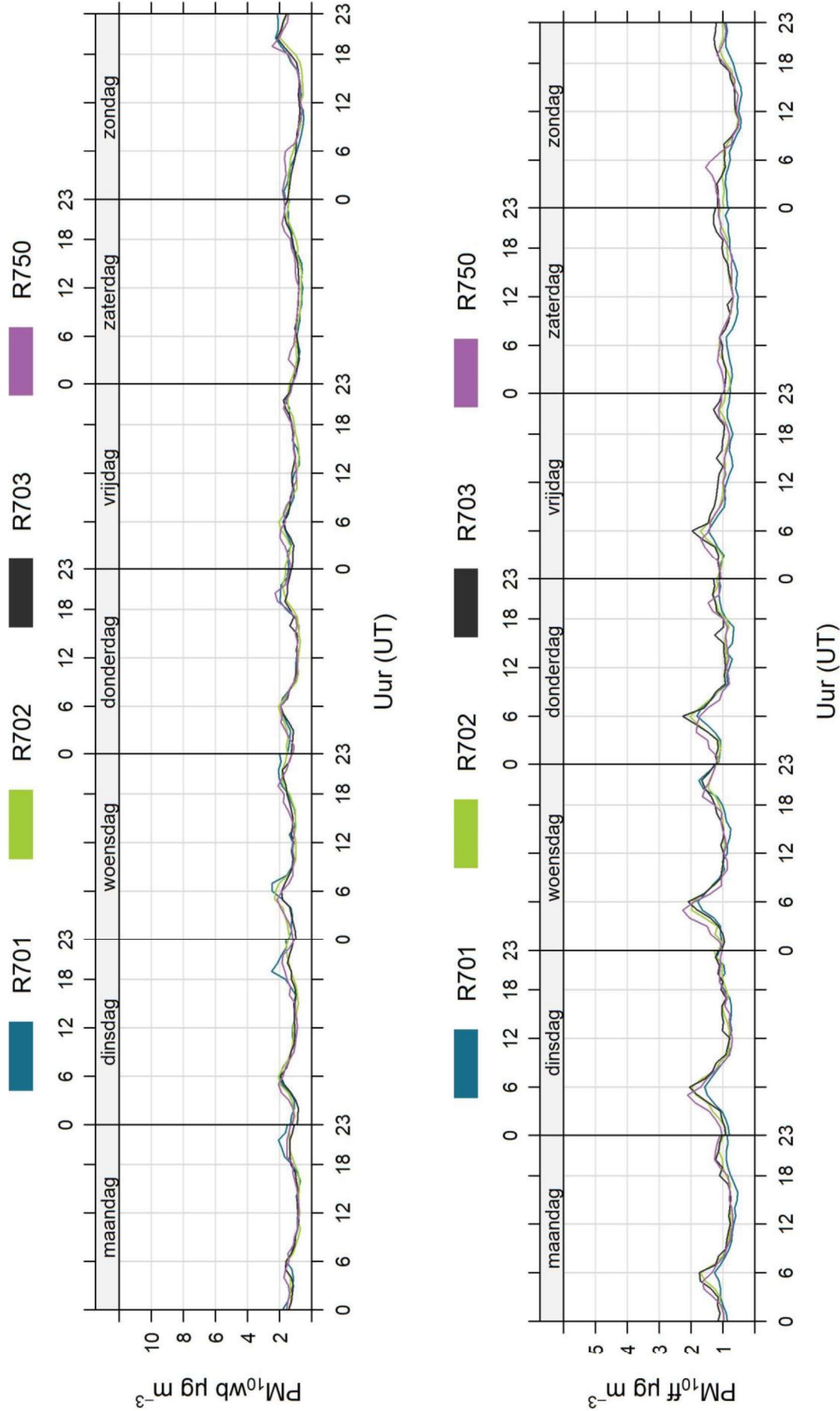
Figuur 36: Gemiddeld dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) in de zomermaanden 2022



Figuur 37: Gemiddelde dagverloop van PM_{10} afkomstig van houtverbranding (PM_{10wb}) en PM_{10} afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10ff}) in de wintermaanden 2022



Figuur 38: Gemiddelde dagverloop van PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{wb}) en PM₁₀ afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10ff}) in de zomermaanden 2022



4.4.4 Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting

Figuur 39 geeft voor de wintermaanden in 2022 de pollutierozen (boven) en zero-pollutierozen (onder) weer van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (linkse figuur, BC_{wb}) en van fossiele brandstof (rechtse figuur, BC_{ff}) in functie van de windrichting.

Op de Gustaaf Callierlaan (**R702**) is er aanvoer van houtverbranding (BC_{wb}) uit het zuidoosten (linkse figuur). Bij wind uit het zuidoosten worden typisch hogere concentraties gemeten, door de aanvoer van verontreinigde landlucht. Op de zero-pollutierozen werd de achtergrondconcentratie in rekening gebracht waardoor we zien dat er uit het zuidoosten nog bijkomende lokale aanvoer is van houtverbranding. De aanvoer van zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen komt op deze locatie uit verschillende windrichtingen, met hoogste concentraties uit het noordoosten (BC_{ff} , rechtse figuur).

In Zelzate (**R750**) is er bijkomende aanvoer van BC_{wb} uit het noordoosten en het zuidwesten. Zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) wordt uit verschillende windrichtingen aangevoerd.

In het Baudelohof (**R701**) worden iets hogere concentraties gemeten bij wind uit het noordwesten, zowel voor houtverbranding als voor fossiele brandstoffen.

In de Lange Violettestraat (**R703**) wordt weinig lokale BC_{wb} gemeten. Er is wel een grote lokale bijdrage van BC_{ff} , vooral uit noordoostelijke richting en het zuidwesten. Dit komt ongeveer overeen met de oriëntatie van de straat (wind uit het westen en het oosten wordt tegengehouden door de huizenrijen).

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

Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2022



5 LAGE EMISSIEZONE

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 april 2017 voerde de stad Gent een **circulatieplan** in om doorgaand verkeer in de binnenstad te ontmoedigen, de bereikbaarheid voor voetgangers, fietsers, openbaar vervoer en plaatselijk verkeer te garanderen en de leefbaarheid van de bewoners te verbeteren.

Op 1 januari 2020 werd een **lage-emissiezone** (LEZ) ingevoerd in de Gentse binnenstad met als doel de luchtkwaliteit te verbeteren. Sinds dan zijn alleen nog dieselwagens met een euronorm 5 en hoger en benzinewagens met euronorm 2 en hoger toegelaten⁷ in de zone binnen de kleine ring (R40). De maatregel wil de autonome evolutie (waarbij oudere, meer vervuilende voertuigen vanzelf uit het wagenpark verdwijnen) versnellen en een verschuiving in het aankoopgedrag richting benzinevoertuigen, elektrische voertuigen of voertuigen op gas stimuleren.

5.2 Modelling

De stad Gent liet in 2021 de effecten van een verdere geografische uitbreiding van hun LEZ onderzoeken⁸. Dit onderzoek biedt ook inzicht in de impact van de huidige LEZ in 2020 op vlak van emissies (=uitstoot).

De studie vertrekt hierbij van een aantal aannames over de verkeersintensiteiten en over de samenstelling van het wagenpark met en zonder LEZ.

- Voor de samenstelling van het wagenpark zonder LEZ is gekeken naar de samenstelling van het Vlaamse wagenpark in 2020.
- De samenstelling van het wagenpark met LEZ is ingeschat op basis van nummerplaatgegevens uit de camera's die gebruikt worden om toezicht te houden op de LEZ in Gent en eerder studiewerk voor de LEZ in de stad Antwerpen.

Op basis van deze gegevens werden de emissies berekend, met en zonder LEZ. Omdat bij de gebruikte verkeersintensiteiten geen rekening gehouden kon worden met de impact van de coronamaatregelen, tonen alleen de relatieve cijfers voor 2020 de impact van de LEZ op de NO_x-, NO₂-, BC- en PM_{2,5}-emissies.

Tabel 13: gemodelleerde impact van de LEZ in Gent in 2020 op vlak van emissies

	BC	PM _{2,5}	NO ₂	NO _x
impact LEZ in 2020	-52%	-20%	-8%	-6%

Uit Tabel 13 blijkt dat de LEZ in 2020 vooral een impact had op de BC-emissies. Dit strookt met de verwachtingen omdat de voertuigen die uit de LEZ worden geweerd (meestal) geen gesloten roetfilter hebben en daardoor veel roet uitstoten.

De impact op de NO_x- en NO₂-emissies blijven in 2020 nog relatief beperkt. Dit komt omdat de momenteel nog toegelaten recentere dieselwagens nog altijd veel stikstofoxiden uitstoten. We

⁷ <https://stad.gent/nl/mobiliteit-openbare-werken/lage-emissiezone/hoe-weet-je-je-voertuig-de-lage-emissiezone-lez-mag-inrijden>

⁸ Uitbreidingsstudie lage-emissiezone Gent (DMK/2020/10), uitgevoerd door TML in samenwerking met VITO en in opdracht van de stad Gent, 2021.

verwachten dat de NO_x- en NO₂-emissies pas veel sterker zullen dalen wanneer in de LEZ ook de recentere dieselwagens niet meer zijn toegelaten.

5.3 Invloed van de LEZ op de gemeten concentraties

5.3.1 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 niet 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 in de rest van Vlaanderen, andere gewesten en het buitenland dragen bij tot de concentratie van vervuilende stoffen in de Gentse binnenstad.

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

- Binnen de LEZ kunnen bepaalde verkeersmaatregelen of wegenwerken leiden tot andere verkeersstromen in de binnenstad en tot meer of minder verkeer in de omgeving van de meetplaatsen (vergeleken met voorgaande jaren).
- We moeten rekening houden met het effect van het anticiperende gedrag van de mensen om te voldoen aan de voorwaarden van de LEZ. De invoering van de LEZ werd een paar jaar eerder al aangekondigd.
- De LEZ zal in Gent ook leiden tot een wijziging van het wagenpark buiten de LEZ en ook daar de concentraties beïnvloeden⁹.

Om het effect van de invoering van de LEZ in Gent te beoordelen, vergelijken we in het ideale geval de concentraties binnen de LEZ met de concentraties in een sterk vergelijkbare stedelijke omgeving waar er geen LEZ ingevoerd is. Zo kan de impact van het weer, de autonome vernieuwing van het wagenpark in Vlaanderen en de coronamaatregelen op de concentraties worden ingeschat en kunnen we een netto-effect van de LEZ berekenen. Maar verkeersgerichte metingen in andere steden zijn beperkt en ook in deze steden zijn er vaak maatregelen of initiatieven met een impact op de luchtkwaliteit.

5.3.2 Effect van LEZ

Gezien binnen de lage emissiezone momenteel wagens met een hoge roetuitstoot worden geweerd, kijken we in deze paragraaf naar de gemeten concentraties van zwarte koolstof.

Figuur 40 toont voor locaties die binnen een LEZ liggen (Gent en Antwerpen samen) en locaties die buiten een LEZ liggen (over heel Vlaanderen, zowel landelijke als industrieel gerichte locaties), de procentuele afname van de concentratie aan zwarte koolstof in 2022, ten opzichte van 2019 (de situatie vóór de invoering van de LEZ in Gent).

⁹ Departement Omgeving (2020), Impact van de lage-emissiezones op het wagenpark, de luchtkwaliteit en sociaal kwetsbare groepen, Eindrapport – november 2020, <https://www.vlaanderen.be/publicaties/impact-van-de-lage-emissiezones-op-het-wagenpark-de-luchtkwaliteit-en-sociaal-kwetsbare-groepen-eindrapport>

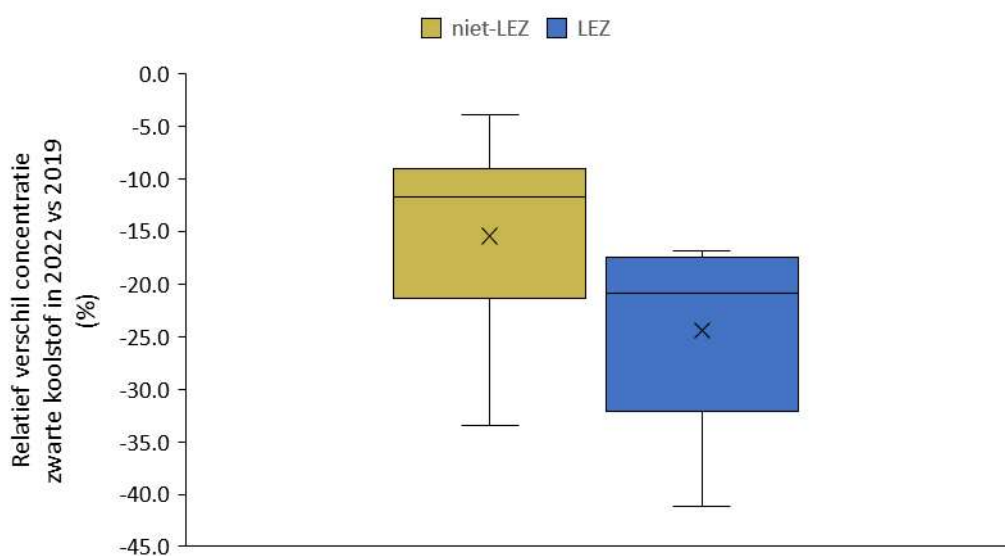
De boxplots tonen dat op locaties binnen een LEZ (Gent en Antwerpen) de concentratie zwarte koolstof met gemiddeld 24 % is afgenomen ten opzichte van 2019. Bij de LEZ-locaties werd de sterkste daling gemeten in de Lange Violettestraat (concentratie lag hier 40 % lager dan in 2019).

Op de locaties buiten of op de rand van een LEZ (dit omvat zowel landelijke, verkeersgerichte als industriële locaties) is de gemeten procentuele afname in zwarte koolstof kleiner (gemiddeld een afname van 15 %). Het sterkste verschil daar was een daling van 34 % ten opzichte van 2019. Dit werd gemeten op de ring van Antwerpen, een locatie op de rand van de LEZ.

De concentratie zwarte koolstof is dus op alle locaties in heel Vlaanderen gedaald, en gemiddeld sterker op locaties in een LEZ.

In Antwerpen, waar de LEZ in 2017 werd ingevoerd en er een langere tijdsreeks is, wordt ook een grotere daling aan zwarte koolstof in en aan de rand van de LEZ gemeten (gemiddelde daling van 46 %) in vergelijking met buiten Antwerpen (gemiddelde daling van 35 %). Voor NO_x is er in Antwerpen geen verschil binnen en buiten de LEZ. Dat is niet zo verwonderlijk. De momenteel nog toegelaten recentere dieselwagens (zoals Euro 5 norm) stoten ook nog veel stikstofoxiden uit in vergelijking met de oudere modellen. De NO_x-emissies kunnen dalen als ook deze wagens bij de toekomstige verstrengingen niet meer toegelaten zijn in de lage-emissiezones.

Figuur 40: Boxplot met de relatieve daling in de concentratie zwarte koolstof in 2022, ten opzichte van 2019 (het jaar vóór de LEZ), voor meetplaatsen in Vlaanderen die **niet** in een LEZ liggen en meetplaatsen die **wél** in een LEZ liggen (Gent en Antwerpen). Het kruisje in de boxplot geeft de gemiddelde daling aan.



In het evaluatierapport LEZ¹⁰ van het Departement Omgeving, werd aangetoond dat de invoer van een LEZ leidde tot een versnelde vergroening van het wagenpark, zowel binnen de LEZ als in de rest van Vlaanderen. Dit is een belangrijk effect want zo wordt de situatie vermeden dat oudere wagens alleen de LEZ gaan vermijden en blijven rondrijden buiten de LEZ.

Hetzelfde rapport toonde ook aan dat in 2019 oude dieselveertuigen zonder roetfilter bijna dubbel zo snel verdwenen uit het wagenpark van de lage-emissiezone in Gent dan in de rest van Vlaanderen. Dus al in het jaar vóór de invoering van de lage-emissiezone heeft de aangekondigde lage-emissiezone het

¹⁰ Departement Omgeving (2020), Impact van de lage-emissiezones op het wagenpark, de luchtkwaliteit en sociaal kwetsbare groepen, Eindrapport – november 2020, <https://www.vlaanderen.be/publicaties/impact-van-de-lage-emissiezones-op-het-wagenpark-de-luchtkwaliteit-en-sociaal-kwetsbare-groepen-eindrapport>

wagenpark van de inwoners sterk beïnvloed. En omdat wagens met een lagere uitstoot ook buiten de LEZ rondrijden, verwacht je uiteindelijk ook effect buiten de LEZ.

Lage emissiezones maken vaak deel uit van een groter verhaal om de lokale luchtkwaliteit (en mobiliteitsproblemen) te verbeteren, zoals meer autovrije zones, circulatieplannen, het stimuleren van openbaar vervoer, gebruik van elektrische wagens, het uitbouwen van fietsinfrastructuur, autodeel-initiatieven ... De combinatie van verschillende initiatieven kan de invloed op de luchtkwaliteit vergroten.

BIJLAGEN

bijlage 2 Beschrijving van de pollutanten

Stikstofoxiden – NO/NO₂

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO₂) en stikstofmonoxide (NO) en worden gevormd door een reactie van stikstof met zuurstof bij verbrandingsprocessen op hoge temperaturen. In eerste instantie ontstaat hierbij vooral NO. NO heeft een korte levensduur in de atmosfeer en is een kleur-, reuk- en smaakloos gas dat op zich weinig toxisch is. Maar NO wordt door reacties met zuurstof en ozon (O₃) omgezet tot NO₂. NO₂ heeft een langere levensduur in de atmosfeer dan NO en is schadelijk voor mens en ecosystemen. Het is een bruinrood gekleurd toxisch gas dat slecht ruikt en irritatie aan de luchtwegen kan veroorzaken. Zowel korte episodes van hoge concentraties, als langdurige blootstelling aan lage concentraties zijn schadelijk voor de gezondheid.

NO₂ kan ook terug worden omgezet, door fotochemische ozonvorming waarbij O₃ wordt gevormd en NO₂ wordt omgezet tot NO. De chemie van stikstofcomponenten in de atmosfeer is erg complex en de relatie tussen de emissies van NO_x en de gemeten NO₂-concentraties is niet lineair.

Stikstof heeft verzurende en vermestende effecten

NO_x dragen bij aan de vorming van fijn stof en spelen ook een belangrijke rol in de milieuverzuring. Samen met de uitstoot van SO₂ en NH₃, leiden de emissies van NO_x tot verzurende depositie en de vermesting van gevoelige habitats, met negatieve effecten op ecosystemen en de biodiversiteit. Verzuring is de toename van de zuurconcentratie in bodem en water. Hierdoor daalt de buffercapaciteit van de bodem en worden op termijn giftige metalen zoals aluminium vrijgesteld. Dit bemoeilijkt de opname door plantenwortels van essentiële voedingsstoffen zoals kalium, calcium en magnesium. Verzuring leidt ook tot waterverontreiniging door het uitspoelen van nitraat en metalen naar het oppervlakte- en grondwater. Verzurende deposities veroorzaken ook corrosie van materialen en een versnelde verwerking van gebouwen.

De verbrandingsmotoren van (weg)verkeer zijn verantwoordelijk voor het grootste deel van de stikstofoxidenuitstoot. Dieselwagens produceren meer NO_x in vergelijking met benzinewagens omdat in dieselmotoren de verbranding gebeurt bij hogere temperatuur, hogere druk en bij een overmaat aan zuurstof, waardoor meer stikstofoxiden ontstaan. Ook ligt, door de oxidatiekatalysatoren, de NO₂/NO_x-verhouding bij dieselwagens gevoelig hoger dan bij benzinewagens.

NO_x kunnen net als SO₂ over grote afstanden getransporteerd worden en kunnen dus effecten veroorzaken in verafgelegen gebieden.

Fijn stof – PM₁₀, PM_{2,5} en zwarte koolstof

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

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

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

- 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.

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. Niet enkel komen foetussen in aanraking met luchtvervuiling via de placenta waar roetdeeltjes zich opstapelen^[2], maar onderzoek^[3] van o.a. de UHasselt uit 2022 toonde aan dat deze roetdeeltjes ook in de in ontwikkeling zijnde organen (longen, lever, hersenen) van de foetus zelf terug te vinden zijn. Dit heeft een negatieve invloed op de ontwikkeling van de foetus.

[31] Bongaerts E. et al. 2022. Maternal exposure to ambient black carbon particles and their presence in maternal and fetal circulation and organs: an analysis of two independent population-based observational studies. *Lancet Planet Health*.2022; 6: e804-e811.
<https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2822%2900200-5>

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 mens¹². Belangrijk is dat fijn stof niet enkel kan leiden tot longkanker; een langdurige blootstelling kan ook borstkanker en kankers van het spijsverteringsstelsel veroorzaken¹³. Midden 2012 classificeerde het IARC ook al dieseluitlaatgassen als kankerverwekkend voor de mens. Dieselwagens stoten – ten opzichte van benzine­wagens – veel meer stikstofoxiden en roetdeeltjes uit. Algemeen wordt aangenomen dat ook ultrafijn stof schadelijk is, maar de wetenschappelijke kennis hierover is nog beperkt.

Gemiddeld verlies van 9 gezonde maanden

De dienst Milieuraapportering van de VMM (MIRA) berekende de ziektelast door de verschillende milieupolluenten voor de Vlaamse bevolking¹⁴. Omgerekend per inwoner van Vlaanderen bedroeg die in 2015 9 verloren gezonde maanden in een volledig leven bij een levenslange blootstelling aan de huidige fijnstofconcentraties. Dit is een gemiddelde waarde, bij bepaalde gevoelige personen, zoals astmapatiënten, kinderen en ouderen, zal de impact groter zijn. Fijn stof is veruit de belangrijkste pollutant in de gezondheidsimpact door milieufactoren. Het aandeel wordt geschat op 71 %.

Hoge concentraties kunnen acuut effect hebben

Tijdens een fijnstofepisode doen mensen die bijzonder gevoelig zijn voor luchtverontreiniging best geen grote lichamelijke inspanningen. Tot deze groep behoren jonge kinderen, ouderen, personen met het chronisch obstructief longlijden (COPD¹⁵) en personen met hart- en vaatziekten. Tijdens dergelijke fijnstofepisodes raadt men iedereen af om langdurige fysieke inspanningen zoals joggen te doen. 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 bevuiling van blootgestelde oppervlakken en materialen. Ze hebben mogelijk een invloed op het klimaat: naargelang de samenstelling kan fijn stof zowel voor afkoeling als voor opwarming zorgen. Bovendien draagt fijn stof bij tot de verzurende en vermistende depositie.

¹² http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf

¹³ 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

¹⁴ MIRA (2018), *Totaal verloren gezonde levensjaren (DALY's) door fijn stof*. <https://www.milieuraapport.be/milieuthemas/milieu-gezondheid/dalys/verloren-gezonde-levensjaren-dalys-door-blootstelling-aan-fijn-stof>

¹⁵ 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 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 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; ook hiermee werd rekening gehouden.

WGO scherpte in 2021 advieswaarden aan

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

Europa doet een voorstel voor een nieuwe, strengere richtlijn

De Europese Commissie heeft in oktober 2022 een voorstel voor herziening van de richtlijnen Luchtkwaliteit gelanceerd. In het voorstel zien we enerzijds een verstrenging van de meeste grenswaarden en anderzijds worden de meeste streefwaarden verstrengd naar grenswaarden.

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

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.

Tabel 14: 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.

De Europese regelgeving uit voorgaande tabel 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.

Tabel 15: Advieswaarden voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (WGO 2000 en 2021)

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

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

	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
EU-richtlijn 2008/50/EG*	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 dag	50 µg/m ³ ; max. 35 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	40 µg/m ³
WGO 2021	Advieswaarden	1 dag	45 µg/m ³ ; max. 3 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	15 µg/m ³

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

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.

EU-regelgeving (2008/50/EG)	Middelingsstijd	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 definieerde -naast een advieswaarde op jaarbasis- ook een advieswaarde voor PM_{2.5}-dagwaarden.

WGO-advieswaarden (WGO 2021)	Middelings­tijd	Doelstelling
Advieswaarde	Jaar	5 µg/m³
	Dag	15 µg/m³ - max. 3 overschrijdingen per jaar

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

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.

Emissie-inventaris

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

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

Integrale milieujaarverslagen vormen de basis van de emissie-inventaris industrie

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

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

De emissie-inventaris voert zelf geen emissiemetingen uit

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

Luchtvervuiling is het resultaat van primaire en secundaire emissies

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

Emissies houtverbranding - inschatten van het kachelpark

Het houtverbruik wordt door het Vlaams Energie- en Klimaatagentschap (VEKA) geactualiseerd op basis van de graaddagen en het aantal huishoudens. Om de evolutie van het ketel/kachelpark met hout als brandstof in te schatten, voerde VITO in opdracht van VMM een studie¹⁶ uit. Dat gebeurde door, waar mogelijk, het ketel/kachelpark 2019 resulterend uit de in 2019 uitgevoerde enquête, te combineren met het

¹⁶ Ontwikkelen methodologie voor de opvolging van de samenstelling van het kachelpark in Vlaamse huishoudens:

<https://www.vmm.be/publicaties/ontwikkelen-methodologie-voor-de-opvolging-van-de-samenstelling-van-het-kachelpark-in-vlaamse-huishoudens>

ketel/kachelpark 2011, dat bepaald werd op basis van een gelijkaardige enquête, en aannames te maken hoe deze ketel/kachelparken zich tot elkaar verhouden. Vergelijking van de parken in 2011 en 2019 leerde dat het niet eenvoudig is om voor alle relevante aspecten gefundeerde inschattingen te maken voor de tussenliggende jaren. Uiteindelijk werd beslist om de gegevens van 2011 en 2019 uit te middelen en op basis daarvan de inschattingen te maken voor de tussenliggende jaren.

Het kachelpark wordt niet jaarlijks geactualiseerd bij gebrek aan gegevens.

Probleem met verkeersdata op lokaal niveau

De mobiliteitscijfers die de VMM gebruikte om de emissies door wegverkeer te berekenen tot en met inventarisjaar 2020 werden aangeleverd door Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW). Bij MOW hadden ze daarvoor een propagatiemodel, PROMOVIA, dat op basis van tellingen (camera's, lussen,...) een hoeveelheid voertuigkilometer in Vlaanderen genereert op snelwegen en het onderliggend wegennet. Tellingen op het onderliggend wegennet werden uitgevoerd door AWV (Agentschap Wegen en Verkeer). In 2016 besliste men bij AWV om de tellingen op het onderliggend wegennet stop te zetten (de onderhoudskosten van de tellussen was te hoog). Deze tellingen waren echter een belangrijke input en kalibratie voor PROMOVIA. Tellingen op snelwegen bleven wel beschikbaar, die gebeuren bij het Vlaams Verkeerscentrum (MOW).

Vanaf 2017 is er dus geen mobiliteitsinformatie meer beschikbaar op het onderliggende wegennet (enkel op snelwegen). Bij MOW werd daarom beslist om voor het onderliggende wegennet gebruik te maken van een pragmatische methodiek : er werden groeicijfers bepaald op basis van de trend in de voertuigkilometer in de periode 2012- 2016, en die trend werd toegepast op het jaar 2016 om voertuigkilometer 2017 te bekomen, trend 2012-2017 om 2018 te bekomen en trend 2012-2018 om 2019 te bekomen. Dit betekent dat de trend in mobiliteit op elk wegvak van het onderliggend wegennet in Vlaanderen dezelfde is. Omdat 2020 wegens de covid-pandemie een uitzonderlijk jaar is, werd voor het genereren van de voertuigkilometer in Vlaanderen in 2020 de afname van het verkeer op de snelwegen (2020 t.o.v. 2019) ook toegepast op het onderliggend wegennet.

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

FLOMOVIA is een nieuw spreidingsmodel voor verkeersgegevens. Hiermee werken we op een zeer gedetailleerd en actueel verkeersnetwerk gebaseerd op de OpenStreetMap kaart. We gebruiken alle beschikbare verkeerstellingen:

- structurele tellingen op de snelwegen (van VVC),
- tijdelijke telcampagnes (van AWW) en
- lokale verkeerstellingen van het burgerwetenschapsproject Telraam.

Voor de snelheden van voertuigen wordt floating car data gebruikt, die geven een realistische inschatting van werkelijke snelheden. Zo worden ook vertragingen indirect meegenomen. Deze

nieuwe invoerbron modelleert de verkeersstromen op een andere manier en kan lokaal grote wijzigingen geven in de modelkaarten.

Het verzamelen van de emissies van alle sectoren vergt altijd een zekere tijd, waardoor we voor de (trend) van de emissies steeds het 'jaar-1' rapporteren. Voor 2020 hadden we nog geen goede dataset voor Flomovia, zodat voor de bespreking van de trend van de Gentse verkeersemissies nog werd gewerkt met emissies afgeleid uit de Vlaamse emissiecijfers.

Voor 2021 was er wel output uit Flomovia die bruikbaar was om in de emissie inventaris voor Vlaanderen de uitstoot door het wegverkeer te berekenen. Toch is de weergave van de verkeersemissies in dit rapport nog gebaseerd op een berekening met een verkeersmodel (Promovia) dat geen rekening houdt met de situatie op het lokale wegennet. De data voor 2021 zijn afgeleid uit de eerdere emissiecijfers voor Gent. De hier gerapporteerde emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan en de opstart van de LEZ in Gent. Er zijn verschillende redenen hiervoor :

- voor emissies is het belangrijk om een trend te bekomen. De historische zichtjaren (2005, 2010, 2015, 2020) kunnen we echter niet herrekenen met Flomovia omdat we voor deze jaren de gedetailleerde lokale verkeersinfo niet hebben. Het verschil tussen Flomovia en de oude werkwijze met Promovia geeft een te grote sprong in de trendgrafiek. Om deze reden loopt er momenteel een studie om Flomovia te optimaliseren.
- De geografische data uit Flomovia kan nog niet opgeladen en verwerkt worden in het datawarehouse bij VMM. Het was nog niet mogelijk om uit de geografisch gespreide emissies voor Vlaanderen enkel Gent te beschouwen.

Flomovia gebruikt als input ook tijdelijke telcampagnes van AWW en de Telraamdata waarvan de locaties van de meetpunten en de telperiode van jaar tot jaar kunnen variëren. Dit kan het in de toekomst ook nog moeilijk maken om bij een eventuele trend het onderscheid te maken tussen het effect van de gewijzigde telmeetpunten en een effectieve trend.

Pollutierozen

Pollutierozen tonen per windrichting het gemiddelde van de gemeten concentraties volgens de op dat moment heersende windrichting. Potentiële vervuilende bronnen kunnen op die manier geïdentificeerd worden. Wanneer bijvoorbeeld uit een bepaalde windrichting steeds lucht met hogere concentraties wordt aangevoerd omdat daar een bron aanwezig is, zal de gemiddelde waarde hoger zijn in dit segment van de pollutieroos en 'wijst' de pollutieroos als het ware de richting van de bron aan door de langere balk. Bij aanvoer van lucht met lage concentraties zal de balk van de pollutieroos korter zijn. Hoe de pollutieroos er uiteindelijk uit ziet, hangt niet alleen af van de concentraties maar ook van de windrichting. Als er 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 of allemaal dezelfde vorm hebben, wijst dit op een dominante invloed van de achtergrondconcentraties. Uit dergelijke pollutierozen zijn moeilijk de lokale invloeden af te leiden. Daarom worden 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 van de gebruikte set meetplaatsen

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) en in industriezones, 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 rooster cel. Daarom combineren we dit met het IFDM-model.

IFDM berekent de impact van de uitstoot van punt-, lijn- en oppervlaktebronnen op de luchtkwaliteit in de onmiddellijke omgeving van die puntbronnen (bv. een fabrieksschouw), lijnbronnen (bv. uitstoot van het verkeer op een weg of een deel van een weg) of oppervlaktebronnen (bv. op- en overslagactiviteiten). Het IFDM-model gebruikt ook meteorologische gegevens. Zo beïnvloeden de windsnelheid en windrichting de verspreiding van de luchtvervuiling. Ook de temperatuur heeft een effect op de snelheid waarmee stoffen chemisch veranderen in de atmosfeer, zoals dit het geval is bij stikstofdioxide en ozon. De 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. Voor de lijnbronnen is het IFDM dispersiemodel echter een 'open straat' model en houdt het 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 (*Operational Street Pollution 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 juist beeld van de luchtkwaliteit tot op straatniveau.

Het model toont een simulatie van de jaargemiddelden in 2022 en gebruikt (verkeers)emissiegegevens voor 2022 berekend op basis mobiliteitscijfers, afkomstig van het propagatiemodel FLOMOVIA in combinatie met gegevens over het wagenpark (bv. vlootsamenstelling, verdeling over de EURO-normen, ...);

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,...) is niet altijd onmiddellijk zichtbaar.
- Het herhaaldelijk opwaaien van stof door het verkeer en het effect van de aanwezigheid van groen (zoals bomen in een straat) worden niet in rekening gebracht (enkel van belang voor PM₁₀).
- 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 – 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. In het algemeen geeft het model een lichte onderschatting in vergelijking met de metingen, behalve in complexe street canyons en nabij tunnelmonden waar vaker overschattingen worden gemodelleerd.

De verkeersemissies die gebruikt worden in het model zijn afgeleid van mobiliteitsdata uit het propagatiemodel FLOMOVIA. Vroeger (2017-2020) werd het stedelijk verkeersmodel van de stad Gent gebruikt. De belangrijkste verschillen zijn:

- We gebruiken jaarlijks een zeer gedetailleerd nieuw verkeersnetwerk gebaseerd op de OpenStreetMap kaart van 1 januari. Wijzigingen in het verkeersnetwerk na 1 januari zijn pas het volgend jaar zichtbaar. Dus de gekende situatie op 1 januari 2022 is gebruikt voor berekening van de emissies in 2022.
- Alle beschikbare verkeerstellingen worden gebruikt: structurele tellingen op de snelwegen (van VVC), tijdelijke telcampagnes (van AWW) en lokale verkeerstellingen van het burgerwetenschapsproject Telraam.
- Voor de snelheden van voertuigen gebruiken we *floating car data*. Die geven een realistische inschatting van werkelijke snelheden. Zo worden ook structurele vertragingen indirect meegenomen.

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

Houtverbranding

Houtverbranding kan onderscheiden worden van andere bronnen op basis van de stof levoglucosan. Deze organische verbinding is een pyrolyseproduct van cellulose en vormt een goede tracer voor de verbranding van biomassa. Levoglucosan wordt gemeten in stof verzameld op filters en omvat tijdrovende laboratorium analyses. Ook worden kortstondige pieken niet opgemerkt via deze methode. Vandaar dat er ook andere manieren worden gebruikt om houtverbranding te meten, zoals het gebruik van de aethalometer.

Het toestel bepaalt het deel zwarte koolstof dat afkomstig is van houtverbranding (BC_{wb}) door middel van de aethalometermethode¹⁷. Bij deze methode gaat men ervan uit dat de gemeten absorptie bij elke golflengte de som is van de absorptie door deeltjes afkomstig van houtverbranding¹⁸ 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*

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:

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

²² M. Van Poppel et al. (2017), Inschatting van de bijdrage van houtverbranding door burgers aan luchtverontreiniging in Vlaanderen

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

We gebruiken in dit rapport daarom onderstaande relatie om de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ te berekenen, vertrekkende van de aethalometer metingen van zwarte koolstof (BC). De formule die we gebruiken is dezelfde als die in de VITO studie van 2017:

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

De formule geeft ook aan dat de 'black carbon' van houtverbranding (BC_{wb}) maar ca. 9 % bedraagt van de totale bijdrage van houtverbranding aan fijn stof. Het overgrote deel van de bijdrage bestaat uit bruine koolstof ('brown carbon'²³) en andere organische deeltjes. Deze verhouding van BC_{wb} vs PM_{10_wb} sluit nauw aan bij de factor gebruikt op de Franse meetnetten²⁴.

Voor de berekening van de bijdrage van de verbranding van fossiele brandstoffen aan PM₁₀ hanteren we de op de Franse meetnetten gebruikte factor 2⁸. Deze factor geeft ook aan dat BC een veel groter aandeel heeft in de totale PM-bijdrage bij verkeer (nl. ongeveer 50 %) dan bij houtverbranding.

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

²³ Brown carbon zijn lichtabsorberende organische deeltjes die niet zwart zijn

²⁴ LCSQA (2020), Guide méthodologique pour la mesure du « Black Carbon » par Aethalomètre multi longueur d'onde AE33 dans l'air ambiant

