



Vlaanderen
is milieu

Jaarrapport Lucht **Emissies en concentraties van luchtverontreinigende stoffen**

INHOUD

1	FIJN STOF – TSP, PM ₁₀ , PM _{2,5} , ELEMENTAIR KOOLSTOF, zwarte koolstof en ULTRAFIJN STOF	7
1.1	De pollutant.....	7
1.2	Bronnen: emissie van fijn stof.....	8
1.2.1	TSP.....	10
1.2.2	PM ₁₀	12
1.2.3	PM _{2,5}	13
1.2.4	Elementair koolstof.....	15
1.3	Fijn stof in de omgevingslucht	17
1.3.1	PM ₁₀	17
1.3.2	PM _{2,5}	22
1.3.3	Zwarte koolstof	28
1.3.4	Ultrafijn stof	29
1.4	Conclusies.....	31
2	STIKSTOFXIDEN (NO _x)	34
2.1	De pollutant.....	34
2.2	Bronnen: emissies van NO _x	34
2.2.1	Aandeel sectoren in emissies 2017.....	35
2.2.2	Trend NO _x (NO ₂)-emissie tussen 2000 en 2017	35
2.3	NO/NO ₂ /NO _x in de omgevingslucht	36
2.3.1	NO ₂	36
2.3.2	NO	44
2.3.3	NO _x	45
2.4	Conclusies.....	47
3	ZWAVELDIOXIDE (SO ₂)	48
3.1	De pollutant.....	48
3.2	Bronnen: emissies van SO ₂	48
3.2.1	Aandeel sectoren in emissies 2017.....	48
3.2.2	Trend SO ₂ -emissie tussen 2000 en 2017	49
3.3	SO ₂ in de omgevingslucht	50
3.3.1	Toetsing concentraties 2018 aan regelgeving	50
3.3.2	SO ₂ -concentraties in Vlaanderen in 2018.....	52
3.3.3	Trend SO ₂ -concentraties in Vlaanderen	53
3.4	Conclusies.....	54
4	AMMONIAK (NH ₃)	56
4.1	De pollutant.....	56
4.2	Bronnen: emissies van NH ₃	56
4.2.1	Aandeel sectoren in emissies 2017.....	57

[illegible]

DEEL II: EMISSIES EN CONCENTRATIES VAN LUCHTVERONTREINIGENDE STOFFEN

In dit deel gaan we dieper in op de luchtverontreinigende stoffen.

- algemene informatie over de pollutent;
- de emissies van 2017 met bespreking welke sectoren de voornaamste bronnen zijn;
- de trend van de emissies en verklaringen voor deze evolutie;
- de luchtconcentraties gemeten in 2018;
- de trend van de luchtkwaliteit over de jaren heen.

Voor sommige pollutenten zijn er modelkaarten die de luchtconcentraties inschatten op plaatsen waar er geen metingen zijn.



Reeds in 2002 werd een eerste emissie-inventaris van primair TSP (*Total Suspended Particles*), PM₁₀ en PM_{2,5} opgesteld⁵. Deze inventaris werd in 2006 verfijnd en uitgebreid⁶. Deze inventaris bestaat uit volgende sectoren:

- De emissies door de huishoudens worden voornamelijk veroorzaakt door de huishoudelijke verwarming. Meer informatie hierover is terug te vinden in [Deelrapport I – Hoofdstuk 3: Emissies door de gebouwenverwarming](#).
- De emissies door de industrie worden onderverdeeld in verbrandings- en procesemissies. Verbrandingsemissies worden bepaald aan de hand van de resultaten van de Energiebalans Vlaanderen 1990-2017 samen met emissiefactoren uit de literatuur⁷. Industriële procesemissies van de TSP-inventaris worden verkregen uit de Integrale Milieujaarverslagen (IMJV's). Indien deze niet beschikbaar zijn of een te klein aandeel in de totale sectoremissies omvatten, worden de emissies geschat op basis van activiteitsparameters in combinatie met emissiefactoren en rekening houdend met de toepassing van emissiereducerende technieken. Het nodige cijfermateriaal wordt verkregen door contacten met federaties, instanties en bedrijven. Hierover meer in [Deelrapport I – Hoofdstuk 1: Emissies door de industrie](#).
- De emissies door de energiesector worden veroorzaakt door elektriciteitscentrales en raffinaderijen. Meer uitleg is terug te vinden in [Deelrapport I – Hoofdstuk 2: Emissies door energie](#).
- De emissies door het verkeer omvatten de emissies van alle subsectoren. Dit zijn wegverkeer, scheepvaart, spoorverkeer en luchtvaart. Ze omvatten zowel uitlaatemissies als niet-uitlaatemissies. Niet-uitlaatemissies zijn afkomstig van slijtage van remmen, banden, wegdek en bovenleidingen. De methodologie wordt uitgelegd in [Deelrapport I – Hoofdstuk 4: Emissies door het verkeer](#).
- De emissies door de sector offroad omvatten de emissies door machines met een eigen motor en voertuigen die niet bestemd zijn voor transport op openbare wegen, zie Deelrapport I - Hoofdstuk 5: Emissies door offroad machines.
- De emissies door de land- en tuinbouw omvatten de emissies door het brandstofverbruik en de veeteelt (ligstro, voederen), zie [Deelrapport I – Hoofdstuk 6: Emissies door de land- en tuinbouw en de natuur](#).
- De emissies door handel en diensten omvatten de emissies door verwarming in de tertiaire sector, afvalverwerking en crematoria.

De emissies van EC (elementair koolstof) zijn rechtstreeks gelinkt aan de PM_{2.5}-emissies. EC is een fractie van de hoeveelheid PM_{2.5}. Ook hier is de hoeveelheid afhankelijk van de bron. De berekening van EC gebeurt aan de hand van percentages van de hoeveelheid PM_{2.5} die afkomstig zijn uit de literatuur of uit metingen.

⁷ EMEP/EEA, *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2016*. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

Welke emissies tot welke sector behoren, kunt u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/emissies-luchtverontreinigende-stoffen>.

1.2.1 TSP

1.2.1.1 Aandeel sectoren in TSP-emissies 2017

Opwaaiend stof door landbouwactiviteiten heeft grootste aandeel

De emissies door resuspensie (26 %), land- en tuinbouw (23 %) en huishoudens (20 %) leverden de grootste bijdrage aan de TSP-uitstoot in Vlaanderen in 2017.

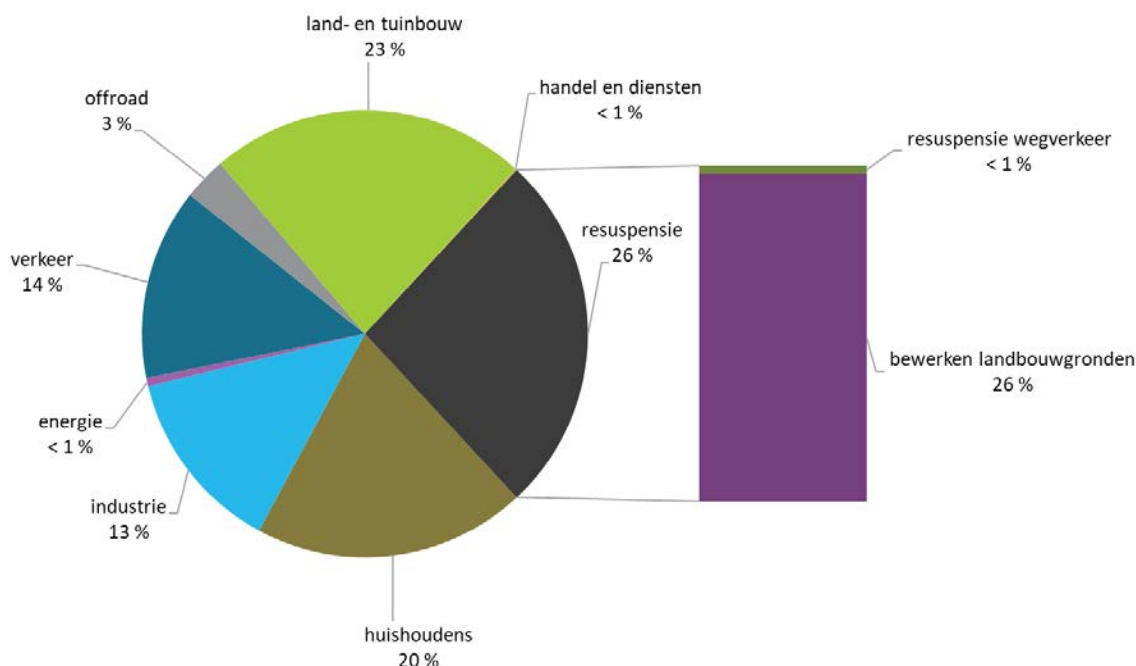
Resuspensie is stof dat heropwaait, vooral door het bewerken van landbouwgronden en in mindere mate door verkeer op de rijweg. De diameter van dit stof is meestal groter dan 10 µm.

De landbouw stoot veel TSP uit door de veeteelt. Dit stof is afkomstig van het voederen en het ligstro van de dieren. Ook de op- en overslag van landbouwgoederen op het landbouwbedrijf, zoals kunstmest, aardappelen, ... veroorzaken een behoorlijke hoeveelheid stof.

Bij de huishoudens was huishoudelijke verwarming de grootste bron door het gebruik van brandhout in kachels en open haarden. Dit omvat ook vooral stof met een diameter groter dan 10 µm.

De overige sectoren stoten vooral stof uit met een diameter kleiner dan 10 of 2,5 µm.

Figuur 1.1: Aandeel sectoren in de totale TSP-emissie in Vlaanderen in 2017 (%)



1.2.2 PM₁₀

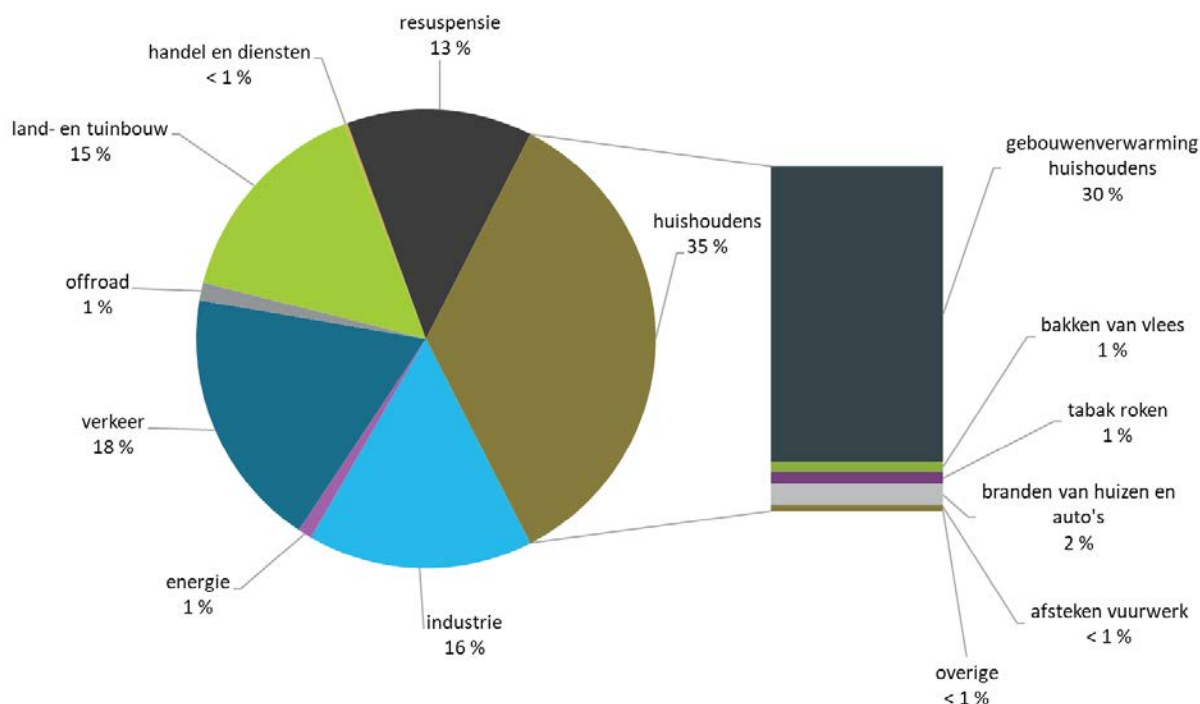
1.2.2.1 Aandeel sectoren in PM₁₀-emissies 2017

Houtstook grootste aandeel

Het aandeel van de huishoudens bedroeg 35 % in 2017. Hiervan kunnen we het grootste deel toewijzen aan de huishoudelijke verwarming en meer bepaald de verbranding van hout in open haarden en kachels.

Verkeer (18 %) was de tweede belangrijkste bron. Binnen deze sector was 69 % afkomstig van het wegverkeer. Hiervan was meer dan de helft afkomstig van niet-uitlaat, meer bepaald door de slijtage van remmen en banden. Industrie (16 %) kwam op de derde plaats met de ferrosector als belangrijkste bron (25 %). Daarna volgde land- en tuinbouw (15 %).

Figuur 1.3: Aandeel sectoren in de totale PM₁₀-emissie in Vlaanderen in 2017 (%)



Welke emissies tot welke sector behoren, kunt u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/emissies-luchtverontreinigende-stoffen>.

1.2.2.2 Trend PM₁₀-emissie tussen 2000 en 2017

Grootste daling bij uitlaatemissies door wegverkeer

De PM₁₀-emissie daalde in de periode 2000-2017 met 8.477 ton, zie Figuur 1.4. Dit is een daling van 29 %. Dit komt door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. De niet-uitlaatemissie steeg licht door het toenemend aantal voertuigen.

Figuur 1.4 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

The chart displays PM₁₀ emissions in the Netherlands from 2000 to 2017. The left y-axis represents total PM₁₀ emissions per year in tons, ranging from 0 to 36,000. The right y-axis represents PM₁₀ emissions per sector in tons, ranging from 0 to 12,000. The x-axis shows the years from 2000 to 2017. The total emissions (light blue area) show a general downward trend from approximately 29,000 tons in 2000 to about 21,000 tons in 2017. The household sector (brown line) shows a significant increase from about 7,500 tons in 2000 to a peak of over 11,000 tons in 2010, followed by a decline. The transport sector (dark blue line) shows a steady decline from about 12,000 tons in 2000 to around 10,000 tons in 2017. The energy sector (purple line) shows a sharp decline from about 3,000 tons in 2000 to near zero by 2010. The industry sector (light blue line) shows a decline from about 4,000 tons in 2000 to around 3,000 tons in 2017. The agriculture sector (green line) shows a slight increase from about 1,000 tons in 2000 to around 2,000 tons in 2017. The trade and services sector (yellow line) shows a slight increase from about 1,000 tons in 2000 to around 2,000 tons in 2017. The resuspension sector (black line) shows a slight increase from about 1,000 tons in 2000 to around 2,000 tons in 2017. The off-road sector (grey line) shows a slight increase from about 1,000 tons in 2000 to around 2,000 tons in 2017.

Year	huishoudens	industrie	energie	verkeer	offroad	land- en tuinbouw	handel en diensten	resuspensie	Totale PM ₁₀ emissie
2000	7500	4000	3000	12000	1000	1000	1000	1000	29000
2005	8500	3500	1500	10000	1000	1000	1000	1000	26000
2010	11000	3000	500	8000	1000	1500	1000	1000	24000
2015	10000	3000	500	7000	1000	2000	1000	1000	22000
2017	9000	3000	500	10000	1000	2000	1000	1000	21000

CO2-uitstoot per sector in 2017

Sector	Percentage
huishoudens	55 %
verkeer	22 %
industrie	15 %
land- en tuinbouw	5 %
offroad	1 %
energie	1 %
handel en diensten	< 1 %
resuspensie	< 0,1 %

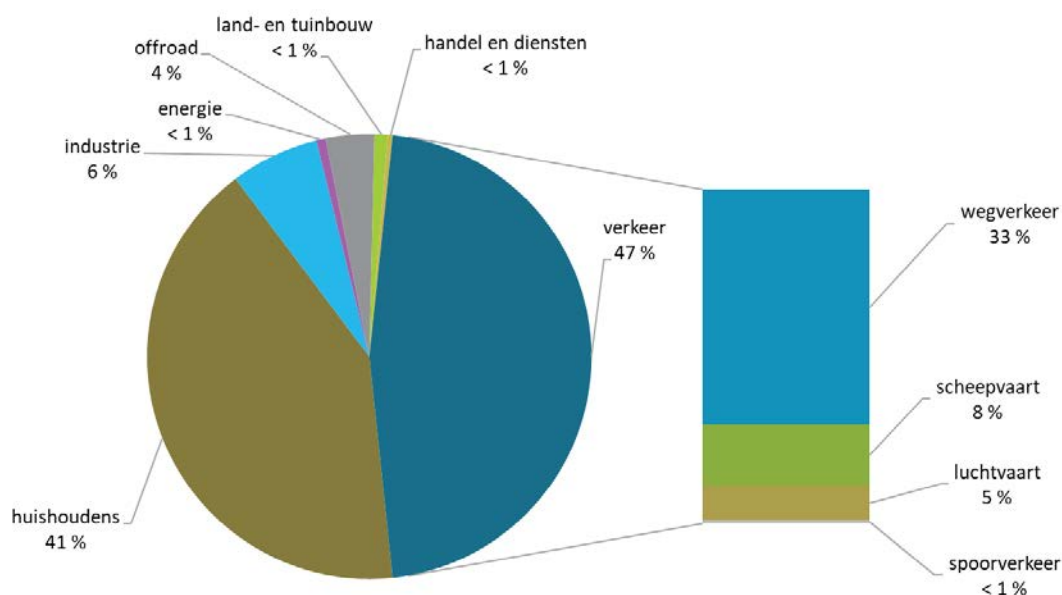
Sub-sector (Breakdown of Huishoudens)	Percentage
gebouwenverwarming huishoudens	47 %
bakken van vlees	2 %
tabak roken	2 %
branden van huizen en auto's	3 %
afsteken vuurwerk	< 1 %
overige	< 1 %

1.2.3.2 Trend PM_{2.5}-emissie tussen 2000 en 2017

De PM_{2,5}-emissie daalde tussen 2000 en 2017 met 8.078 ton. Deze daling van 38 % is vooral te danken aan een afname van de uitlaatemissies van verkeer door het invoeren van milieuvriendelijkere voertuigen. Ook de uitstoot door de energiesector daalde sterk, vooral tussen 2000 en 2010.

Figuur 1.6 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 1.7: Aandeel sectoren in de totale EC-emissie in Vlaanderen in 2017 (%)



Welke emissies tot welke sector behoren, kunt u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/emissies-luchtverontreinigende-stoffen>.

1.2.4.2 Trend EC-emissie tussen 2000 en 2017

Vermindering uitlaatemissies zorgt voor een sterke daling

De totale EC-emissie daalde tussen 2000 en 2017 met 2.895 ton, dit is een daling van 60 %. Vooral de uitlaatemissie door wegverkeer daalde sterk door het invoeren van milieuvriendelijkere voertuigen.

De emissie van de huishoudens schommelt van jaar tot jaar door wisselende meteorologische omstandigheden. Strenge winters zorgen voor een verhoogd verbruik aan brandhout. De overige sectoren kenden een vrij stabiel verloop.

Figuur 1.8 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

The chart illustrates the decline in CO2 emissions in the Netherlands from 2000 to 2017. The total emissions decreased from approximately 4,900 thousand tons in 2000 to about 1,900 thousand tons in 2017. The transport sector (verkeer) is the largest contributor, followed by households (huishoudens) and industry (industrie). The energy sector (energie) shows a significant decrease, dropping to near zero by 2017. The off-road (offroad) and agriculture/forestry (land- en tuinbouw) sectors also show a decline, with off-road emissions reaching near zero by 2017.

Year	Land- en tuinbouw	Offroad	Energie	Industrie	Huishoudens	Verkeer	Totale emissie
2000	100	200	200	200	700	3,600	4,900
2005	100	200	150	300	750	3,500	4,200
2010	100	150	100	300	1,600	2,250	3,300
2015	100	100	50	250	1,100	1,600	2,100
2017	100	50	0	200	1,000	1,050	1,900

De Vlaamse emissiecijfers geven slechts een gedeeltelijk beeld van het fijn stof dat we in de omgevingslucht meten omwille van volgende redenen:

- Meer informatie hierover vind je in het [syntheserapport](#).

1.3.1.1 Toetsing concentraties 2018 aan regelgeving

Zowel de Europese jaargrenswaarde als de daggrenswaarde werden gehaald op alle meetplaatsen in 2018. Voor de jaargrenswaarde is dat al sinds 2008, voor de daggrenswaarde sinds 2014.

De WGO-jaaradvieswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werd slechts op 1 meetplaats gerespecteerd, namelijk in Houtem. Geen enkele meetplaats respecteerde de WGO-advieswaarde voor dagwaarden: op alle meetplaatsen mat de VMM op meer dan 3 dagen een gemiddelde concentratie hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM}_{10}$.

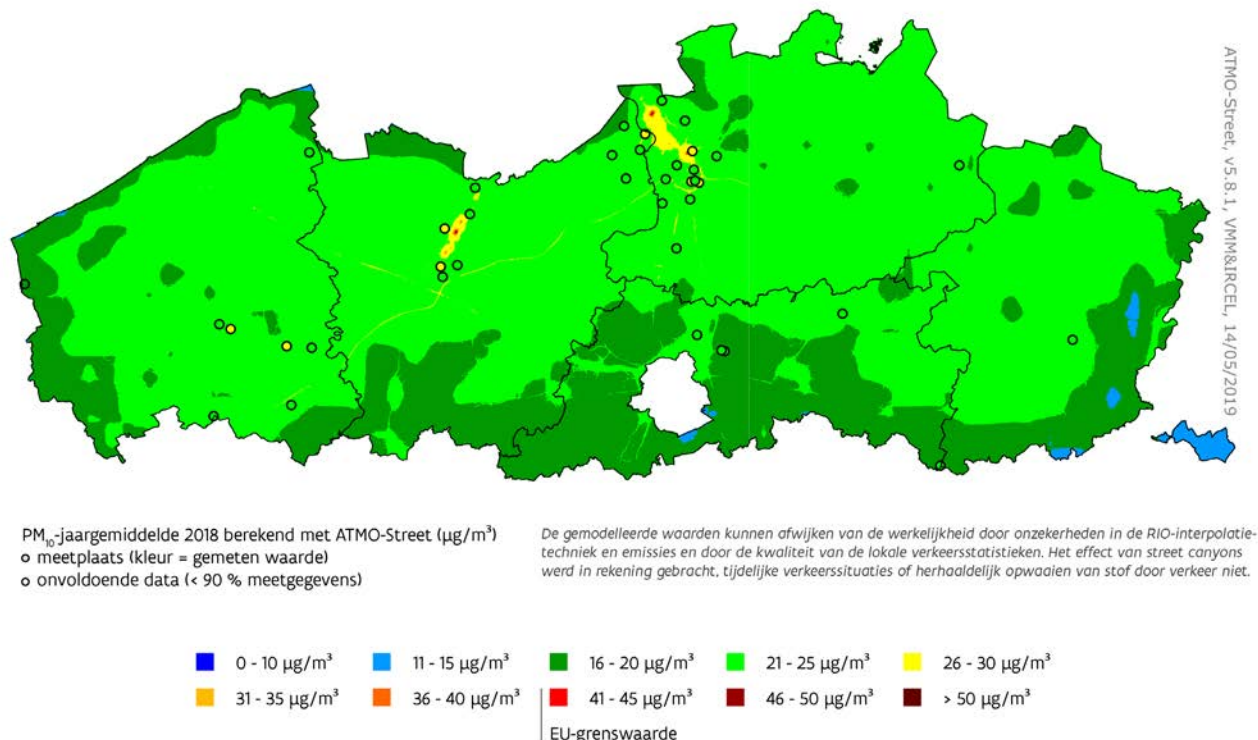
1.3.1.2 PM_{10} -concentraties in Vlaanderen in 2018

In 2018 lagen de gemeten PM_{10} -jaargemiddelden in Vlaanderen tussen 20 en $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het jaargemiddelde was het laagst op de meetplaats in Houtem (N029) en het hoogst op de meetplaats Gent-Baudelohof (R701). Het maximaal aantal dagen met een concentratie hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ was 31, dit werd gemeten op de meetplaats Gent-Baudelohof (R701). Bijna elk jaar noteert deze meetplaats verhoogde stofconcentraties tijdens de Gentse Feesten door het opwaaien van stof (resuspensie) ten gevolge van de activiteiten in het park. Omwille van het zeer droge weer noteerden we in 2018 14 extra overschrijdingsdagen gerelateerd met de Gentse Feesten.

De statistische verwerking van de PM_{10} -meetresultaten kunt u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

Figuur 1.9 toont een inschatting van de PM_{10} -jaargemiddelden in 2018 in Vlaanderen. De modelkaart is berekend met het model ATMO-Street. De berekeningsmethode kan een over- of onderschatting geven op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de luchtverontreiniging. De absolute onzekerheid voor de RIO-achtergrondkaart varieert tussen $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figuur 1.9: Gemodelleerde PM_{10} -jaargemiddelden in 2018 getoetst aan de Europese jaargrenswaarde



De Gentse Kanaalzone, de Antwerpse agglomeratie en de Antwerpse haven vertoonden de hoogste gemodelleerde jaargemiddelden. Dichtbij enkele industriële puntbronnen in de Antwerpse haven en de

Alarmdrempel - Snelheidsbeperking bij PM-smog

Wanneer de gemiddelde voorspelde PM₁₀-concentratie over Vlaanderen gedurende twee opeenvolgende dagen hoger is dan 70 µg/m³, wordt een waarschuwingsbericht verspreid en kan men overgaan tot het invoeren van een snelheidsbeperking van 90 km/u op ringwegen en op een aantal secties van autosnelwegen.

In 2018 was er geen afkondiging van de snelheidsbeperking. De laatste snelheidsbeperking omwille van fijn stof dateert van maart 2014.

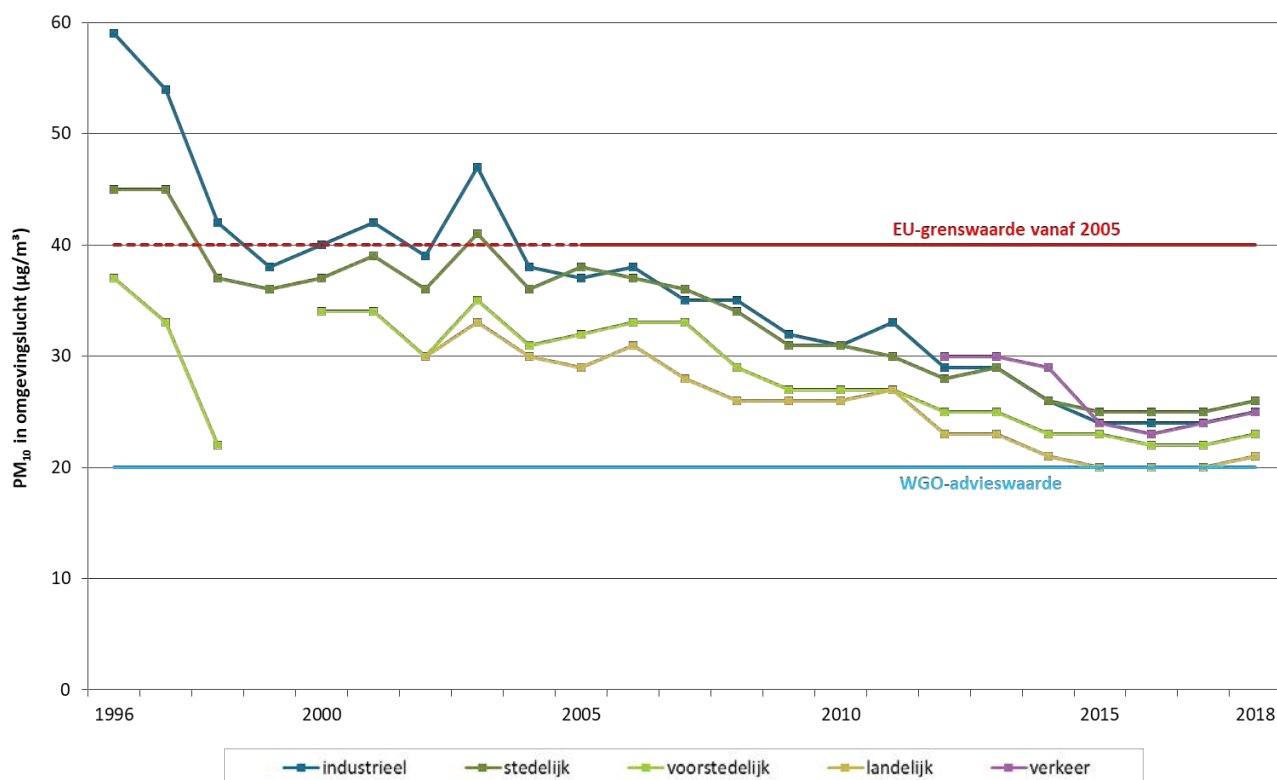
1.3.1.4 Trend PM₁₀-concentraties in Vlaanderen

Opdeling in subgroepen naargelang type locatie

Figuur 1.10 toont de evolutie van de PM₁₀-jaargemiddelden van 1996 tot 2018 voor de virtuele meetplaatsen. Hiervoor verdeelden we de meetplaatsen in vijf subgroepen: de landelijke, voorstedelijke, stedelijke, industriële en verkeersgerichte. Vervolgens berekenden we het jaargemiddelde voor iedere subgroep. Bij de trendgrafieken zijn de vaste automatische meetplaatsen opgenomen.

In 2018 gebruiken we 7 industriële, 7 voorstedelijke, 3 stedelijke, 5 landelijke en 3 verkeersgerichte meetplaatsen voor de berekening van het virtueel gemiddelde van elke subgroep.

Figuur 1.10: Trend van de PM₁₀-jaargemiddelden voor de verschillende virtuele meetplaatsen, 1996-2018 (µg/m³)



Dalende trend, laatste jaren stagnatie

In de periode 1996-2015 daalden de PM₁₀-concentraties. Na een stagnatie de laatste 2 jaren zien we in 2018 een lichte stijging op alle meetplaatsen van de jaargemiddelden. 2018 was een zeer droog jaar, wat allicht voor minder uitwassing van het stof heeft gezorgd en meer resuspensie (heropwaaien). Op de stedelijke

meetplaatsen zijn de jaargemiddelden het hoogst, op de landelijke meetplaatsen zijn de PM₁₀-jaargemiddelden het laagst.

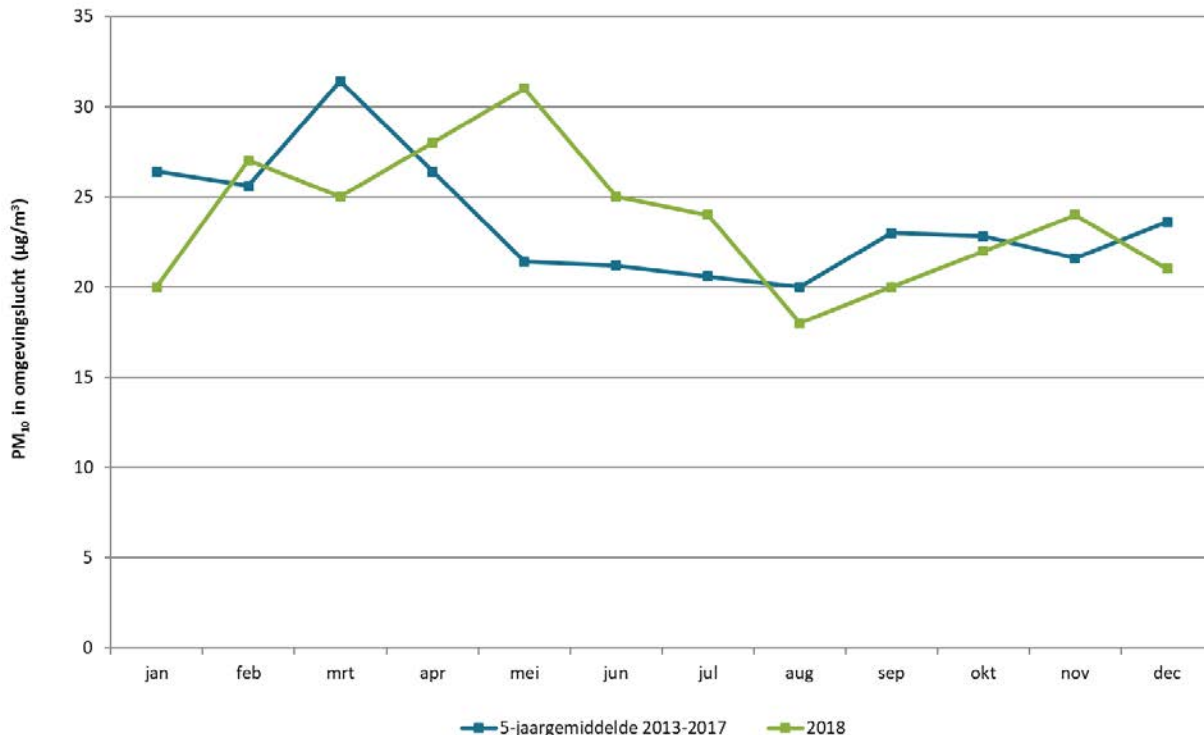
Maandelijkse variatie

Figuur 1.11 toont de PM₁₀-maandgemiddelden uitgemiddeld over de voorbije 5 jaar (2013 tot en met 2017) in vergelijking met 2018 voor de gemiddelde Vlaamse meetplaats. Het gemiddelde wordt berekend over de 25 meetplaatsen gebruikt bij de indeling van de subtypes.

In 2018 zien we in de maanden mei tot en met juli hogere concentraties dan vorige jaren. Deze maanden waren zeer warm en droog, wat allicht leidde tot meer resuspensie en minder uitwassing van het stof. In de maand mei noteerde we ook meer vorming van secundair stof.

In 2018 was de PM₁₀-concentratie in de maanden januari en maart dan weer een stuk lager dan gemiddeld. Januari 2018 was abnormaal zacht en uitzonderlijk somber en kende ook zeer abnormaal veel onweersdagen met neerslag en sterke wind. Maart 2018 was klimatologisch een zeer normale maand, enkel de luchtdruk was uitzonderlijk laag.

Figuur 1.11: PM₁₀-gemiddelde per maand, uitgemiddeld over 2013-2017 ten opzichte van 2018 (µg/m³)

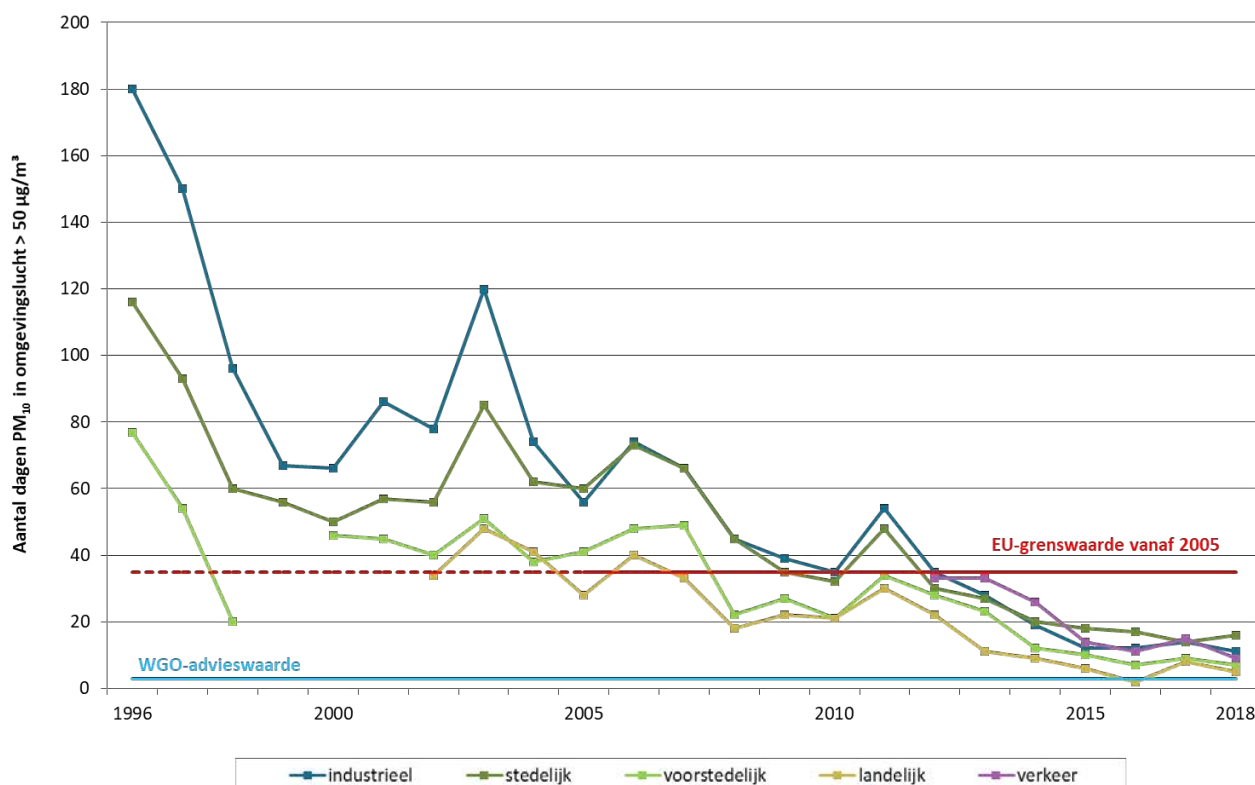


Aantal dagen met hoge fijnstofwaarden daalt

In de periode 1996-2016 deed er zich globaal gezien een daling voor van het aantal dagen met een gemiddelde hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De laatste 2 jaren is het aantal dagen met een gemiddelde hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ licht schommelend.

Figuur 1.12 toont de evolutie van het aantal dagen met een PM_{10} -daggemiddelde hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ van 1996 tot 2018 uitgemiddeld naar de virtuele meetplaatsen.

Figuur 1.12: Trend van het aantal dagen met PM_{10} -concentratie $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de verschillende virtuele meetplaatsen, 1996-2018



1.3.2 $PM_{2,5}$

1.3.2.1 Toetsing concentraties 2018 aan regelgeving

Europese regelgeving gerespecteerd

In 2018 respecteerden alle Vlaamse meetplaatsen de Europese jaargrenswaarde van $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en ook de strengere indicatieve jaargrenswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die vanaf 2020 geldt.

Voor $PM_{2,5}$ definieert Europa een gemiddelde blootstellingsindex (GBI). Dat is de gemiddelde $PM_{2,5}$ -concentratie van alle stedelijke achtergrondstations over de voorbije drie jaar binnen een lidstaat.

Vanaf 2015 geldt er een blootstellingsconcentratieverplichting voor $PM_{2,5}$. De blootstellingsindex (GBI) moet vanaf dan beneden de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liggen. Hieraan wordt in Vlaanderen en België voldaan.

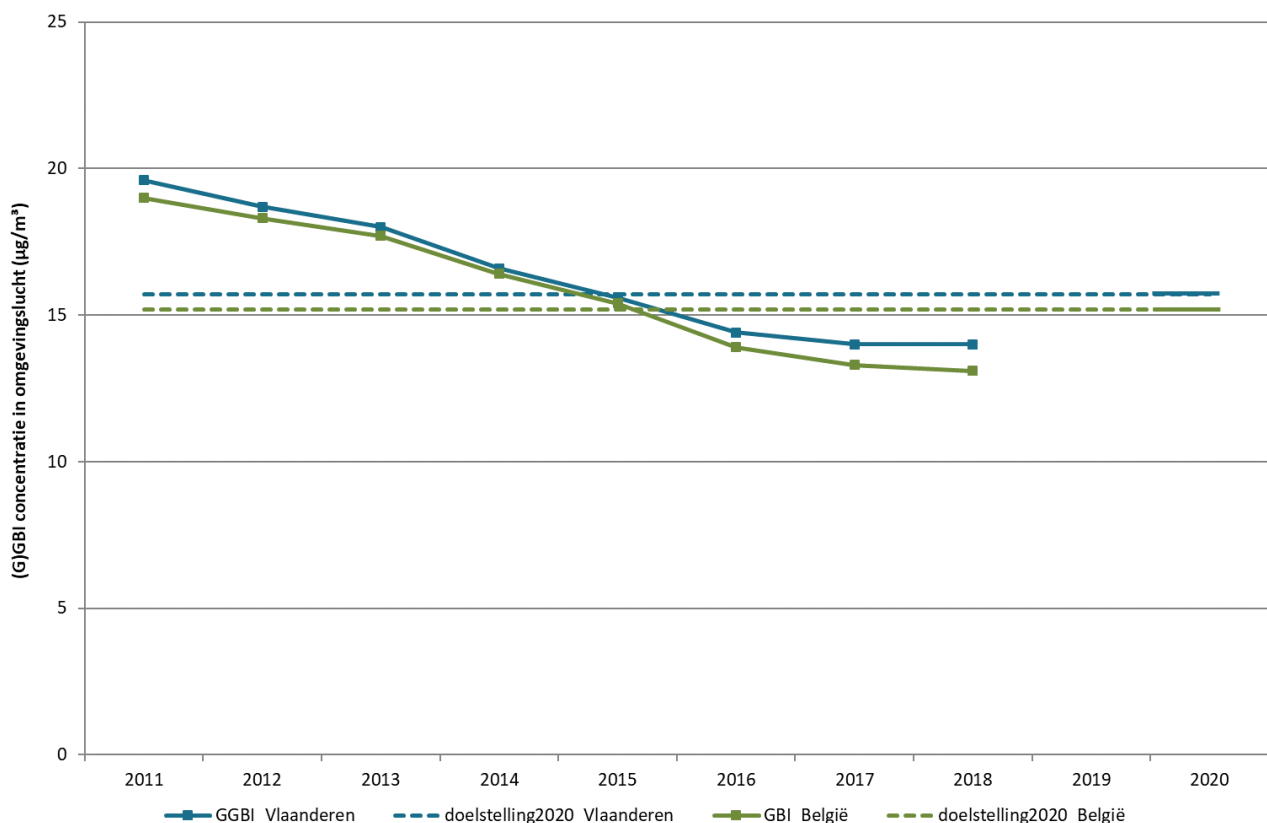
Hiernaast legt Europa ook tegen 2020 een procentuele vermindering op van de GBI om lidstaten aan te zetten om ook op stedelijke achtergrondlocaties waar de grenswaarde gerespecteerd wordt, verdere inspanningen te doen. Op die manier hoopt men een gezondheidseffect voor een veel grotere groep burgers te realiseren. De mate van vermindering, te behalen tegen 2020, is afhankelijk van de GBI in 2010 of 2011. Hoe hoger de GBI in het startjaar was, hoe grotere de te realiseren vermindering.

Vlaanderen berekent op basis van de metingen op de stedelijke achtergrondplaatsen de gewestelijke gemiddelde blootstellingsindex (GGBI), zoals bepaald in bijlage 2.5.3.14 van VLAREM II. De Vlaamse GGBI2011 bedroeg 19,6 µg/m³, wat een na te streven vermindering van 20 % tegen 2020 betekent. De GGBI mag dus tegen 2020 in Vlaanderen maximaal 15,7 µg/m³ bedragen.

Figuur 1.13 toont de daling van de GGBI (Vlaanderen) en GBI (heel België) voor de periode 2011-2018. De trend is dalend. De GGBI voldoet sinds 2015 en de GBI sinds 2016 aan de respectievelijke streefwaarden ter vermindering van de blootstelling (te behalen tegen 2020).

In 2018 bedroeg de GGBI voor Vlaanderen 14,0 µg/m³ en de GBI voor België 13,1 µg/m³.

Figuur 1.13: Trend van de GGBI in Vlaanderen en de GBI in België, 2011-2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Overschrijding WGO-advieswaarden op alle meetplaatsen

Alle PM_{2,5}-jaargemiddelden lagen hoger dan 10 µg/m³ en op elke meetplaats waren er meer dan drie dagen met een gemiddelde concentratie hoger dan 25 µg/m³.

1.3.2.2 PM_{2,5}-concentraties in Vlaanderen in 2018

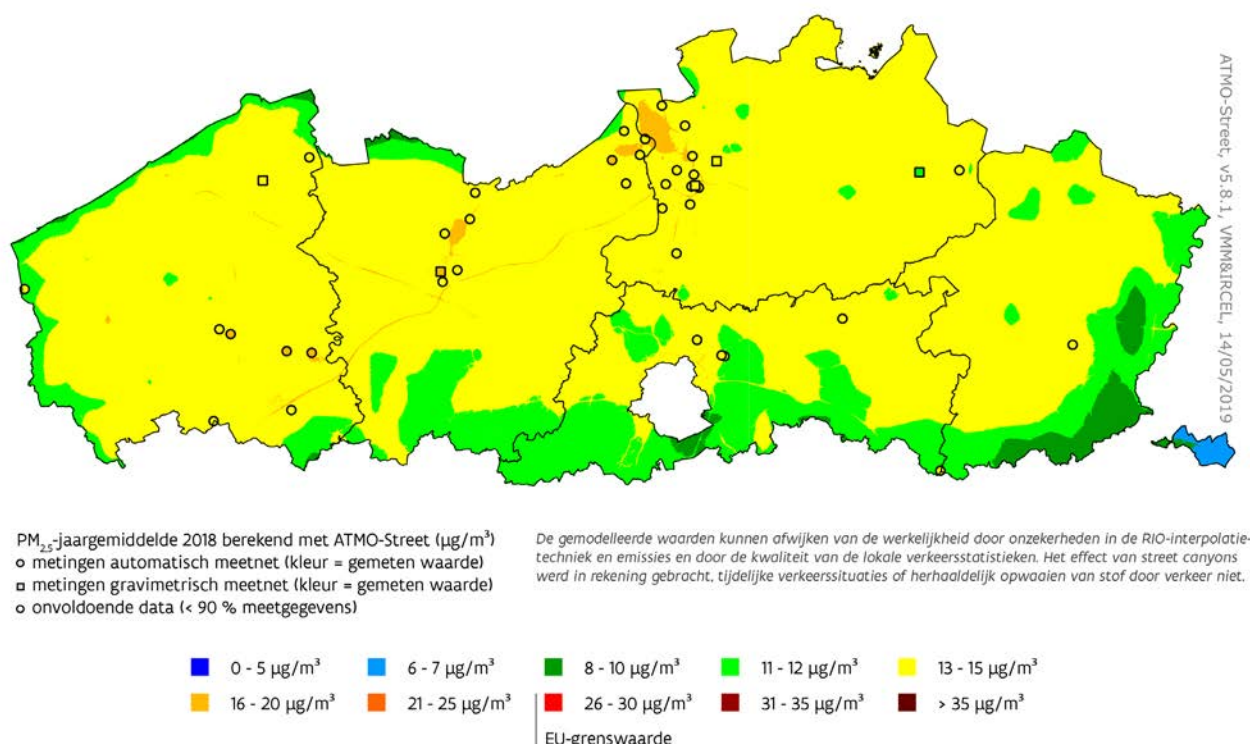
In 2018 lagen de gemeten PM_{2,5}-jaargemiddelden in Vlaanderen tussen 12 en 17 µg/m³. Het jaargemiddelde was het laagst op de meetplaats in Retie (RT01). Het hoogste jaargemiddelde werd gemeten op de meetplaats Oostrozebeke (OB01), welke beïnvloed wordt door de omliggende houtspaanderplaatbedrijven.

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

De statistische verwerking van de PM_{2,5}-meetresultaten kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

Figuur 1.14 toont een inschatting van de PM_{2,5}-jaargemiddelden in 2018 in Vlaanderen getoetst aan de Europese jaargrenswaarde met behulp van het ATMO-Street model. De berekeningsmethode kan een over- of onderschatting geven op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. De absolute onzekerheid voor de RIO-achtergrondkaart varieert tussen 2,2 µg/m³ en 3,2 µg/m³.

Figuur 1.14: Gemodelleerde PM_{2,5}-jaargemiddelden in 2018 getoetst aan de Europese jaargrenswaarde



In de Antwerpse haven en de Gentse Kanaalzone zien we de hoogste gemodelleerde concentraties. Voor de rest valt het op dat de PM_{2,5}-concentraties weinig variëren over Vlaanderen. De grootste gebieden met lagere concentraties lagen in het oosten van de provincie Limburg. Volgens het model haalt heel Vlaanderen de Europese jaargrenswaarde en werd dus geen enkele Vlaming blootgesteld aan PM_{2,5}-concentraties hoger dan de grenswaarde. Als we toetsen aan de WGO-advieswaarden, dan krijgen we andere cijfers: meer dan 99 % woont in regio met een te hoog jaargemiddelde voor PM_{2,5} en iedereen werd blootgesteld aan te veel dagen met hoge fijnstofconcentraties. Hierover lees je meer in het [deelrapport – Effecten van luchtverontreiniging op gezondheid](#).

1.3.2.3 Bepaling van de chemische samenstelling in PM_{2,5}

Metingen op één landelijke en twee stedelijke locaties

Volgens de Europese richtlijn 2008/50/EG moet elke lidstaat op één achtergrondlocatie de chemische samenstelling van PM_{2,5} bepalen. De VMM doet dit sinds 2009 op de landelijke meetplaats in Retie (RT01).

Elke dag wordt de PM_{2,5}-fractie op een filter bemonsterd. De VMM voert een chemische analyse uit op elke vierde filter. Sinds 2016 gebeurt deze karakterisering ook op een stedelijke achtergrondlocatie in Gent (R701) en in Antwerpen (R801).

Geen aanpassing in de meetaanpak in vergelijking met vorig jaar

In vergelijking met vorig jaar zijn er geen aanpassingen bij de metingen. We meten elementaire en organische koolstof met het door de Europese werkgroep CEN TC264/WG35 voorschreven protocol EUSAAR2. Sinds 2015 meten we geen mineraal stof omdat de data van de jaren daarvoor aantoonde dat de bijdrage erg klein is in de PM_{2,5}-monsters. Bovendien is deze analyse ook niet verplicht volgens de Europese richtlijn. Deze bijdrage zit sinds 2015 vervat in de bijdrage 'andere'.

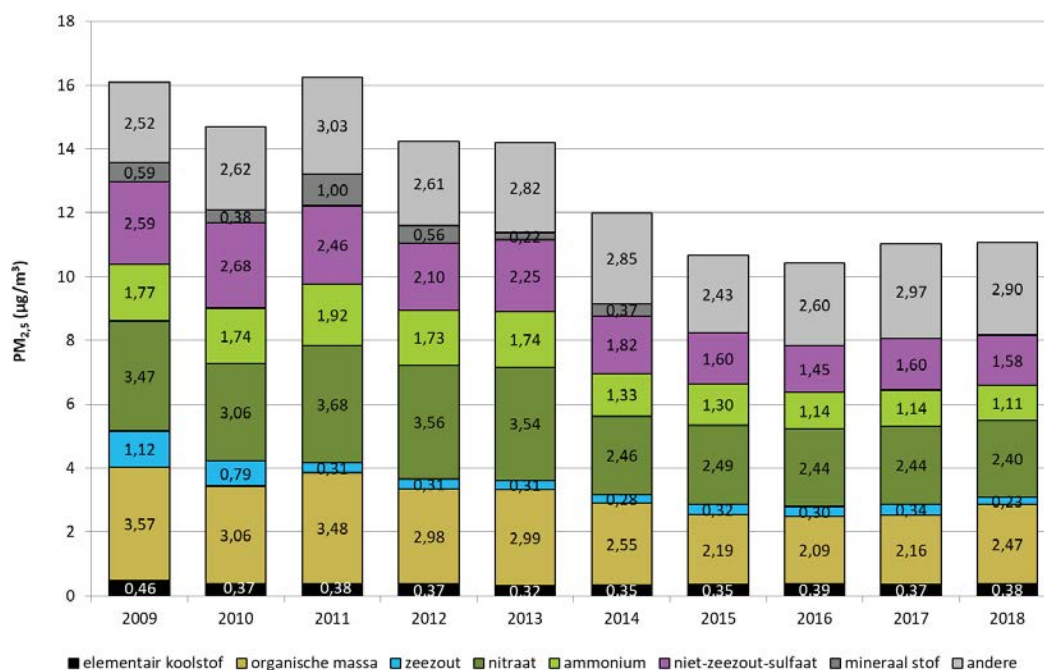
Meer oostenwind zorgt voor toename organische massa en afname zeezout in Retie

Figuur 1.15 toont de evolutie in de jaargemiddelde samenstelling in Retie van 2009 tot 2018. De algemene verdeling is vrij constant en de dalende trend in de totale PM_{2,5}-concentratie lijkt gestagneerd. Ten opzichte van 2017 zien we een lichte toename van organische massa (+14 %) en een afname van zeezout (-31 %). Beide trends kunnen verklaard worden door het relatief hoger aantal dagen met oostenwind in 2018 waardoor er meer aanvoer was van continentale lucht (met organische massa afkomstig van onder meer gebouwenverwarming) en minder aanvoer van zeelucht en het bijhorende zeezout. Voor de andere fracties zien we nauwelijks verschillen ten opzichte van vorig jaar.

In 2018 bestond de PM_{2,5}-fractie in Retie (RT01) gemiddeld uit:

- 45,9 % secundaire anorganische ionen (=som van ammonium, nitraat en niet-zeezout-sulfaat);
- 22,3 % organische massa;
- 3,5 % elementair koolstof;
- 2,1 % zeezout;
- 26,2 % andere (o.a. gebonden water en mineraal stof).

Figuur 1.15: Trend in chemische samenstelling PM_{2,5} op de meetplaats in Retie, 2009-2018 (µg/m³)



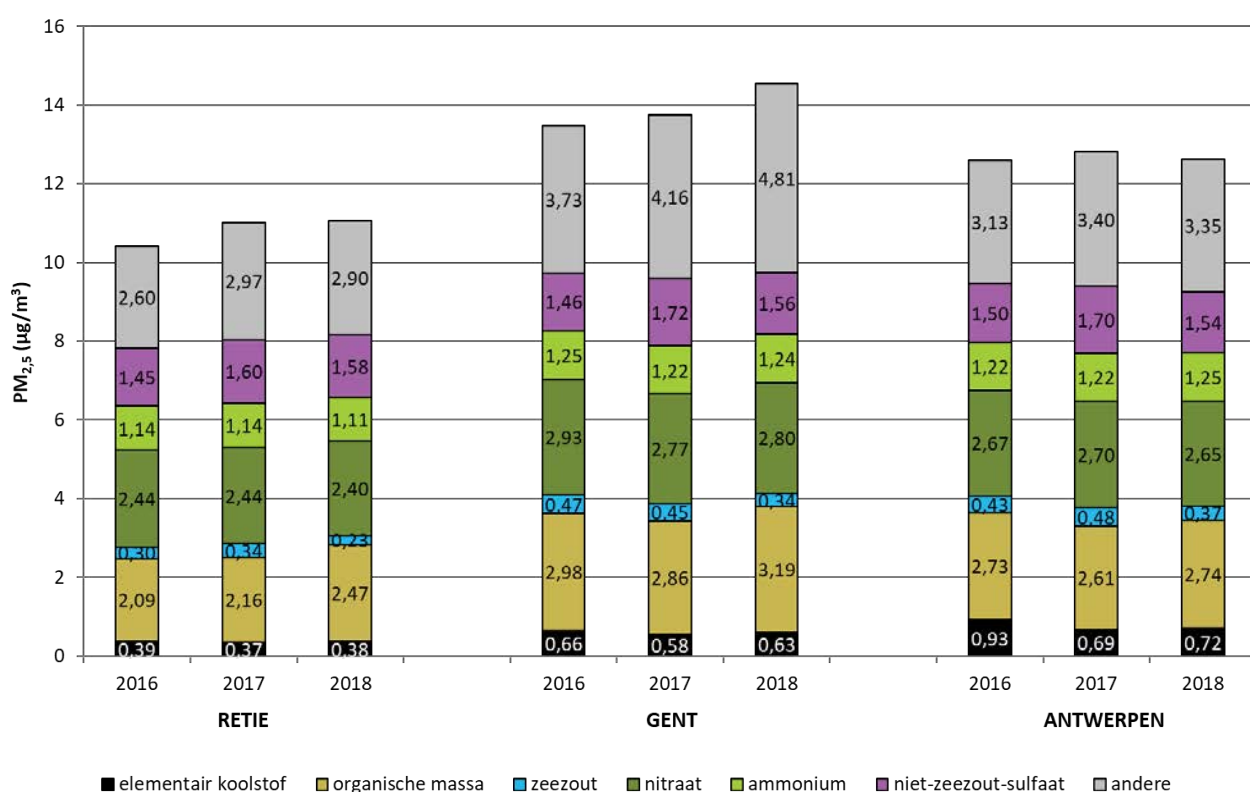
Relatief meer elementaire koolstof en organische massa in de steden

Sinds 2016 voert de VMM ook chemische karakterisering uit in Gent en Antwerpen. Figuur 1.16 toont dat de stedelijke locaties vooral hogere gemiddelden hebben 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. Zeezout is ook iets hoger in de steden dan in Retie, dit komt waarschijnlijk doordat de steden dicht bij de zee liggen en dat het verkeer in de steden zorgt voor heropwaaien van neergevallen stof (inclusief zeezout). Tot slot is ook de 'andere' fractie iets hoger in de steden, waarschijnlijk door de aanwezigheid van mineraal stof afkomstig van verkeer (als niet-uitlaatemissies) of andere activiteiten in de steden zoals bouwwerken. Hoewel mineraal stof zich eerder in de deeltjesfractie tussen 2,5 en 10 μm bevindt, kan een deel ervan ook in $\text{PM}_{2,5}$ terecht komen.

Ook in de steden zorgt oostenwind voor kleine verschuivingen in de samenstelling

In vergelijking met 2017 is de trend in Gent en Antwerpen min of meer vergelijkbaar met de situatie in Retie en verschilt de samenstelling weinig ten opzichte van 2017. Elementaire koolstof en organische massa nemen licht toe en zeezout daalt. De verklaring hiervoor is net als in Retie het relatief hoger aantal dagen met oostenwind in 2018 ten opzichte van 2017. In Gent zien we in 2018 ook een toename in de fractie 'andere' (+16 %) waardoor de totale concentratie $\text{PM}_{2,5}$ ook licht toeneemt. Dit is mogelijk te wijten aan een lokale toename van mineraal stof (zoals opwaaiend bodemstof) dat tot de fractie 'andere' behoort.

Figuur 1.16: Chemische samenstelling van $\text{PM}_{2,5}$ voor de meetplaatsen in Retie, Gent en Antwerpen, 2016-2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Noot: Na de publicatie van vorig jaarrapport, werd er een kleine fout in de berekeningswijze van de chemische karakterisering resultaten ontdekt. Hierdoor werden de concentraties van de verschillende componenten met circa 10 % onderschat. De figuren in dit rapport bevatten de gecorrigeerde waarden voor 2017 die dus licht afwijken van de cijfers in het rapport van vorig jaar.

1.3.2.4 Trend PM_{2,5}-concentraties in Vlaanderen

Opdeling in subgroepen naargelang type locatie

Figuur 1.17 toont de evolutie van de PM_{2,5}-jaargemiddelden van 2004 tot 2018 voor de virtuele meetplaatsen. Hier zijn enkel de vaste automatische meetplaatsen en de meetplaatsen die tot het gravimetrisch meetnet behoren opgenomen. Deze meetplaatsen zijn ingedeeld in 5 subgroepen: industrieel, stedelijk, voorstedelijk, landelijk en verkeersgericht. In 2018 gebruiken we 7 industriële, 4 stedelijke, 7 voorstedelijke, 6 landelijke en 3 verkeersgerichte meetstations voor de berekening van het virtueel gemiddelde van elke subgroep.

Figuur 1.17: Trend van de PM_{2,5}-jaargemiddelden voor de verschillende virtuele meetplaatsen, 2004-2018 (µg/m³)



Dalende trend

Globaal zien we voor de periode 2004-2016 een dalende trend. De laatste 2 jaren kennen de concentraties een schommelend verloop. De concentraties op de virtuele landelijke meetplaats zijn het laagst. De concentraties op de andere subtypemeetplaatsen liggen dicht bij elkaar.

1.3.3 Zwarte koolstof

1.3.3.1 Concentraties zwarte koolstof in Vlaanderen in 2018

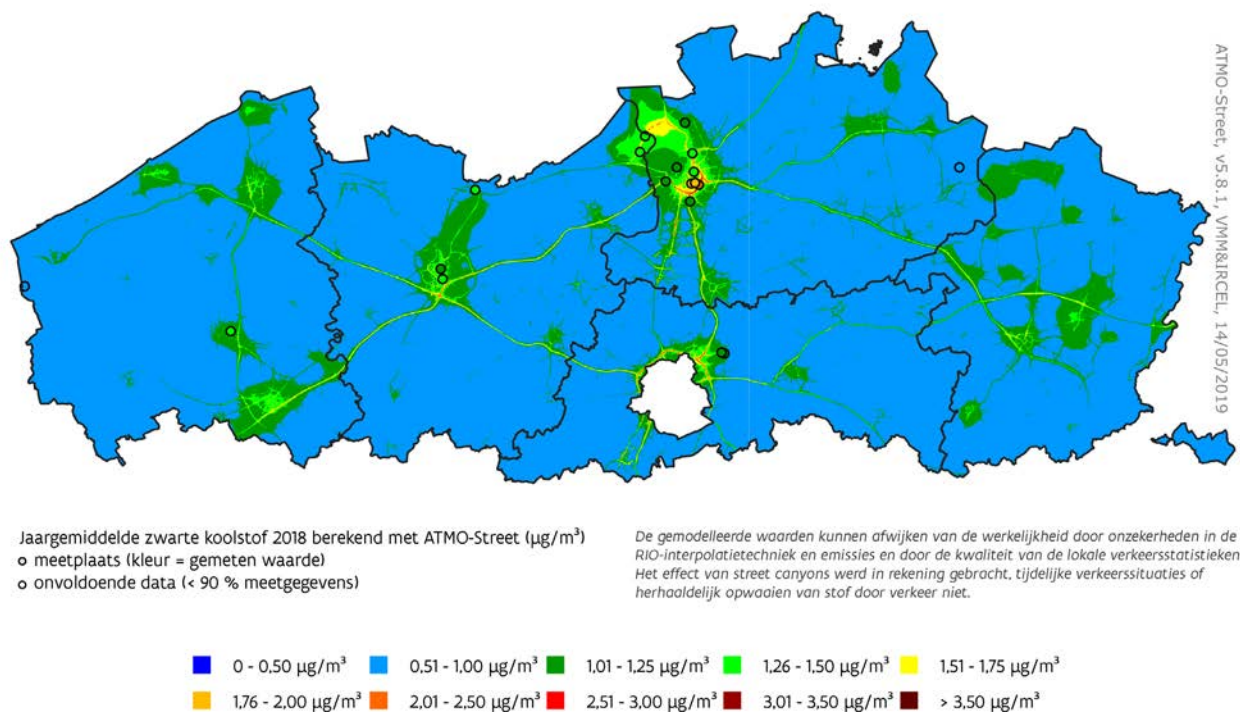
Hogere waarden op verkeersdrukte locaties

Het hoogste jaargemiddelde noteerde de VMM op de meetplaats aan de Antwerpse Ring (R804), namelijk $2,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook op de verkeersgerichte meetplaatsen Antwerpen-Belgiëlei (R805) en Borgerhout-straatkant (R802) mat de VMM hogere concentraties, namelijk respectievelijk $1,90$ en $1,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het jaargemiddelde was het laagst op de landelijke meetplaats Houtem (N029), namelijk $0,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De statistische verwerking van de meetresultaten voor zwarte koolstof kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

Figuur 1.18 toont een inschatting van de jaargemiddelden zwarte koolstof in 2018 in Vlaanderen. Deze modelkaart is berekend met het model ATMO-Street. De berekeningsmethode kan een over- of onderschatting geven op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. De absolute onzekerheid voor de RIO-achtergrondkaart varieert tussen $0,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $0,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figuur 1.18: Gemodelleerde jaargemiddelden van zwarte koolstof in 2018



De hoogste gemodelleerde jaargemiddelden voor zwarte koolstof kwamen voor in de Antwerpse agglomeratie, de Antwerpse haven en de noordrand rond Brussel. Hogere concentraties worden ook gemodelleerd in de Gentse Kanaalzone, de Gentse agglomeratie en in andere steden. Ook de snelwegen en andere drukke wegen zijn zichtbaar op de kaart. Hieruit blijkt duidelijk dat verkeer een belangrijke bron is van zwarte koolstof.

1.3.3.2 Trend concentraties zwarte koolstof in Vlaanderen

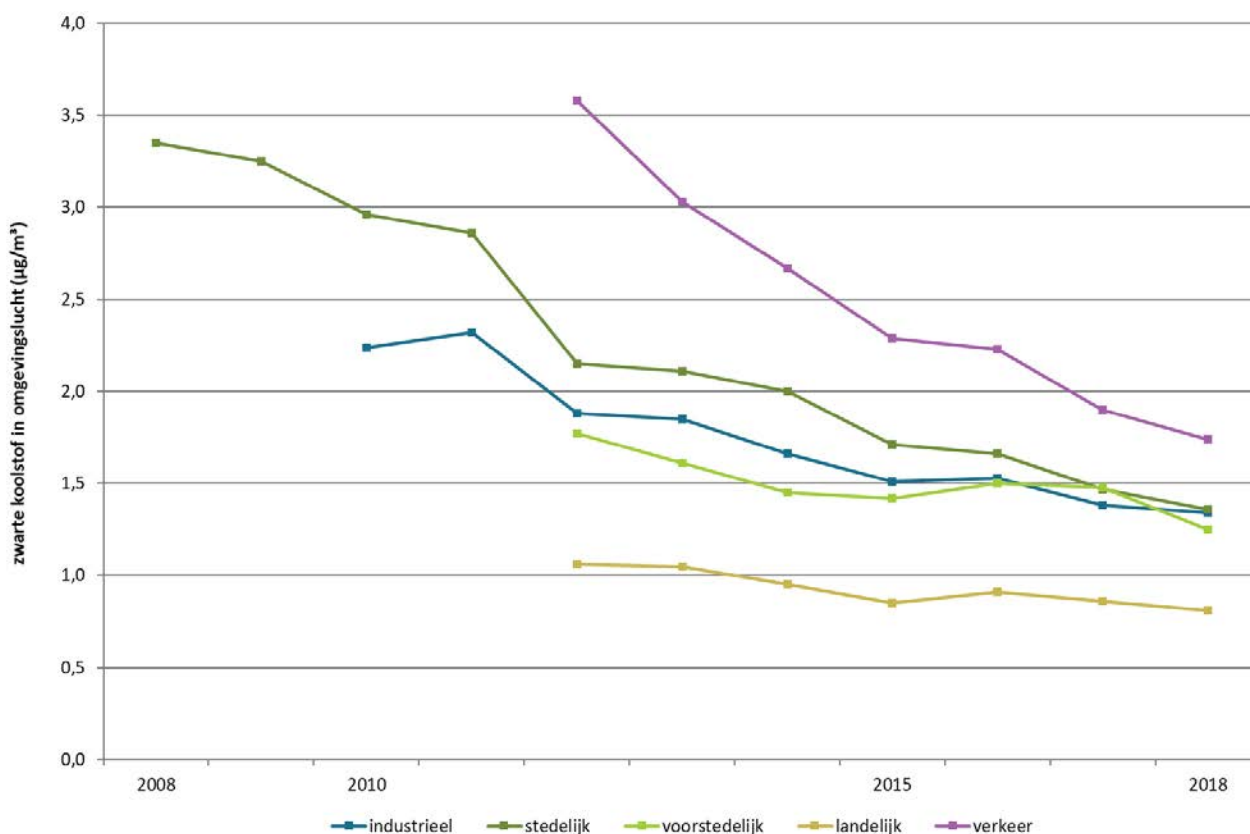
Opdeling in subgroepen naargelang type locatie

Figuur 1.19 toont de evolutie van de jaargemiddelden van zwarte koolstof van 2008 tot 2018 voor de virtuele meetplaatsen. Hierin zijn de meetplaatsen van het vaste automatische meetnet opgenomen. Deze meetplaatsen zijn ingedeeld in 5 subgroepen: industrieel, stedelijk, voorstedelijk, landelijk en verkeersgericht. In 2018 gebruikten we 4 industriële, 3 stedelijke, 1 voorstedelijke, 2 landelijke en 3 verkeersgerichte meetstations voor de berekening van het virtueel gemiddelde van elke subgroep.

Dalende trend

We zien een dalende trend voor alle virtuele meetplaatsen. Op de locaties met verkeer, zoals de verkeersgerichte meetplaats, maar ook de stedelijke meetplaats, is deze daling meer duidelijk dan bij de landelijke meetplaats. Zoals te verwachten, zien we de hoogste concentraties van zwarte koolstof op de verkeersgerichte meetplaats. Ditzelfde zien we voor NO₂ en NO. Deze pollutanten zijn vooral afkomstig van dieselloertuigen.

Figuur 1.19: Trend van de jaargemiddelden van zwarte koolstof, 2008-2018 (µg/m³)



1.3.4 Ultrafijn stof

1.3.4.1 Concentraties van ultrafijn stof in Vlaanderen in 2018

In 2018 waren er gedurende 89 % van de tijd geldige UFP-metingen (uurgemiddelden) beschikbaar op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801). Er ontbraken vooral metingen in februari en juni. De statistische

verwerking van de meetresultaten kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

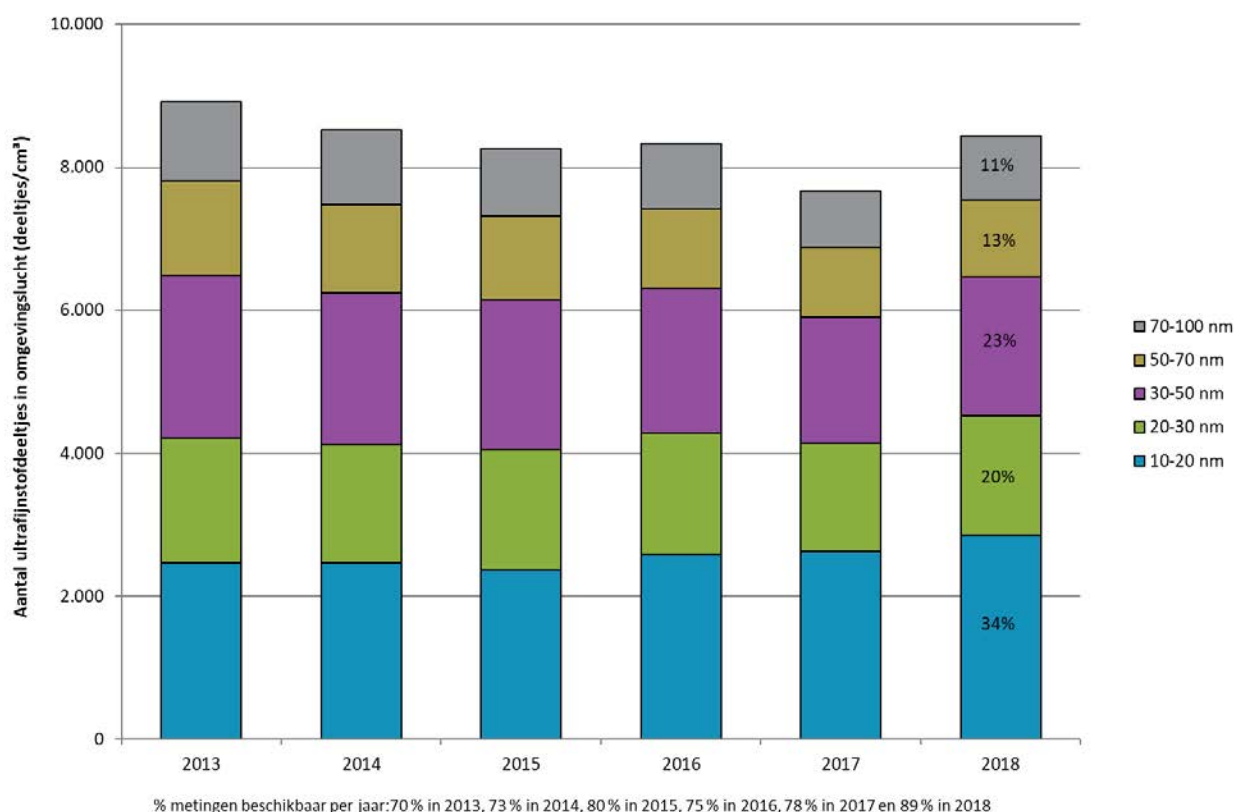
Geen duidelijke trend in UFP-concentratie in 2013-2018

De gemiddelde UFP-concentratie (10-100 nm) op de meetplaats Borgerhout-achtergrond bedroeg 8.432 deeltjes/cm³ in 2018. Dit was 10 % hoger dan in 2017, maar gelijkaardig aan het gemiddelde van 2013-2017, zie Figuur 1.20. In een stedelijke omgeving wordt wegverkeer beschouwd als de belangrijkste bron van ultrafijne deeltjes.

Deeltjesgrootteverdeling vergelijkbaar met vorige jaren

In 2018 droegen deeltjes met een diameter van 10-20 nm 34 % bij aan het ultrafijn stof, zie Figuur 1.20. Deeltjes met een grootte van 20-30 nm en 30-50 nm droegen respectievelijk 20 % en 23 % bij aan de UFP-concentratie. Deeltjes in de grootteklassen 50-70 nm en 70-100 nm waren samen goed voor zo'n vierde van de UFP-concentratie. De relatieve verdeling van de UFP-grootteklassen in 2018 was quasi identiek als in 2017. De relatieve bijdrage van 10-20 nm deeltjes tot UFP is licht gestegen van 28 % in 2013 tot 34 % in 2018.

Figuur 1.20: Aantal ultrafijnstofdeeltjes per grootteklasse op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801), 2013-2018 (deeltjes/cm³)

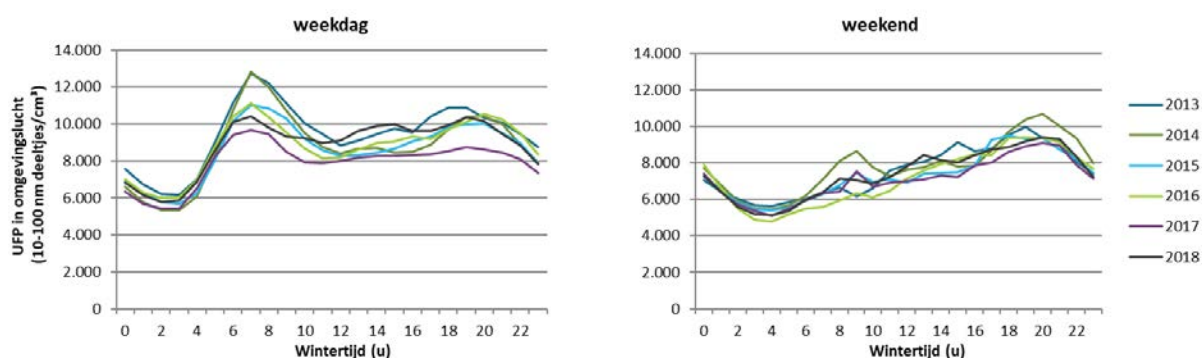


Variatie tussen week- en weekenddagen

De UFP-concentratie varieert in de tijd door veranderingen in emissiebronnen en weersomstandigheden. De UFP-concentratie verandert gemiddeld weinig doorheen het jaar, maar varieert wel doorheen de dag en de week.

- Op weekdays varieerde het gemiddelde dagverloop op de meetplaats Borgerhout-achtergrond in 2018 minder dan in de voorgaande jaren, zie Figuur 1.21. Van maandag tot vrijdag waren de UFP-concentraties in 2018 overdag hoger dan 's nachts, maar zonder duidelijke pieken tijdens de ochtend- of avondspits. Ook in 2017 was er op weekdays geen avondpiek voor UFP, maar wel een verhoging 's morgens.
- In het weekend was het gemiddelde dagverloop in 2018 gelijkaardig aan de voorgaande jaren, met de hoogste waarden in de namiddag en avond. De UFP-concentratie op zaterdag en zondag was gemiddeld lager dan op weekdays.

Figuur 1.21: Gemiddeld dagverloop van ultrafijn stof (10-100 nm deeltjes/cm³) op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) op weekdays (links) en in het weekend (rechts), 2013-2018



1.3.4.2 Concentraties van ultrafijn stof in de omgeving van Brussels Airport

In 2018 liet de VMM door VITO een modelstudie uitvoeren over UFP rond de luchthaven van Zaventem. De studie berekende de bijdrage van luchtverkeer en wegverkeer aan de UFP-concentraties in een gebied van 20 km rond Brussels Airport. Het model werd gevalideerd met metingen die in oktober en november 2015 gebeurden. Uit de modelresultaten bleek dat de luchthaven in belangrijke mate bijdraagt aan UFP in de omgeving. Ultrafijn stof is ook verhoogd langs drukke wegen zoals de Brusselse ring. Een meer gedetailleerde bespreking van de resultaten is terug te vinden in het eindrapport op de VMM-website⁸.

1.4 Conclusies

Emissies

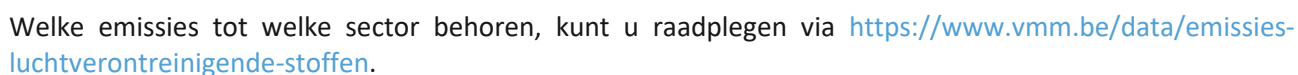
TSP: landbouwactiviteiten zijn grootste bron. Emissies door verkeer dalen sterk

In 2017 was opwaaiend stof door bewerken van landbouwgronden verantwoordelijk voor iets meer dan een kwart van de TSP-emissie. Land- en tuinbouw volgden met 23 % en huishoudens met 20 %. De TSP-emissies daalden tussen 2000 en 2017. Dit was vooral de wijten aan een daling van de uitlaatemissies van verkeer en van de energiesector.

⁸ Lefebvre W., Crols T., Vanhulsel M., Maiheu B. (2019). *Modellering van ultrafijn stof door luchtverkeer en wegverkeer rond Brussels Airport*. VITO-rapport 2019/RMA/R/1916. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij. <https://www.vmm.be/publicaties/modellering-van-ultrafijn-stof-door-luchtverkeer-en-wegverkeer-rond-brussels-airport>

Verkeer heeft grootste aandeel

Figuur 2.1: Aandeel sectoren in de totale NO_x (NO₂)-emissie in Vlaanderen in 2017 (%)



Uitstoot daalt dankzij maatregelen bij verkeer

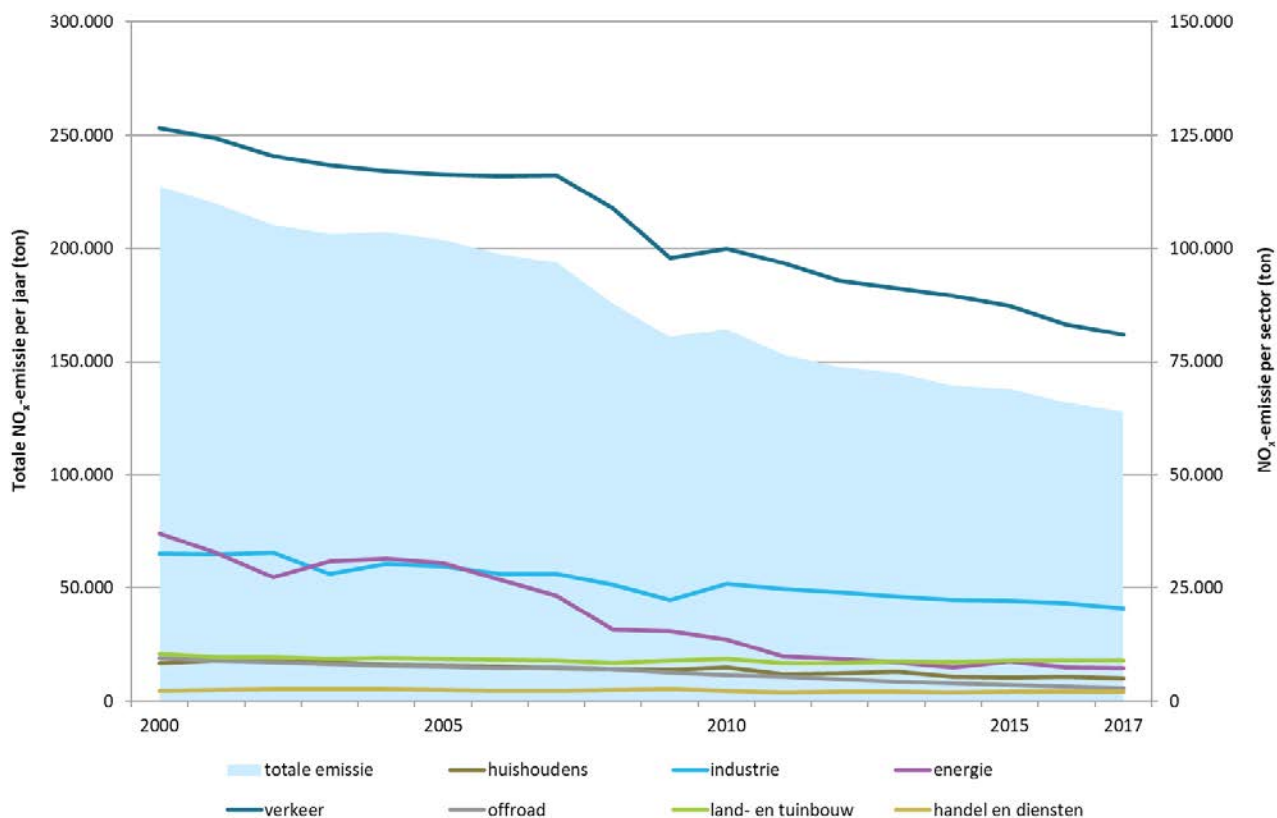
- overschakeling van steenkool en stookolie naar aardgas;
- verbeterde verbrandingstechnologieën;
- rookgasreiniging;
- sluiting van een aantal installaties vanaf 2008.

[illegible]

De emissie door de industrie bleef in deze periode grotendeels stabiel.

Figuur 2.2 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 2.2: Trend NO_x (NO₂)-emissie door de verschillende sectoren in Vlaanderen, 2000-2017 (ton)



2.3 NO/NO₂/NO_x in de omgevingslucht

2.3.1 NO₂

Groot deel van NO₂ is afkomstig van lokale bronnen

In stedelijke gebieden is 65 % van de NO₂ die we meten in de omgevingslucht afkomstig van Vlaamse bronnen. Op verkeersdrukke plaatsen loopt dit op tot 75 %. Dit betekent dat een kwart tot een derde van wat we meten in de omgevingslucht in steden afkomstig is van niet-Vlaamse bronnen en dus niet vervat zit in de emissie-inventaris. Het Vlaamse aandeel is veel groter bij NO₂ dan bij fijn stof. Hierover lees je meer in het [syntheserapport](#).

Automatische monitoren versus 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 bekomen met passieve samplers voldoen aan de Europese criteria voor 'indicatieve metingen'. We spreken daarom van 'indicatieve jaargemiddelden'. Passieve samplers laten toe om metingen uit te voeren op plaatsen waar er

2.3.1.1 Toetsing concentraties 2018 aan regelgeving

2018 is het eerste jaar waar alle 49 vaste meetplaatsen de NO₂-jaargrenswaarde (40 µg/m³) respecteren. Op de meetplaatsen aan de Belgiëlei in Antwerpen (R805) en aan de Plantin en Moretuslei in Borgerhout (R802) bedroeg het jaargemiddelde 40 µg/m³.

Wel overschrijdingen op locaties met passieve samplers

De meetplaats Antwerpen-Floralienlaan (AT42) werd niet getoetst aan de jaargrenswaarde. Het indicatief jaargemiddelde op deze locatie bedroeg $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze meetplaats bevindt zich vlakbij de tunnelmond van de Craeybeckxtunnel, met geen onmiddellijke bewoning in de omgeving. Door zijn ligging is deze meetlocatie minder representatief voor de menselijke gezondheid en gebeurt er geen toetsing aan de Europese regelgeving en geen rapportering aan Europa².

Alle meetplaatsen respecteerden de alarmdrempel (gedurende 3 opeenvolgende uren meer dan $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2) en de uurgrenswaarde (maximaal 18 uren hoger dan $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2). De hoogste gemeten uurwaarde bedroeg in 2018 $173 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en werd gemeten op de meetplaats Antwerpen-Ring (R804).

VLAREM¹⁰ definieert ook een waarschuwings- en alarmfase voor NO₂. Deze werd in 2018 niet afgekondigd.

De Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) adviseert hetzelfde NO₂-jaargemiddelde als de Europese grenswaarde. Zoals eerder vermeld, maten we geen overschrijding met de referentiemonitoren. Aanvullende indicatieve metingen met passieve samplers en modelberekeningen tonen echter wel aan dat op meerdere verkeersintensieve stedelijke locaties en in *street canyons* overschrijdingen van de jaaradvieswaarde van NO₂ voorkomen. De WGO-advieswaarde voor NO₂-uurwaarden (200 µg/m³) werd in 2018 niet overschreden.

[illegible]

2.3.1.2 NO₂-concentraties in Vlaanderen in 2018

Grote variatie tussen concentraties

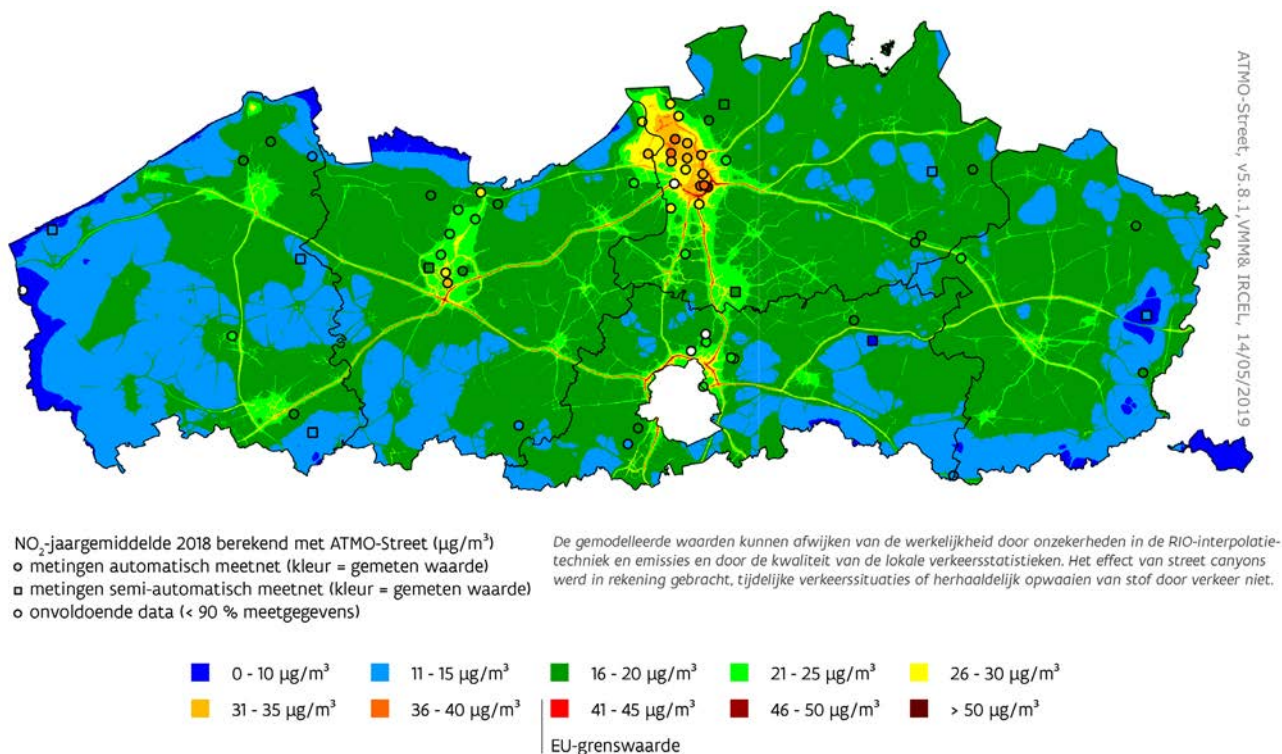
De NO₂-jaargemiddelden lagen op de meetplaatsen in Vlaanderen tussen 9 en 56 µg/m³. Het laagste jaargemiddelde mat de VMM op de meetplaats in Tielt-Winge (TE01), in een natuurgebied. Het hoogste jaargemiddelde werd gemeten op de meetplaats Antwerpen-Osysteet (AT47). Dit is een drukke *street canyon* in het stadscentrum waar de VMM NO₂ meet met passieve samplers.

De statistische verwerking van de NO₂-meetresultaten van alle Vlaamse meetplaatsen kunt u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

Model toont hoge waarden in stedelijke gebieden en verkeersintensieve plaatsen

Figuur 2.3 toont een ruimtelijke weergave van het NO₂-jaargemiddelde in 2018. Deze modelkaart is berekend met het model ATMO-Street. Deze gedetailleerde kaart kan de indruk wekken dat de ruimtelijke spreiding van de concentraties plaatselijk zeer precies gekend is. De berekeningsmethode kan echter een over- of onderschatting geven op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de luchtverontreiniging. De absolute onzekerheid voor de RIO-achtergrondkaart varieert tussen 10,8 µg/m³ en 14,2 µg/m³.

Figuur 2.3: Gemodelleerde NO₂-jaargemiddelden in 2018



De hoogste gemodelleerde NO₂-jaargemiddelden komen voor in de Antwerpse agglomeratie en de Antwerpse haven. Ook in de noordrand van Brussel, in Gent en de Gentse Kanaalzone en in de meeste centrumsteden toont het model verhoogde concentraties. De concentraties rond de snelwegen zijn eveneens verhoogd. Ook de kleinere verkeersaders zijn zichtbaar. De laagste concentraties werden berekend en gemeten in de meer landelijke regio's.

Volgens het RIO-IFDM-model woonde in 2018 0,8 % van de bevolking in een gebied waar de Europese jaargrenswaarde voor NO₂ overschreden werd.

2.3.1.3 Trend NO₂-concentraties in Vlaanderen

Opdeling in subgroepen naargelang type locatie

Figuur 2.4 toont de trend van de NO₂-jaargemiddelden sinds 1981 voor de virtuele meetplaatsen. Hiervoor verdeelden we de meetplaatsen in vijf subgroepen: de landelijke, voorstedelijke, stedelijke, industriële en verkeersgerichte. Vervolgens berekenden we het jaargemiddelde voor iedere subgroep. Bij de trendgrafieken zijn de vaste meetplaatsen van het automatisch meetnet (inclusief het meetnet van de Belgische Petroleum Federatie) opgenomen.

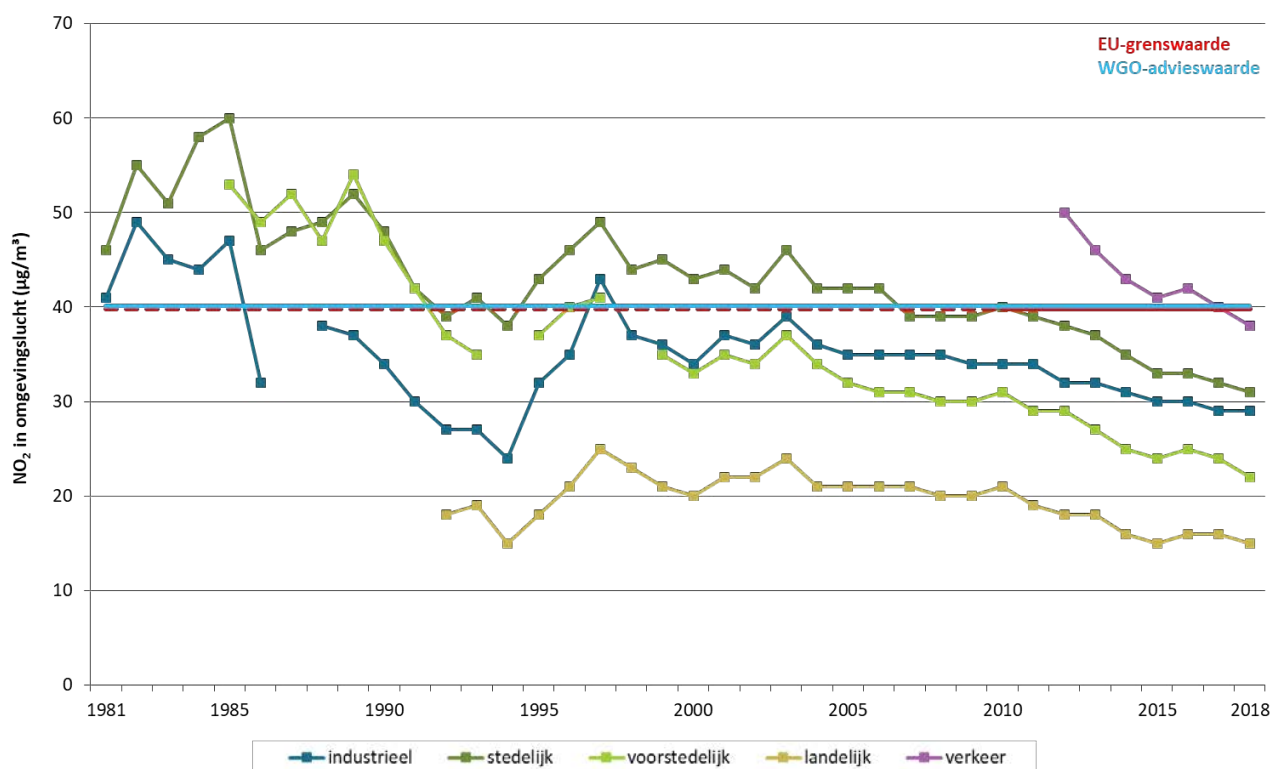
In 2018 gebruikten we 16 industriële, 3 stedelijke, 9 voorstedelijke, 9 landelijke en 3 verkeersgerichte meetstations voor de berekening van het virtueel gemiddelde van elke subgroep.

NO₂: dalende trend. Hoogste concentraties op verkeerslocaties

De laagste NO₂-concentraties werden op de landelijke meetplaatsen gemeten, waar het minste verkeer is. Zoals verwacht was de NO₂-concentratie het hoogst op de virtueel verkeersgerichte meetplaats.

Vanaf 2003 dalen de NO₂-concentraties geleidelijk op alle virtuele meetplaatsen. Op de industriële en landelijke meetplaatsen zien we de laatste jaren eerder een stagnatie.

Figuur 2.4: Trend van de NO₂-jaargemiddelden voor de verschillende virtuele meetplaatsen, 1981-2018 (µg/m³)

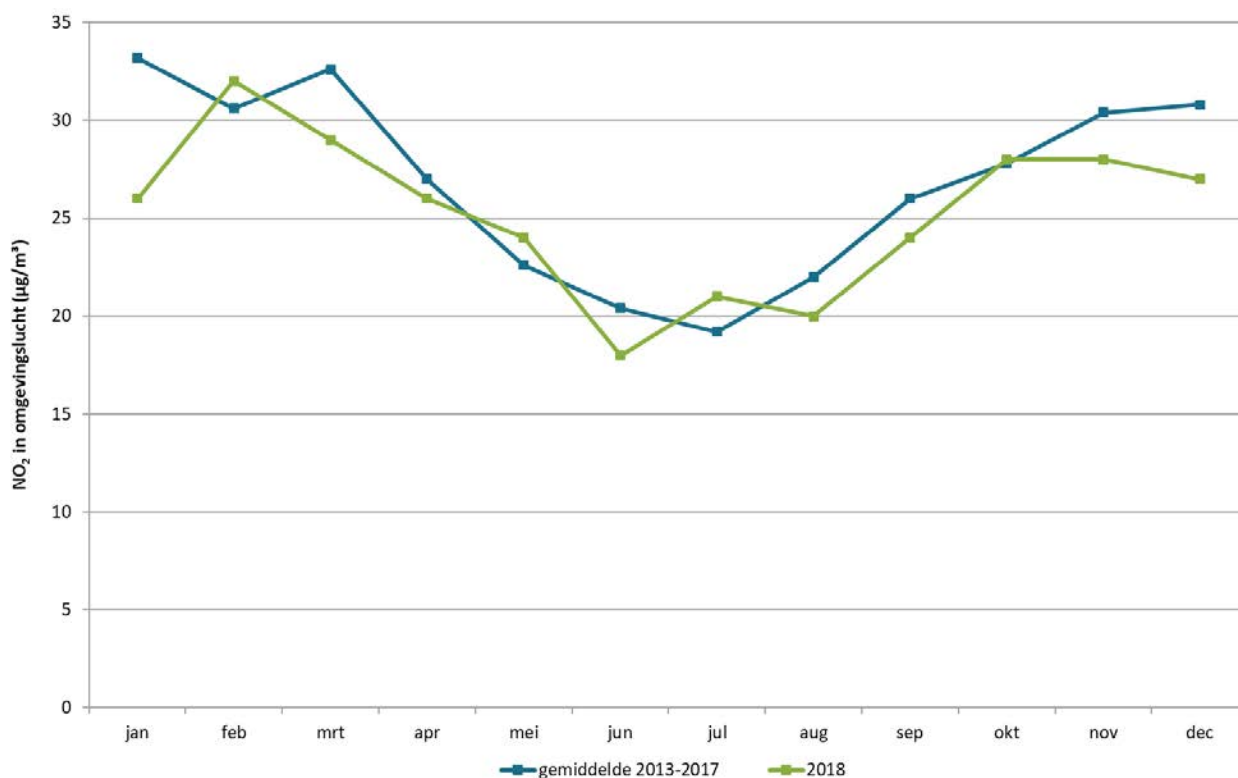


Lagere NO₂-concentraties tijdens zomermaanden

Figuur 2.5 toont het maandelijks NO₂-gemiddelde voor 2018 voor de virtuele Vlaamse meetplaats, ten opzichte van het gemiddelde over 2013 tot en met 2017. De virtuele Vlaamse meetplaats werd berekend uit alle meetplaatsen die worden gebruikt voor de berekening van de subtypes.

Opnieuw stellen we vast dat de NO₂-concentraties het laagst zijn in de maanden mei, juni, juli en augustus. Dit komt dankzij de betere atmosferische verdunningsomstandigheden in de zomermaanden. In 2018 was het NO₂-gemiddelde over Vlaanderen in de meeste maanden iets lager dan gemiddeld over de vorige 5 jaar. Zeker in januari 2018 was het NO₂-gemiddelde duidelijk lager (wat we ook zien in de gelijkaardige figuur voor PM₁₀). Deze maand was abnormaal zacht en kende ook zeer abnormaal veel onweersdagen met neerslag en sterke wind.

Figuur 2.5: Gemiddelde NO₂-concentratie per maand, uitgemiddeld over 2013-2017 ten opzichte van 2018 (µg/m³)



2.3.1.4 Meetnet passieve samplers in Gent en Antwerpen

Indicatieve metingen met passieve samplers

Naast de metingen met automatische monitoren meet de VMM sinds 2017 ook NO₂ met passieve samplers in de twee grootste Vlaamse steden Antwerpen en Gent. De VMM gebruikt deze metingen om de luchtkwaliteit te beoordelen op plaatsen waar er soms geen ruimte is voor een vaste meetplaats, zoals in *street canyons*, en om de modelleringstechnieken te valideren, verder te verbeteren en te verfijnen. In Gent voeren we de metingen uit in samenwerking met Stad Gent.

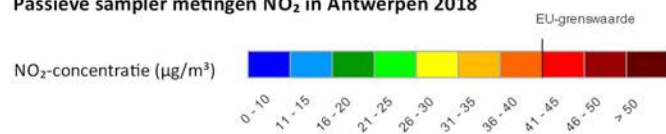
In beide steden werd er op 20 meetplaatsen gemeten met passieve samplers. De meetplaatsen bevinden zich op verschillende types locaties, onder meer in *street canyons*, langs drukke invalswegen en op achtergrondlocaties. De samplers werden telkens in duplo opgehangen gedurende periodes van 2 weken. Een volledig jaar bestaat dus uit 26 meetperiodes.

In Antwerpen overschreden 7 van de 19 meetplaatsen en in Gent 2 van de 20 meetplaatsen de jaargrenswaarde. Het gaat hierbij telkens om meetplaatsen met weinig verdunning (de zogenaamde *street canyons*) en/of veel verkeer. In Antwerpen, aan de Floraliënlaan, lag het indicatief jaargemiddelde ook hoger dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Zoals eerder vermeld gebeurt er, omwille van haar ligging, geen toetsing aan de Europese grenswaarden.

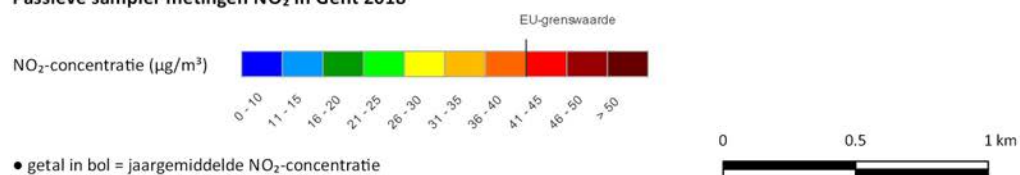
Indicatieve metingen met passieve samplers tonen, net zoals de luchtkwaliteitsmodellen, aan dat op meerdere verkeersintensieve stedelijke locaties en ook in *street canyons* overschrijdingen van de jaargrenswaarde van NO₂ voorkomen.

Gemiddeld daalden de metingen met passieve samplers in Antwerpen en Gent met 3,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ of 9 % ten opzichte van 2017. De grootste daling zagen we in Antwerpen in de Sergeyselstraat (BT03). Daar daalde het jaargemiddelde met 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ of 30 % ten opzichte van 2017. Deze daling was te verwachten omdat er door wegenwerken gedurende meer dan een half jaar geen doorgaand verkeer mogelijk was.

De statistische details van de metingen kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.



An aerial photograph of a city, likely Paris, showing a dense urban grid and several winding rivers. Overlaid on the map are numerous numbered markers in colored circles. The markers are distributed across the city, with some clusters and others isolated. The colors of the markers include orange, yellow, green, and red. The numbers range from 23 to 43. The map shows a complex network of streets and waterways, with the markers highlighting specific locations of interest.



Burgeronderzoek op 20.000 locaties

Resultaten tonen grote verschillen

Wanneer we deze jaargemiddelden indicatief toetsen aan de jaargrenswaarde, blijkt dat 2,3 % van de CurieuzeNeuzen-meetlocaties hoger dan de Europese grenswaarde van 40 µg/m³ liggen. Deze meetcampagne liep slechts gedurende 1 maand. Daarom voldoen deze indicatieve jaargemiddelden niet aan de Europese vereisten voor de minimale periode waarover bemonsterd moet worden en werden de resultaten niet gerapporteerd aan Europa.

Uit de dataset blijkt duidelijk het effect van de verkeersemisssies en ruimtelijke ordening op de NO₂-concentratie. Drukker verkeer, aaneengesloten bebouwing, maar ook stop-and-go-verkeer aan kruispunten en verkeerslichten resulteren in verhoogde NO₂-concentraties. Niet alleen het verkeersvolume maar ook de doorstroming speelt dus een belangrijke rol in de luchtkwaliteit.

Ook in kleine dorpen werden duidelijk verhoogde concentraties op verkeersintensieve locaties gemeten. Een kwart van de kleine steden en gemeenten in Vlaanderen heeft minstens 1 meetlocatie die de Europese grenswaarde overschrijdt.

2.3.2 NO

In 2018 lagen de NO-jaargemiddelden in Vlaanderen tussen 2 en 30 µg/m³. De laagste concentratie werd gemeten op de landelijke meetplaatsen in Aarschot (N035), Dessel (N016), Moerkerke (N012) en Walshoutem (N054). Het maximum werd gemeten op de meetplaats Antwerpen-Ring (R804) die veel invloed ondervindt van het verkeer van de nabijgelegen ring en het op- en afrittencomplex.

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

NO: dalende trend met hoogste waarden op verkeersgerichte locaties

Sinds 2003 zien we een globale dalende trend op alle virtuele meetplaatsen. De absolute daling is het minst op de landelijke meetplaats, waar we de laatste jaren eerder een stagnatie zien.

The graph illustrates the concentration of NO in ambient air (µg/m³) from 1981 to 2018, categorized by source: industrieel (industrial), stedelijk (urban), voorstedelijk (suburban), landelijk (rural), and verkeer (traffic). The y-axis ranges from 0 to 50 µg/m³, and the x-axis shows years from 1981 to 2018. All categories show a general downward trend, with a notable peak around 1989. The 'verkeer' category starts around 2012 and shows a slight increase after 2015.

Year	industrieel (µg/m³)	stedelijk (µg/m³)	voorstedelijk (µg/m³)	landelijk (µg/m³)	verkeer (µg/m³)
1981	25	32			
1982	22	38			
1983	21	39			
1984	20	36			
1985	23	40	35		
1986	17	32	30		
1987	23	42	39		
1988	28	38	27		
1989	19	46	44		
1990	19	36	34		
1991	22	43	40		
1992	20	36	33		
1993	20	34	26		
1994	21	34			
1995	19	30	23		
1996	22	29	26	7	
1997	31	30	27	6	
1998	25	24		5	
1999	19	20	15	4	
2000	18	20	13	4	
2001	23	25	19	7	
2002	21	21	16	5	
2003	22	25	19	6	
2004	20	21	16	5	
2005	20	18	14	6	
2006	18	17	12	6	
2007	20	16	14	7	
2008	18	16	12	6	
2009	16	15	11	5	
2010	17	15	11	5	
2011	16	16	11	5	
2012	14	15	10	4	34
2013	15	14	10	5	29
2014	14	13	8	4	26
2015	13	12	8	3	24
2016	14	13	9	4	27
2017	12	10	7	3	21
2018	11	10	6	3	20

2.3.3.1 Toetsing concentraties 2018 aan regelgeving

Wegens de dichte bebouwing, het uitgebreide wegennet en de verspreide industrie zijn er in Vlaanderen strikt genomen geen gebieden waarop het kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie van toepassing is. Er zijn immers geen zones die voldoen aan de criteria voor de inplanting van meetplaatsen zoals opgelegd in de richtlijn 2008/50/EG. Een aantal meetplaatsen benaderen de gebieden waarop dit kritieke niveau van toepassing is. Het gaat om 8 meetplaatsen van het meetnet met automatische monitoren en 9 meetplaatsen met passieve samplers van het meetnet verzurende en vermestende depositie. De gemeten NO_2 -concentraties met passieve samplers worden omgezet naar NO_x -concentraties met behulp van

omzettingfactoren bepaald op basis van de metingen met de automatische monitoren. Uit de resultaten van deze 17 meetplaatsen volgt dat het kritieke niveau van $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_x werd gerespecteerd in 2018.

2.3.3.2 Trend NO_x -concentraties in Vlaanderen

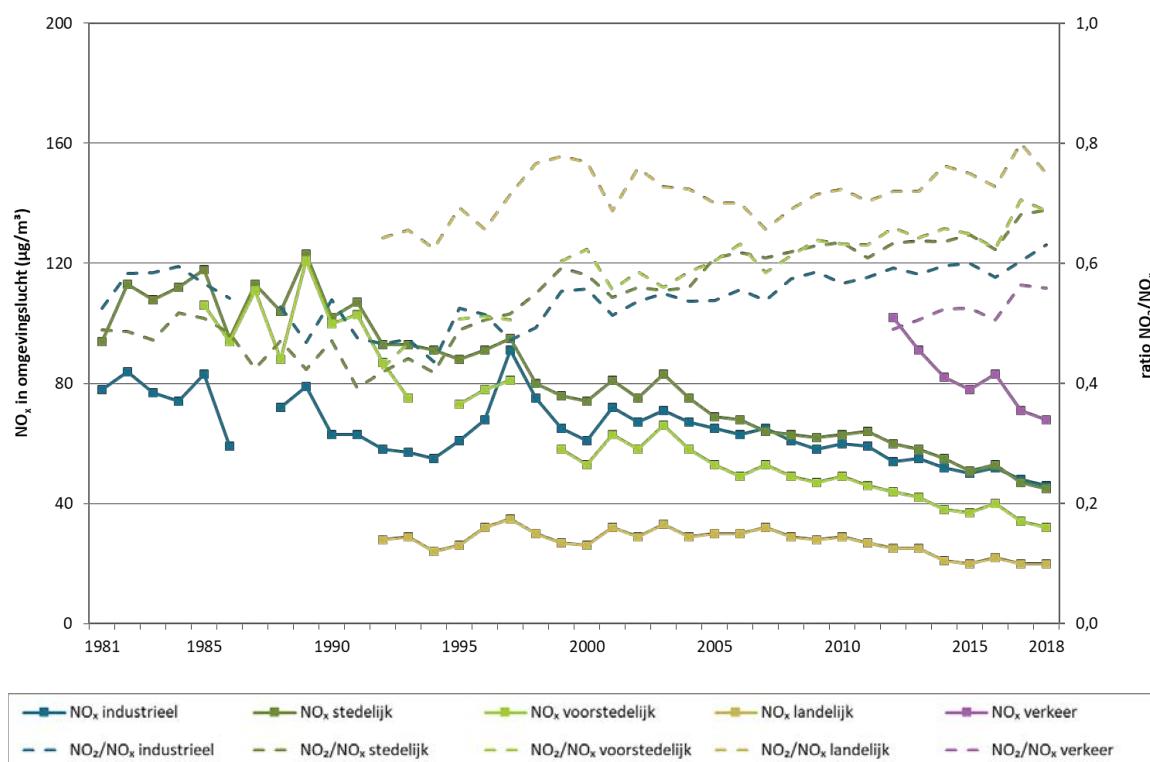
NO_x -concentraties dalen, NO_2/NO_x -verhouding stijgt

De NO_x -jaargemiddelden op de virtuele meetplaatsen kennen sinds 2003 globaal gezien een dalende trend. Deze is het minst uitgesproken op de landelijke meetplaats. De laagste NO_x -concentraties werden op de virtuele landelijke meetplaats gemeten waar het minste verkeer is, de hoogste op de virtueel verkeersgerichte meetplaats.

Sinds 1994 is er een stijging van de verhouding NO_2/NO_x op alle virtuele meetplaatsen. Het stijgend aandeel van NO_2 over de jaren is te wijten aan het grote aandeel dieselwagens in het wagenpark. Hoewel er in België de laatste jaren een verschuiving is van dieselauto's naar benzineauto's, zijn in 2018 dieselauto's nog steeds in de meerderheid¹¹. Dieselwagens stoten niet alleen meer NO_x uit, ook de oxidatiekatalysatoren zorgen voor een hoger NO_2/NO_x -verhouding¹². Daarnaast zorgen de stijgende ozonachtergrondconcentraties er voor dat er meer NO wordt omgezet naar NO_2 .

Figuur 2.9 toont de trend van de NO_x -jaargemiddelden sinds 1981 voor de verschillende virtuele meetplaatsen. Deze figuur toont eveneens de trend van de verhouding NO_2/NO_x .

Figuur 2.9: Trend van de NO_x -jaargemiddelden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en van de NO_2/NO_x -verhouding voor de verschillende virtuele meetplaatsen, 1981-2018



¹¹ <https://statbel.fgov.be/nl/themas/mobiliteit/verkeer/voertuigenpark>

¹² Explaining road transport emissions, European Environment Agency, 2016

2.4 Conclusions

Verkeer is de grootste bron. Trend daalt

In 2017 stootte deze sector bijna twee derde van de NO_x (NO₂)-emissies uit. Wegverkeer was verantwoordelijk voor 35 % van de totale emissies. Industrie volgde met een aandeel van 16 %. De emissies daalden, vooral bij het verkeer.

Passieve samplers en modelkaarten tonen overschrijdingen NO₂ aan

De meetplaatsen met de referentiemonitoren respecteerden voor het eerst de Europese NO₂-jaargrenswaarde. Passieve samplers tonen aan dat op meerdere verkeersintensieve stedelijke locaties en in *street canyons* overschrijdingen van de jaargrenswaarde van NO₂ kunnen voorkomen. Modelkaarten bevestigen deze vaststelling en tonen dat er overal in Vlaanderen dergelijke verkeersintensieve locaties zijn.

Alle Vlaamse meetplaatsen respecteerden de Europese uurgrenswaarde, de WGO-uuradvieswaarde en de alarmdrempel voor NO₂. In VLAREM is er ook een waarschuwings- en alarmfase voor NO₂ gedefinieerd. Deze werd in 2018 niet afgekondigd.

Grote variatie tussen meetplaatsen in NO_x-concentraties

In 2018 lagen de NO₂-jaargemiddelden op de Vlaamse meetplaatsen tussen 9 en 56 µg/m³. Het hoogste jaargemiddelde werd gemeten op de meetplaats Antwerpen-Osysteet (AT47), een drukke *street canyon* in het stadscentrum. Ook de NO-jaargemiddelden varieerden sterk, tussen 2 en 30 µg/m³. Algemeen zien we dat de concentraties het hoogst zijn op de verkeersgerichte meetplaatsen en het laagst op de landelijke meetplaatsen.

Trend in omgevingslucht daalt

Vanaf 2003 is er globaal een daling op alle virtuele meetplaatsen. Dit zien we zowel voor NO als voor NO₂.

Burgeronderzoek CurieuzeNeuzen Vlaanderen

Het burgeronderzoek CurieuzeNeuzen Vlaanderen had een grote impact op het bewustzijn van de burger met betrekking tot de luchtkwaliteit in zijn straat. Daarnaast gebruiken we deze resultaten om het ATMO-Street-model te valideren en te verbeteren.

3 ZWAVELDIOXIDE (SO₂)

3.1 De pollutent

Zwavel dioxide tast gezondheid, milieu en gebouwen aan

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

3.2 Bronnen: emissies van SO₂

België haalt NEC-doelstelling voor SO₂

Het emissieplafond uit de NEC-richtlijn is reeds vanaf 2010 van kracht. Ook in 2017 lagen de emissies ruim onder deze doelstelling. Vanaf 2020 gelden er nieuwe (relatieve) plafonds die voor SO₂ een reductie opleggen van 43 % ten opzichte van de emissies gerapporteerd voor 2005. De emissies van 2017 liggen nu al onder het emissieplafond voor 2020.

De VMM inventariseert de SO₂-emissies van alle sectoren

Via het Integraal Milieujaarverslag (IMJV) kon het merendeel van de SO₂-emissies (verbrandingsemissies afkomstig van het zwavelgehalte in de brandstoffen) geïnventariseerd worden voor de sectoren industrie en energie. De berekening van de emissies van de overige sectoren gebeurde via diverse modelberekeningen, zie respectieve hoofdstukken in [Deelrapport 1](#) voor methodologie.

3.2.1 Aandeel sectoren in emissies 2017

Industrie had grootste aandeel, gevolgd door energie

De SO₂-emissie bedroeg in 2017 29.408 ton. Deze emissie was bijna uitsluitend afkomstig van de verbranding van brandstoffen met een hoog zwavelgehalte. De industrie leverde de grootste bijdrage (49 %). De energiesector kwam op de tweede plaats met 32 %. Hiervan was 94 % afkomstig van de raffinaderijen. De huishoudens (10 %) waren de derde grootste speler. Deze emissie was bijna volledig toe te schrijven aan het verwarmen van onze huizen met stookolie. Verkeer was goed voor 5 % van de totale SO₂-emissie. Deze emissie was vooral toe te schrijven aan de luchtvaart.

Sector	Percentage
industrie	49 %
energie	32 %
huishoudens	10 %
verkeer	5 %
land- en tuinbouw	3 %
handel en diensten	< 1 %
offroad	< 0,1 %

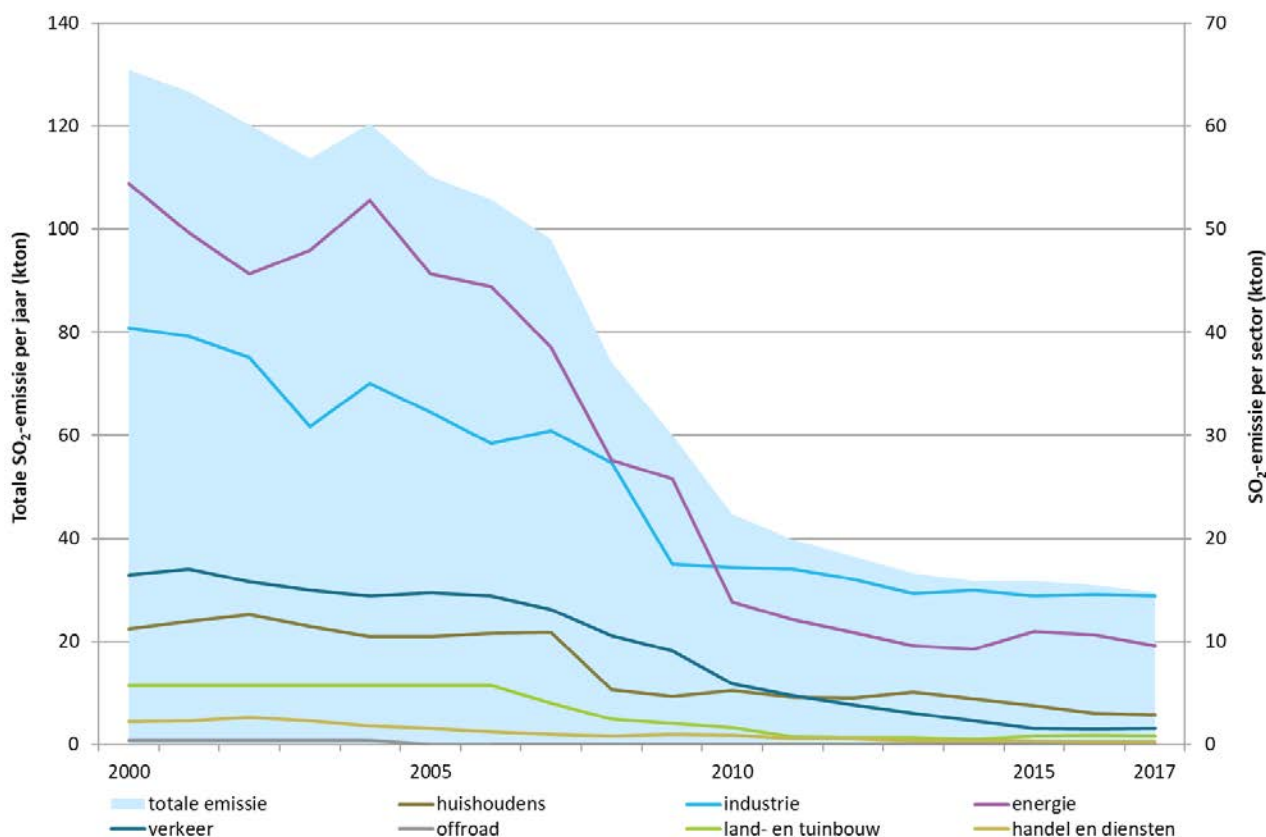
3.2.2 Trend SO₂-emissie tussen 2000 en 2017

De SO₂-emissie lag in 2017 78 % lager dan in 2000. Dit was vooral te danken aan het gebruik van brandstoffen met een lager zwavelgehalte voor transport, industriële processen en energieopwekking.

In het begin van de jaren 2000 was het verkeer een belangrijke bron door de internationale zeescheepvaart die brandstof met een hoog zwavelgehalte gebruikte. Vanaf 2008 was er een kentering doordat het zwavelgehalte van brandstoffen voor zeevaart aan banden werd gelegd.

Figuur 3.2 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 3.2: Trend van de SO₂-emissies in Vlaanderen, 2000-2017 (kton)



3.3 SO₂ in de omgevingslucht

3.3.1 Toetsing concentraties 2018 aan regelgeving

Overschrijding van de alarmdrempel. Europese dag- en uurgrenswaarde werden gerespecteerd

De alarmdrempel – gedurende 3 opeenvolgende uren meer dan 500 µg/m³ SO₂ – werd in 2018 overschreden. Dit is vrij opmerkelijk, de vorige overschrijding dateerde van 2006.

De alarmdrempel werd overschreden in Wondelgem (R721) als gevolg van een accidentele lozing bij het bedrijf PVS Chemicals Belgium op 12 april 2018 tijdens het herstellen van een lek.

Op 2 meetlocaties in de Antwerpse haven, Antwerpen-Ordamstraat (AT44) en Antwerpen-Scheurweg (R891), mat de VMM ook gedurende minstens 3 uur concentraties hoger dan 500 µg/m³. Dit kwam door een zware brand in een loods met nikkelsulfide van Antwerp Bulk Terminal op 11 en 12 augustus 2018. Nikkelsulfide is kankerverwekkend en veroorzaakt longirritatie. Er werd een perimeter afgebakend om de volksgezondheid te vrijwaren. Deze 2 meetplaatsen liggen in industriegebied en voldoen niet aan de voorwaarden voor de algemene beoordeling van de luchtkwaliteit zoals opgenomen in de Europese Richtlijn 2008/50/EG, bijlage III. Daarom zijn ze minder representatief voor de bescherming van de menselijke gezondheid en rapporteren we deze resultaten niet aan Europa.

De meeste overschrijdingen werden gemeten op de meetplaats Hoboken (HB23), die beïnvloed wordt door de bedrijven Argex en Umicore. Het hoogste daggemiddelde werd genoteerd aan de Ordamstraat in Antwerpen (AT44), namelijk $659 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze meetplaats bevindt zich in de Antwerpse haven, vlakbij petrochemische bedrijven en raffinaderijen. Dit hoogste daggemiddelde werd er genoteerd op 12 augustus 2018 toen er vlakbij een grote industriële brand was van nikkelsulfide.

Meetplaats	Code	Aantal dagen > 20 µg/m³	Max. dagwaarde (µg/m³)
Antwerpen-Ekersedijk	R893	1	25
Antwerpen-Scheldelaan	R897	11	74
Hoboken	HB23	30	119
Kallo-sluis	R892	2	23
Lommel	LM05	2	22
Mol	WZ02	27	78
Wondelgem	R721	5	262
Zelzate	R750	1	27
<i>Antwerpen-Ordamstraat*</i>	<i>AT44</i>	<i>29</i>	<i>659</i>
<i>Antwerpen-Polderdijkweg*</i>	<i>R822</i>	<i>10</i>	<i>220</i>
<i>Antwerpen-Scheurweg*</i>	<i>R891</i>	<i>1</i>	<i>596</i>

De advieswaarde van 500 µg/m³ over 10 minuten konden we niet toetsen, aangezien het kleinste tijdsinterval waarvoor metingen beschikbaar waren 30 minuten bedroeg.

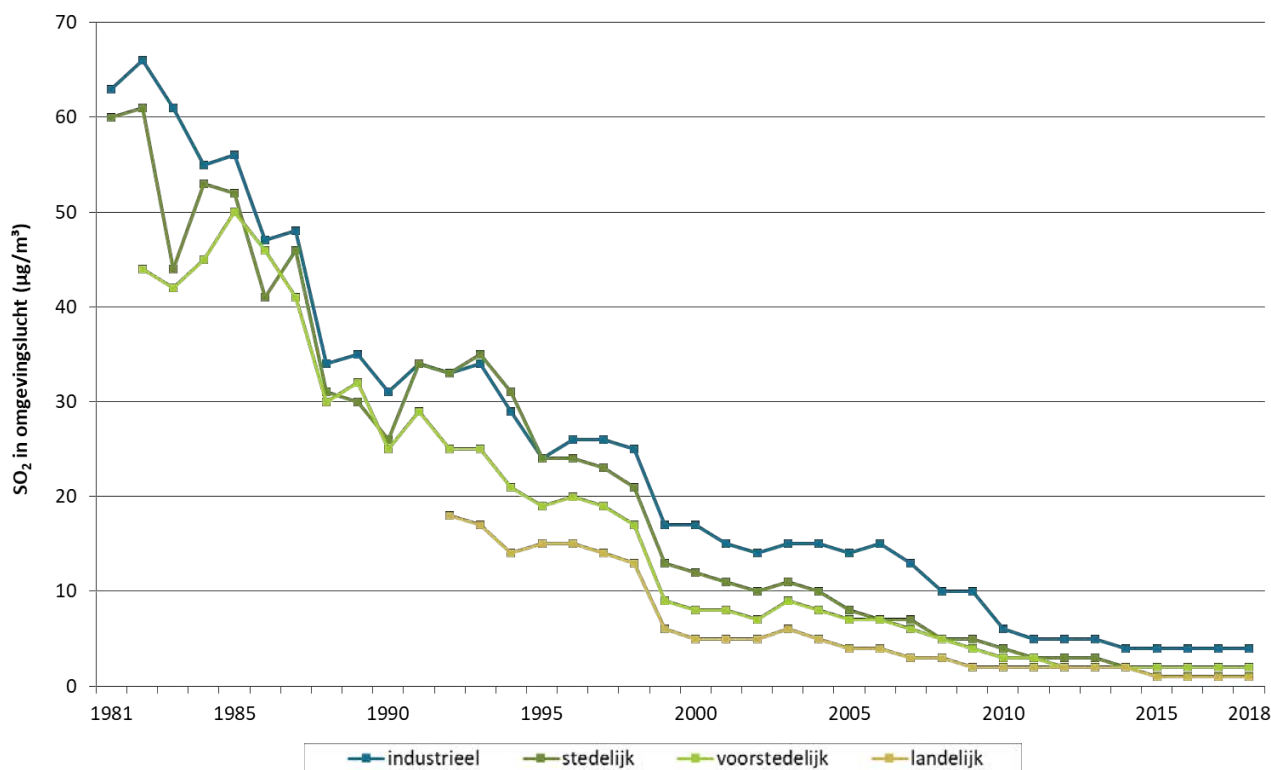
De twaalf landelijke meetplaatsen respecteerden in 2018 ruimschoots het kritieke niveau van 10 µg/m³ voor een jaar en voor het winterseizoen.

Hoogste SO₂-jaargemiddelden in de omgeving van de Antwerpse Haven

De meetplaatsen aan de Ordamstraat (AT44) en de Polderdijkweg (R822) liggen in de Antwerpse haven, vlakbij petrochemische bedrijven en raffinaderijen. De meetplaats in Hoboken (HB23) wordt beïnvloed door de bedrijven Argex en Umicore.

52 • Jaarrapport Lucht – Emissies en concentraties van luchtverontreinigende stoffen

Figuur 3.4: Trend van SO₂-jaargemiddelden voor de verschillende virtuele meetplaatsen, 1981-2018 (µg/m³)



Dalende trend

De daling van de SO₂-concentraties in de omgevingslucht is een weerspiegeling van de daling van de SO₂-uitstoot. Over de volledige periode 1981-2018 daalden de SO₂-concentraties sterk op alle virtuele meetplaatsen. Sinds enkele jaren zien we eerder een stagnatie in de concentraties, als een gevolg van een stabilisatie in de uitstoot van SO₂.

In het verleden waren de SO₂-concentraties op de virtueel landelijke meetplaats het laagst en op de virtueel industriële meetplaats het hoogst. De concentraties op de virtueel stedelijke en virtueel voorstedelijke meetplaats lagen tussen deze twee in. De laatste jaren zien we echter dat de virtueel voorstedelijke en stedelijke meetplaats vrijwel tot op het niveau van de virtueel landelijke meetplaats gedaald zijn. Dit kan verklaard worden door een daling van de emissies van de huishoudens en het verkeer. De jaargemiddelde concentratie op de virtuele industriële meetplaats ligt nog steeds het hoogst. Industrie en raffinaderijen zijn de grootste bronnen van SO₂-emissies.

3.4 Conclusies

Industrie was belangrijkste bron van SO₂ in 2017. Trend daalt sterk

Bijna de helft van de emissies kwamen van de industrie. De raffinaderijen waren verantwoordelijk voor een derde. De emissie lag in 2017 driekwart lager dan in 2000, vooral door het lager zwavelgehalte in brandstoffen.

De alarmpremie (3 opeenvolgende uren met een concentratie boven de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$) werd voor het eerst in 12 jaar opnieuw overschreden:

- Alle Vlaamse meetplaatsen respecteerden in 2018:

- De WGO-advieswaarde voor dagwaarden werd op 8 van de 17 van de meetplaatsen overschreden. Dit zijn allemaal meetplaatsen die beïnvloed worden door de industrie.

In VLAREM is er ook een waarschuwings- en alarmfase voor SO₂ gedefinieerd. Deze werd in 2018 niet afgekondigd.

In 2018 lagen de jaargemiddelden voor SO₂ op de Vlaamse meetplaatsen tussen 0,6 µg/m³ en 10 µg/m³. Het hoogste jaargemiddelde mat de VMM op de meetplaats in Antwerpen-Ordamstraat (AT44). Deze meetplaats ligt in de Antwerpse haven, vlakbij petrochemische bedrijven en raffinaderijen. Ook het model wijst de hoogste concentraties aan dit gebied toe.

Deze daling tijdens de laatste decennia zagen we zowel voor de industriële, stedelijke, voorstedelijke als landelijke meetplaatsen. De hoogste SO₂-concentraties komen voor op de industriële meetplaatsen. De daling in de SO₂-concentraties is een weerspiegeling van de daling van de SO₂-uitstoot. Echter de laatste jaren noteren we een tragere daling in de SO₂-uitstoot, wat leidt tot een stagnatie in de SO₂-concentraties gemeten in de omgevingslucht.

4 AMMONIAK (NH₃)

4.1 De pollutant

Ammoniak veroorzaakt fijn stof en vermindert de biodiversiteit

Ammoniak (NH_3) is een kleurloos gas dat bestaat uit stikstof en waterstof. NH_3 heeft een korte levensduur in de atmosfeer en zet zich in belangrijke mate af dichtbij de emissiebron via droge depositie. Na omzetting tot ammoniumzouten kan het zich over grote afstanden verspreiden.

NH₃ heeft nadelige effecten op de vegetatie: het wordt rechtstreeks opgenomen door de bladeren van planten en draagt bij aan verzurende en vermestende deposities. Stikstof is een essentiële voedingsstof, maar te veel stikstof heeft negatieve effecten op natuurlijke ecosystemen. Veel plantensoorten groeien van nature in vrij voedselarme condities. Bij een overmaat aan stikstof verdwijnen of verminderen deze stikstofgevoelige en vaak zeldzame soorten door competitie met stikstofminnende soorten zoals grassen. Veranderingen in de vegetatie hebben gevolgen voor de fauna en ten slotte voor het globale functioneren van ecosystemen.

De uitstoot van NH_3 leidt ook tot fijn stof. Door chemische processen in de atmosfeer wordt NH_3 -gas omgezet tot deeltjes (ammoniumzouten, namelijk ammoniumnitraat en -sulfaat die bestaan uit NH_4^+ en respectievelijk NO_3^- of SO_4^{2-}). Dit noemen we secundair fijn stof. Het draagt in aanzienlijke mate bij aan de vorming van fijn stof (PM_{10} en vooral $\text{PM}_{2,5}$). Fijn stof heeft nadelige gezondheidseffecten voor de mens. Meer informatie hierover is te vinden in Hoofdstuk 1: Fijn stof – TSP, PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, elementair koolstof, zwarte koolstof en ultrafijn stof.

Landbouwactiviteiten die aanleiding geven tot NH₃-emissies (voornamelijk veeteelt) staan in voor een groot aandeel van de verzurende en vermestende emissies en deposities in Vlaanderen, zie [Deelrapport III: Effecten van luchtvervuiling op ecosystemen](#).

4.2 Bronnen: emissies van NH₃

België haalt NEC-doelstelling voor NH₃

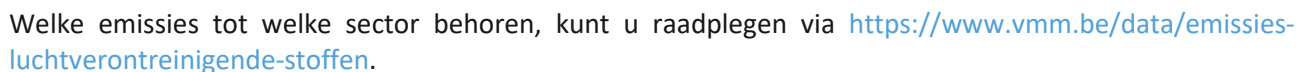
Het emissieplafond uit de NEC-richtlijn is reeds vanaf 2010 van kracht. Ook in 2017 lagen de emissies ruim onder deze doelstelling. Vanaf 2020 gelden er nieuwe (relatieve) plafonds die voor NH₃ een reductie opleggen van 2 % ten opzichte van de emissies gerapporteerd voor 2005. Zelfs nu al liggen de emissies die gerapporteerd zijn voor 2017 onder het emissieplafond voor 2020.

De VMM inventariseert de NH₃-emissies van alle sectoren

Het overgrote deel van de NH₃-emissies was afkomstig van de landbouwsector. De emissies worden berekend aan de hand van het EMAN 2.1 model. Meer uitleg hierover is terug te vinden in [Deelrapport I – hoofdstuk 6: Emissies door de land- en tuinbouw en de natuur](#).

Landbouw heeft grootste aandeel

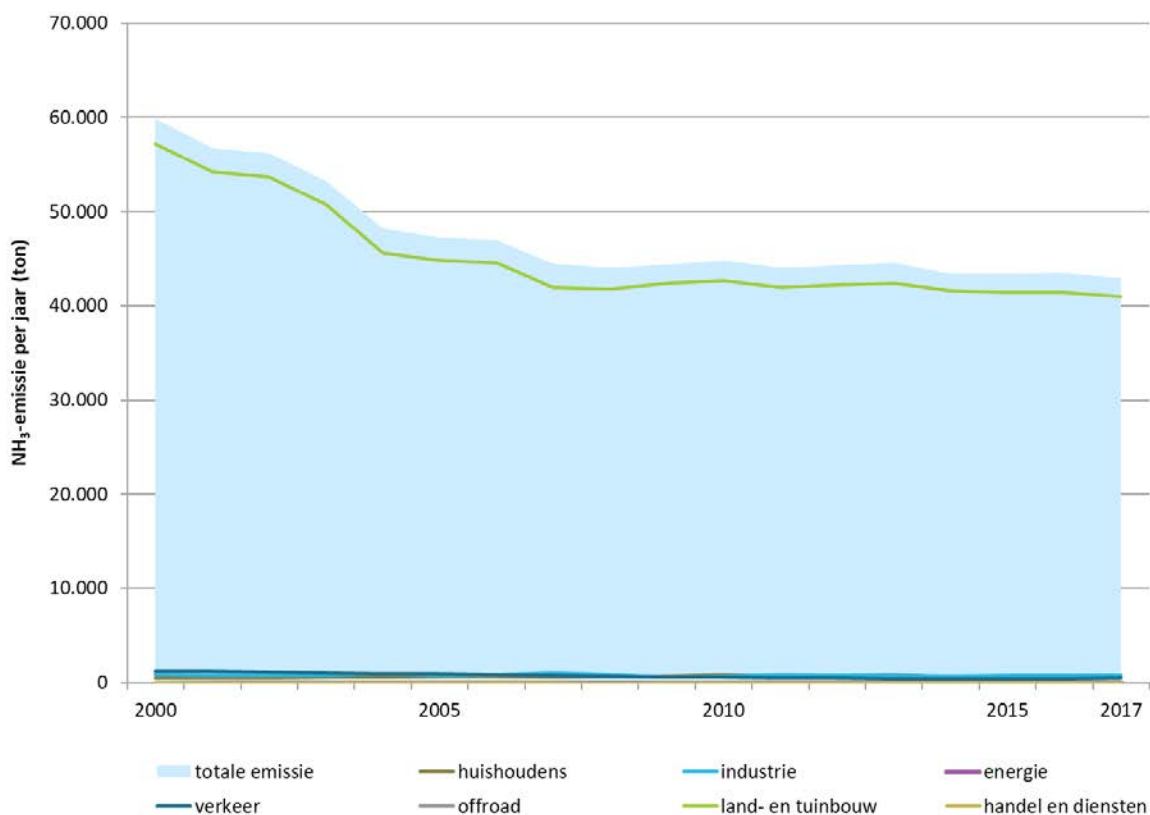
Figuur 4.1: Aandeel sectoren in de totale NH₃-emissie in 2017 (%)



Uitstoot daalde tot 2007 en bleef daarna stabiel

Figuur 4.2 toont de trend van de totale emissie en de emissie per sector.

Figuur 4.2: Trend NH₃-emissie door de verschillende sectoren in Vlaanderen, 2000-2017 (ton)



4.3 Evaluatie van NH₃ in de omgevingslucht

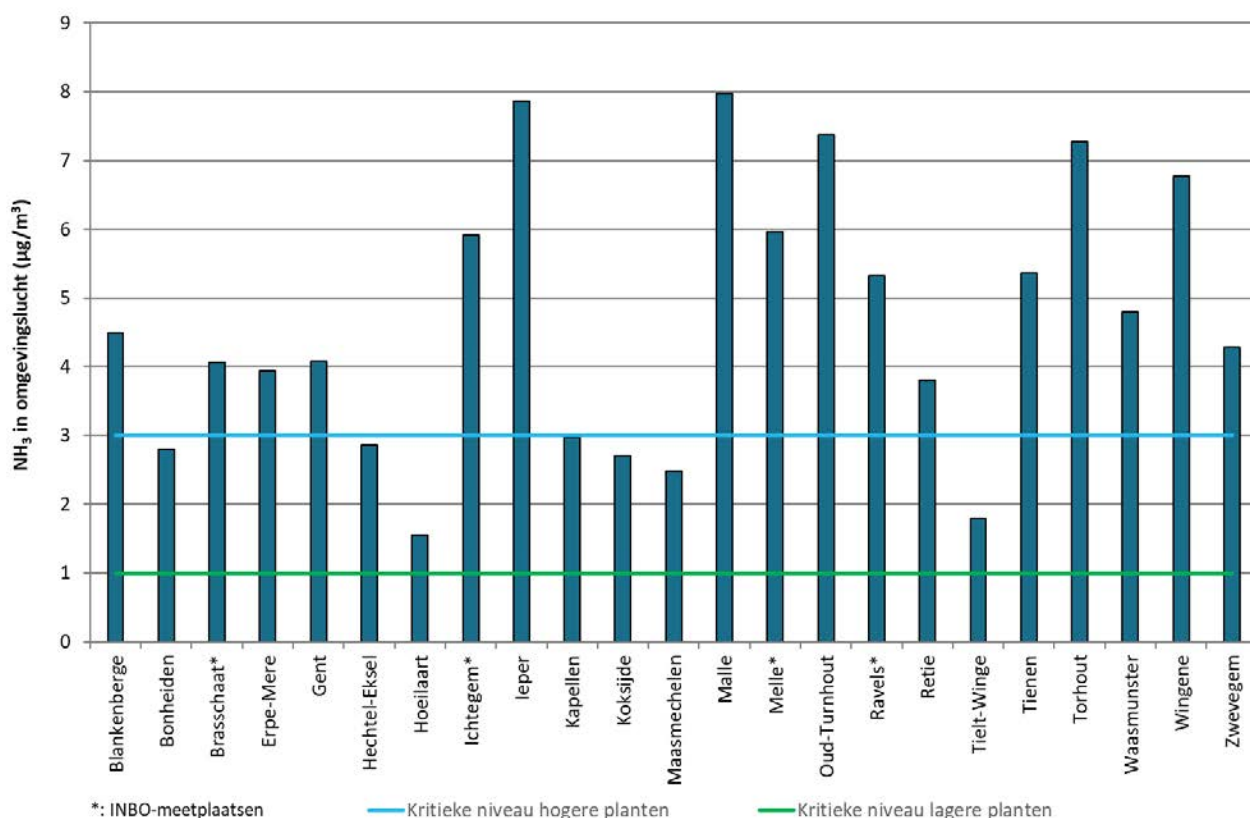
4.3.1 Toetsing van NH₃-concentraties aan regelgeving

De VMM en het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) meten hoeveel NH₃ er in de lucht zit. Naast de Vlaamse bronnen die we hierboven aanhaalden, kan dit NH₃ ook afkomstig zijn van bronnen buiten het Vlaamse Gewest.

Europese aanbeveling voor hogere planten werd op 7 van de 23 plaatsen gerespecteerd

In 2018 voldeden 7 van de 23 meetplaatsen voor NH₃ aan het kritieke niveau voor de bescherming van hogere plantensoorten, met inbegrip van heide, grasland en de kruidlaag van bossen (3 µg/m³), zie Figuur 4.3. In het VMM-meetnet was het jaargemiddelde voor 6 van de 18 plaatsen lager dan 3 µg/m³, in het INBO-meetnet voor 1 van de 5 plaatsen. Geen enkele meetplaats voldeed aan het kritieke niveau voor de bescherming van lagere plantensoorten (mossen en korstmossen, 1 µg/m³).

Figuur 4.3: Toetsing van de NH₃-jaargemiddelden aan het kritieke niveau voor hogere (3 µg/m³) en lagere plantensoorten (1 µg/m³)



4.3.2 NH₃-concentraties in Vlaanderen in 2018

Hoogste gemeten jaargemiddelden vooral op meetplaatsen in West-Vlaanderen

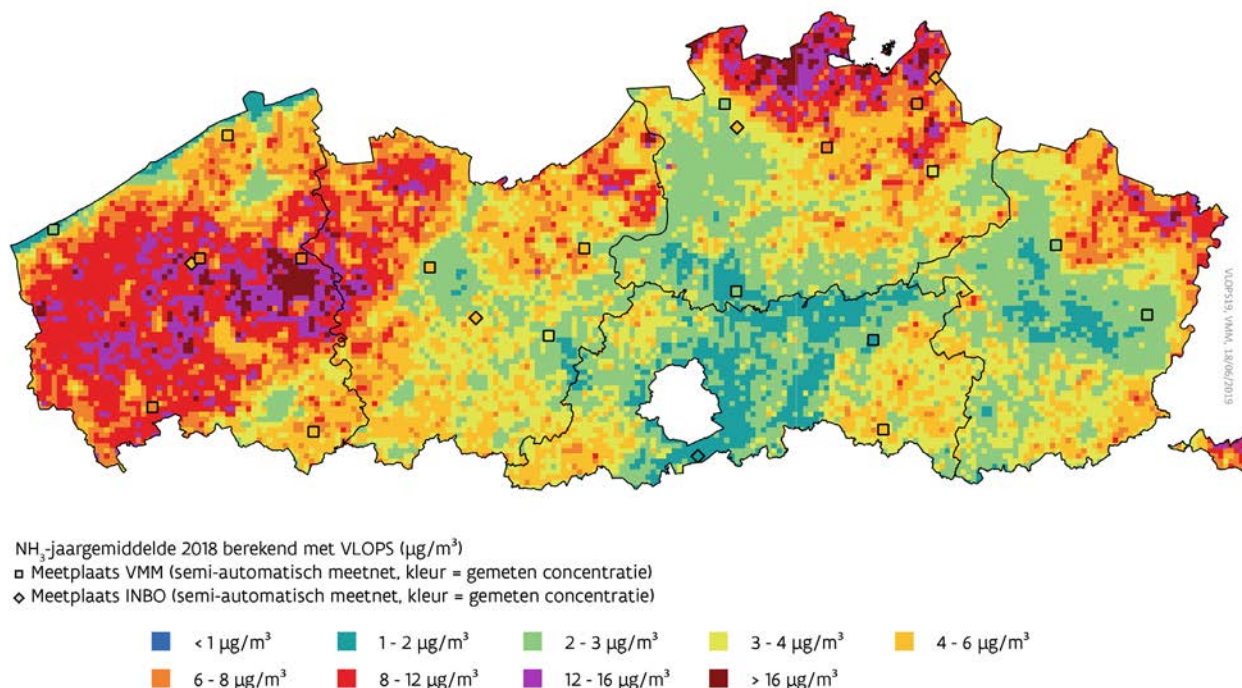
In 2018 lagen de jaargemiddelden voor NH₃ tussen 1,8 en 8,0 µg/m³, zie Figuur 4.3. De statistische verwerking van de NH₃-meetresultaten kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>. De hoogste jaargemiddelden maten we op de meetplaats Malle (8,0 µg/m³) en Ieper (7,9 µg/m³). Ook in Oud-Turnhout, Torhout en Wingene waren de jaargemiddelden relatief hoog (6,8 - 7,4 µg/m³). Al deze plaatsen liggen in regio's met intensieve veeteelt. Het NH₃-gemiddelde was in 2018 het laagst in Hoeilaart (1,6 µg/m³) en Tielt-Winge (1,8 µg/m³).

De concentratie van NH₃ is algemeen hoger in het voorjaar, wat verklaard kan worden door het uitrijden van mest in deze periode. De hoogste vierwekelijkse concentratie in 2018 werd niettemin gemeten in juli (Ieper, 22,2 µg/m³). In Hoeilaart was het vierwekelijks gemiddelde nooit hoger dan 3,5 µg/m³ en bedroeg de laagste meetwaarde 0,4 µg/m³. De statistische verwerking van de NH₃-metingen in 2018 kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/concentraties-luchtverontreinigende-stoffen>.

Modellering toont hogere waarden in West-Vlaanderen, de Noorderkempen en NO-Limburg

De hoogste gemodelleerde NH_3 -jaargemiddelden vinden we in het centrale deel van West-Vlaanderen, het noorden van de provincie Antwerpen en het noordoosten van Limburg. Dit patroon stemt overeen met de metingen. Figuur 4.4 toont de gemodelleerde en gemeten jaargemiddelden voor 2018. De modelkaart is berekend met het atmosferisch transport-dispersiemodel VLOPS19. De berekeningsmethode kan tot een over- of onderschatting leiden op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de NH_3 -concentratie in Vlaanderen. Na kalibratie met de in 2018 gemeten concentraties op 17 plaatsen (VMM-meetnet sinds 2008) werd een kaart verkregen met een gemiddelde onzekerheid van $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figuur 4.4: Gemodelleerde NH_3 -jaargemiddelden (VLOPS19 met emissies van 2017 (EMAV 2.0) en meteo van 2018, $1 \times 1 \text{ km}^2$)



4.3.3 Trend in omgevingslucht

Gemeten NH_3 -concentratie verandert weinig sinds 2008

Figuur 4.5 toont de gemiddelde evolutie van NH_3 op de 13 VMM-meetplaatsen die ongewijzigd bleven sinds 2008. De gemeten NH_3 -concentratie veranderde weinig in de voorbije 11 jaar. Dit stemt overeen met de gerapporteerde NH_3 -emissies die vrij stabiel bleven in 2008-2017, zie Figuur 4.2. De verschillen tussen de jaren zijn wellicht vooral toe te schrijven aan wisselende weersomstandigheden.

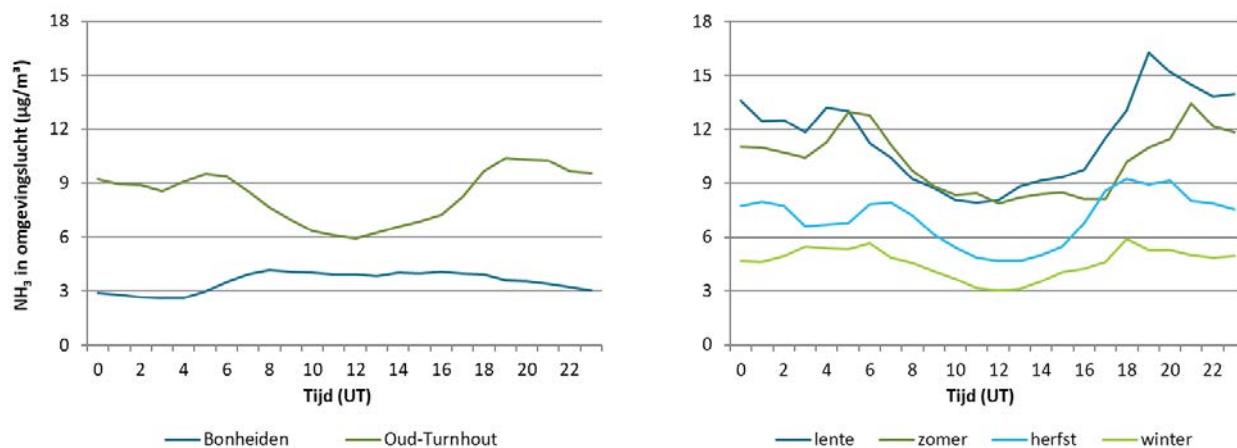
Figuur 4.5 toont dat NH_3 in 2018 gemiddeld op deze 13 plaatsen gelijkaardig was als in 2017, maar 16 % hoger dan in de periode 2008-2016.

The graph displays the annual average concentration of ammonia (NH₃) in the environment from 2008 to 2018. The measured values are consistently above the critical levels for both higher and lower plants, with the highest recorded concentration occurring in 2017.

Year	Measured NH ₃ (µg/m³)	Kritieke niveau hogere planten (µg/m³)	Kritieke niveau lagere planten (µg/m³)
2008	4.2	3.0	1.0
2009	4.3	3.0	1.0
2010	3.6	3.0	1.0
2011	4.7	3.0	1.0
2012	4.5	3.0	1.0
2013	3.8	3.0	1.0
2014	4.0	3.0	1.0
2015	3.9	3.0	1.0
2016	3.8	3.0	1.0
2017	4.8	3.0	1.0
2018	4.7	3.0	1.0

Metingen van NH_3 met een automatische monitor geven inzicht in de tijdsdynamiek van deze pollutant. Figuur 4.6 (links) toont het gemiddelde dagverloop in 2018 voor 2 meetplaatsen. De NH_3 -concentratie was lager in Bonheiden dan in Oud-Turnhout. Dit stemt overeen met de resultaten van passieve samplers, zie paragraaf 4.3.2. De meetplaats in Oud-Turnhout ligt in een regio waar meer intensieve veeteelt plaatsvindt en ondervindt bij noordoostenwind ook invloed van een lokale NH_3 -bron. De NH_3 -concentratie varieerde in Bonheiden weinig doorheen de dag, terwijl NH_3 in Oud-Turnhout overdag duidelijker lager was dan 's nachts. Figuur 4.6 (rechts) toont dat dit patroon in Oud-Turnhout het hele jaar te zien is. De NH_3 -concentraties in de lente- en zomermaanden (maart-augustus) waren wel hoger dan in de herfst (september-november) en de winter (december-februari). Dit komt door het uitrijden van mest in het voorjaar en temperatuurverschillen.

Figuur 4.6: Gemiddeld dagverloop van NH_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in 2018 op de meetplaatsen Bonheiden en Oud-Turnhout (links) en opgesplitst per seizoen op de meetplaats Oud-Turnhout (rechts)



4.4 Conclusies

Land- en tuinbouw blijft grootste bron van ammoniak

Deze sector was in 2017 verantwoordelijk voor 95 % van de NH_3 -emissies. Veeteelt was de grootste bron (85 %) en meer bepaald de emissies van rundvee en varkensstallen. De NH_3 -emissie in Vlaanderen daalde van 2000 tot 2007 en bleef daarna stabiel.

Kritieke niveau voor bescherming van hogere plantensoorten op 7 van 23 meetplaatsen gehaald

Dit is niet het geval voor het kritieke niveau voor de bescherming van lagere plantensoorten. Deze ligt lager en werd in 2018 op alle meetplaatsen overschreden. De hoogste gemeten en gemodelleerde NH_3 -concentraties vinden we in regio's met intensieve veeteelt zoals het centrale deel van West-Vlaanderen, het noorden van de provincie Antwerpen en het noordoosten van Limburg.

Emissie van ammoniak blijft de laatste jaren stabiel, net als de concentraties in de omgevingslucht

De NH_3 -jaargemiddelden vertonen geen duidelijke trend in de periode 2008-2018. Dit stemt overeen met de gerapporteerde NH_3 -emissies die stabiel bleven in 2008-2017.

5 OZON (O₃)

5.1 De pollutant

Ozon is een secundaire pollutant

Teveel ozon (O_3) komt vooral voor bij zonnig, (zeer) warm weer en weinig wind. Ozon wordt niet rechtstreeks uitgestoten, maar in de omgevingslucht gevormd door fotochemische reacties in de atmosfeer. Op warme dagen, onder invloed van zonlicht, wordt ozon gevormd op basis van de precursoren NO_x (stikstofoxiden) en VOS (vluchtige organische stoffen). CO (koolstofmonoxide) en CH_4 (methaan) hebben eveneens een invloed op de ozonvorming in de troposfeer.

Er bestaat geen lineair verband tussen de uitstoot van de precursoren en de hoeveelheid ozon. Voor een duurzame daling van de ozonconcentraties is een globale vermindering van de uitstoot van de precursoren noodzakelijk.

Ozon heeft een grote impact op de gezondheid

Door zijn sterk oxiderend vermogen kan ozon leiden tot een (tijdelijke) longfunctievermindering. Samen met andere stoffen uit de 'zomersmogcocktail' kan ozon gezondheidsklachten veroorzaken zoals prikkende ogen, hoesten en irritatie van de slijmvliezen. Het optreden van deze symptomen is afhankelijk van de individuele gevoeligheid: vooral personen met aandoeningen van de luchtwegen, kinderen en ouderen zullen sneller een effect waarnemen. Zowat 10 % van de bevolking zijn '*responders*' die om onduidelijke redenen extra gevoelig zijn voor hoge ozonconcentraties. De effecten zijn afhankelijk van de dosis die men ondervindt. Die dosis is het product van drie termen:

$$\text{dosis } (\mu\text{g}) = \text{ozonconcentratie } (\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{blootstellingstijd (seconde)} \times \text{inademdebiet } (\text{m}^3/\text{s})$$

- ozonconcentratie: hoe hoger de concentratie, hoe meer mensen klachten zullen hebben en hoe ernstiger de klachten zullen zijn. Men kan echter niet precies aangeven vanaf welke concentraties welke effecten te verwachten zijn. Voor de gemiddelde bevolking is de concentratie de factor die het meest van dag tot dag varieert. De concentratie bepaalt dus in hoofdzaak de dosis die men binnenkrijgt;
- duur van de blootstelling: hoe langer de blootstelling, hoe groter de klachten. Gezondheidseffecten zijn gerelateerd aan een gemiddelde concentratie gedurende een 8 uur durende blootstelling;
- ademdebiet: bij lichamelijke inspanningen in de buitenlucht versnelt de ademhaling en passeert er per seconde meer lucht de longen. In vergelijking met een persoon in rust betekent dit een grotere dosis aan ozon en dus meer kans op een effect.

De VMM licht de media en de bevolking in als er ozondagen zijn

Dit zijn dagen met een overschrijding van de Europese informatiedrempel op minstens één meetplaats in Vlaanderen. Op deze dagen kunnen een aantal voorzorgsmaatregelen de effecten van ozonepisodes beperken. Men raadt af om tussen 12 en 22 uur zware inspanningen buitenshuis te leveren en indien mogelijk binnen te blijven. Binnenshuis zijn de ozonconcentraties gemiddeld de helft lager. Vooral mensen met

luchtwegproblemen en kinderen volgen dit advies best op. Indien er toch gezondheidsklachten optreden, is het aangewezen de huisarts te raadplegen voor bijkomend advies.

Ozon veroorzaakt schade aan gewassen

Naast zichtbare symptomen als spikkels op het blad zijn er ook onzichtbare effecten met een verminderde groei en opbrengst tot gevolg. Alhoewel de inwerking van ozon op planten zeer complex is en gerelateerd is aan onder meer klimatologie, bodemvochtigheid, ontwikkelingsstadium van de plant, voedingstoestand, standplaats en cultuurvariëteit werd toch een wetgeving uitgewerkt. In [Deelrapport III - Effecten van luchtvervuiling op ecosystemen](#) gaan we dieper in op de ozondosis¹⁴. Dit is een betere indicator voor het bepalen van de ozonschade aan vegetatie. Ozon kan ook de verwerking van materialen, voornamelijk kunststoffen, veroorzaken.

Ozon levert bijdrage aan de klimaatopwarming

Ozon uit de onderste luchtlagen geldt als representatieve stof voor de fotochemische verontreiniging. In de troposfeer, op minder dan 10 km hoogte, is ozon een oxidans met veel ongewenste effecten voor mens en vegetatie. Ozon is ook een broeikasgas dat zorgt voor klimaatopwarming.

In de stratosfeer (tussen 10 en 50 km hoogte) is ozon een zeer waardevol gas. De ozonlaag beschermt ons tegen de ultraviolette stralen van de zon die dodelijk zijn voor planten en dieren mochten zij ongefilterd het aardoppervlak bereiken.

5.2 Bronnen: emissies van troposferische ozon

De VMM inventariseert de potentieel troposferische ozonemissie van alle sectoren

De precursoren NO_x (NO₂), CO, CH₄ en NMVOS hebben een verschillend aandeel in de troposferische ozonvorming. Daarom drukken we de fotochemisch relevante som van de vier precursoren uit in troposferisch ozonvormend potentieel-eenheden (TOFP). Om hun relatieve bijdrage te schatten, worden deze gewogen via hun *Tropospheric Ozone Forming Potential* (NO_x (NO₂): 1,22; CO: 0,11; CH₄: 0,014, NMVOS: 1)¹⁵. Het resultaat wordt verder de potentieel troposferische emissie genoemd. De term 'potentieel' wordt gebruikt omdat de processen zeer complex zijn en onder meer afhangen van meteorologische omstandigheden en de graad van menging van de vier bestanddelen. Voor meer informatie over de precursoren verwijzen we naar de hoofdstukken stikstofoxiden (NO_x), koolstofmonoxide (CO), niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) en methaan (CH₄).

5.2.1 Aandeel sectoren/precursoren in emissie 2017

Verkeer heeft grootste aandeel, gevolgd door industrie

In 2017 bedroeg de totale Vlaamse potentiële troposferische ozonemissie 265 kton. Het verkeer leverde de grootste bijdrage (41 %). De industrie kwam op de tweede plaats met 22 %. De land- en tuinbouw volgde als

¹⁴ Deutsch F., Vandermeiren K. (2013), *Ozonschade aan vegetatie: Literatuurstudie en studie naar de haalbaarheid van een indicator op basis van de ozonflux en naar de implicaties voor de gebiedsdekkende berekening via een luchtkwaliteitsmodel*, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2013/12, VITO, CODA-CERVA - <https://www.milieurapport.be/publicaties/2014/ozonschade-aan-vegetatie-literatuurstudie-en-studie-naar-de-haalbaarheid-van-een-indicator-op-basis-van-de-ozonflux-en-naar-de-implicaties-voor-de-gebiedsdekkende-berekening-via-een-luchtkwaliteitsmodel>

¹⁵ de Leeuw F.A.A.M. (2002), *A set of emission indicators for long range transboundary air pollution*, Environmental Science & Policy, 5, 135-145.

Welke emissies tot welke sector behoren, kunt u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

Sector	Percentage
verkeer	41 %
industrie	22 %
land- en tuinbouw	12 %
huishoudens	10 %
energie	5 %
offroad	2 %
handel en diensten	2 %
natuur	6 %

NO_x (NO₂) leverde de grootste bijdrage (59 %). NMVOS kwam op de tweede plaats met 32 %. CO en CH₄ hadden een klein aandeel. Het aandeel van de verschillende precursoren kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

Sector	Percentage
Other	59 %
Transport	32 %
Buildings	8 %
Industry	1 %

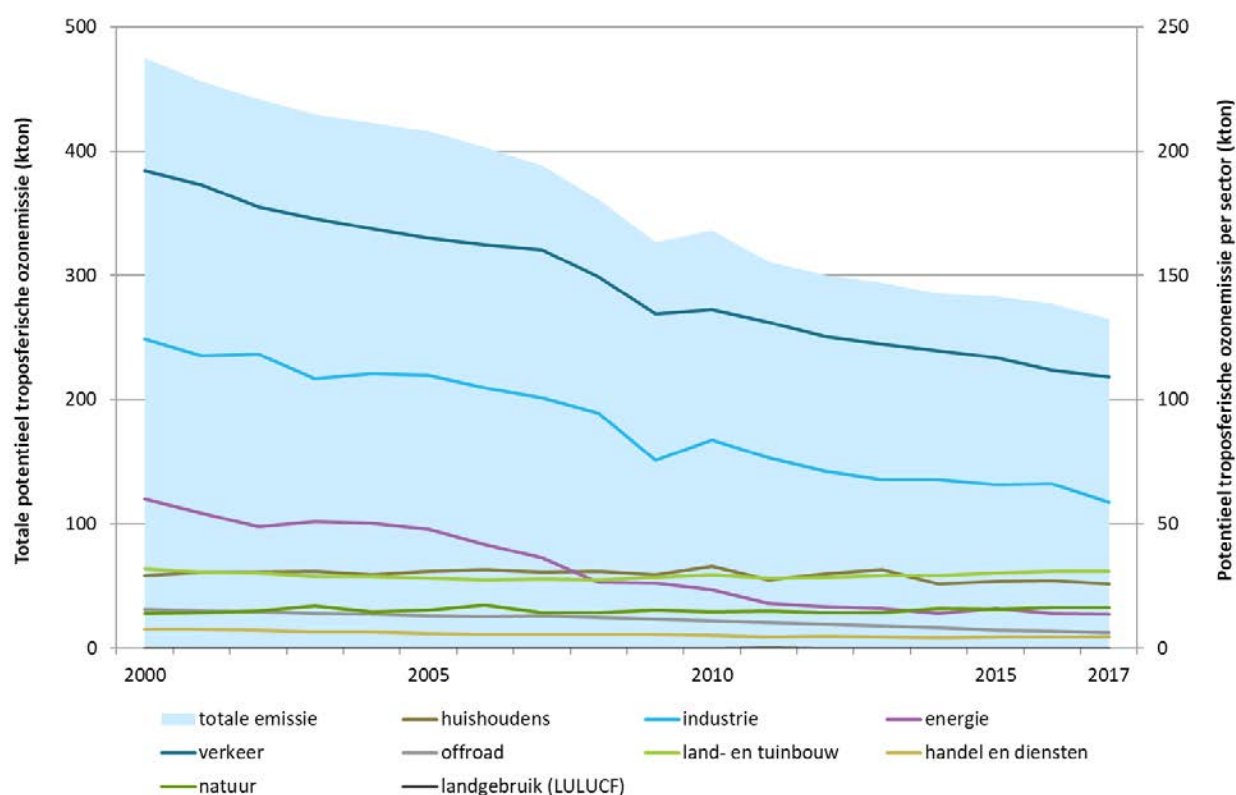
5.2.2 Trend potentieel troposferische ozonemissie tussen 2000 en 2017

Potentieel troposferische ozonemissie daalt. Verkeer blijft belangrijkste bijdrage leveren

De emissies daalden van 475 kton in 2000 tot 265 kton in 2017. Bij de sectoren verkeer, industrie en energie zien we een evenredige, gelijkmatige daling. Tijdens de volledige periode zijn vooral het verkeer en de industrie verantwoordelijk voor de vorming van potentieel troposferische ozonemissie.

Figuur 5.3 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 5.3: Evolutie van de totale potentieel troposferische ozonemissie door de verschillende sectoren in Vlaanderen (kton TOFP-equivalenten/jaar)

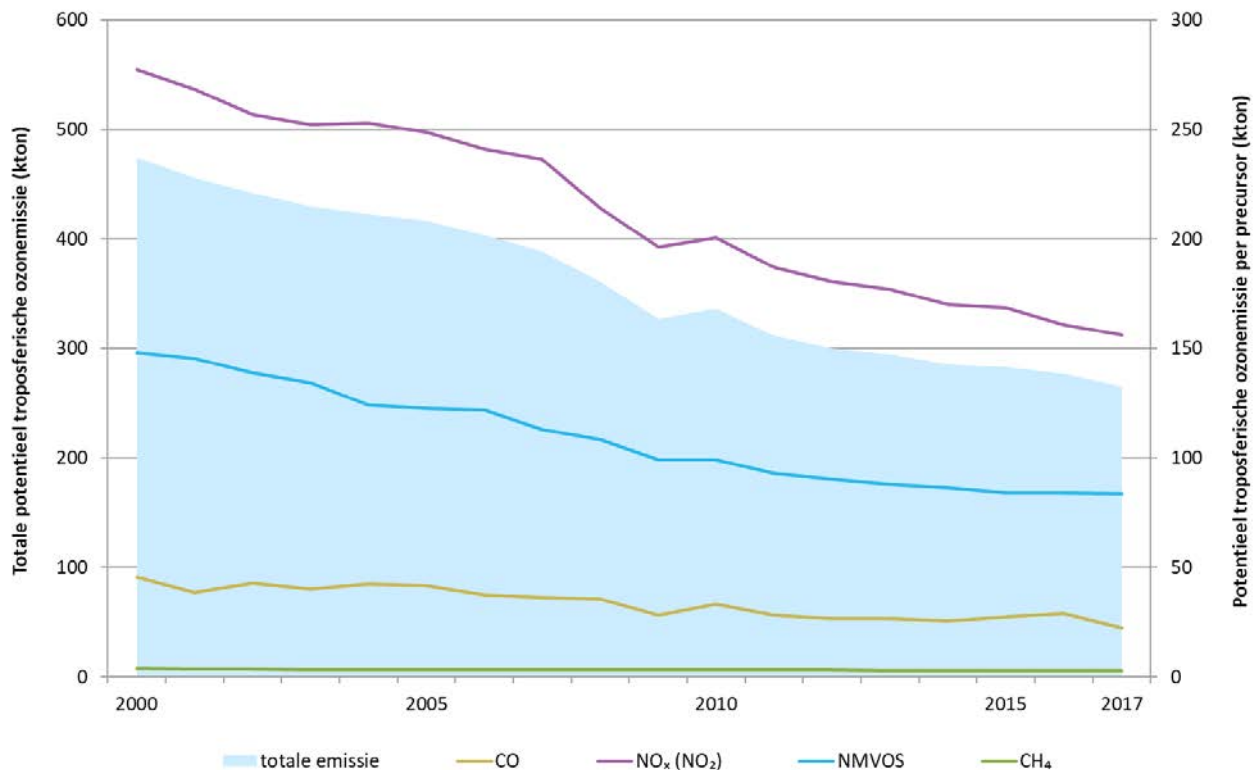


Onderlinge verhouding tussen de precursoren blijft gelijk

In de periode 2000-2017 nam de totale potentieel troposferische ozonemissie geleidelijk af. NO_x (NO_2) en NMVOS leverden de belangrijkste bijdrage. De emissies van de precursoren daalden van 2000 tot 2017. De daling was het sterkst bij NO_x (NO_2) en NMVOS. NO_x (NO_2) leverde de belangrijkste bijdrage tot de potentieel troposferische ozonemissie van zowel het verkeer als de industrie. NMVOS speelt een kleinere rol bij de sector industrie.

Figuur 5.4 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per precursor (rechteras).

Figuur 5.4: Evolutie van het aandeel van NO_x (NO₂), NMVOS, CH₄ en CO in de totale potentieel troposferische ozonemissie in Vlaanderen (ton TOFP-equivalenten)



5.3 Evaluatie van ozon in 2018

5.3.1 Zomer 2018

Uitzonderlijk warm in 2018

Een volledige bespreking van de meteo in 2018 kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>. Hier focussen we op de temperatuur. Naast de hoeveelheid ozonprecursoren in de lucht wordt de ozonvorming bepaald door de hoeveelheid UV-licht en de temperatuur. Een indicator voor de mogelijke ozonverontreiniging is het aantal uren en het aantal graden waarmee de temperatuur boven 25°C uitstijgt (uurgraden AOT25°C). Om 2018 te situeren in een langetermijnkader toont Figuur 5.5 de AOT25°C op basis van de temperatuur gemeten door het KMI in Ukkel sinds 1970.

2018 telde 1.019 uurgraden boven 25°C. Dit is, na het recordjaar 1976, het hoogste aantal sinds 1970 en is van hetzelfde niveau als 2006. 2018 was dus een zeer warm (zomers) jaar zoals 1994, 1995, 2003 en 2006. Jaren met een klein aantal uurgraden, minder dan 200, zijn sinds 1990 eerder zeldzaam, terwijl dat in de periode 1970-1990 frequent voorkwam. Dit is het gevolg van de klimaatverandering.

The bar chart displays the annual AOT25 (°C. uren) values from 1970 to 2018. The y-axis represents the AOT25 value in °C. uren, ranging from 0 to 1400. The x-axis shows the years from 1970 to 2018, with labels every five years. The chart shows a highly variable time series with several peaks, notably in 1976, 1995, 2006, and 2018.

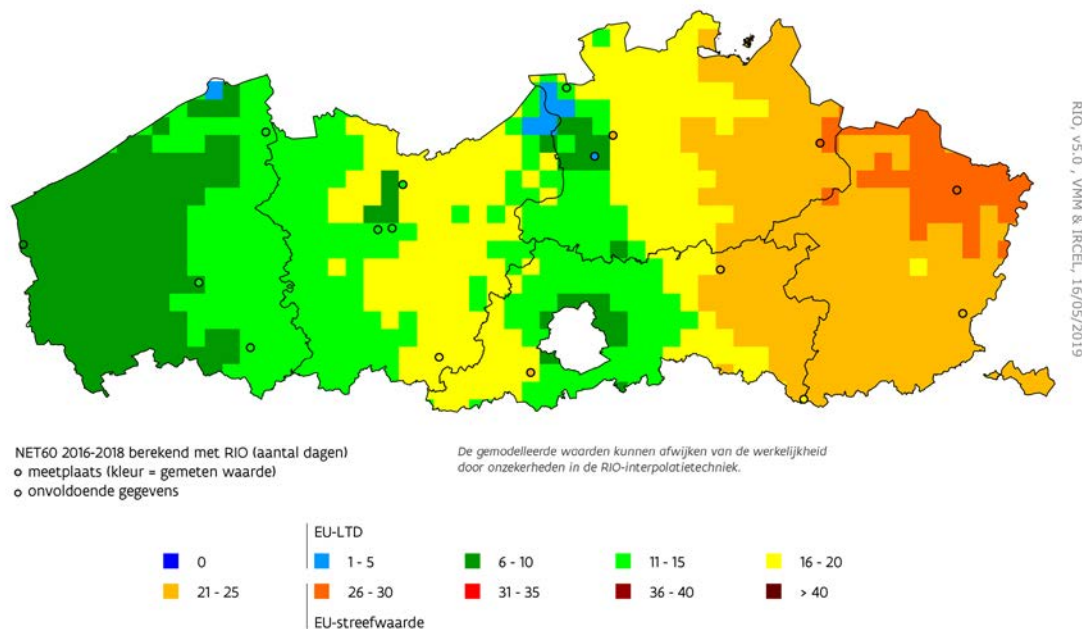
Year	AOT25 (°C. uren)
1970	135
1971	110
1972	90
1973	295
1974	100
1975	510
1976	1275
1977	50
1978	85
1979	70
1980	90
1981	155
1982	360
1983	515
1984	235
1985	130
1986	270
1987	140
1988	60
1989	400
1990	615
1991	305
1992	280
1993	90
1994	710
1995	885
1996	265
1997	430
1998	405
1999	350
2000	245
2001	475
2002	355
2003	835
2004	290
2005	595
2006	1010
2007	165
2008	190
2009	365
2010	505
2011	275
2012	390
2013	545
2014	215
2015	575
2016	385
2017	505
2018	1015

[illegible]

The graph displays the maximum 8-hour ozone concentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ over the course of a year. The y-axis ranges from 0 to 250 in increments of 50. The x-axis lists the months from January to December. Two data series are plotted: 2018 (blue line) and the 1990-2017 average (green line). Two horizontal reference lines are also present: EU-LTD (red) at approximately 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and WGO-advisewarde (blue) at 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The 2018 data shows a significant peak in August, reaching over 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, which is well above both the average and the EU-LTD limit. The average data shows a more gradual increase, peaking in late July/early August at around 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

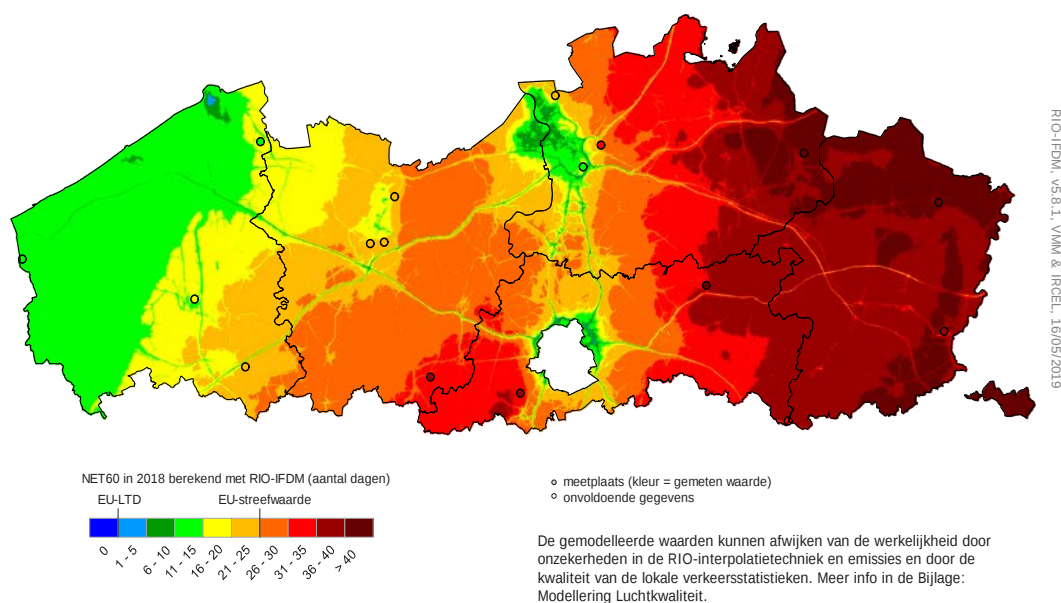
Month	2018 (approx. max)	1990-2017 Average (approx. max)
jan	80	50
feb	70	55
mrt	80	65
apr	100	80
mei	150	95
jun	140	100
jul	200	105
aug	210	110
sep	100	90
okt	60	60
nov	50	50
dec	60	45

Figuur 5.7: Ruimtelijke verdeling van de indicator $\text{NET60}_{\text{ppb-max8u}}$ uitgemiddeld over 2016, 2017 en 2018 (Europese streefwaarde: niet meer dan 25 dagen)



De langetermijndoelstelling (LTD) geldt op jaarbasis en laat geen enkele dag met overschrijding toe. Figuur 5.8 toont duidelijk de impact van de warme zomer van 2018 wat zich vertaalt in een hoge $\text{NET60}_{\text{ppb-max8u}}$ waarde. Het aantal dagen varieert van 9 in het westen tot 47 in het oosten van Vlaanderen. De Europese langetermijndoelstelling ter bescherming van de menselijke gezondheid werd dus nergens in Vlaanderen gehaald.

Figuur 5.8: Ruimtelijke verdeling van $\text{NET60}_{\text{ppb-max8u}}$ in 2018: aantal dagen met hoogste 8-uurgemiddelde hoger dan $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

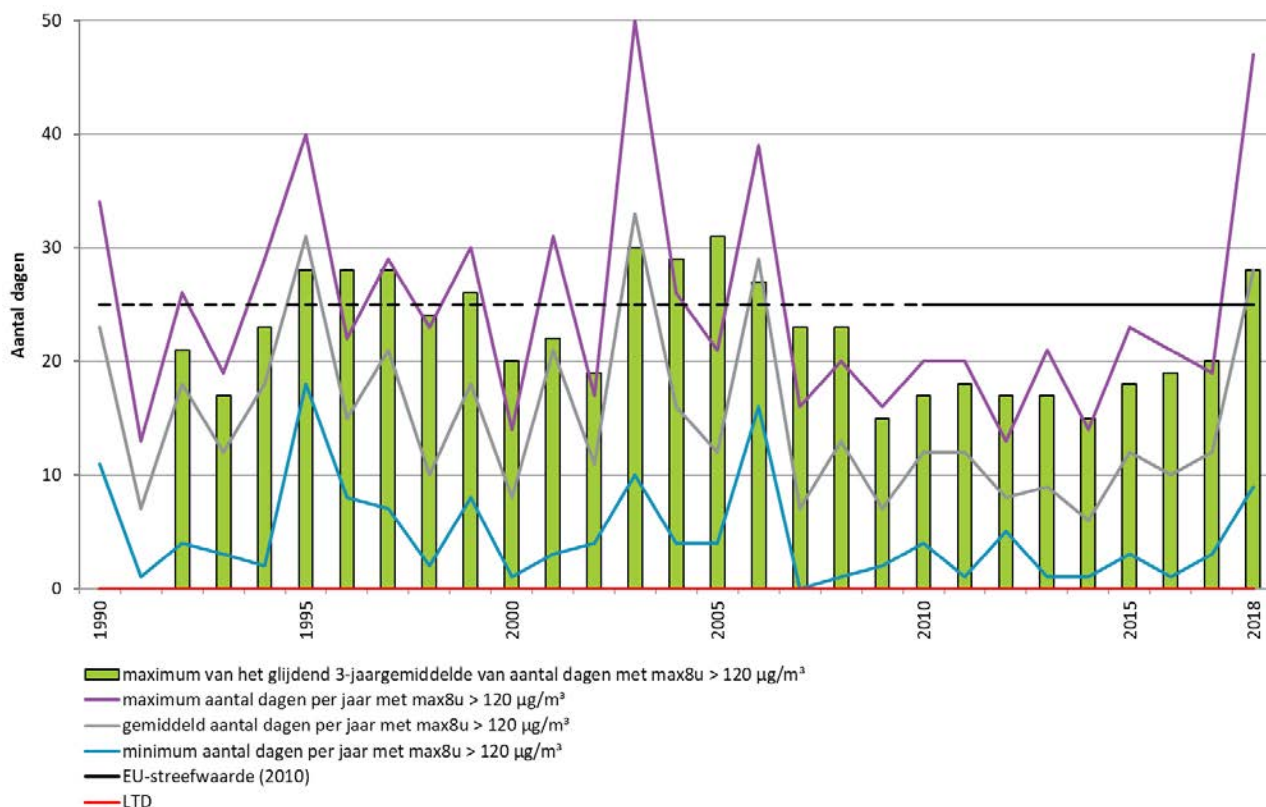


Op één jaar na hoogste NET60_{ppb} in 2018 sinds 1990

In 2018 werden er tot maximaal 47 overschrijdingsdagen vastgesteld, dat is het op één na hoogste aantal sinds de start van de tijdsreeks in 1990. Enkel in de zeer warme zomer van 2003 waren er nog meer overschrijdingsdagen. Het hoogste 3-jaargemiddelde klimt voor het eerst sinds 2006 terug boven de Europese streefwaarde van 25 dagen. Het is duidelijk dat het aantal dagen in overschrijding samenhangt met de kwaliteit van de zomer. Daardoor is er geen duidelijke trend waarneembaar.

Figuur 5.9 toont de evolutie van het minimum, gemiddeld en maximum aantal dagen in Vlaanderen waarop de hoogste 8-uurgemiddelde ozonconcentratie hoger was dan 120 µg/m³. De groene balken visualiseren het maximum van het 3-jaargemiddelde van het aantal dagen. Deze resultaten zijn bepaald door per jaar, via de RIO-interpolatie, het aantal overschrijdingsdagen per rooster cel over Vlaanderen te berekenen. Voor het minimum en het maximum worden dan respectievelijk de laagste en de hoogste geïnterpoleerde waarde in Vlaanderen weerhouden.

Figuur 5.9: Evolutie van het aantal dagen in Vlaanderen waarop het hoogste 8-uurgemiddelde hoger was dan 120 µg/m³



5.3.3.2 Europese overschrijdingsindicator ter bescherming van de vegetatie

Voor de bescherming van de vegetatie is de indicator AOT40_{ppb}-vegetatie gedefinieerd. Deze bedraagt 18.000 (µg/m³).uren als 5-jaargemiddelde. Hier gaat het dus om de periode 2014-2018. De langetermijndoelstelling bedraagt 6.000 (µg/m³).uren per jaar.

De maximale AOT40_{ppb}-vegetatie bleef in Vlaanderen net onder 18.000 (µg/m³).uren en respecteerde dus de streefwaarde, zie Figuur 5.10. Dat is mede dankzij een relatief lage AOT40_{ppb}-vegetatie in de 4 voorgaande jaren. De hoogste overlast voor de gewassen op Vlaamse akkergronden en gronden met seminatuurlijke vegetatie werd geobserveerd in Limburg. Net als voor de gezondheidsoverlast scoorde West-Vlaanderen ook voor de vegetatieoverlast het best.

AOT40 vegetatie 2014-2018 berekend met RIO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).uren)

o meetplaats (kleur = gemeten waarde)
o onvoldoende data

De gemodelleerde waarden kunnen afwijken van de werkelijkheid door onzekerheden in de RIO-interpolatietechniek.

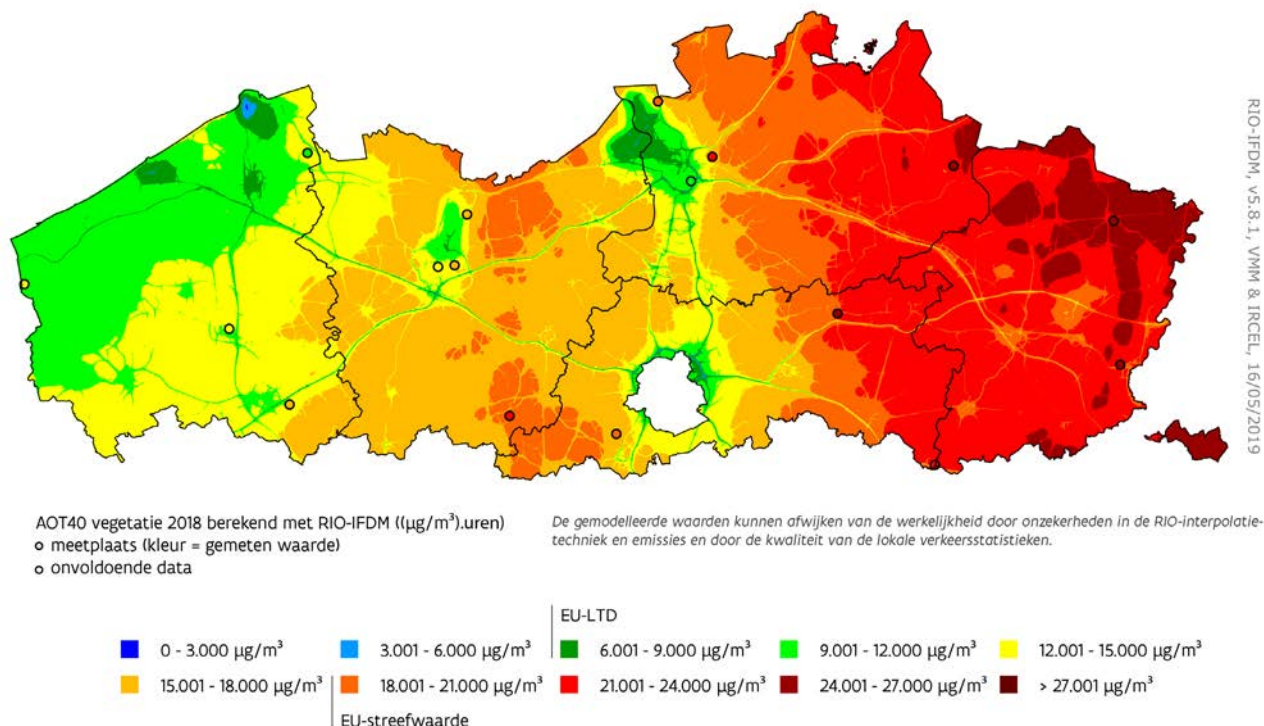
EU-LTD

0 - 3.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3.001 - 6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6.001 - 9.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9.001 - 12.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12.001 - 15.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
15.001 - 18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18.001 - 21.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21.001 - 24.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24.001 - 27.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 27.001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

EU-streefwaarde

[illegible]

Figuur 5.11: Ruimtelijke spreiding van AOT40_{ppb}-vegetatie voor de bescherming van gewassen en seminatuurlijke vegetatie in 2018



Overlast voor vegetatie in 2018 op één jaar na hoogst sinds 1990

2018 is, na 2006, het slechtste jaar voor wat betreft de overlast voor de vegetatie. De maximale 5-jaargemiddelde (2014-2018) AOT40 in Vlaanderen ligt sinds het begin van de metingen onder de streefwaarde van 18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).uren. In 2018 zien we een forse toename en komt de waarde, net zoals in 2006, in de buurt van de streefwaarde. De langetermijndoelstelling wordt in Vlaanderen niet gerespecteerd.

Figuur 5.12 toont de evolutie van de minimale, maximale en vegetatiegewogen gemiddelde AOT40_{ppb} in Vlaanderen, berekend met RIO. De groene balken tonen het maximum glijdend 5-jaargemiddelde in Vlaanderen. Ook hier zien we een duidelijke afhankelijkheid van de meteorologische omstandigheden in de evolutie.

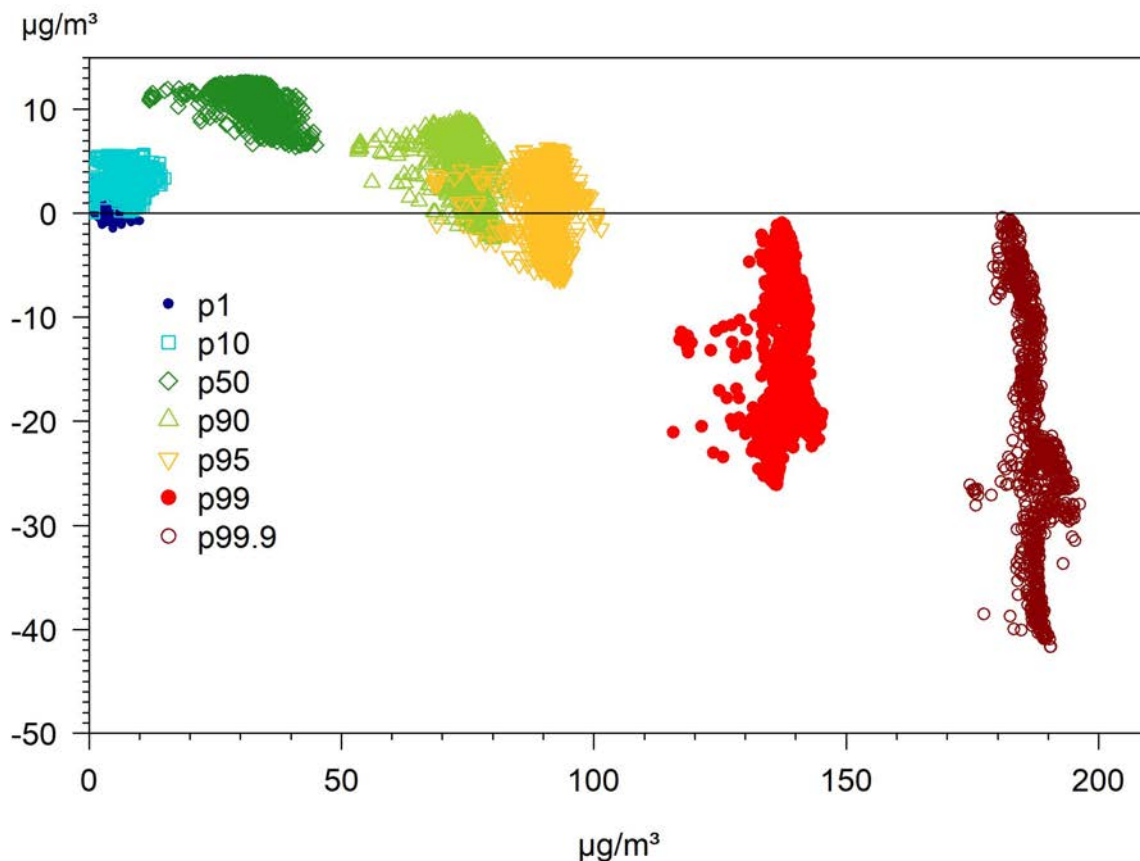
De punten op de grijze lijn tonen voor elk jaar de gemiddelde waarde voor akkergewassen en seminatuurlijke vegetatie in Vlaanderen

Om inzicht te krijgen in de evolutie van de ozonconcentraties tijdens de voorbije jaren maken we een onderscheid tussen verschillende concentratieklassen en berekenen we percentielen. De mediaan of de P50 komt, net als het gemiddelde, ongeveer overeen met een concentratie van 40-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en is in België representatief voor de ozonachtergrondconcentratie. Piekconcentraties worden getoond door P99,9 en is de concentratie waarboven 0,1 % van de waarden hoger ligt dan deze waarde. Op jaarbasis betekent dit dus dat er 9 uren zijn (0,1 % van 8.760 uren in een jaar) met een nog hogere waarde dan de P99,9.

Om de langetermijntrend na te gaan, berekenden we voor elke RIO-rooster cel verschillende percentielen van alle ozonuurgemiddelden voor de periodes 1990-1999 en 2009-2018. Vervolgens werd het verschil in de percentielen tussen die twee periodes berekend. Figuur 5.13 toont die verandering in functie van de percentielen in de eerste periode 1990-1999. Daaruit blijkt duidelijk dat de ozonachtergrondconcentraties, met P50 als indicator, van de laatste tien jaar gestegen zijn ten opzichte van de periode 1990-1999, met een maximum van $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De hogere ozonconcentraties, getoond door P99 en P99,9, zijn overal gedaald, tot zelfs $-42 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De trend vertoont dus een stijging van de lagere percentielen en een daling van de hoogste.

Dit is vergelijkbaar met de geobserveerde trends in het netwerk van het Europese Monitorings- en Evaluatieprogramma¹⁶.

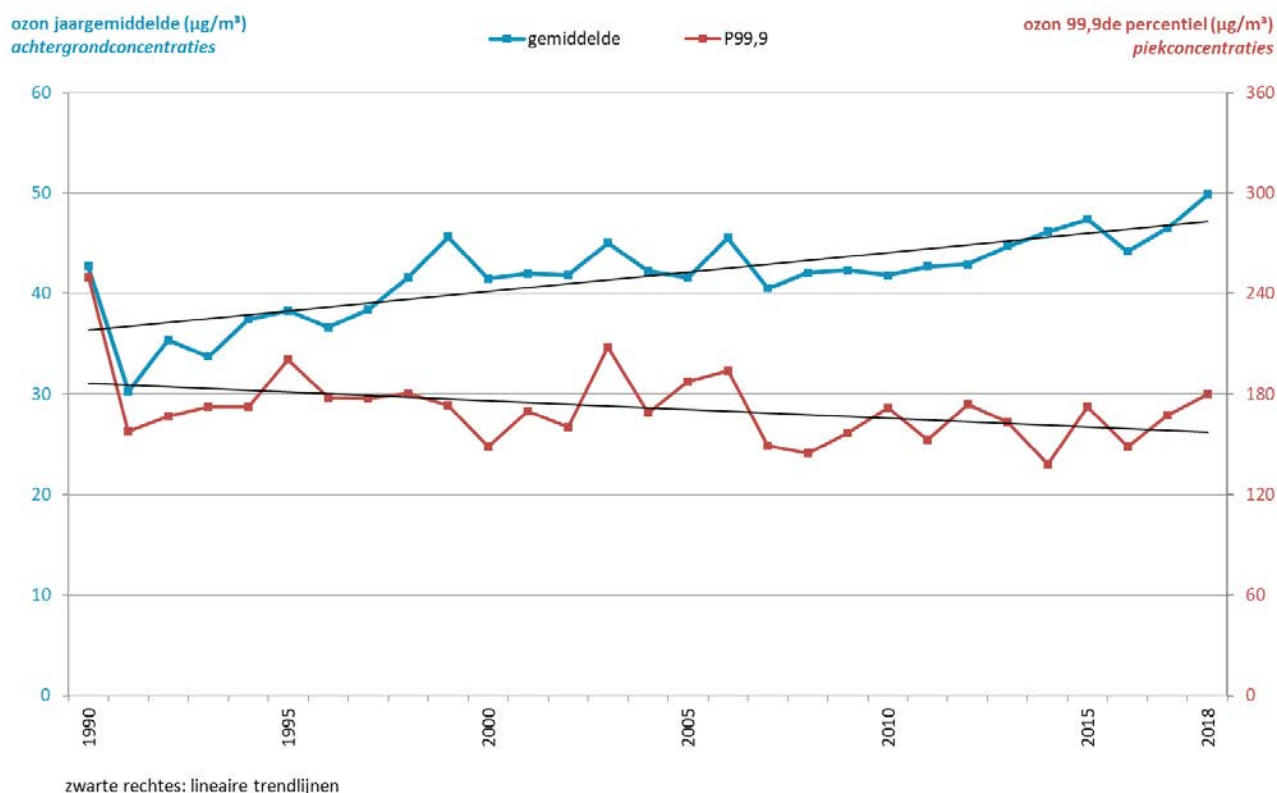
Figuur 5.13: Verandering in O₃-percentielen tussen de periode 1990-1999 en 2009-2018 in functie van de percentielwaarden in de periode 1990-1999 voor alle RIO-roostercellen



Figuur 5.14 toont de evolutie van het jaargemiddelde in Vlaanderen als maat voor de achtergrondconcentraties samen met P99,9 als maat voor de piekconcentraties. De achtergrondconcentraties stijgen van 1990 tot 2000, met daarna een eerder constant verloop. Vanaf 2010 lijkt er opnieuw een lichte stijging waarneembaar. De piekconcentraties, weergegeven door P99,9 vertonen daarentegen een licht dalende trend sinds 1990.

¹⁶ EMEP/CCC Report 1/2016 – <https://projects.nilu.no//ccc/reports/cccr1-2016.pdf>

Figuur 5.14: Evolutie van de achtergrondconcentratie en de piekconcentraties van ozon in Vlaanderen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Noordelijke hemisferische achtergrondconcentratie

‘Mace Head’ is een meetplaats aan de Ierse Westkust, ver van emissiebronnen. De metingen op die meetplaats geven een idee van de noordelijke hemisferische achtergrondconcentraties van ozon¹⁷. Op basis van een analyse waarbij men rekening houdt met de afkomst van de luchtmassa’s die toekomen in Mace Head, blijkt dat de “base line” ozonconcentraties in de jaren 90 toenamen, stabiel bleven in de jaren 2000 en vanaf 2010 langzaam begonnen te dalen. Bij de berekening van de base line concentraties wordt geen rekening gehouden met de ozonconcentraties wanneer de luchtmassa’s worden aangevoerd vanaf het Europese continent. De base line in Mace Head geeft dus een idee van het verloop van de ozonconcentraties die via atlantische luchtstromingen in Vlaanderen toekomen.

De trend van de ozonachtergrondconcentraties in Vlaanderen is vrij gelijklopend aan de trend in Mace Head. De daling na 2010 die in Mace Head wordt gemeten, wordt echter niet vastgesteld in Vlaanderen. Op te merken valt dat voor de berekening van de achtergrondconcentratie in Vlaanderen, de jaargemiddelde ozonconcentratie wordt gebruikt, zonder rekening te houden met de afkomst van luchtmassa’s. De ozonachtergrondconcentraties in Mace Head zijn bijna dubbel zo hoog als in Vlaanderen, namelijk 70 à 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De ‘achtergrond’ ozon die via overheersende zuidwestelijke luchtstromingen Vlaanderen komt binnengewaaaid, wordt in onze regio immers afgebroken door de aanwezige luchtvervuiling (NO).

¹⁷ Richard G.Derwent, Alistair J.Manning, Peter G.Simmonds, T. Gerard Spain, Simon O'Doherty *Long-term trends in ozone in baseline and European regionally-polluted air at Mace Head, Ireland over a 30-year period*, Atmospheric Environment, April 2018

Doorgaans geeft men de volgende verklaring voor de toename van de ozonachtergrondconcentraties en de daling van de ozonoverlast¹⁸ (pieken):

- Vlaanderen bevindt zich samen met de aangrenzende regio's en de buurlanden in een dichtbevolkte en economisch drukke *hotspot* zone waar de ozonproblematiek en de maatregelen nodig om deze problematiek aan te pakken, vergelijkbaar zijn. Om de Europese langetermijndoelstellingen te bereiken, zijn er echter globale en duurzame emissiereductiemaatregelen nodig. Enkel een verdere daling van de emissies van NO_x en VOS, niet alleen in Europa, maar op het ganse noordelijk halfrond, zal zorgen voor een daling van de ozonachtergrond.

In 2017 droeg verkeer meer dan een derde bij. Industrie was verantwoordelijk voor een kwart. NO_x (NO₂) was de belangrijkste precursor met vooral het verkeer en industrie als bron. De emissies door beide sectoren namen af.

De Europese streefwaarde heeft betrekking op een periode van drie jaar en bedroeg maximaal 27 dagen, gemeten op de meetplaatsen in Bree en Dessel. De Europese streefwaarde voor gezondheid die 25 dagen toelaat, werd dus overschreden. De langetermijndoelstelling werd in 2018 nergens in Vlaanderen gehaald, de strengere WGO-advieswaarde bijgevolg ook nergens. Het gemeten aantal dagen met overschrijding van de WGO-advieswaarde varieerde tussen 31 en 79 dagen.

In de provincie West-Vlaanderen werd het laagste aantal overschrijdingsdagen vastgelegd. De provincie Limburg kende de grootste ozonoverlast.

Europese streefwaarde ter bescherming van de vegetatie gehaald, langetermijndoelstelling niet

De Europese streefwaarde heeft betrekking op een periode van vijf jaar en bedroeg maximaal 16.289 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).uren, op de meetplaats in Bree. De streefwaarde voor vegetatie van 18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).uren, werd dus op alle meetplaatsen gerespecteerd. De langetermijndoelstelling van 6.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).uren werd nergens gehaald.



6 KOOLSTOFMONOXIDE (CO)

6.1 De pollutant

CO ontstaat bij onvolledige verbranding

Koolstofmonoxide (CO) is een zeer giftig kleur-, smaak- en reukloos gas. In ideale omstandigheden leiden verbrandingsprocessen enkel tot water en koolstofdioxide (CO₂). Wanneer de verbranding onvolledig verloopt, ontstaat echter koolstofmonoxide.

CO verdringt zuurstof in het bloed, wat dodelijk kan zijn

Koolstofmonoxide bindt in het bloed 200 tot 250 maal beter met hemoglobine dan zuurstof. Daardoor kan het bloed minder zuurstof transporteren. Bij blootstelling aan hoge CO-concentraties zullen effecten zich daarom eerst voordoen bij organen met een hoog zuurstofverbruik, zoals de hersenen en het hart.

Nadelige effecten, zoals lichte hoofdpijn, vermoeidheid, duizeligheid en misselijkheid, doen zich voor bij een blootstelling gedurende 2 à 3 uren aan concentraties van 230 mg/m³. In de buitenlucht komen dergelijke hoge concentraties niet voor: concentraties van meer dan 10 mg/m³ als 8-uurgemiddelde werden in Vlaanderen – zelfs op verkeersdrukke plaatsen – nog nooit gemeten. Binnenshuis kunnen echter wel hoge CO-concentraties voorkomen. In slecht verluchte ruimtes, waar oude verbrandingstoestellen op basis van een vlam actief zijn, kan CO tot de dood leiden.

6.2 Bronnen: emissies van CO

De VMM inventariseert de CO-emissies van alle sectoren

Het Integraal Milieujaarverslag (IMJV) inventariseert het merendeel van de industriële CO-emissies. De berekening van de emissies van de huishoudens gebeurt via modelberekeningen. De CO-emissies door verkeer worden via verschillende modellen op basis van activiteitsdata en emissiefactoren berekend, zie [Deelrapport I – Hoofdstuk 4: Emissies door het verkeer](#).

6.2.1 Aandeel sectoren in emissies 2017

Industrie had grootste aandeel

De CO-emissie bedroeg 204.595 ton in 2017 met industrie als grootste bron (51 %). De ferrosector had hierin het grootste aandeel. Huishoudens en verkeer hebben een evenredig aandeel van om en bij de 20 %. De emissies bij huishoudens zijn bijna volledig te wijten aan houtstook bij gebouwenverwarming. Bij verkeer is wegverkeer de grootste bron. Offroad, handel en diensten, energie en land- en tuinbouw hadden elk een aandeel van 5 % of minder.

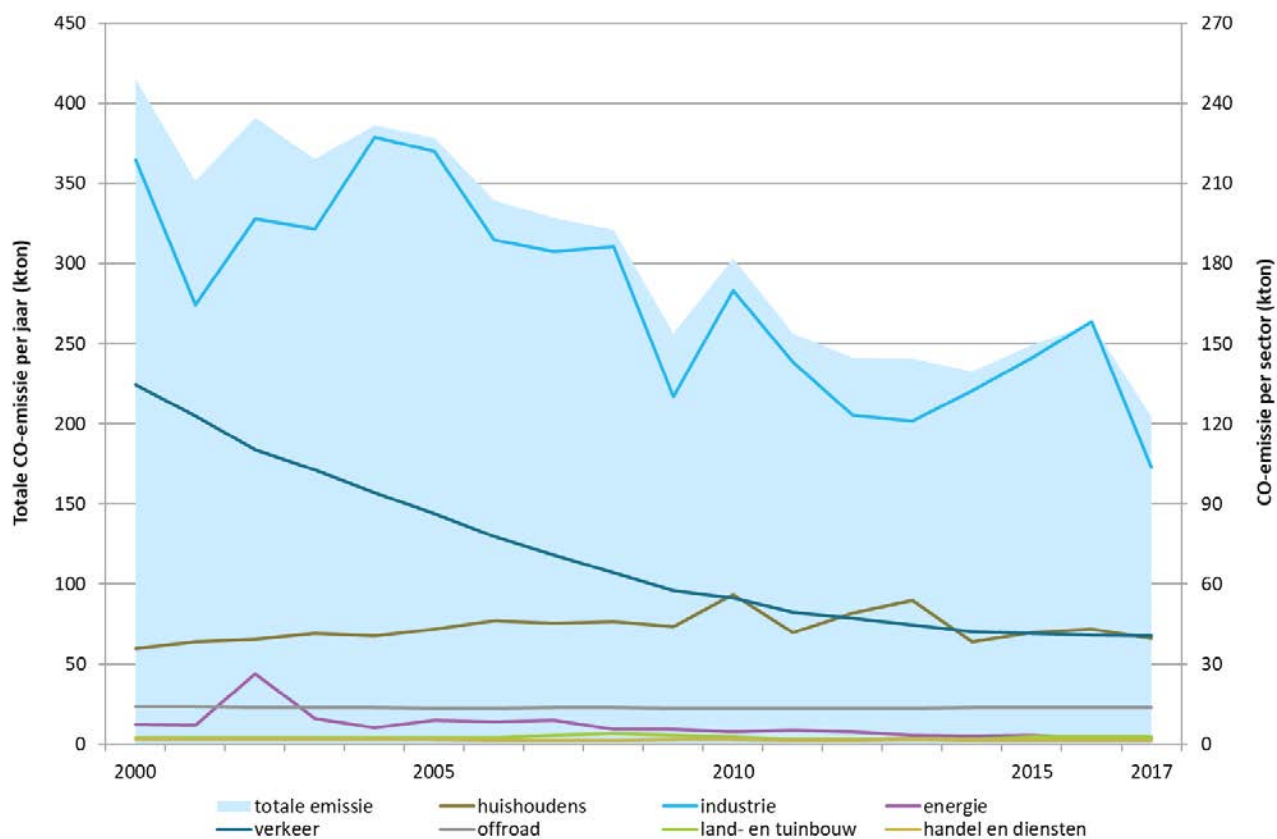
Sector	Percentage
industrie	51 %
huishoudens	19 %
verkeer	20 %
offroad	7 %
land- en tuinbouw	1 %
energie	1 %
handel en diensten	< 1 %

6.2.2 Trend CO-emissie tussen 2000 en 2017

De totale CO-emissie daalde tussen 2000 en 2017 met 51 % door lagere verkeersemisssies en industriële emissies. De industrie bleef de belangrijkste CO-bron. De emissies van verkeer daalden sterk tot en met 2012 en bleven daarna stabiel. De emissies van de industrie schommelden doorheen de jaren afhankelijk van de emissies van de ferro-industrie. De emissie van de huishoudens schommelde sterk door wisselende meteorologische omstandigheden waarbij strenge winters zorgden voor een verhoogd gebruik aan brandhout.

[illegible]

Figuur 6.2: Trend CO-emissie door de verschillende sectoren in Vlaanderen, 2000-2017 (kton)



6.3 CO in de omgevingslucht

6.3.1 Toetsing concentraties 2018 aan regelgeving

Europese grenswaarde ruimschoots gerespecteerd

Alle Vlaamse meetplaatsen respecteerden in 2018 ruim de Europese grenswaarde voor CO van 10 mg/m³ als hoogste 8-uurgemiddelde van een dag. Het hoogste 8-uurgemiddelde bedroeg 2,36 mg/m³, gemeten op de meetplaats in Zelzate (R750).

WGO-advieswaarden ruim gehaald

De WGO-advieswaarden werden behaald voor de verschillende tijdsvensters, zie Tabel 6.1.

Tabel 6.1: Toetsing van CO aan de WGO-advieswaarden

WGO-advieswaarde	Hoogste gemeten waarde (mg/m ³)	Meetplaats
10 mg/m ³ over 8 uur	2,36	Zelzate (R750)
30 mg/m ³ over een uur	3,64	Zelzate (R750)
60 mg/m ³ over 30 minuten	4,11	Zelzate (R750)

De WGO-advieswaarde over 15 minuten kon niet getoetst worden. Het kleinste interval waarvoor metingen beschikbaar waren, bedroeg 30 minuten.

6.3.2 CO-concentraties in Vlaanderen in 2018

Hoge waarden nabij verkeer en industrie

In 2018 lagen de CO-jaargemiddelden op de meetplaatsen in Vlaanderen tussen 0,24 en 0,29 mg/m³ en de hoogste 8-uurgemiddelden voor de 4 meetplaatsen tussen 0,95 en 2,36 mg/m³.

- Het hoogste jaargemiddelde werd gemeten op de meetplaats Borgerhout-straatkant. Deze meetplaats ligt langs de drukke invalsweg Plantin en Moretuslei.
- Het hoogste 8-uurgemiddelde werd gemeten op de meetplaats Zelzate. Ten zuidwesten van deze meetplaats ligt de belangrijkste CO-bron in Vlaanderen, namelijk ArcelorMittal Gent.

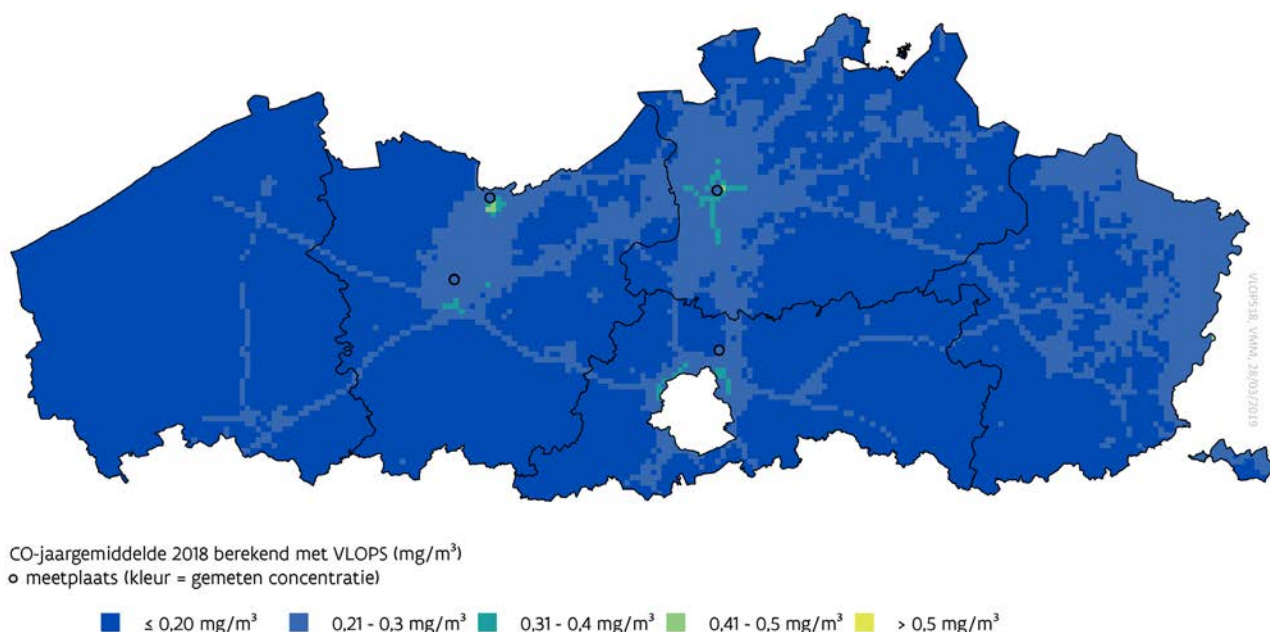
De statistische verwerking van de meetresultaten kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

Model toont invloed steden en wegen aan

Hogere CO-jaargemiddelden werden gemodelleerd in het centrum van Vlaanderen rond stedelijke gebieden, vooral rond Antwerpen, Gent en Brussel. Ook de snelwegen zijn duidelijk zichtbaar. De hoogste concentraties werden gemeten in het noorden van de Gentse Kanaalzone (in de omgeving van ArcelorMittal) en in de Antwerpse agglomeratie, zie Figuur 6.3.

Deze modelkaart werd berekend met het atmosferisch transport- en dispersiemodel VLOPS. Dit model kent voor CO een gemiddelde onzekerheid van 0,03 mg/m³. Aangezien er weinig CO-metplaatsen waren om mee te kalibreren, toont deze kaart slechts een benaderend beeld van de CO-verontreiniging in Vlaanderen.

Figuur 6.3: Gemodelleerde CO-jaargemiddelden in 2018 (1 x 1 km²)

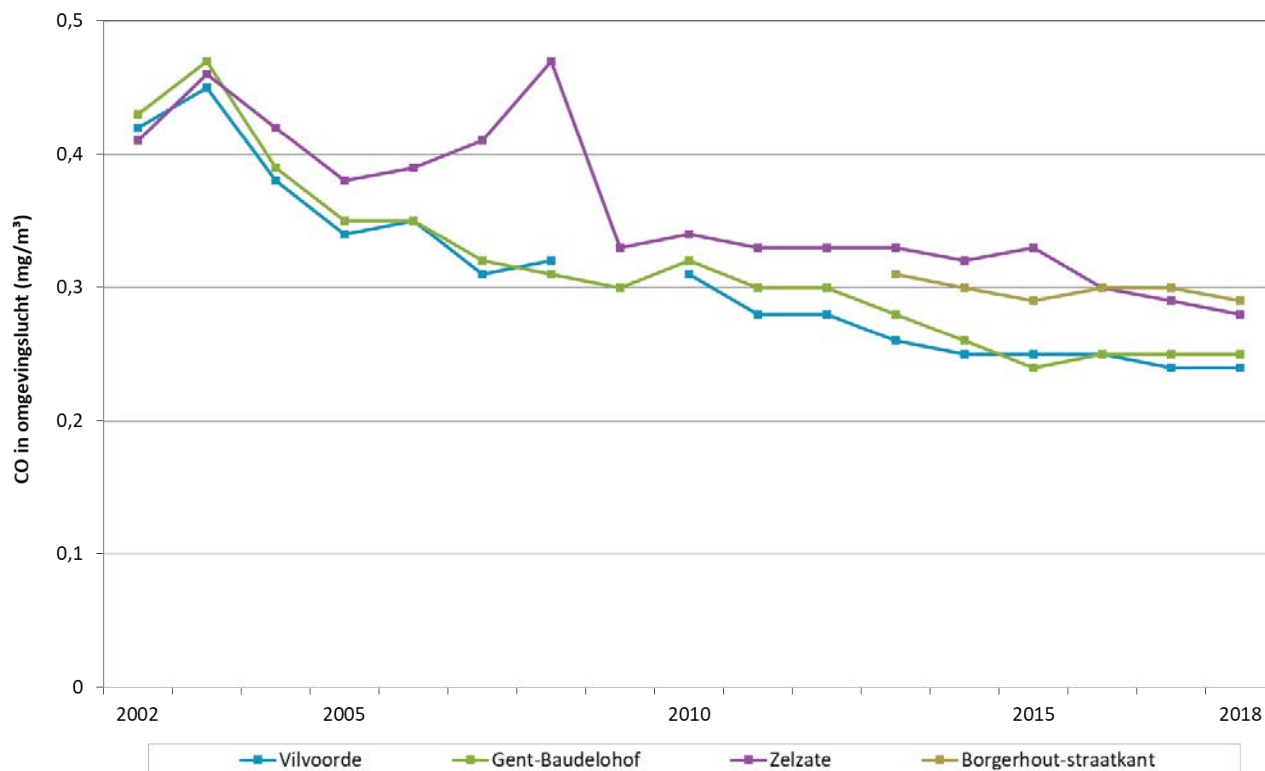


6.3.3 Trend CO-concentraties in Vlaanderen

Dalende trend, laatste jaren minder sterke daling

Op alle meetplaatsen was het jaargemiddelde in 2018 lager dan tijdens de beginperiode. De laatste jaren zien we een minder sterke daling tot een stagnatie van de jaargemiddelden, zie Figuur 6.4.

Figuur 6.4: Trend van de CO-jaargemiddelden in Vlaanderen, 2002-2018



6.4 Conclusies

Trend daalt, industrie nog steeds belangrijkste bron.

In 2017 was de industrie verantwoordelijk voor de helft van de CO-emissies. Huishoudens en verkeer volgden met respectievelijk een aandeel van 20 en 19 %. De totale emissies vertoonden een dalende trend, wat vooral toe te schrijven was aan de lagere emissies bij verkeer en industrie.

Luchtconcentraties respecteerden in 2018 Europese grenswaarde en WGO-advieswaarden

In Zelzate mat de VMM het hoogste 8-uurgemiddelde. Dit lag echter ruim onder de Europese grenswaarde. De belangrijkste CO-bron in Vlaanderen ligt dichtbij deze meetplaats. Het jaargemiddelde was het hoogst op de meetplaats Borgerhout-straatkant.

Op alle meetplaatsen waren de jaargemiddelden in 2018 lager dan in 2002, het startjaar van de metingen. De laatste jaren stagneren de concentraties in de omgevingslucht.

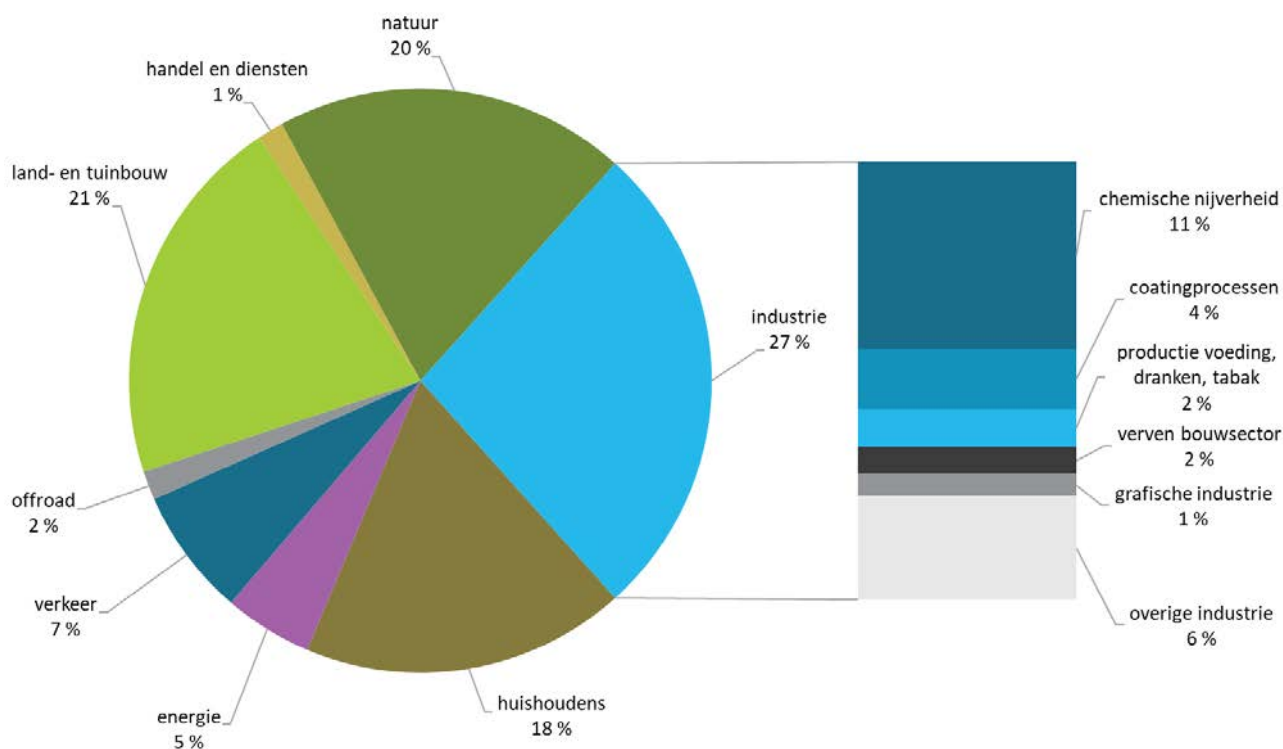
Aan de hand van de resultaten van de Energiebalans Vlaanderen 1990-2017, samen met emissiefactoren uit de literatuur²¹, bepalen we de verbrandingsemissies. Industriële procesemissies van de NMVOS-inventaris verkrijgen we uit de IMJV's. Indien deze niet beschikbaar zijn of een te klein aandeel in de totale sectoremissies omvatten, schat de VMM de emissies in op basis van activiteitsparameters in combinatie met emissiefactoren, en houdt daarbij rekening met de toepassing van emissiereducerende technieken. Het nodige cijfermateriaal verkrijgen we door contacten met federaties, instanties en bedrijven. Deze methodologie laat ook toe de emissies te bepalen voor de niet-industriële sectoren van de NMVOS-inventaris.

7.2.1 Aandeel sectoren in emissies 2017

Industrie heeft grootste aandeel, gevolgd door land- en tuinbouw

In 2017 bedroeg de totale Vlaamse NMVOS-emissie 84 kton. De industrie leverde de grootste bijdrage (27 %). De land- en tuinbouw kwam op de tweede plaats met 21 %. De huishoudens en de natuur volgden als derde en vierde grootste speler (respectievelijk 20 % en 18 %), gevolgd door verkeer (7 %). De sectoren energie, offroad en handel en diensten speelden een kleinere rol.

Figuur 7.1: Aandeel sectoren in de NMVOS-emissie in Vlaanderen in 2017 (%)



Welke emissies tot welke sector behoren, kunt u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/emissies-luchtverontreinigende-stoffen>.

²¹ Lodewijks P., Polders C. & Van Rompaey H. (2005). *Evaluatie van de inschatting van NMVOS-emissies door verbrandingsprocessen in Vlaanderen*. Studie uitgevoerd in opdracht van AMINAL, Sectie Lucht ref. 2005/IMS/R contract 05.1114, 130 p.

Daarna volgen industriële coatingprocessen. De overige industriële sectoren waren samen goed voor een kwart van de industriële NMVOS-emissies.

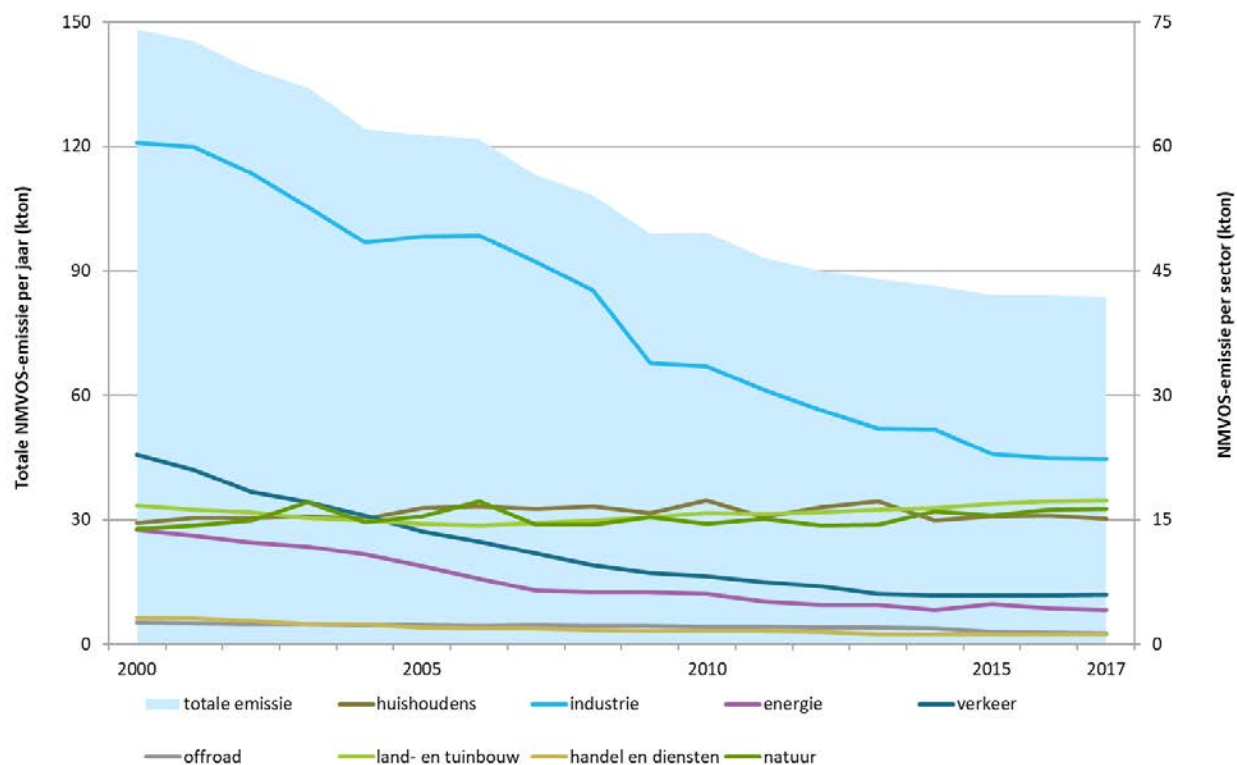
Andere, minder belangrijke bronnen bij land- en tuinbouw zijn emissies door brandstofverbruik en door productie van gewassen, zie [Deelrapport I - hoofdstuk 6: Emissies door de land- en tuinbouw en de natuur; paragraaf 6.4](#). De emissies van bossen en graslanden zijn een gevolg van een natuurlijk proces. Daarom brengen we deze emissies niet in rekening bij toetsing aan de NEC-doelstellingen. De biogene emissies zijn vooral belangrijk bij de modellering van troposferische ozonvorming.

7.2.2 Trend NMVOS-emissie tussen 2000 en 2017

We zien ook een stijging bij de sectoren natuur en land- en tuinbouw. Verder valt een stijging van de NMVOS-emissies binnen een bepaalde subsector te verklaren door een toenemende productiecapaciteit of een toename van het aantal bedrijven binnen deze subsector.

Figuur 7.2 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 7.2: Trend NMVOS-emissie door de verschillende sectoren in Vlaanderen, 2000-2017 (kton)



7.3 VOS in de omgevingslucht

VOS worden met drie verschillende methoden gemeten:

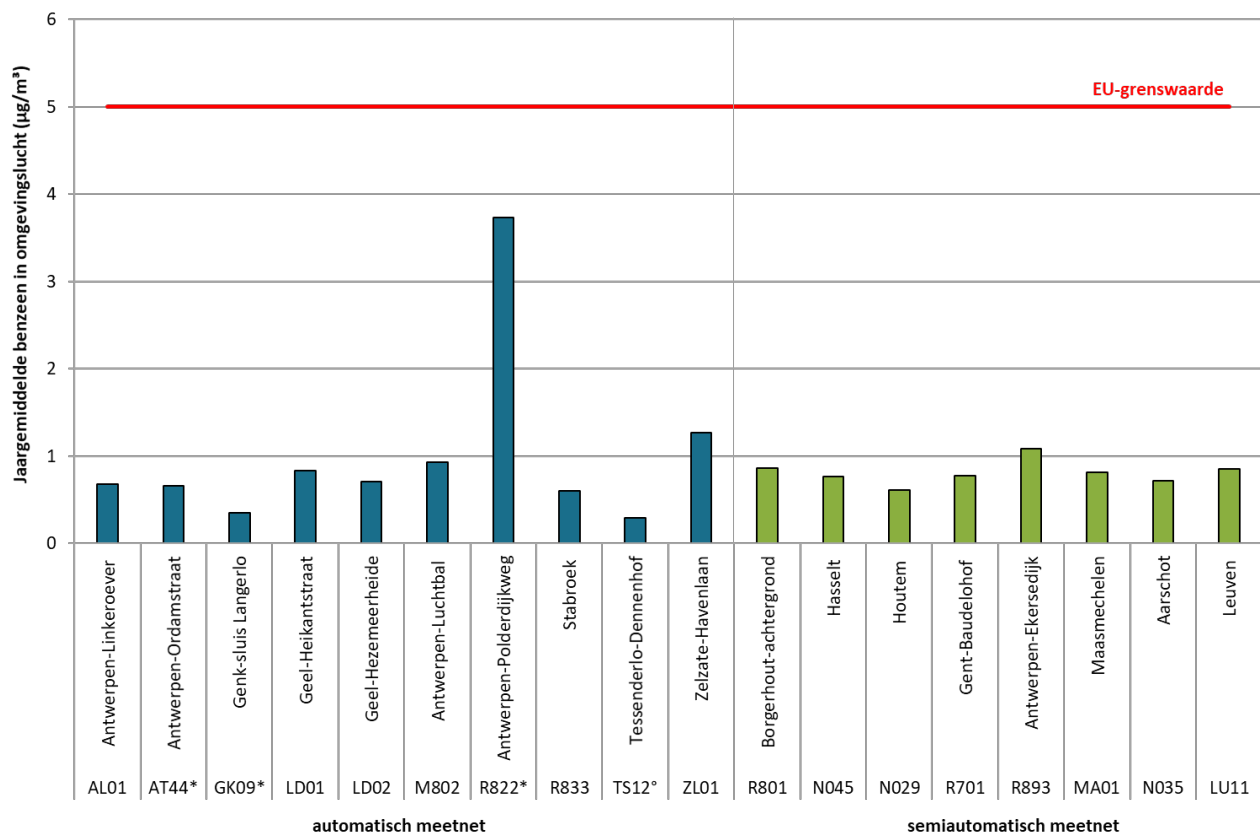
- monitoren die automatisch meten;
- passieve monsterneming;
- actieve monsterneming.

7.3.1 Toetsing concentraties 2018 aan de regelgeving

Benzeen: Europese en Vlaamse grenswaarden gerespecteerd

De VMM mat het hoogste jaargemiddelde op de meetplaats Zelzate-Havenlaan (ZL01). De concentratie bedroeg er $1,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en was lager dan de Europese grenswaarde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zie Figuur 7.3. De P98-waarde, op basis van dagwaarden, bedroeg er $3,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wat lager was dan de VLAREM-grenswaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zie Figuur 7.4. Op de meetplaats Polderdijkweg - R822 in de Antwerpse haven mat de VMM een jaargemiddelde van $3,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze locatie ligt in industriegebied en is dus minder representatief voor de bescherming van de menselijke gezondheid.

Figuur 7.3: Jaargemiddelde benzeen in 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

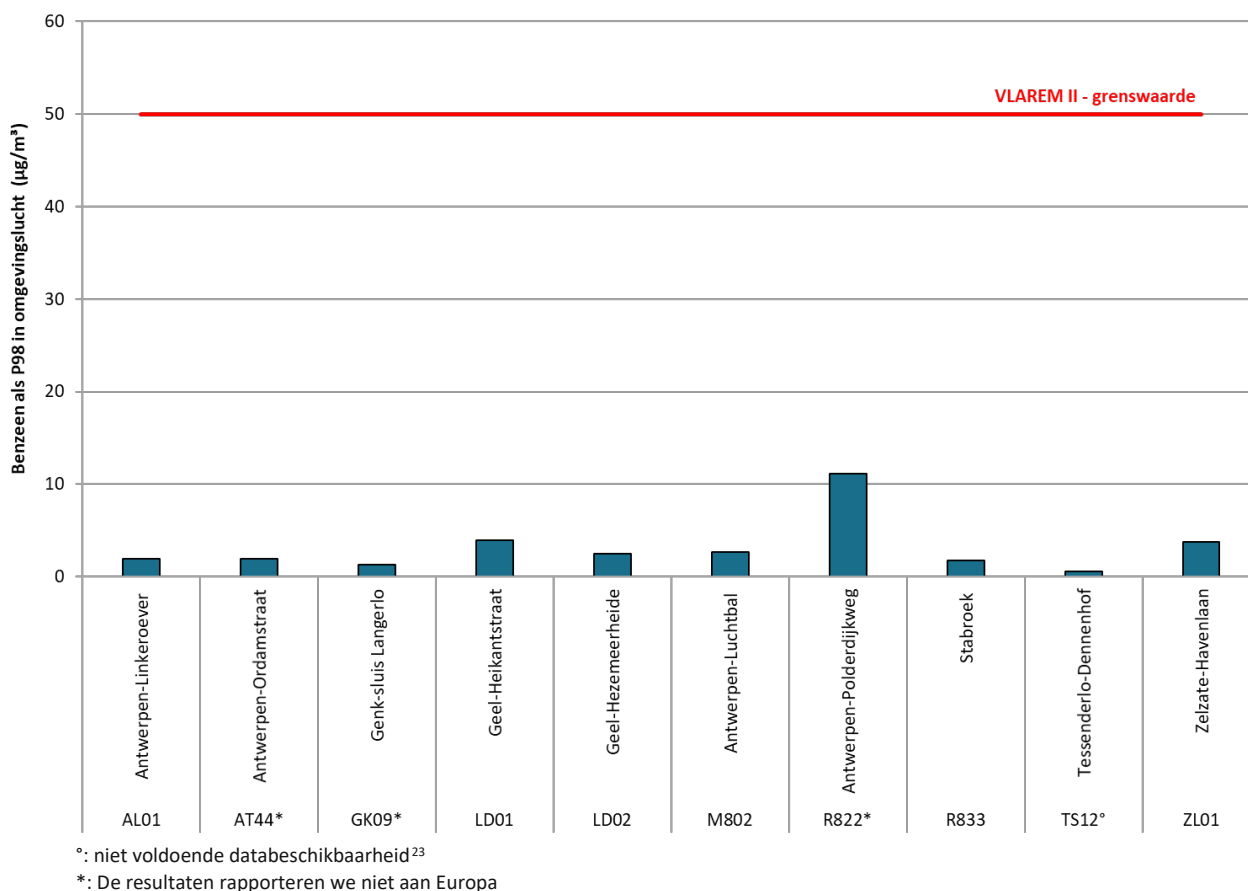


°: niet voldoende databeschikbaarheid²².

*: De resultaten rapporteren we niet aan Europa

²² Volgens de richtlijn 2008/50/EG zijn voor de beoordeling van de jaargemiddelde grenswaarde 90 % uurwaarden noodzakelijk zonder rekening te houden met het verlies van data door periodieke kalibratie of normaal onderhoud van de apparatuur. De *guidance* bij de IPR-richtlijn 2011/850/EU stelt voor om dit verlies standaard in te schatten op 5 %. De meetplaatsen met een sterretje hebben minder dan 85 % data en voldoen hier niet aan.

Figuur 7.4: Benzeenconcentratie als P98 op basis van dagwaarden in 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Tolueen: WGO-advieswaarden op alle meetplaatsen gerespecteerd

De hoogste halfuurwaarde representatief voor de menselijke gezondheid werd gemeten op de meetplaats Tessenderlo-Dennenhof (TS12), $272 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wat lager was dan de advieswaarde van $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook het hoogste weekgemiddelde mat de VMM op deze meetplaats, $8,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wat beduidend lager is dan de WGO-advieswaarde van $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Beide toetsingen zijn indicatief door een beperkte databeschikbaarheid (stopzetting meetstation in 2018). Ondanks deze beperking is het onwaarschijnlijk dat de advieswaarden overschreden zijn doordat de gemeten waarden veel lager zijn. Bij de meetplaatsen met voldoende databeschikbaarheid heeft Geel-Heikantstraat (LD01) de hoogste halfuurwaarde ($191 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en Antwerpen-Luchtbal (M802) het hoogste weekgemiddelde ($2,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

1,2-dichloorethaan: gemeten concentraties lager dan WGO-advieswaarde

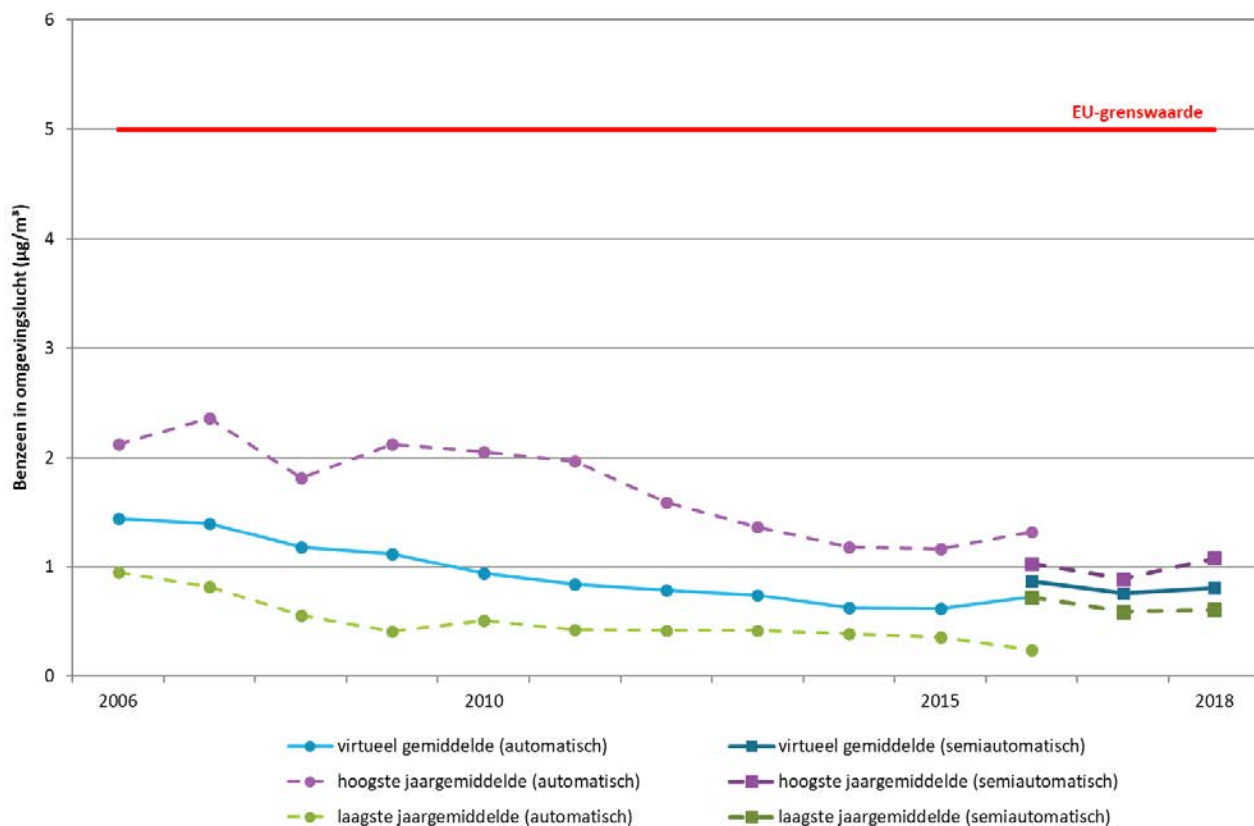
Het maximale tweewekelijkse gemiddelde van $68,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werd gemeten op de meetplaats Antwerpen – Polderdijkweg. Deze locatie ligt in industriegebied en is dus minder representatief voor de bescherming van de menselijke gezondheid. Op meetplaats Antwerpen-Ekersedijk (R893), gelegen in de buurt van woongebied, mat de VMM een maximaal daggemiddelde van $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Beide concentraties lagen ver onder

²³ Volgens de VLAREM-bijlage 2.5.3.1. zijn voor de beoordeling van de jaargemiddelde grenswaarde 90 % uurwaarden noodzakelijk zonder rekening te houden met het verlies van data door periodieke kalibratie of normaal onderhoud van de apparatuur. De *guidance* bij de IPR-richtlijn 2011/850/EU stelt voor om dit verlies standaard in te schatten op 5 %. De meetplaatsen met een sterretje hebben minder dan 85 % data en voldoen hier niet aan.

Tetrachlooretheen: WGO-advieswaarde voor jaargemiddelden gerespecteerd

7.3.2 Benzeen

Figuur 7.5: Trend benzeenconcentraties in Vlaanderen, 2006-2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

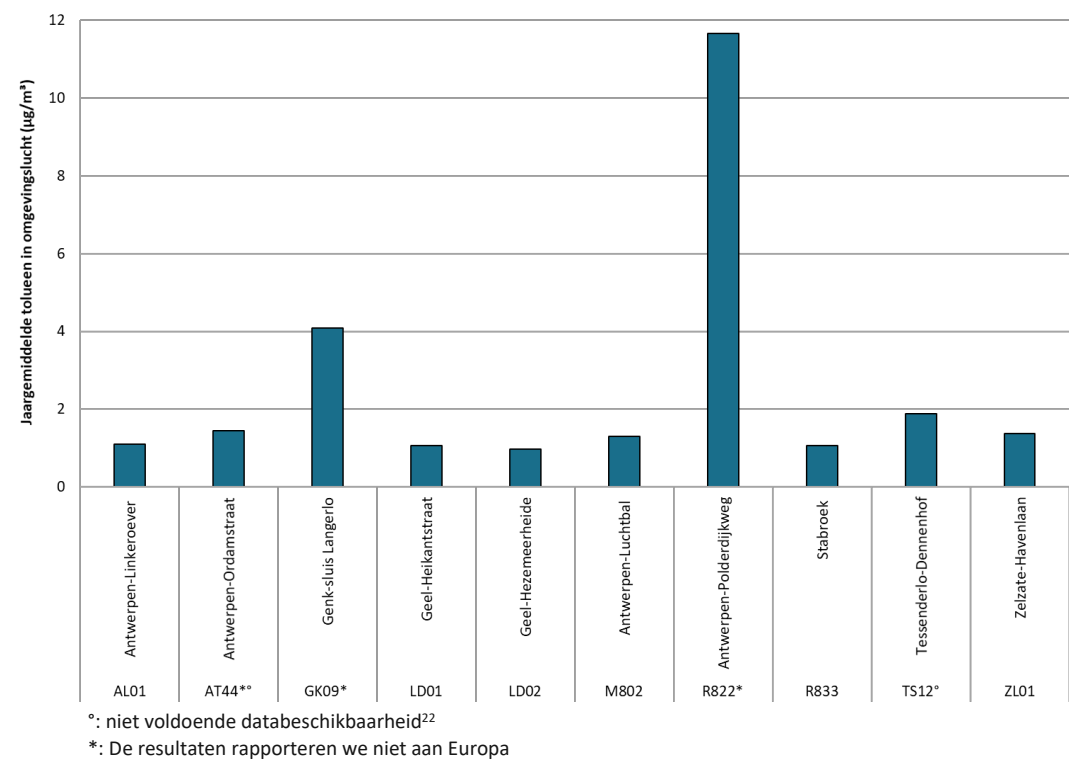


7.3.3 Tolueen

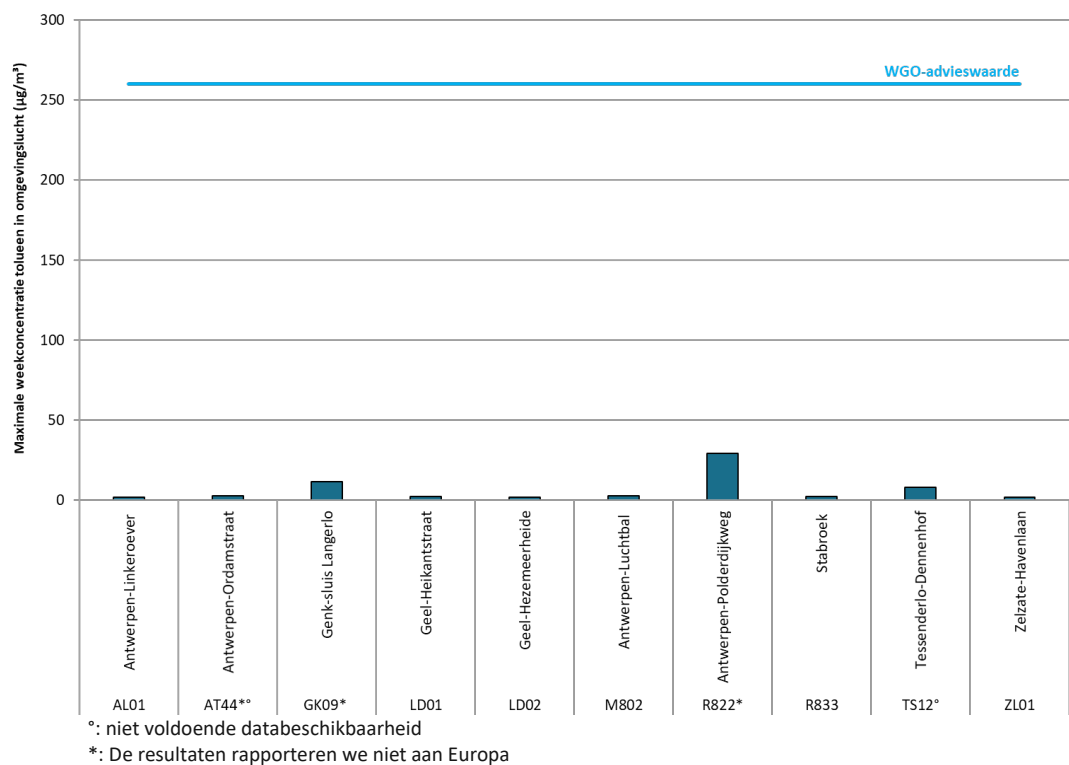
Antwerps havengebied en Genk kennen hoge tolueenconcentraties

Het hoogste jaargemiddelde voor tolueen bedroeg $11,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de meetplaats Antwerpen-Polderdijkweg (R822), zie Figuur 7.6. Deze meetplaats ligt in de nabijheid van de petrochemische industrie in de Antwerpse haven. Hier werd ook het hoogste maximale weekgemiddelde van $29,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ opgetekend, zie Figuur 7.7.

Figuur 7.6: Jaargemiddelde toluene in 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

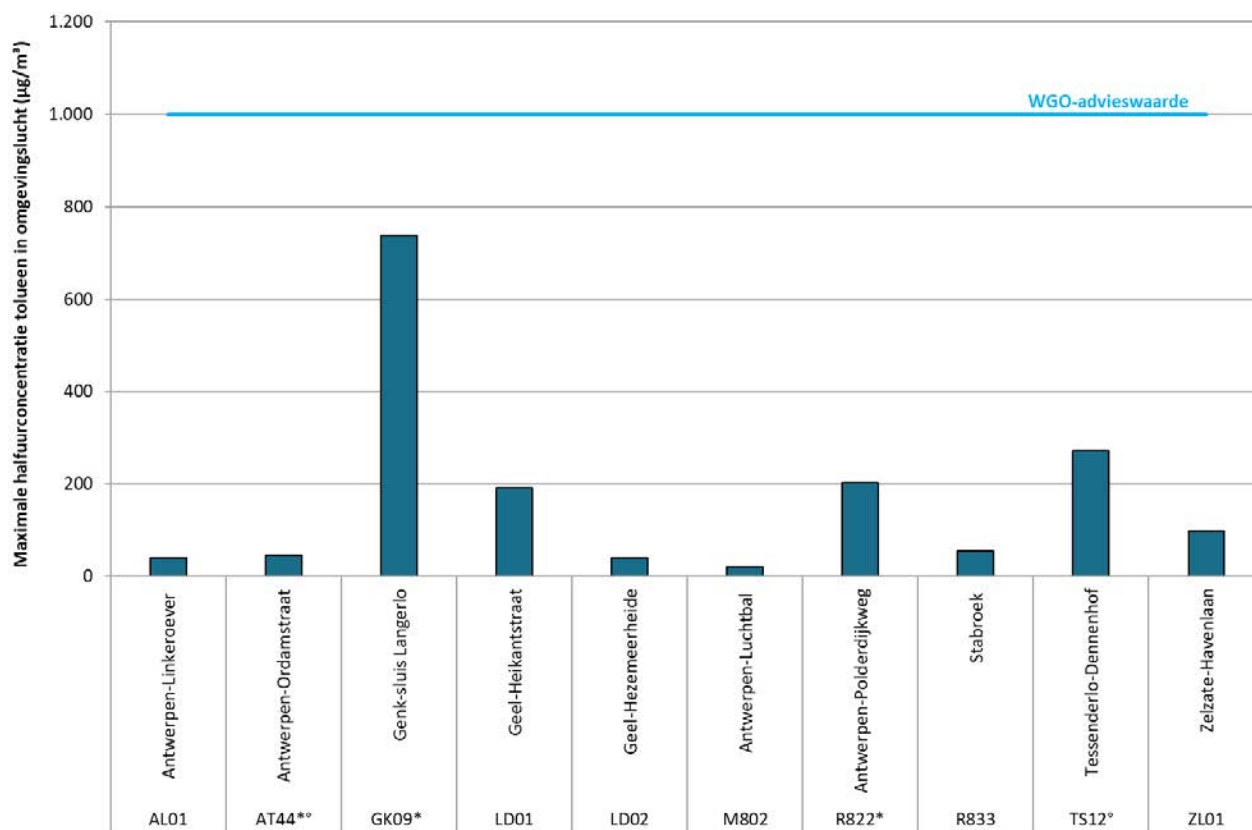


Figuur 7.7: Maximale weekconcentratie toluen per meetplaats in 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



De meetplaats Genk-sluits Langerlo (GK09) had het hoogste halfuurmaximum, zie Figuur 7.8. Dit bedroeg 738 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Op deze meetplaats maten we het tweede hoogste jaargemiddelde en maximaal weekgemiddelde. Deze meetplaats ligt in industriegebied.

Figuur 7.8: Maximale halfuurconcentratie toluen per meetplaats in 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



°: niet voldoende databeschikbaarheid²²

*: De resultaten rapporteren we niet aan Europa

7.3.4 1,2-dichloorethaan

Lage waarden in Vlaanderen

In 2018 werd 1,2-dichloorethaan met de passieve meetmethode gemeten op 9 locaties. Over alle meetplaatsen heen bedroeg het gemiddelde voor Vlaanderen 2,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Wanneer we enkel kijken naar de 8 locaties die gelegen zijn in (de buurt van) woongebied, bedraagt het gemiddelde 0,55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

7.3.5 Tetrachlooretheen

Concentraties zijn laag

Het jaargemiddelde varieerde van 0,06 tot 0,18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op plaatsen met voldoende databeschikbaarheid en gelegen in (de buurt van) woongebied. Op de meetplaats Antwerpen-Polderdijkweg (R822) bedroeg het jaargemiddelde 1,13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, maar deze meetplaats werd pas in mei 2018 opgestart en ligt in industriegebied. In 2018 werd tetrachlooretheen gemeten op 9 meetplaatsen met een passieve bemonstering. Alle jaargemiddelden liggen onder de WGO-advisewaarde van 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

7.3.6 Formaldehyde

Lage concentraties formaldehyde

In 2018 mat de VMM deze component op één meetplaats (Gent-Baudelohof, R701). Het jaargemiddelde bedroeg 1,56 µg/m³ met 2,3 µg/m³ als maximale concentratie. De VMM meet deze component met passieve samplers, wat betekent dat er 14-daagse stalen genomen worden. Daardoor kunnen we de resultaten niet toetsen aan de WGO-advieswaarde die voor een halfuurgemiddelde geldt. De maximale concentratie in een tweewekelijks staal was echter heel laag.

7.3.7 VOS-metingen als bepaling ozonprecursoren

De VMM meet ozonprecursoren

De Europese richtlijn 2008/50/EG bijlage X bevat een lijst van VOS-componenten die fungeren als ozonprecursoren. De VOS-metingen en A/K-metingen met passieve bemonsteringsmethode geven resultaten voor 14 van de 31 aanbevolen componenten. Een overzicht van de meetresultaten kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

7.4 Conclusions

NMVOS-emissie daalt sterk

In 2017 was de industrie verantwoordelijk voor een kwart van de Vlaamse NMVOS-emissies, land- en tuinbouw volgde met 21 %. De daling van de NMVOS-emissies kwam er vooral door inspanningen bij de industriële sector. De emissies van de huishoudens, natuur en land- en tuinbouw namen toe.

Benzeen en toluen halen doelstellingen

In 2018 respecteerden alle meetplaatsen de Europese en Vlaamse grenswaarde voor benzeen. Het hoogste jaargemiddelde voor benzeen met voldoende databeschikbaarheid en representatief voor de bevolking werd gemeten in Zelzate-Havenlaan.

De WGO-advieswaarden voor toluene werden ook nergens overschreden. Het hoogste representatieve halfuurmaximum en weekgemiddelde werd gemeten op de meetplaats Tessenderlo-Dennenhof. Ondanks de beperkte databeschikbaarheid is het onwaarschijnlijk dat de normen overschreden zijn gezien de grote verschillen tussen de normen en de gemeten waarden.

Dalende trend voor benzeen in omgevingslucht niet voortgezet

Het virtueel gemiddelde van benzeen gemeten met automatische monitoren daalde tussen 2006 en 2016. Het virtueel gemiddelde gemeten in 2016 en 2017 met semiautomatische toestellen zette deze dalende trend verder, maar in 2018 kregen we opnieuw een lichte stijging.

8 METHAAN (CH₄)

8.1 De pollutant

Methaan (CH_4) is een broeikasgas. Dit zijn gasen in de atmosfeer die de invallende zonnestraling doorlaten, maar de teruggekaatste straling van het opgewarmde aardoppervlak opnemen. Dit fenomeen heet het broeikaseffect.

Koolstofdioxide (CO₂) is het belangrijkste broeikasgas in Vlaanderen. De emissies van CO₂ vertegenwoordigen 86 % van de totale broeikasgasemissie in 2017. Het relatieve aandeel van de andere broeikasgassen is beperkt en bedraagt 6 % voor methaan (CH₄) en 4 % voor distikstofoxide (N₂O) en voor de gefluoreerde gassen (F-gassen). De VMM maakt ook een emissie-inventaris op van de broeikasgassen. Op onze website <https://www.vmm.be/data/uitstoot-broeikasgassen> vind je het meest recente overzicht van de uitstoot van broeikasgassen vanaf 1990.

De emissies van CH₄ hebben dus een beperkt aandeel in het broeikasgasverhaal. De emissies van CH₄ dragen, samen met de emissies van NO_x (NO₂), NMVOS en CO, wel bij tot de troposferische ozonvorming. De VMM meet geen CH₄ in de omgevingslucht, ozon wel, zie Hoofdstuk 5: Ozon (O₃).

8.2 Bronnen: emissies van CH₄

De VMM inventariseert de CH₄-emissies van alle sectoren

De VMM schat de emissies in van de voornaamste broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen die voornamelijk voortkomen uit menselijke activiteiten van alle bronnen/sectoren in Vlaanderen.

De methodologieën om de emissies van de broeikasgassen in te schatten in Vlaanderen staan beschreven in een afzonderlijk rapport²⁴. De berekening van de CH₄-emissies door de land- en tuinbouw en het storten van afval is gebaseerd op de IPCC 2006 richtlijnen²⁵.

8.2.1 Aandeel sectoren in emissies 2017

Land- en tuinbouw verantwoordelijk voor grootste aandeel

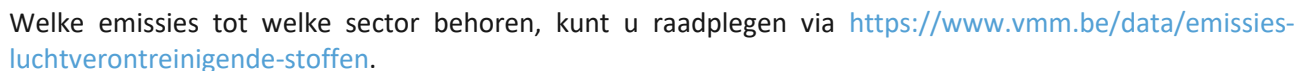
In 2017 bedroeg de totale Vlaamse CH₄-emissie 207.262 ton, waarvan 74 % werd veroorzaakt door de land- en tuinbouw. In deze sector had de veeteelt (vertering en mest) de belangrijkste bijdrage (94 % van de emissies in de land- en tuinbouw in 2017).

Handel en diensten was met 12 % de tweede belangrijkste bron, vooral door het storten van afval dat verantwoordelijk was voor 94 % binnen deze sector.

²⁴ Belgium's greenhouse gas inventory (1990-2017) – *National Inventory Report Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change* – <http://www.cnc-nkc.be/nl/reports>

²⁵ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

Figuur 8.1: Aandeel sectoren in de totale CH₄-emissie in Vlaanderen in 2017 (%)



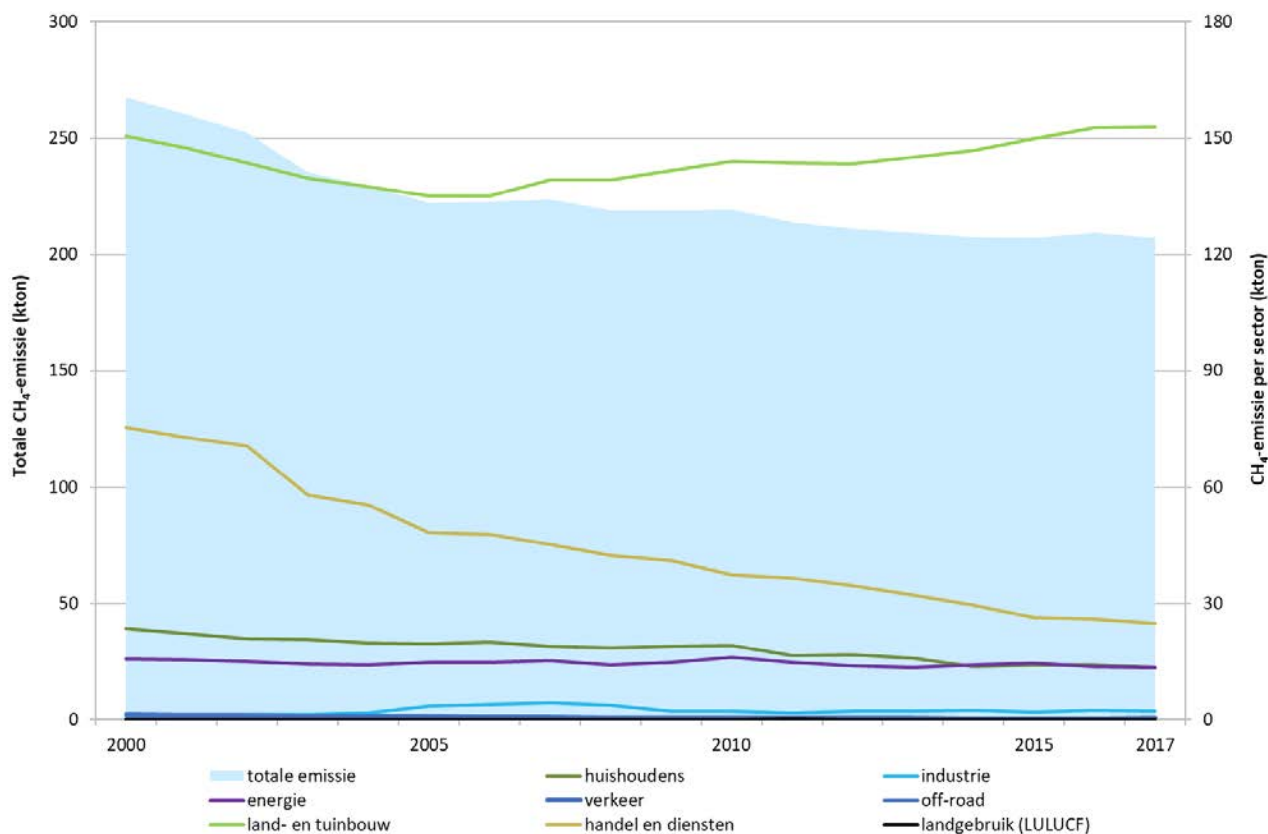
Minder emissie door maatregelen bij stortplaatsen

Stijgende emissie bij land- en tuinbouw, dalende trend bij huishoudens

De methaanemissie van de land- en tuinbouw kende een dalende trend tot 2005, om daarna opnieuw in stijgende lijn te gaan. De stijging is voornamelijk toe te kennen aan de verteringsemmissie van de melkkoeien die het belangrijkste aandeel van de emissie voor hun rekening nemen. Een stijgende melkproductie brengt namelijk een hogere CH₄-emissie met zich mee. Het relatieve aandeel van de land- en tuinbouw nam sterk toe van 56 % in 2000 naar 74 % in 2017. De emissies door huishoudens namen met 43 % af doordat er steeds meer septische putten werden aangesloten op rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's).

Figuur 8.2 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 8.2: Trend CH₄-emissie door de verschillende sectoren in Vlaanderen, 2000-2017 (kton)



8.3 Conclusies

Minder methaanemissies

Dit komt vooral door maatregelen bij stortplaatsen en doordat er steeds meer septische putten worden aangesloten op RWZI's.

9 ZWARE METALEN

9.1 De pollutent

Zware metalen kunnen de gezondheid schaden bij een langdurige blootstelling

Zware metalen verspreiden zich via stofdeeltjes in de lucht en dringen langs onze neus of mond het lichaam binnen. Kleine hoeveelheden aan zware metalen geven geen onmiddellijke gezondheidsproblemen na inname, maar kunnen bij langdurige blootstelling de gezondheid schaden.

De VMM inventariseert de emissies van zware metalen. Hierbij wordt per emissiebron bekeken hoeveel zware metalen in de lucht geëmitteerd worden. Dit gebeurt voor volgende metalen:

- de metalen lood, cadmium, nikkel, chroom, koper, mangaan, zink, kwik, beryllium, kobalt, seleen, thallium en vanadium;
- de metalloïden arseen en antimoon.

De VMM meet ook zware metalen in de omgevingslucht. De zware metalen die gemeten worden zijn:

- de metalen lood, cadmium, nikkel, chroom, koper, mangaan, zink, kwik en ijzer;
- de metalloïden arseen en antimon.

9.2 Bronnen: emissies van zware metalen

De VMM inventariseert de emissies van zware metalen van alle sectoren

Om een globaal overzicht te krijgen van de emissies van zware metalen in Vlaanderen werd in 2009 een methodologie voor de emissie-inventaris van zware metalen opgesteld²⁶.

Voor veel emissiebronnen en/of zware metalen gebeurt de bepaling van de emissies theoretisch via activiteitsdata en geschikte emissiefactoren. De activiteitsdata zijn grotendeels afkomstig uit de Energiebalans Vlaanderen 1990-2017, Integrale Milieujaarverslagen (IMJV's) en contacten met de betreffende federaties en/of bedrijven. De emissiefactoren zijn meestal afkomstig uit de internationale vakliteratuur²⁷. Andere emissies worden berekend aan de hand van modellen.

Voor meer uitleg verwijzen we naar de hoofdstukken in [Deelrapport I: verkeer, landbouw en huishoudens](#).

Welke emissies tot welke sector behoren, kunt u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/emissies-luchtverontreinigende-stoffen>.

²⁶ Sleuwaert F., Van Rompaey H., Visschedijk A., Coenen P. & Ten Broeke H. (2009). *Ontwikkelen van een methodologie voor een emissie-inventaris zware metalen en opstellen van een emissie-inventaris voor 2000 en 2005*. Studie uitgevoerd door de VITO in samenwerking met TNO in opdracht van de VMM, ref. 2009/MRG/R/207, 126 p.

²⁷ European Environment Agency (2016). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. EEA Technical Report No 21/2016. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

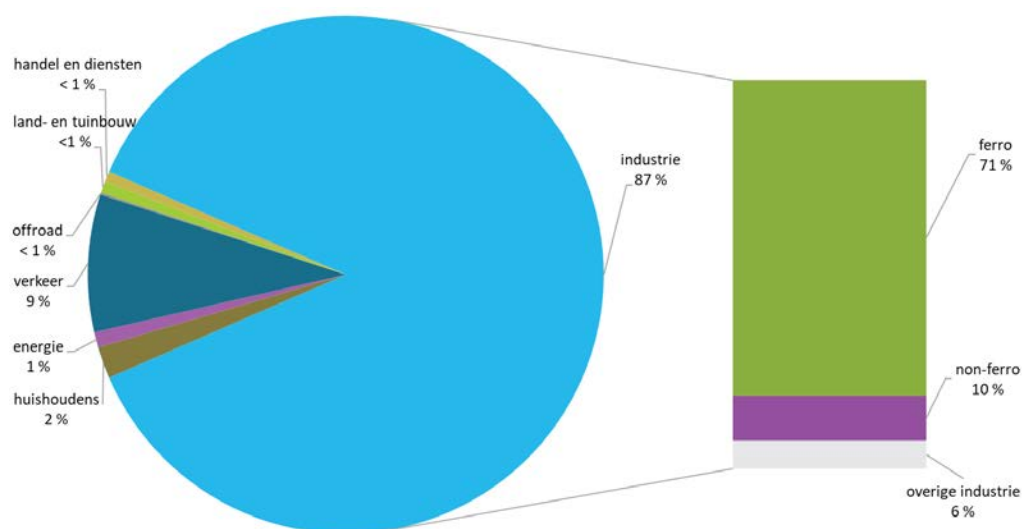
9.2.1 Lood

9.2.1.1 Aandeel sectoren in emissies 2017

Ferro industrie heeft grootste aandeel

In 2017 werd 21.087 kg lood in de lucht geëmitteerd. 87 % was afkomstig van de industrie met de ferrosector als voornaamste bron (71 %). De non-ferrosector volgde met een aandeel van 10 %. De emissies van verkeer (9 %) waren de tweede grootste bron, vooral door de niet-uitlaatemissies van de slijtage van de remmen waarbij looddeeltjes vrij komen. De overige sectoren hadden een veel kleiner aandeel in de emissies.

Figuur 9.1: Aandeel van de verschillende sectoren in de loodemissies in 2017 (%)



9.2.1.2 Trend loodemissie tussen 2000 en 2017

Emissie daalde sterk

In 2017 bedroeg de totale loodemissie nog 36 % van de emissie in 2000. Deze daling was volledig toe te schrijven aan een daling van de industriële emissies door het invoeren van zuiveringstechnieken.

Figuur 9.2 toont de trend van de totale emissie en de emissie per sector .

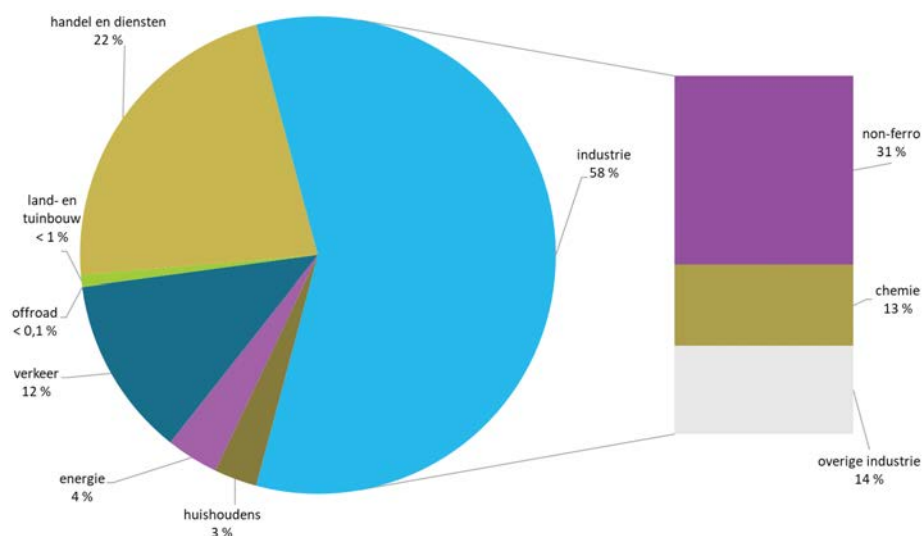
The chart displays CO2 emissions in kg from 2000 to 2017. The y-axis represents the load emission in kg, ranging from 0 to 60,000. The x-axis represents the year. The total emissions (totale emissie) are shown as a light blue area, and the individual sectors are shown as lines: huishoudens (brown), industrie (blue), energie (purple), verkeer (dark blue), offroad (grey), land- en tuinbouw (green), and handel en diensten (yellow). The total emissions show a significant decrease from over 50,000 kg in 2000 to around 20,000 kg in 2017, with a notable dip around 2009 and a slight rise around 2015.

Year	totale emissie	huishoudens	industrie	energie	verkeer	offroad	land- en tuinbouw	handel en diensten
2000	52,000	1,000	48,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2001	35,000	1,000	34,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2002	45,000	1,000	44,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2003	40,000	1,000	39,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2004	51,000	1,000	50,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2005	47,000	1,000	46,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	48,000	1,000	47,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2007	30,000	1,000	29,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2008	20,000	1,000	19,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2009	14,000	1,000	13,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2010	18,000	1,000	17,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	19,000	1,000	18,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2012	22,000	1,000	21,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2013	18,000	1,000	17,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2014	15,000	1,000	14,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2015	23,000	1,000	22,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2016	21,000	1,000	20,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2017	21,000	1,000	20,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

9.2.2.1 Aandeel sectoren in emissies 2017

In 2017 werd 636 kg arseen in de lucht geëmitteerd. De industrie had met 58 % het grootste aandeel met de non-ferro sector als belangrijkste bron. De sector handel en diensten volgde met een aandeel van 22 %, voornamelijk afkomstig van afvalverwerking. Verkeer was de derde grootste bron (12 %), wat volledig toe te schrijven is aan de internationale zeescheepvaart.

Figuur 9.3: Aandeel van de verschillende sectoren in de arseenemissies in 2017 (%)



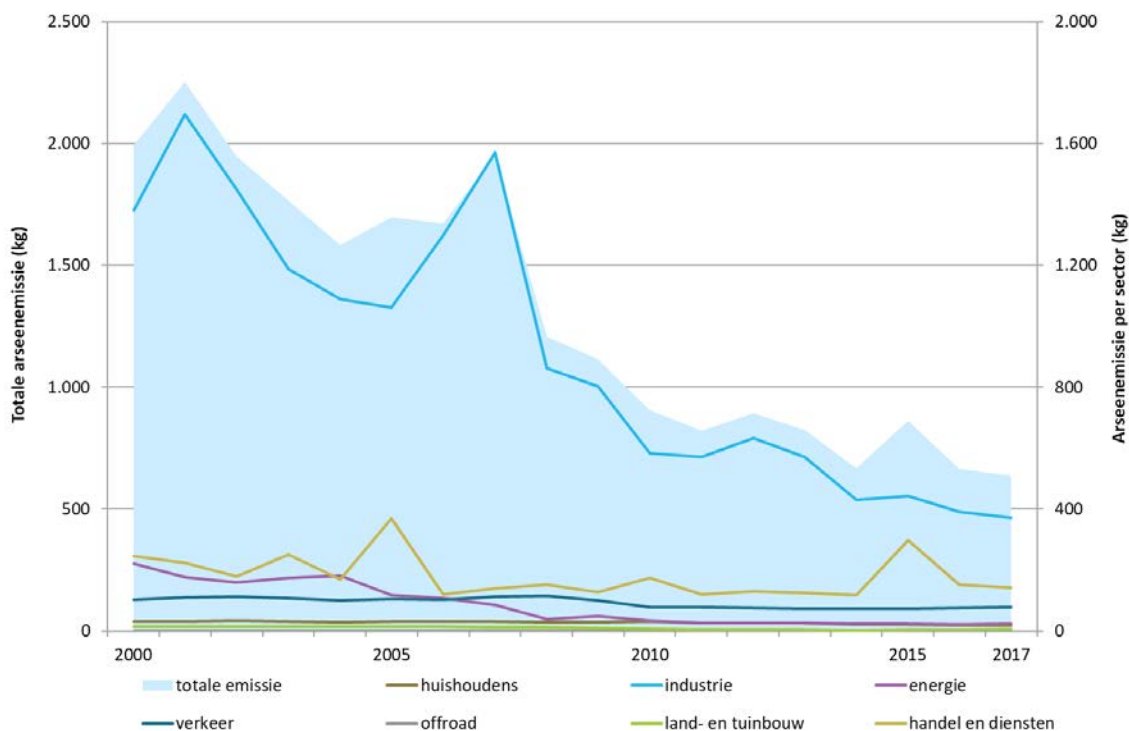
9.2.2.2 Trend arseenemissie tussen 2000 en 2017

Emissie daalde heel sterk

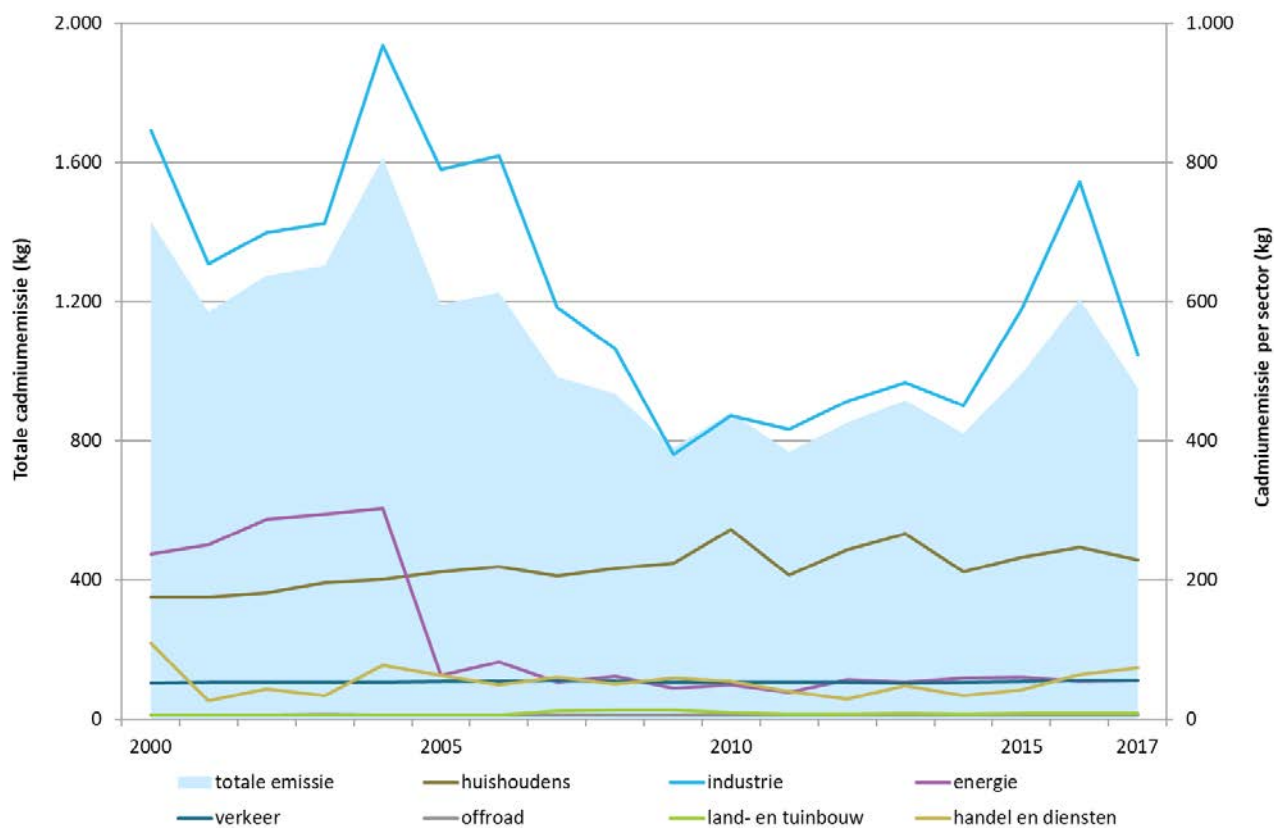
De arseenemissie daalde tussen 2000 en 2017 met 68 %. Dit was vooral te danken aan een daling van de industriële emissies bij de non-ferro sector. De emissies afkomstig van de andere sectoren bleven vrij stabiel.

Figuur 9.4 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 9.4: Trend arseenemissies tussen 2000 en 2017 (kg)



Figuur 9.6: Trend cadmiumemissies tussen 2000 en 2017 (kg)



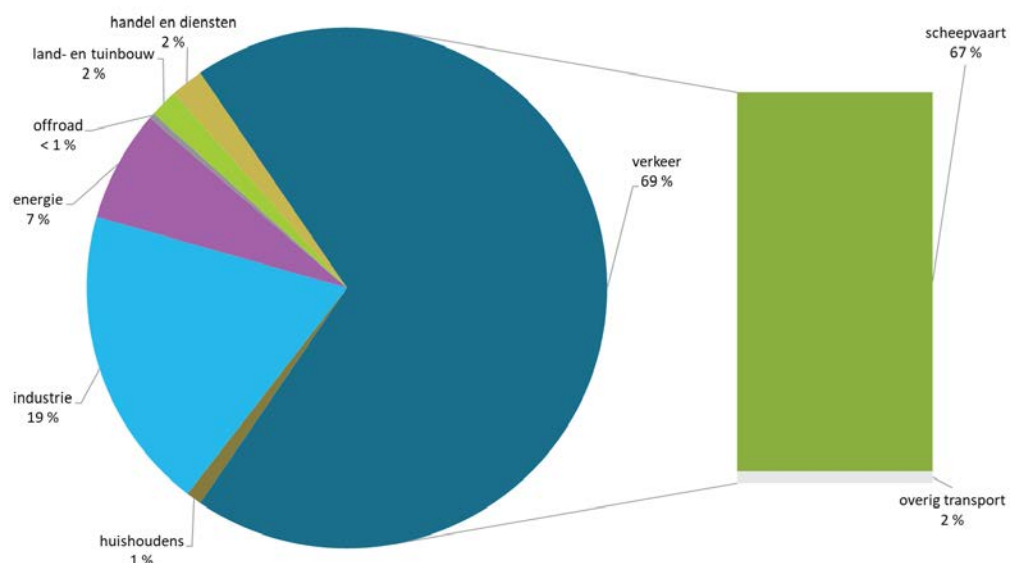
9.2.4 Nikkel

9.2.4.1 Aandeel sectoren in emissie 2017

Scheepvaart had grootste aandeel

In 2017 werd er 5.979 kg nikkel in de lucht geëmitteerd. 69 % was afkomstig van het verkeer met scheepvaart als grootste bron. Industrie stond in voor 19 % van de emissies.

Figuur 9.7: Aandeel verschillende sectoren in de nikkelemissies in 2017 (%)



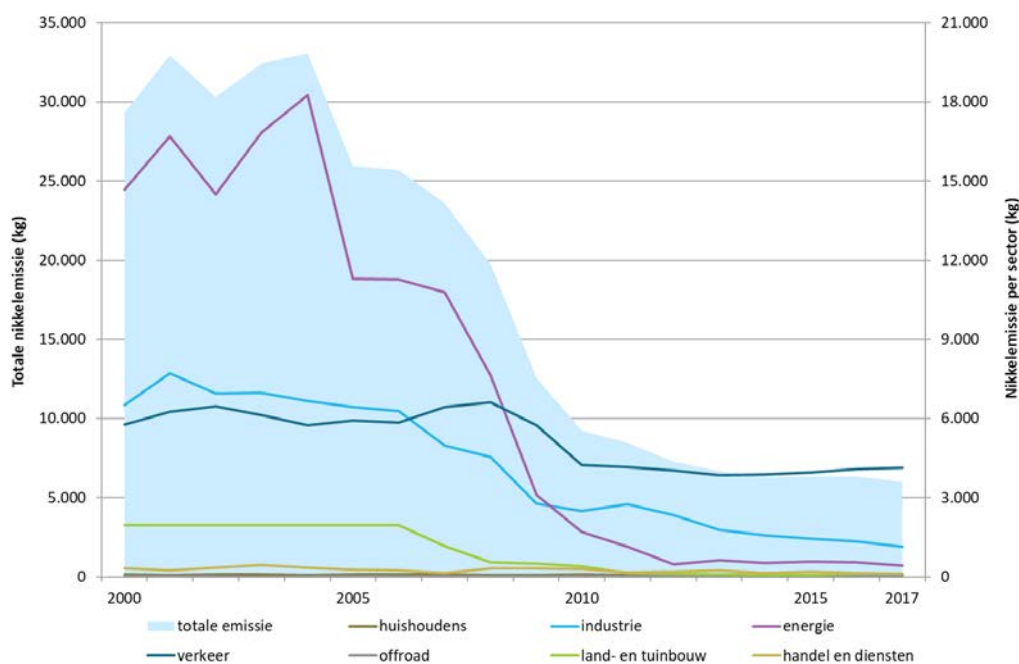
9.2.4.2 Trend nikkelemissie tussen 2000 en 2017

Emissie daalde met 80 %

Vooral de emissies van de energiesector waren hiervoor verantwoordelijk. Door een verminderd stookolieverbruik kenden de emissies van de raffinaderijen een sterke terugval. Ook bij de industrie zien we een daling. De verkeersemissies namen slechts licht af.

Figuur 9.8 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 9.8: Trend nikkelemissies tussen 2000 en 2017 (kg)



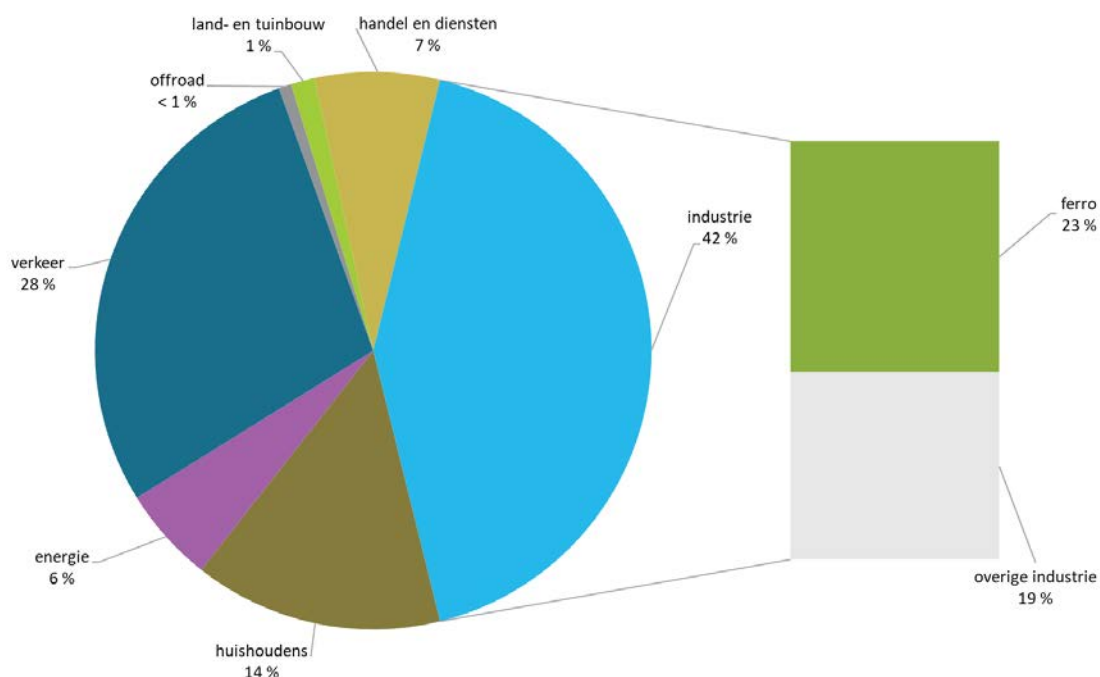
9.2.5 Chroom

9.2.5.1 Aandeel sectoren in emissie 2017

Ferro industrie had grootste aandeel

In 2017 werd er 2.274 kg chroom in de lucht geëmitteerd. De industrie was verantwoordelijk voor 42 % van de emissies. Hiervan was meer dan de helft afkomstig van de ferro-industrie. Verkeer was de tweede grootste bron vooral door de niet-uitlaat emissies van wegverkeer. De slijtage van de remmen zorgen hierbij voor het grootste aandeel.

Figuur 9.9: Aandeel van de sectoren in de chroomemissies in 2017 (%)



9.2.5.2 Trend chroomemissie tussen 2000 en 2017

Emissie gehalveerd

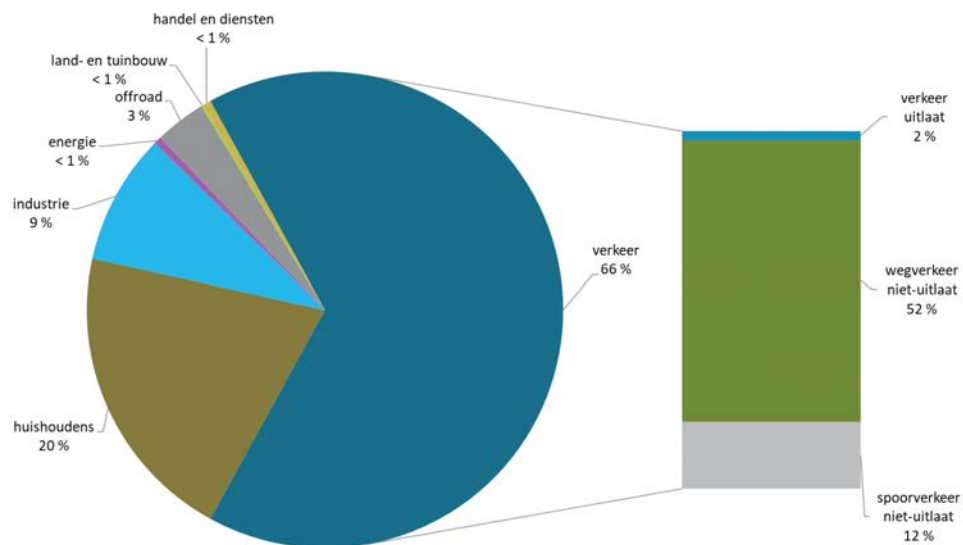
De chroomemissie daalde tussen 2000 en 2017 met 53 %. Dit was grotendeels te danken aan de inspanningen van de industrie, en meer bepaald van de ferro-industrie. Ook de emissies van de energiesector namen sterk af doordat de raffinaderijen minder stookolie verbruikten.

Figuur 9.10 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

The chart illustrates the trend of CO2 emissions in the Netherlands from 2000 to 2017. The total emissions (light blue area) show a general downward trend, starting at approximately 4,900 kg in 2000 and ending at about 2,300 kg in 2017. The industrial sector (blue line) is the largest contributor, starting at over 2,500 kg and ending at around 1,000 kg. The transport sector (dark blue line) shows a steady increase from about 500 kg to 600 kg. The energy sector (purple line) shows a significant decrease from about 1,900 kg to 200 kg. The households sector (brown line) shows a slight increase from about 300 kg to 400 kg. The off-road sector (grey line) shows a slight increase from about 100 kg to 200 kg. The agriculture and horticulture sector (green line) shows a slight decrease from about 400 kg to 300 kg. The trade and services sector (yellow line) shows a slight increase from about 200 kg to 300 kg.

Year	Industrie	Verkeer	Energie	Huishoudens	Offroad	Land- en tuinbouw	Handel en diensten	Totale emissie
2000	2600	500	1900	300	100	400	200	4900
2005	2500	550	1500	350	150	400	1000	3600
2010	2900	600	300	400	150	100	600	3000
2015	2600	650	200	450	200	50	500	2600
2017	1000	600	200	400	200	300	300	2300

Figuur 9.11: Aandeel sectoren in de koperemissies in 2017 (%)



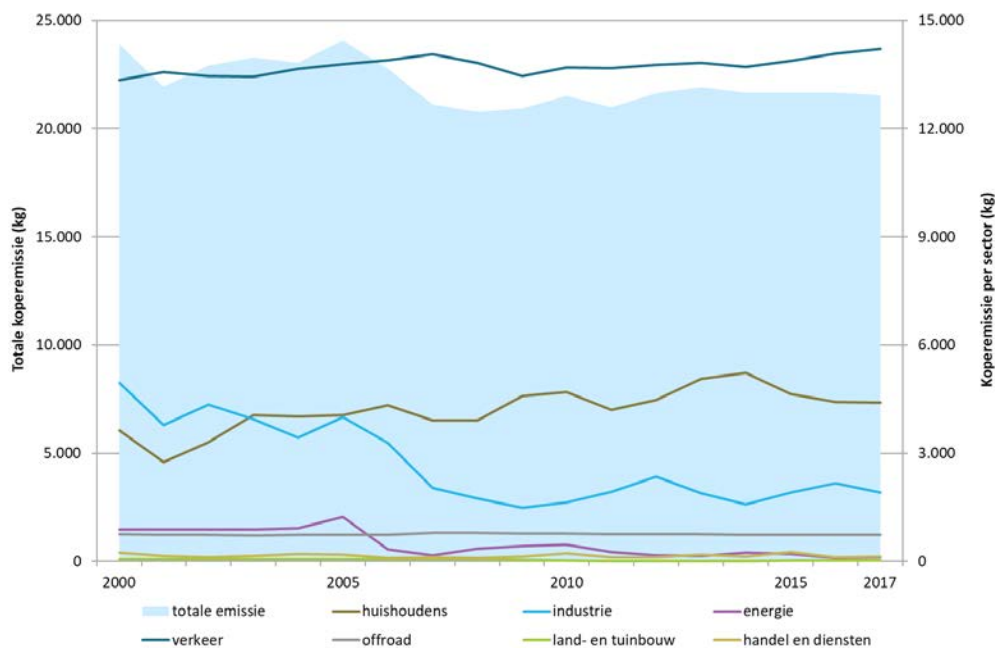
9.2.6.2 Trend koperemissie tussen 2000 en 2017

Emissie bleef stabiel

De emissie van koper is slechts licht gedaald tussen 2000 en 2017, van 23.900 kg in 2000 naar 21.526 kg in 2017. Deze daling was te wijten aan een daling in de industriële sector, meer bepaald in de non-ferro sector. Het aandeel van verkeer, meer bepaald de niet-uitlaatemissie van remmen en bovenleidingen, is in alle jaren overheersend. Deze emissies blijven stabiel in de tijd.

Figuur 9.12 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 9.12: Trend koperemissies tussen 2000 en 2017 (kg)



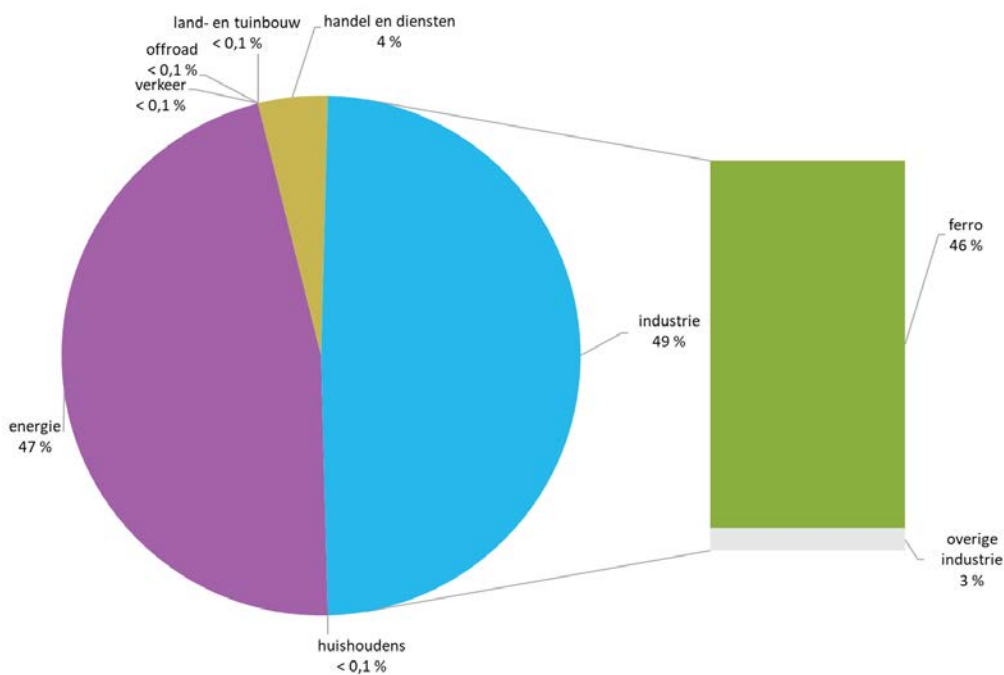
9.2.7 Mangaan

9.2.7.1 Aandeel sectoren in emissie 2017

Ferro industrie had grootste aandeel

In 2017 werd er 1.762 kg mangaan in de lucht geëmitteerd. De industrie was verantwoordelijk voor 49 % van de emissies met de ferro-industrie als voornaamste bron. De energiesector was goed voor 47 % van de totale emissies. Dit was volledig afkomstig van de elektriciteitscentrales.

Figuur 9.13: Aandeel sectoren in de mangaanemissies in 2017 (%)



9.2.7.2 Trend mangaanemissie tussen 2000 en 2017

Emissie daalde sterk

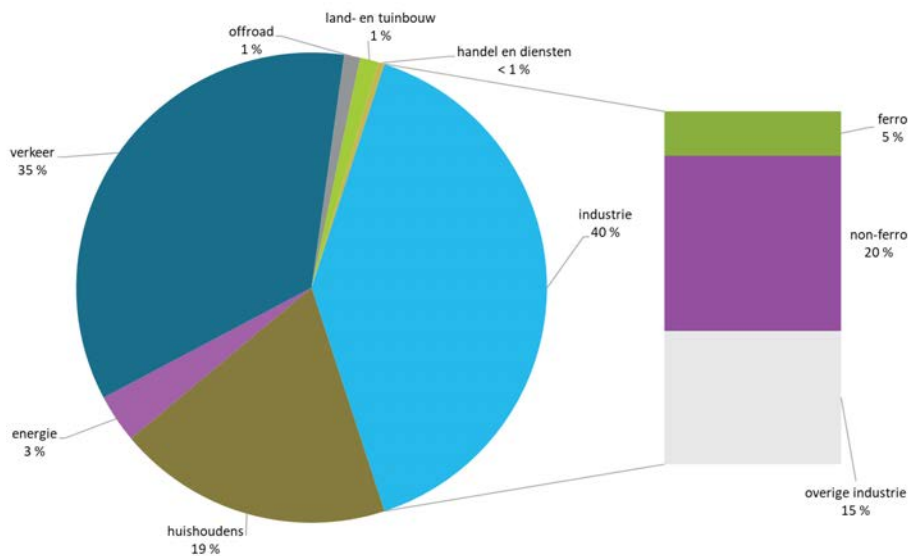
Dit was grotendeels te danken aan de industriële sector. De ferro-industrie nam ingrijpende maatregelen om de emissies te beperken. De energiesector kende een daling van de emissies tot 2012. Vanaf 2013 is er terug een stijging merkbaar bij de elektriciteitscentrales.

Figuur 9.14 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

The chart displays CO2 emissions in kilograms from 2000 to 2017. The left Y-axis measures the total emissions (0 to 6,000 kg), while the right Y-axis measures emissions per sector (0 to 4,200 kg). The X-axis represents the years. The total emissions (light blue area) peaked in 2002 at approximately 5,000 kg and then generally declined, with some fluctuations, to about 1,800 kg by 2017. The industrial sector (blue line) was the largest contributor, peaking at around 3,800 kg in 2002. The energy sector (purple line) showed a significant increase starting around 2012, reaching about 1,200 kg by 2017. Other sectors like transport, off-road, agriculture, and trade/services show much lower emissions, generally below 500 kg.

Jaar	Totale emissie (kg)	Industrie (kg)	Energie (kg)	Verkeer (kg)	Offroad (kg)	Land- en tuinbouw (kg)	Handel en diensten (kg)
2000	3,500	2,100	1,000	200	100	50	100
2002	5,000	3,800	1,000	200	100	50	100
2005	2,500	1,800	1,000	200	100	50	100
2008	1,500	1,200	200	200	100	50	100
2010	1,800	1,500	200	200	100	50	100
2012	2,200	1,600	200	200	100	50	100
2015	1,800	1,200	1,200	200	100	50	100
2017	1,800	1,200	1,200	200	100	50	100

Figuur 9.15: Aandeel van de verschillende sectoren in de zinkemissies in 2017 (%)



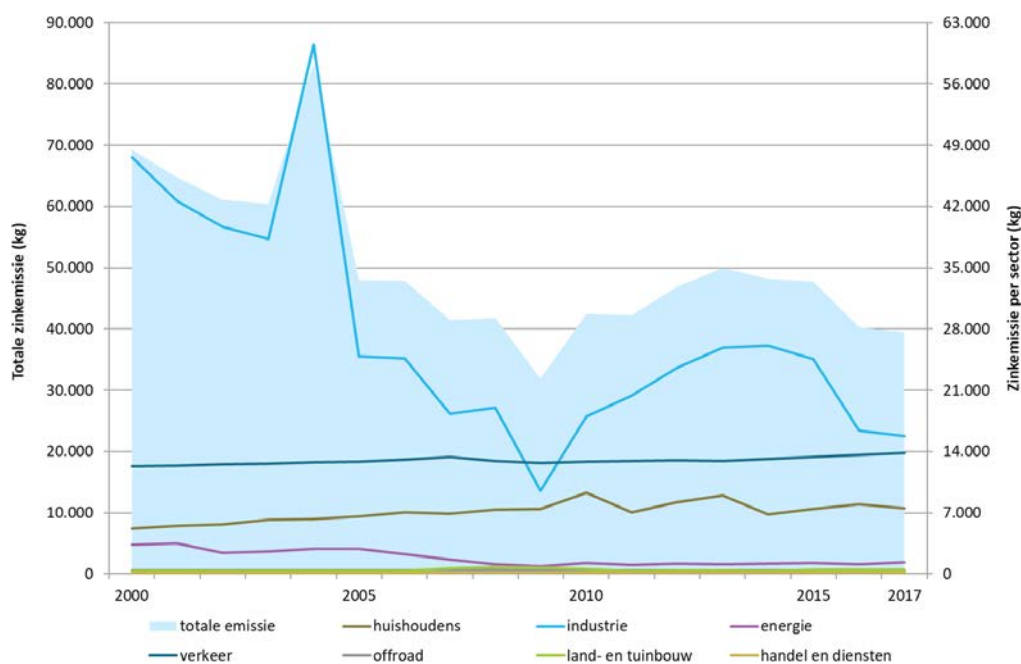
9.2.8.2 Trend zinkemissie tussen 2000 en 2017

Dalende trend

Tussen 2000 en 2017 daalde de zinkemissie met 43 %. Deze daling was te danken aan de emissiereducerende inspanningen van de industrie. In 2004 was er nog een hoge emissie bij de ferronijverheid. In 2005 werd hier een secundaire ontstoffer geplaatst waardoor de emissies sterk daalden.

Figuur 9.16 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 9.16: Trend zinkemissies tussen 2000 en 2017 (kg)



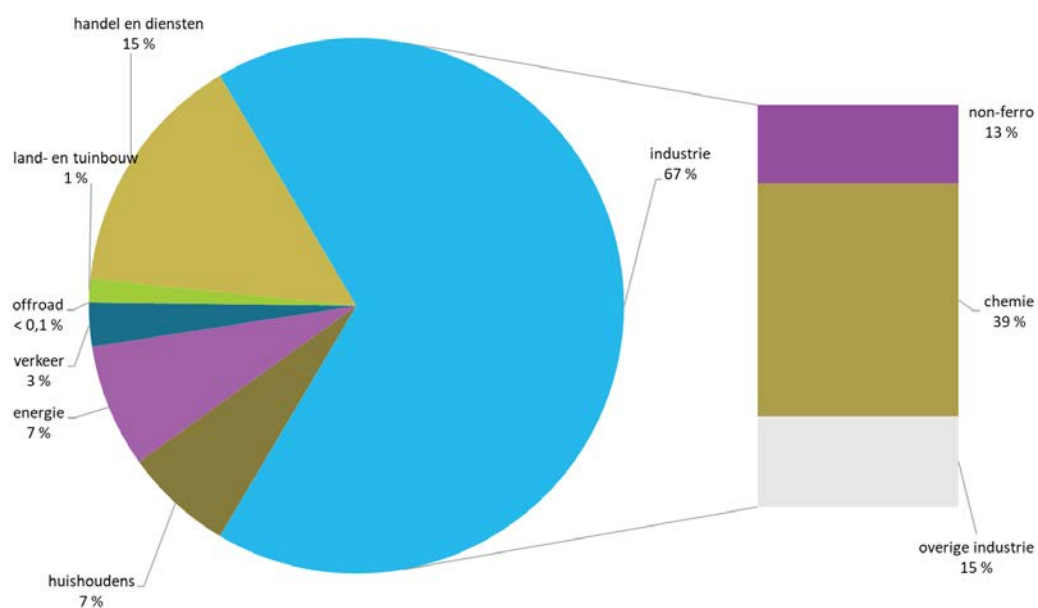
9.2.9 Kwik

9.2.9.1 Aandeel sectoren in emissie 2017

Chemische sector had grootste aandeel

In 2017 werd er 533 kg kwik in de lucht geëmitteerd. De emissie was vooral afkomstig van de industrie (67 %) met de chemische sector als grootste bron. De sector handel en diensten was goed voor 15 % van de emissies. Deze waren vooral afkomstig van afvalverwerking.

Figuur 9.17: Aandeel van de sectoren in de kwikemissies in 2017 (%)



9.2.9.2 Trend kwikemissie tussen 2000 en 2017

Sterke daling vanaf 2005

Tussen 2002 en 2004 waren de waarden van de energiesector heel hoog. Deze waarden waren afkomstig van de verbranding van kolen in drie elektriciteitscentrales. De berekening van deze emissies gebeurde met de maximale detectielimiet waardoor deze als maximale waarde zijn ingeschat en mogelijk in werkelijkheid lager liggen. Vanaf 2005 is de verbranding van kolen fel gedaald om vanaf 2010 helemaal te stoppen.

De emissies van de industrie vertonen een gestage daling. Deze daling situeerde zich vooral binnen de ferro-industrie die extra maatregelen nam om de emissies te reduceren.

Figuur 9.18 toont de trend van de totale emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

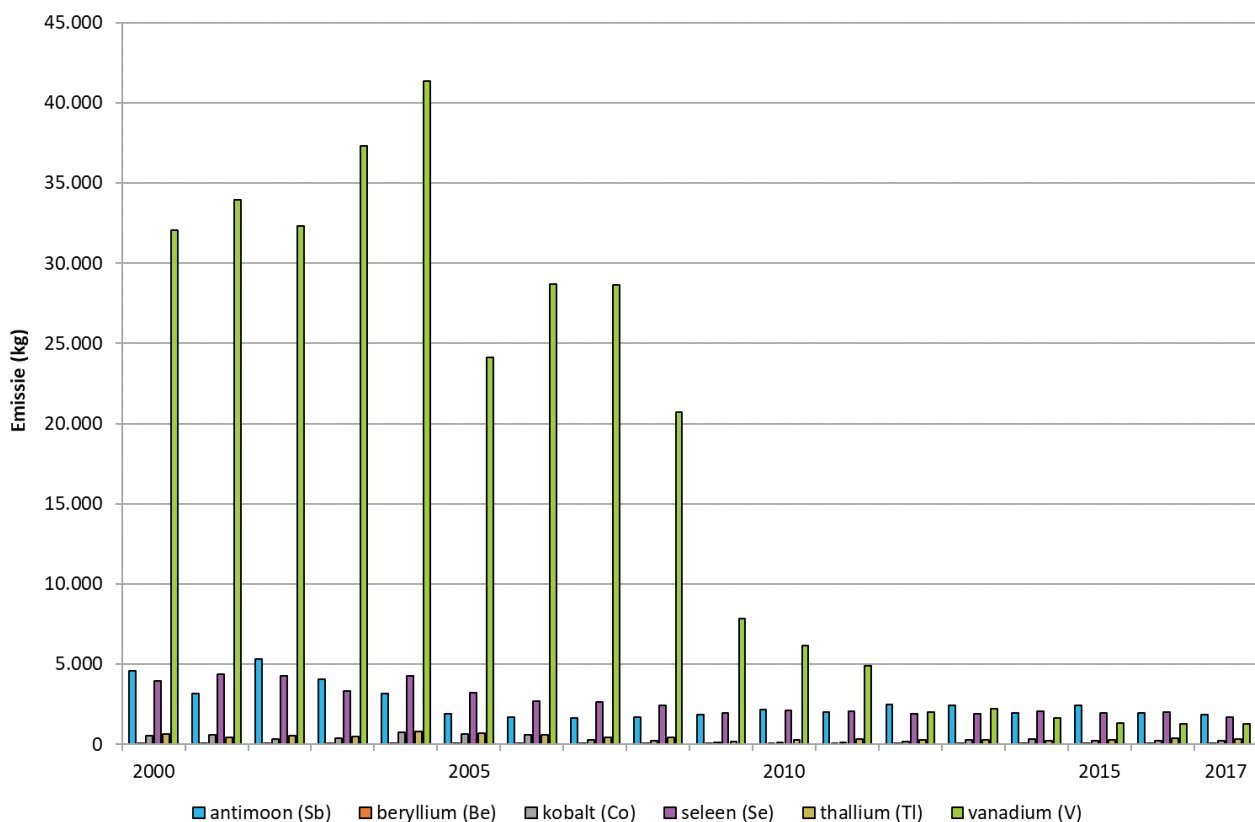
The chart illustrates the trend of CO2 emissions in the Netherlands from 2000 to 2017. The total emissions, represented by the light blue area, peaked in 2003 at approximately 2,300 kg and then showed a general downward trend, reaching about 1,000 kg by 2017. The energy sector (purple line) was the largest contributor to total emissions until 2005, after which it dropped significantly. The industry sector (teal line) became the largest contributor after 2005. Other sectors like households (brown), trade and services (yellow), and transport (dark blue) contributed smaller, relatively stable amounts of emissions throughout the period.

Jaar	totale emissie (kg)	huishoudens (kg)	industrie (kg)	energie (kg)	verkeer (kg)	offroad (kg)	land- en tuinbouw (kg)	handel en diensten (kg)
2000	1,500	100	1,000	1,000	50	10	10	50
2003	2,300	100	1,000	1,200	50	10	10	50
2005	1,000	100	1,000	200	50	10	10	50
2010	700	100	600	50	50	10	10	100
2017	1,000	100	600	50	50	10	10	100

De VMM inventariseert ook antimoon (Sb), beryllium (Be), kobalt (Co), seleen (Se), thallium (Tl) en vanadium (V). We bespreken de emissies van deze zware metalen samen omdat deze minder belangrijk zijn voor internationale rapporteringen.

[illegible]

Figuur 9.19: Trend totale emissies van Sb, Be, Se, Tl en V (kg)



9.3 Zware metalen in de omgevingslucht – concentraties in fijn stof (PM₁₀-stof)

De meeste metingen worden uitgevoerd in regio's met een gekende industriële bron. Gedetailleerde informatie over de luchtverontreiniging in de omgeving van deze *hotspot* gebieden is te vinden in de rapporten van Genk²⁸, Beerse²⁹ en Hoboken³⁰. Elk jaar wordt een rapport van één *hotspot* regio opgemaakt. In het najaar van 2019 zal het rapport over de regio Hoboken gepubliceerd worden.

De resultaten van 2018 kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

²⁸ Vlaamse Milieumaatschappij (2017), *Luchtkwaliteit in Genk 2014-2016* – <https://www.vmm.be/lucht/publicaties-lucht>

²⁹ Vlaamse Milieumaatschappij (2018), *Luchtkwaliteit in Beerse 2014-2017* – <https://www.vmm.be/lucht/publicaties-lucht>

³⁰ Vlaamse Milieumaatschappij (2019), *Luchtkwaliteit in Hoboken 2016-2018* – <https://www.vmm.be/lucht/publicaties-lucht>

9.3.1.1 Via metingen

In 2018 respecteerden de gemeten waarden:

- de Europese grenswaarde en de WGO-advieswaarde voor lood;
- de VLAREM II-grenswaarde, de Europese streefwaarde en de WGO-advieswaarde voor cadmium;
- de Europese streefwaarde voor nikkel;
- de WGO-advieswaarden voor kwik en mangaan.

Er was in 2018 enkel een overschrijding van de Europese streefwaarde voor arseen op twee van de drie meetplaatsen in de regio Hoboken, zie Tabel 9.1.

Tabel 9.1: Meetplaatsen met overschrijdingen van de Europese streefwaarden voor zware metalen in PM₁₀-stof in 2018

	Gemeente	Meetplaats	Jaargemiddelde (ng/m³)
Europese streefwaarde			
Arseen	Hoboken	HB17	17
		HB23	12

9.3.1.2 Via modellering

Het model schat dat er te hoge arseenconcentraties zijn in Hoboken in een gebied van 0,47 km². De arseenverontreiniging spreidt zich uit over een gebied zowel ten westen, ten noorden als ten oosten van Umicore.

Tabel 9.2: Resultaten modellering in 2018

Regio	Polluent	Streefwaarde (ng/m³)	Oppervlakte overschrijdingszone (km²)	Aantal inwoners in deze zone
Hoboken	As	6	0,47	958

De cijfers werden ingeschat met het IFDM-EMIAD-model. We tonen enkel de modelberekeningen indien de meting een overschrijding aangaf.

Figuur 9.20 geeft een grafische voorstelling van de overschrijdingszones bekomen via modelberekeningen.

[illegible]

Arseen 2018 (ng/m³)

Color	Range (ng/m ³)
Dark Blue	0,57 - 1
Light Blue	1 - 3
Green	3 - 4
Yellow	4 - 5
Orange	5 - 6
Red	6 - 43

* Meetplaats

0 1000 2000 m

Algemene informatie over de grafieken

- Hoboken (non-ferro-industrie): HB23 voor alle parameters behalve Cd (HB17);
- Beerse (non-ferro-industrie): BE01 voor alle parameters behalve Sb (BE02);
- Genk (ferro-industrie): GK02 (stopgezet op 31/12/2013) en GK11 (vanaf 2010);
- Zelzate (industrie): R750;
- Gent (stedelijke omgeving): GN05;
- Borgerhout-straatkant (stedelijke omgeving): R802;
- Koksijde (achtergrond): KK01.

De stijging in het najaar van 2007 voor alle parameters op meetplaats BE01 in Beerse was gedeeltelijk een gevolg van de verplaatsing van deze meetplaats. Hoewel de afstand tussen beide meetplaatsen vrij klein was, ligt de nieuwe meetplaats meer in overheersende windrichting van het bedrijf, met hogere meetwaarden tot gevolg.

In 2007 en 2008 werd in Koksijde de TSP-fractie (*Total Suspended Particulate*) bepaald en niet de PM₁₀-fractie. Hierdoor is er voor deze jaren een onderbreking in de trendgrafiek.

De VMM voerde tot en met 2016 de analyses van de stalen uit met 3D-ED-XRF. Deze methode verschilt van de Europese referentiemethode, die een microgolfontsluiting en analyse met ICP-MS voorschrijft. Vanaf 2017 voert de VMM alle metaalanalyses uit volgens de Europese referentiemethode.

9.3.2.1 Lood

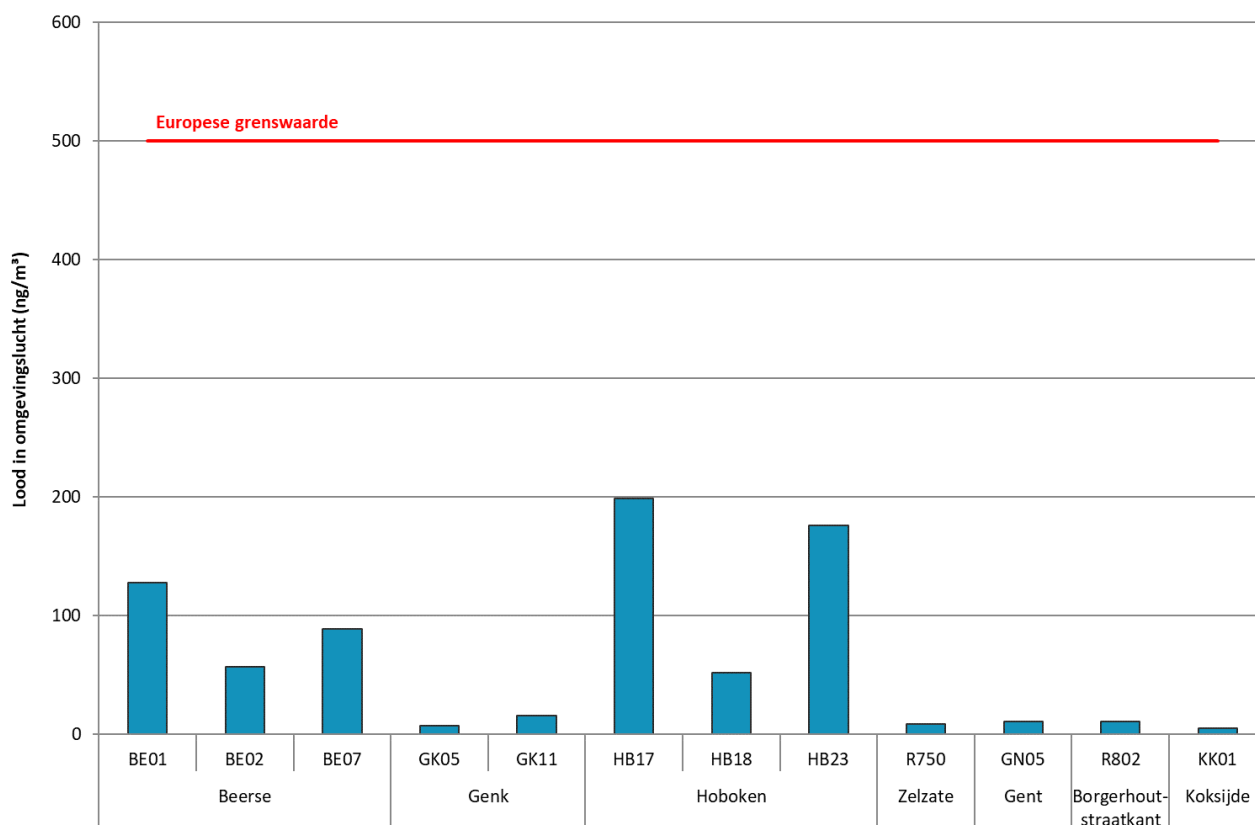
Loodconcentraties hoogst in Hoboken

Op alle meetplaatsen lag het jaargemiddelde onder de Europese grenswaarde. De hoogste loodconcentratie mat de VMM in Hoboken, nabij Umicore op de meetplaats HB17. De concentratie daalt als de afstand tot het bedrijf toeneemt. De invloed van de loodraffinaderij en de hoogoven zijn zichtbaar in de metingen.

Ook in Beerse mat de VMM verhoogde loodconcentraties; de jaargemiddelden waren het hoogst op de meetplaatsen in de omgeving van Metallo (BE01 en BE07) en lager nabij Campine (BE02).

Op de andere meetplaatsen waren de jaargemiddelden voor lood minstens een factor 10 lager dan in Hoboken.

Figuur 9.21: Jaargemiddelden voor lood in PM₁₀-stof in Vlaanderen, 2018 (ng/m³)



Trend daalt

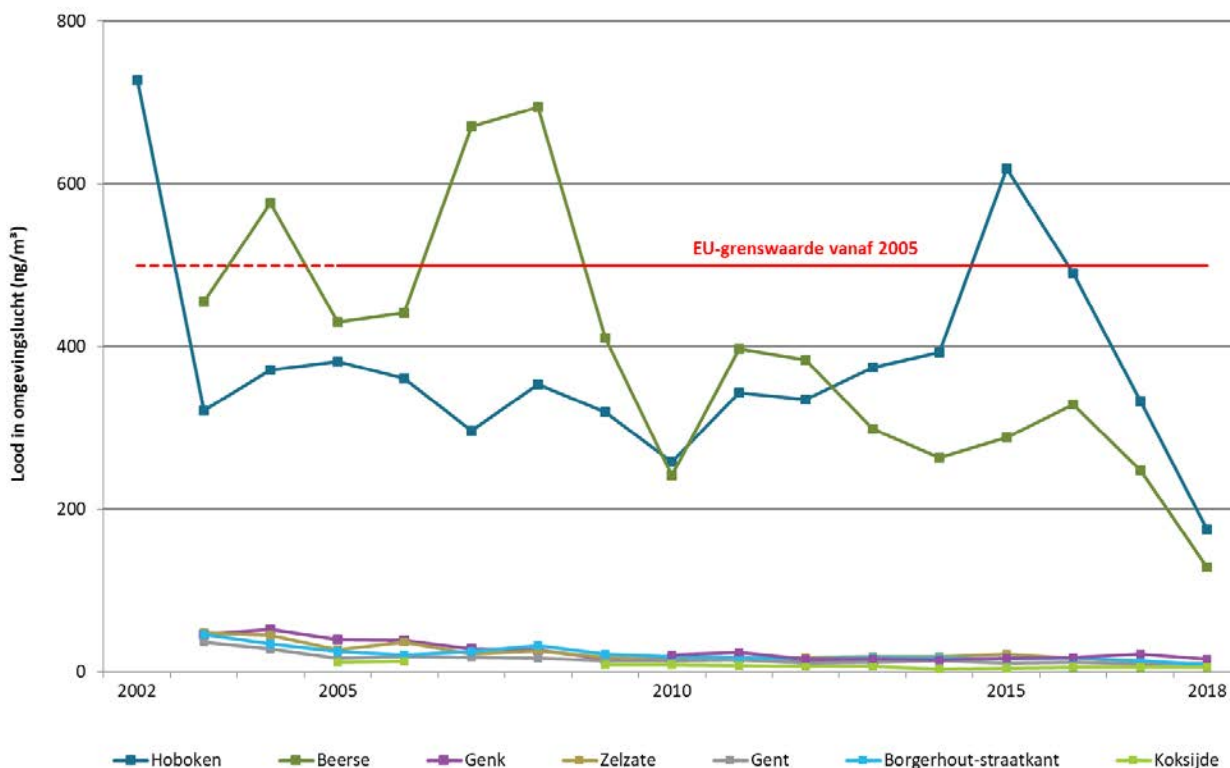
In Hoboken was er in 2003 een duidelijke daling. Tot 2010 bleven de loodconcentraties van dezelfde grootteorde. Vanaf 2011 was er opnieuw een stijgende trend met een overschrijding van de Europese grenswaarde in 2015 op de meetplaats HB23. De sterke stijging in 2015 werd mede veroorzaakt door een aantal wijzigingen in de loodraffinaderij. In 2016 daalde de concentratie en evenaarde het jaargemiddelde de Europese grenswaarde voor lood. In 2017 en 2018 zette deze daling zich verder en lag het jaargemiddelde ruim onder deze grenswaarde.

In Beerse was er een overschrijding van de Europese grenswaarde in 2007 en 2008. Door maatregelen genomen door Metallo trad er in 2009 een sterke daling op en zakte de concentratie tot onder de Europese grenswaarde. Vanaf 2011 is er een dalende trend.

De daling in Hoboken en Beerse in 2018 was enerzijds een gevolg van de maatregelen genomen door de bedrijven; anderzijds kwam de wind in 2018 meer dan gemiddeld uit noordoostelijke richting waardoor de emissies van de bedrijven niet gemeten werden door de VMM-meetposten die ten noordoosten van de bedrijven zijn opgesteld.

Op de andere meetplaatsen in Vlaanderen waren de loodconcentraties laag en is er sinds de start van de metingen een dalende trend, zie Figuur 9.22.

Figuur 9.22: Evolutie van lood in PM₁₀-stof in Vlaanderen, 2002-2018 (ng/m³)



Overschrijding Europese streefwaarde op twee meetplaatsen in Hoboken

Op de andere meetplaatsen waren de jaargemiddelden minstens een factor 15 lager in vergelijking met de hoogst gemeten concentraties in Hoboken, zie Figuur 9.23.

Location	Sample ID	Arsenic Concentration (ng/m³)
Beerse	BE01	~3.0
	BE02	~1.0
	BE07	~3.0
Genk	GK05	~0.8
	GK11	~1.0
Hoboken	HB17	~17.0
	HB18	~4.0
	HB23	~12.0
Zelzate	R750	~0.5
Gent	GN05	~0.5
Borgerhout	R802	~1.0
Koksijde	KK01	~0.5

In Hoboken kent het verloop van het arseengemiddelde geen regelmatig patroon. De schommelingen tussen 2003 en 2011 waren hoogstwaarschijnlijk een gevolg van een minder goede werking van de gaszuiveringsapparatuur van de convertor bij Umicore. Tussen 2003 en 2018 was er globaal gezien een daling van de arseenconcentraties. De jaargemiddelden van arseen liggen sinds de start van de metingen boven de Europese streefwaarde op de meetplaats HB23.

In Beerse was er vanaf 2007 een dalende trend. In 2010 daalde het arseengemiddelde voor het eerst onder de Europese streefwaarde die vanaf 2012 geldt. Ook in 2017 en 2018 lag het jaargemiddelde onder deze streefwaarde.

In de stedelijke omgeving van Borgerhout was de arseenconcentratie in de periode 2005-2008 iets hoger dan in de stedelijke omgeving van Gent. Die licht hogere concentraties waren een gevolg van de arseenemissies van Umicore in Hoboken. Er is in Borgerhout wel een dalende trend doorheen de tijd.

Op de andere meetplaatsen waren de arseengemiddelden laag en bleven ze van dezelfde grootteorde doorheen de tijd. De daling voor deze locaties in 2005 is een gevolg van een wijziging in de analysemethode, zie Figuur 9.24.

Arseen in omgevingslucht (ng/m³)

EU-streefwaarde vanaf 31/12/2012

Jaar	Hoboken	Beerse	Genk	Zelzate	Gent	Borgerhout-straatkant	Koksijde
2002	32	-	-	-	-	-	-
2003	70	19	-	-	-	-	-
2004	65	21	-	-	-	-	-
2005	45	16	-	-	-	-	-
2006	64	21	-	-	-	-	-
2007	49	23	-	-	-	-	-
2008	48	15	-	-	-	-	-
2009	58	7	-	-	-	-	-
2010	44	5	-	-	-	-	-
2011	41	8	-	-	-	-	-
2012	37	6	-	-	-	-	-
2013	38	5	-	-	-	-	-
2014	25	4	-	-	-	-	-
2015	28	5	-	-	-	-	-
2016	27	8	-	-	-	-	-
2017	23	5	-	-	-	-	-
2018	12	3	-	-	-	-	-

Legend: Hoboken, Beerse, Genk, Zelzate, Gent, Borgerhout-straatkant, Koksijde

Streefwaarde cadmium gerespecteerd op alle meetplaatsen

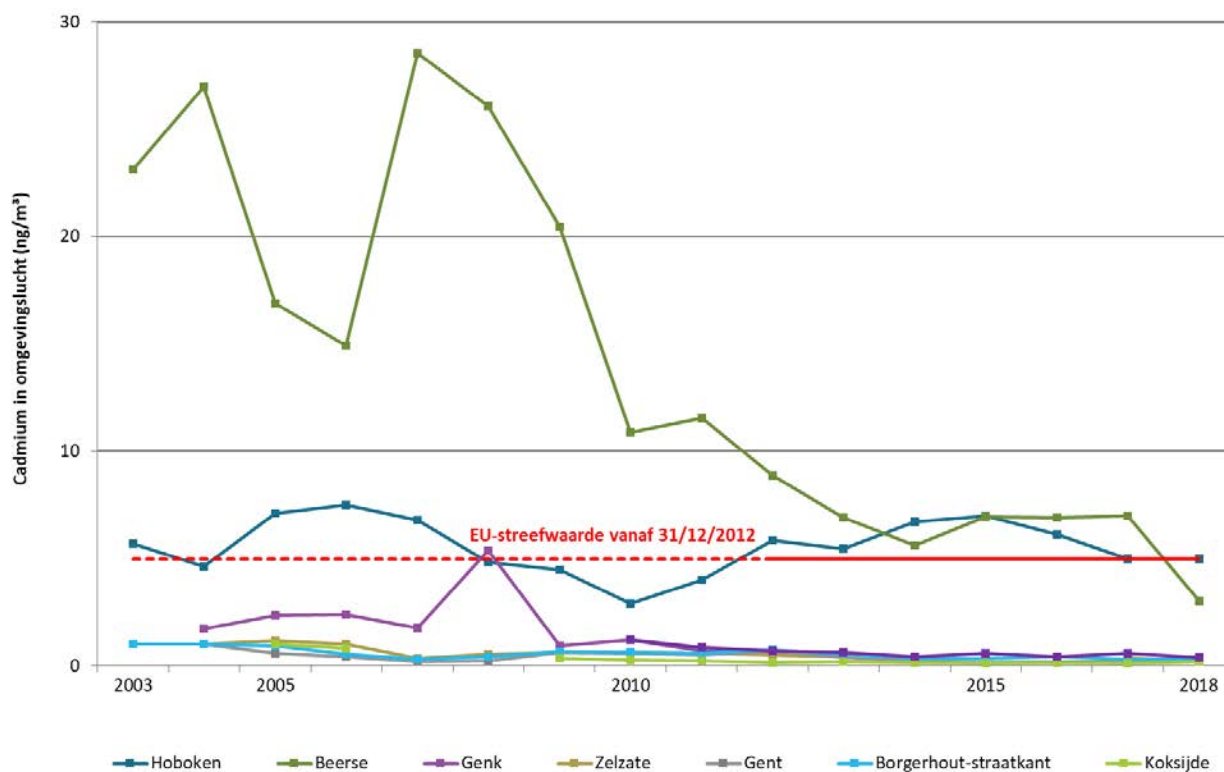
Op de andere meetplaatsen waren de jaargemiddelden voor cadmium minstens een factor 10 lager, zie Figuur 9.25.

Location	Cadmium (ng/m³)
BE01	3.0
BE02	0.3
BE07	2.0
GK05	0.2
GK11	0.4
HB17	5.0
HB18	1.0
HB23	3.0
R750	0.2
GN05	0.2
R802	0.3
KK01	0.2

In Beerse dalen de cadmiumconcentraties vanaf 2008. Tussen 2015 en 2017 bleef het gemiddelde stabiel en hoger dan de Europese streefwaarde. Eind 2018 daalde het jaargemiddelde voor cadmium voor het eerst tot onder deze streefwaarde. In Hoboken variëren de cadmiumconcentraties minder sterk. Tussen 2010 en 2015 was er een stijgende trend. De laatste vijf jaar schommelen de concentraties rond de Europese streefwaarde. In 2017 en 2018 werd de streefwaarde in deze regio gehaald op alle meetplaatsen.

Op de andere meetplaatsen waren de cadmiumconcentraties laag en bleven ze stabiel doorheen de tijd, zie Figuur 9.26.

Figuur 9.26: Evolutie van cadmium in PM₁₀-stof in Vlaanderen, 2003-2018 (ng/m³)



9.3.2.4 Nikkel

Europese streefwaarde werd in 2018 op alle meetplaatsen gehaald

Het hoogste jaargemiddelde mat de VMM in de regio Genk op een meetplaats nabij Aperam. In Hoboken en Beerse waren de nikkelconcentraties verhoogd maar een factor 3 lager dan op deze meetplaats.

Op de andere meetplaatsen waren de jaargemiddelden voor nikkel circa een factor 10 lager dan in Genk, zie Figuur 9.27.

Nikkel in omgevingslucht (ng/m³)

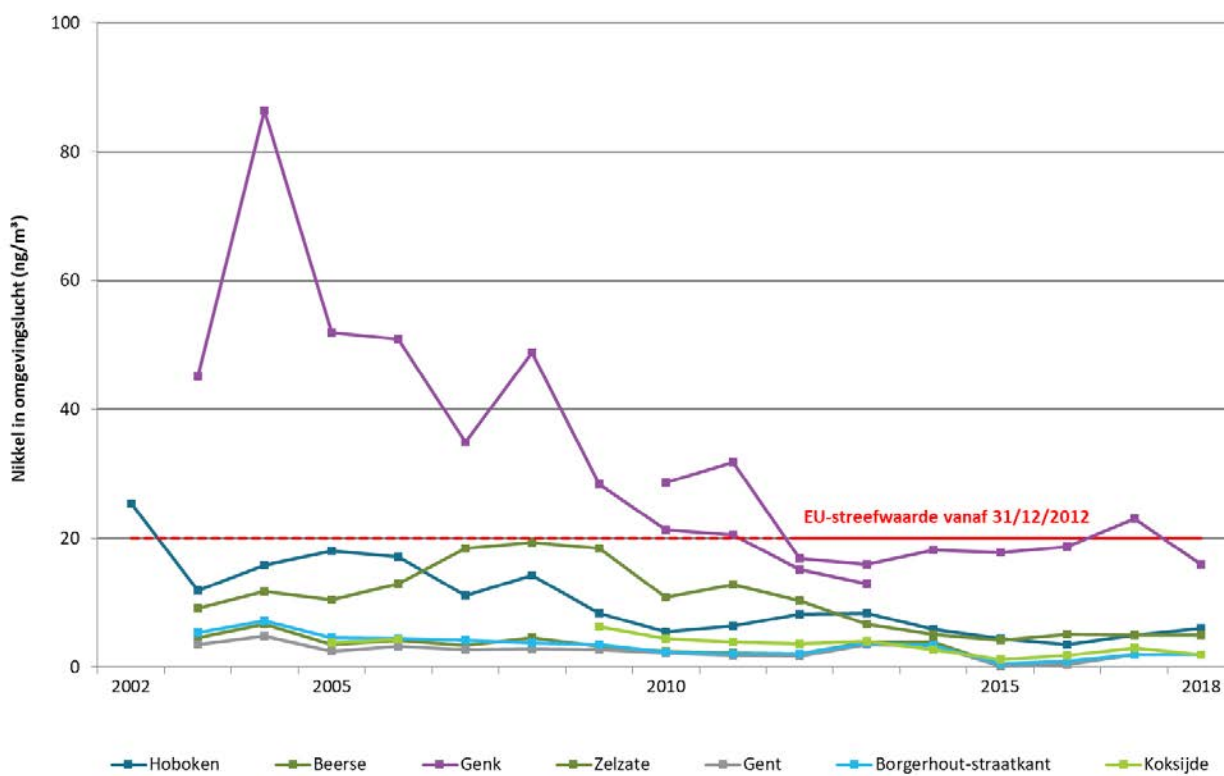
Europese streefwaarde

Locatie	Nikkel (ng/m³)
BE01	5.0
BE02	3.0
BE07	4.0
GK05	6.0
GK11	16.0
HB17	7.0
HB18	4.0
HB23	6.0
R750	2.0
GN05	2.0
R802	2.0
KK01	2.0

Sinds 2004 daalt de nikkelconcentratie op de meetplaats GK02 in Genk. De sterke daling in 2009 volgde uit de saneringsmaatregelen van Aperam en uit de economische crisis met een verminderde productie. Vanaf september 2009 mat de VMM ook de nikkelconcentratie op de meetplaats GK11. Eind 2012 was het nikkelgemiddelde in Genk op beide meetplaatsen lager dan de Europese streefwaarde. De investeringen van Aperam in 2011, namelijk een schouwverhoging en het vervangen van de luchtkoeling door een waterkoeling in de koudwalserij, hebben duidelijk een effect op de nikkelconcentraties in de omgevingslucht. Vanaf 2014 lag het jaargemiddelde net onder de Europese streefwaarde. In 2017 steeg de nikkelconcentratie weer tot boven de Europese streefwaarde, in 2018 was er opnieuw een daling tot onder deze streefwaarde.

[illegible]

Figuur 9.28: Evolutie van nikkel in PM₁₀-stof in Vlaanderen, 2002-2018 (ng/m³)



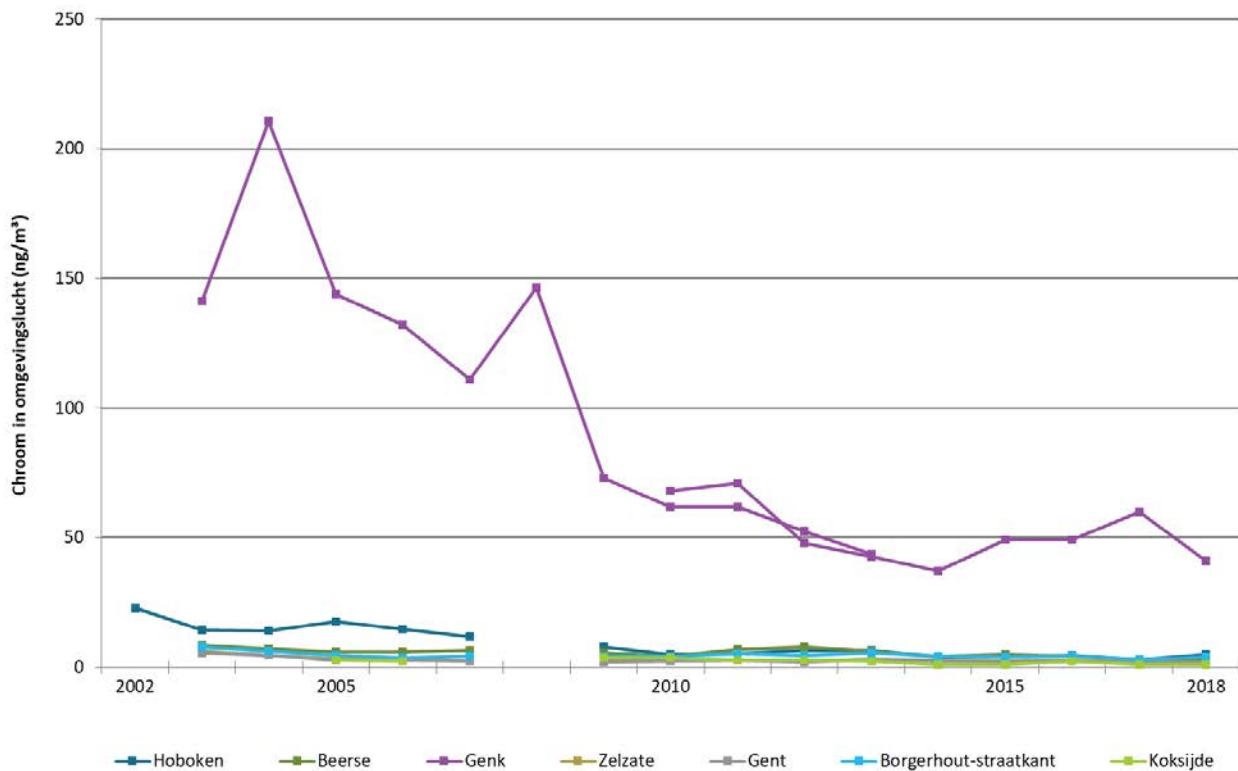
9.3.2.5 Chroom

Hoogste chroomconcentraties in Genk

Deze komen voor in de buurt van Aperam. Tussen 2004 en 2014 was er een daling. De sterke daling in 2009 volgde uit de saneringsmaatregelen van Aperam en uit de economische crisis met een verminderde productie. Vanaf 2014 stegen de concentraties opnieuw, in 2018 keerde deze stijgende trend om. De trend loopt gelijk met deze van nikkel.

Op de andere meetplaatsen in Vlaanderen waren de chroomconcentraties veel lager en bleven deze vergelijkbaar doorheen de tijd. In 2018 werden de laagste chroomconcentraties gemeten in Koksijde. De VMM mat in 2008 enkel chroom in Genk vandaar de onderbreking in de grafiek voor de andere meetplaatsen, zie Figuur 9.29.

Figuur 9.29: Evolutie van chroom in PM₁₀-stof in Vlaanderen, 2002-2018 (ng/m³)



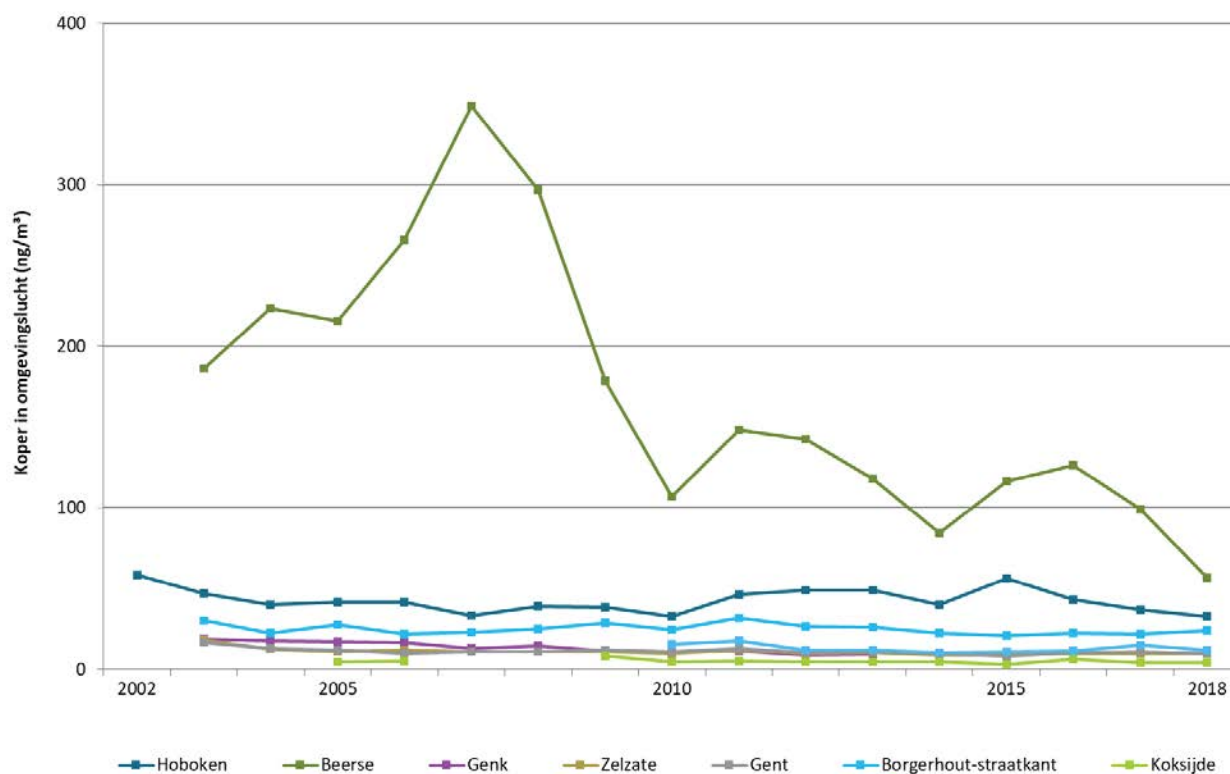
9.3.2.6 Koper

Hoogste koperconcentraties in Beerse

Op de meetplaats nabij Metallo was er een stijgende trend tot 2007, gevolgd door een sterke daling tot in 2010. In de periode 2011-2016 bleven de jaargemiddelden voor koper van dezelfde grootteorde. Vanaf 2016 was er opnieuw een dalende trend.

Op de andere meetplaatsen in Vlaanderen waren de koperconcentraties veel lager en bleven ze doorgaans stabiel doorheen de tijd. In Hoboken was er echter sinds 2010 een stijgende trend; 2015 was een keerpunt, vanaf 2016 was er opnieuw een dalende trend, zie Figuur 9.30.

Figuur 9.30: Evolutie van koper in PM₁₀-stof in Vlaanderen, 2002-2018 (ng/m³)



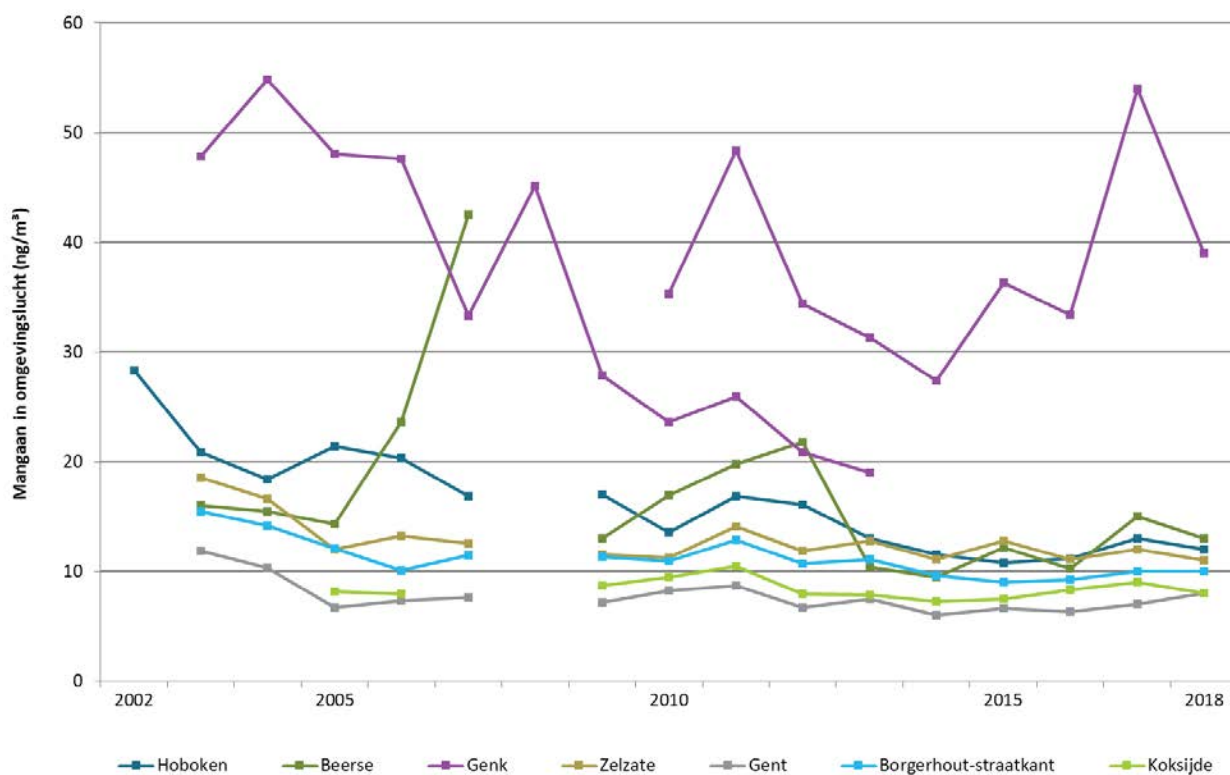
9.3.2.7 Mangaan

Hoogste mangaanconcentraties in Genk

Globaal gezien was er op de meetplaats GK02 een dalende trend tussen 2004 en 2013. De sterke daling in 2009 volgde uit de saneringsmaatregelen van Aperam en uit de economische crisis met een verminderde productie. Sinds 2010 voert de VMM in Genk ook metingen uit op GK11. Na een dalende trend tussen 2011 en 2014, stegen vanaf 2015 de mangaanconcentraties op deze meetplaats. In 2018 mat de VMM opnieuw een lager jaargemiddelde. De VMM mat in 2008 enkel mangaan in Genk, vandaar de onderbreking in de grafiek voor de andere meetplaatsen.

In Beerse was er een sterke stijging in 2006 en 2007, en in de periode 2009-2012. Daarna blijven de mangaanconcentraties stabiel. In Hoboken is er een dalende trend sinds de start van de metingen in 2002. Op de andere meetplaatsen blijven de mangaanconcentraties stabiel doorheen de tijd, zie Figuur 9.31.

Figuur 9.31: Evolutie van mangaan in PM₁₀-stof in Vlaanderen, 2002-2018 (ng/m³)



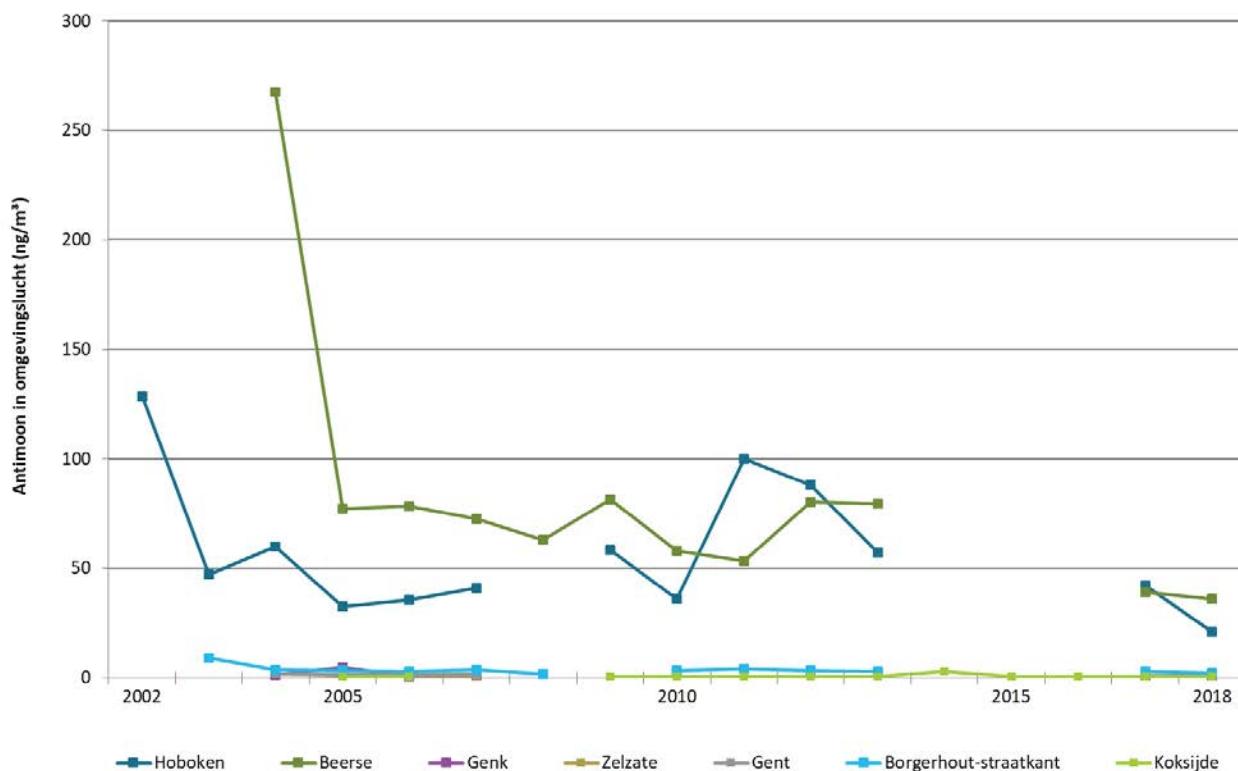
9.3.2.8 Antimoon

Hoogste antimoonconcentraties in Beerse en Hoboken

Antimoon werd tussen 2014 en 2016 enkel gemeten in Koksijde. Vanaf 2017 meet de VMM opnieuw antimoon op alle meetplaatsen.

De hoogste concentraties mat de VMM in 2018 in Beerse rond Campine en in Hoboken. Op de andere meetplaatsen in Vlaanderen waren de jaargemiddelden veel lager en bleven ze stabiel doorheen de tijd, zie Figuur 9.32.

Figuur 9.32: Evolutie van antimoon in PM₁₀-stof in Vlaanderen, 2002-2018 (ng/m³)



9.3.2.9 Zink

Zinkconcentraties dalen in Beerse

De zinkconcentraties fluctueerden in deze regio maar is globaal dalend. Vanaf 2015 blijven de jaargemiddelden in Beerse stabiel, in 2018 trad er opnieuw een daling op. Op de andere meetplaatsen in Vlaanderen waren de zinkconcentraties veel lager en bleven de jaargemiddelden stabiel doorheen de tijd, zie Figuur 9.33.

Zink in omgevingslucht (ng/m³)

Year	Hoboken	Beerse	Genk	Zelzate	Gent	Borgerhout-sraatkant	Koksijde
2002	155	-	-	-	-	-	-
2003	115	550	155	10	10	10	10
2004	120	650	200	10	10	10	10
2005	120	550	170	10	10	10	10
2006	120	500	200	10	10	10	10
2007	110	720	130	10	10	10	10
2008	110	800	155	10	10	10	10
2009	110	450	100	10	10	10	10
2010	100	290	120	10	10	10	10
2011	110	450	145	10	10	10	10
2012	110	445	110	10	10	10	10
2013	110	320	100	10	10	10	10
2014	100	250	80	10	10	10	10
2015	120	300	100	10	10	10	10
2016	110	295	110	10	10	10	10
2017	80	300	120	10	10	10	10
2018	60	150	90	10	10	10	10

Meetplaats	Pb	Cd
VLAREM-grenswaarde	3.000	
VLAREM-richtwaarde	250	20
Hoboken	268	6,1
Beerse	155	1,2

9.4.2 Deposities in Vlaanderen in 2018

Deposities van zware metalen verhoogd rond industriële sites

In Hoboken en Beerse lag de jaargemiddelde totale depositie van lood, cadmium, zink, koper en arseen in 2018 één tot meerdere grootteorden hoger dan in de natuurgebieden Bonheiden en Koksijde. In beide natuurgebieden was het jaargemiddelde van totale depositie vergelijkbaar, behalve voor mangaan en ijzer met hogere meetwaarden in Koksijde.

In Koksijde was het jaargemiddelde van zware metalen in natte depositie lager dan in de totale depositie.

Een overzicht van het jaargemiddelde voor natte en totale depositie per element van alle meetplaatsen in 2018 kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>. De tabel toont het jaargemiddelde voor elke individuele neerslagkruik en ook het VLAREM II-gemiddelde in Hoboken.

9.4.3 Trend van de totale depositie van zware metalen

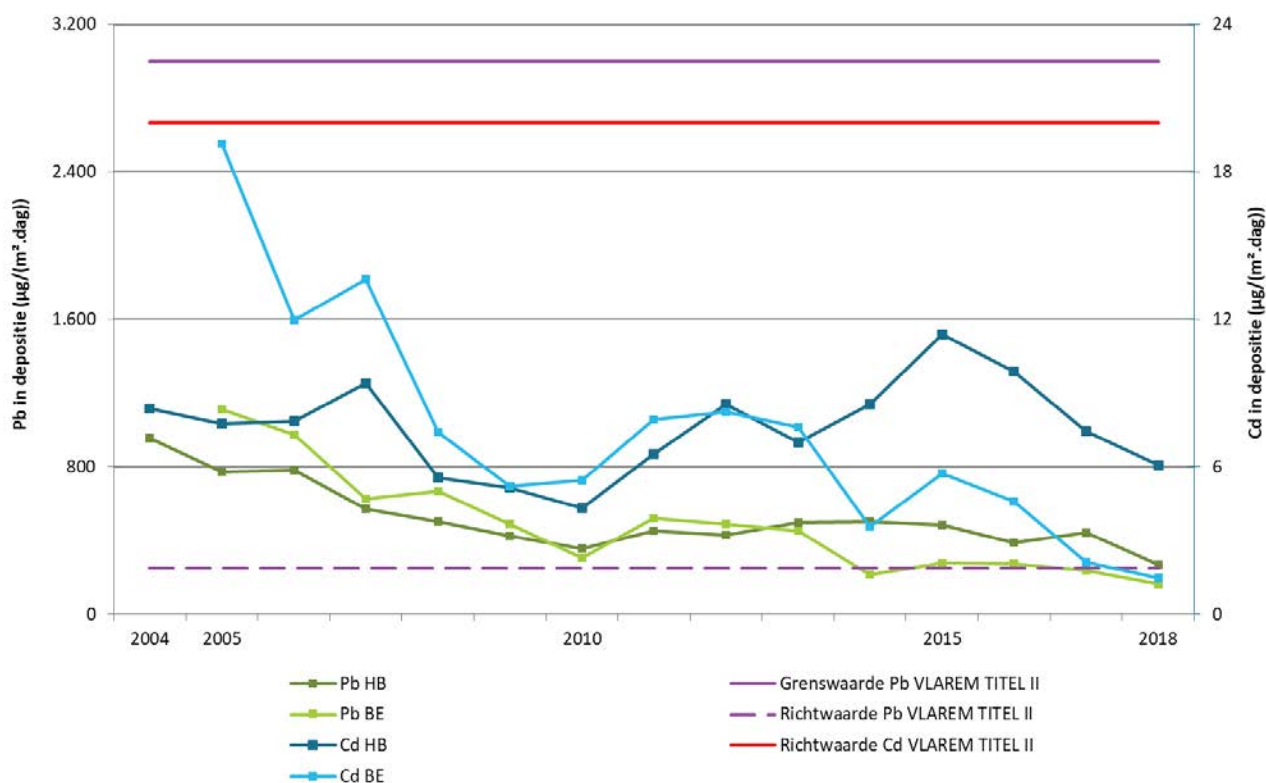
Dalende deposities voor lood

In Beerse was er een globale daling van de lood- en cadmiumdeposities sinds de start van de metingen. In Hoboken daalden de lood- en cadmiumdeposities tussen 2004 en 2010. Voor cadmium volgde daarna een stijging tot 2015; eind 2017 was de cadmiumdepositie vergelijkbaar met de depositie bij de start van de metingen in 2004. De looddeposities blijven sinds 2011 stabiel in Hoboken. In 2018 daalden in deze regio zowel de cadmium- als de looddepositie.

Voor Hoboken is dit het gemiddelde van de vier neerslagkruiken opgesteld volgens de oriënterende meetstrategie van VLAREM II. Voor de regio Beerse toont de figuur voor de periode 2005-2009 het gemiddelde van de drie dichtste neerslagkruiken. Vanaf 2010 werd het gemiddelde berekend op basis van vier neerslagkruiken, opgesteld volgens de oriënterende meetstrategie van VLAREM II. Figuur 9.34 toont de evolutie van de gemiddelde lood- en cadmiumdepositie in Hoboken en Beerse.

[illegible]

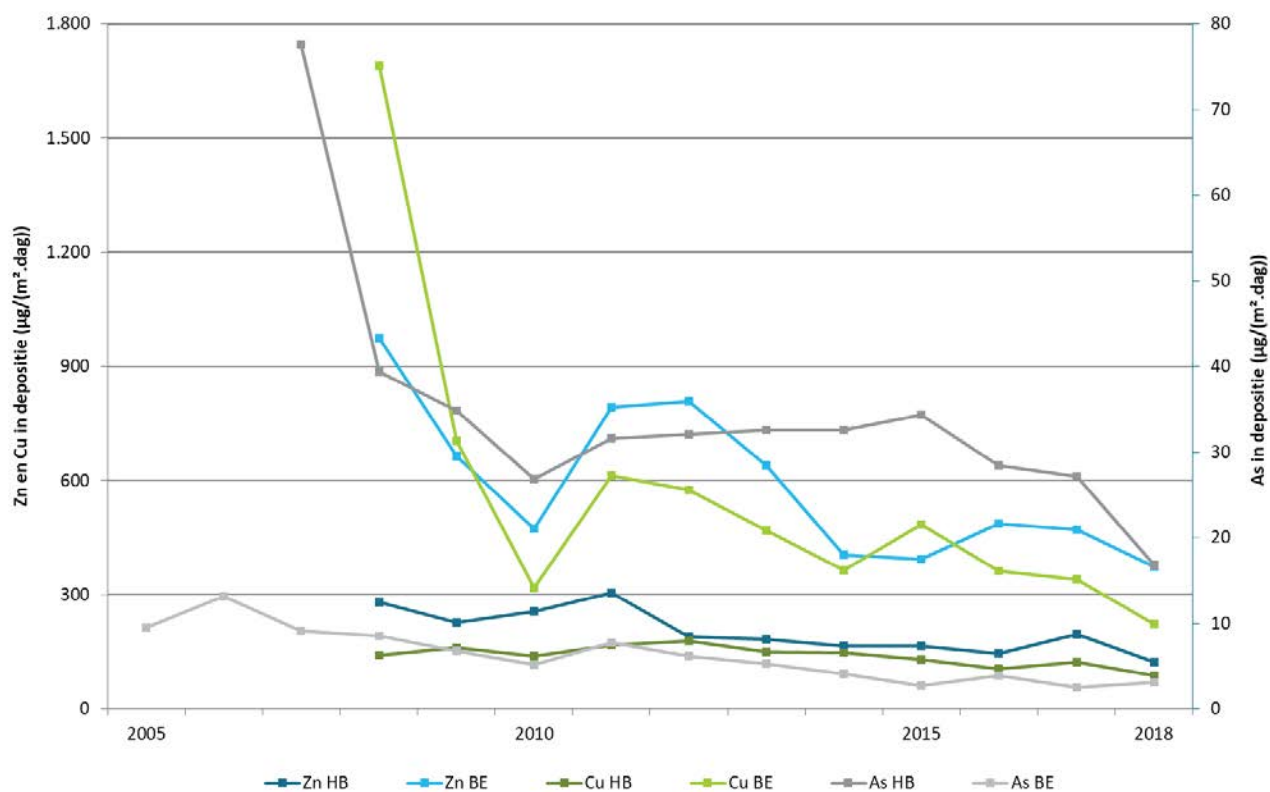
Figuur 9.34: Evolutie lood- en cadmiumdepositie in Hoboken en Beerse, 2004-2018 ($\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{dag})$)



Totale deposities van arseen in Hoboken en van koper in Beerse dalen in de laatste 4 jaar

In Beerse schommelen de koper- en zinkdeposities sterk, de arseendeposities vertoonden veel minder variatie. Sinds de start van de metingen was er globaal gezien een dalende trend. In Hoboken bleven de gemeten zink- en koperdeposities van dezelfde grootteorde. Voor de arseendeposities in Hoboken was er, na een dalende trend tussen 2007 en 2010, een licht stijgende trend tot en met 2015. 2015 is een keerpunt, zie Figuur 9.35.

Figuur 9.35: Evolutie arseen-, koper- en zinkdepositie in Hoboken en Beerse, 2005-2018 ($\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{dag})$)



Natte depositie in achtergrondgebied is laag en stabiel

De natte depositie cadmium is het laagst en varieert weinig tussen 2005 en 2018. De meeste variatie in de jaargemiddelde depositie kwam voor bij de parameters lood, chroom en ijzer, zie Figuur 9.36 en Figuur 9.37.

Year	As (µg/(m².dag))	Cd (µg/(m².dag))	Cr (µg/(m².dag))	Ni (µg/(m².dag))	Pb (µg/(m².dag))
2005	0.65	0.15	0.80	1.15	4.40
2006	0.68	0.12	0.68	1.80	4.80
2007	0.75	0.15	0.75	1.25	3.70
2008	0.50	0.10	1.95	0.95	3.30
2009	0.38	0.10	1.08	1.82	4.55
2010	0.35	0.08	1.10	1.00	2.40
2011	0.25	0.30	0.25	0.95	1.58
2012	0.28	0.15	2.30	1.48	1.90
2013	0.15	0.10	0.25	0.65	6.20
2014	0.12	0.10	0.42	0.75	3.85
2015	0.15	0.15	0.38	0.55	2.32
2016	0.12	0.10	1.10	0.78	2.60
2017	0.15	0.10	0.25	0.50	1.62
2018	0.12	0.10	0.25	0.48	1.35

Line graph showing the annual average deposition of Cu, Fe, Mn, and Zn in the Tiber river basin from 2005 to 2018. The y-axis represents Deposition in $\mu\text{g}/(\text{m}^2.\text{dag})$ from 0 to 140. The x-axis represents years from 2005 to 2018. Fe shows a significant peak around 2014, reaching nearly 140 $\mu\text{g}/(\text{m}^2.\text{dag})$. Cu and Zn show more moderate fluctuations, while Mn remains the lowest throughout the period.

Year	Cu ($\mu\text{g}/(\text{m}^2.\text{dag})$)	Fe ($\mu\text{g}/(\text{m}^2.\text{dag})$)	Mn ($\mu\text{g}/(\text{m}^2.\text{dag})$)	Zn ($\mu\text{g}/(\text{m}^2.\text{dag})$)
2005	7	38	13	25
2006	5	39	12	34
2007	8	25	14	31
2008	13	24	8	36
2009	30	49	7	17
2010	12	32	10	12
2011	13	24	13	19
2012	26	58	15	26
2013	18	98	13	21
2014	32	135	11	16
2015	23	52	13	29
2016	24	34	11	27
2017	7	32	8	20
2018	6	45	7	16

9.5 Conclusions

Vooral industrie en verkeer dragen bij tot emissies van zware metalen in 2017. Trend daalt

De industrie stoot vooral lood, arseen, cadmium, chroom, mangaan, zink en kwik uit. Voor lood, cadmium, chroom en mangaan was de ferrosector de belangrijkste bron, voor arseen en zink was dat de non-ferrosector en voor kwik droeg de chemische sector het meeste bij. Nikkel en koper waren vooral afkomstig van het verkeer: nikkel was afkomstig van scheepvaart, koper van de slijtage van remmen en bovenleidingen.

De uitstoot van heel wat zware metalen daalde. Vooral de industrie en de energiesector leverden inspanningen. De emissies door de overige sectoren bleven ongeveer op hetzelfde niveau.

Arseen en lood in omgevingslucht in de regio Hoboken moeten nog dalen

In 2018 was er een overschrijding voor:

- zware metalen in PM₁₀-stof van:
 - de Europese streefwaarde voor arseen op twee van de drie meetplaatsen in Hoboken;
- zware metalen in depositie van:
 - de VLAREM II-richtwaarde voor lood in Hoboken.

De verontreiniging en de overschrijding van de normen was het meest uitgesproken ten noordoosten van en in de onmiddellijke omgeving van de bron.

Veel zware metalen voldeden wel aan de regelgeving

- voor zware metalen in PM₁₀-stof:
 - de Europese grenswaarde van lood ;
 - de Europese streefwaarde van cadmium en nikkel;
 - de VLAREM II-grenswaarde voor cadmium;
 - de WGO-advieswaarden van kwik en mangaan.
- voor zware metalen in depositie:
 - de VLAREM II-grenswaarde voor lood;
 - de VLAREM II-richtwaarde voor cadmium.

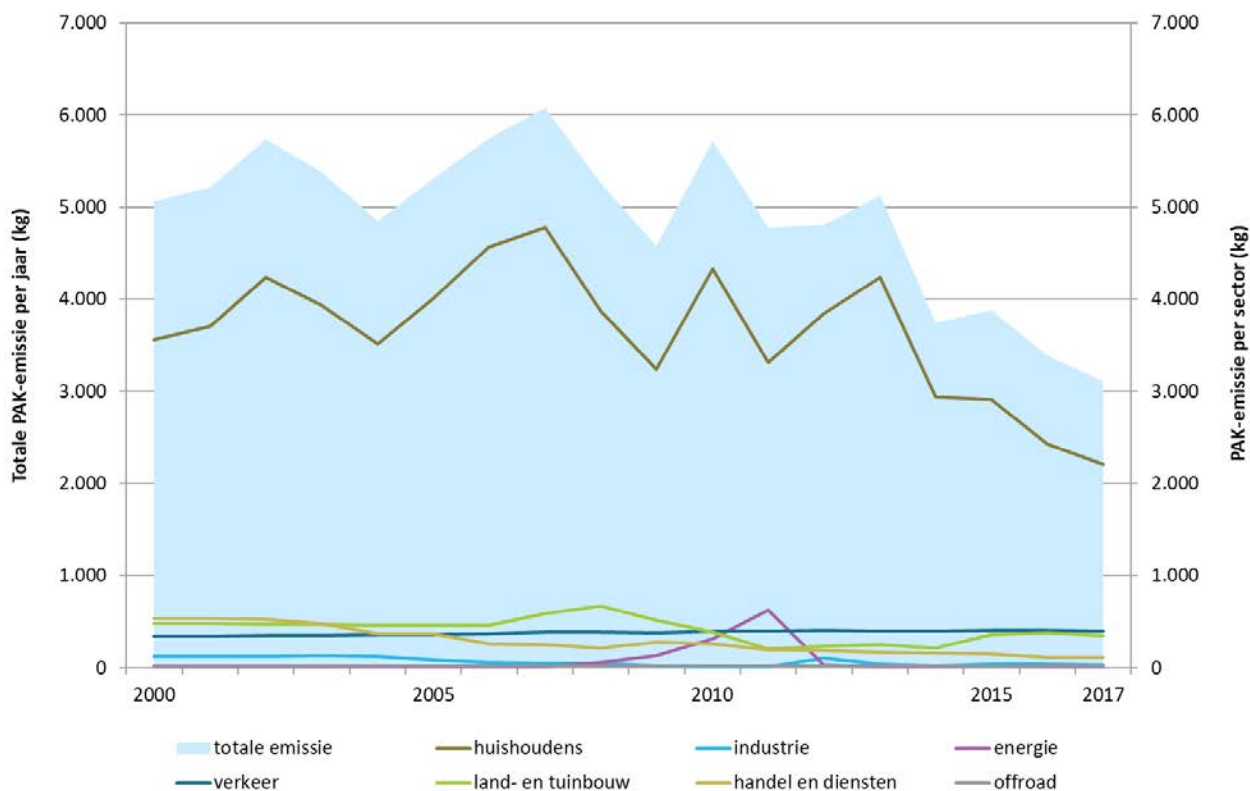
Geen globaal dalende trend in omgevingslucht voor alle metalen

Op middellange termijn, tussen 2003 en 2018, is de evolutie van de concentraties aan zware metalen in PM₁₀-stof en in depositie op de meeste meetplaatsen gunstig. De concentraties zijn dalend in de industriële omgevingen door emissiereducerende maatregelen. In steden en in achtergrondgebieden lagen de concentraties aan zware metalen in PM₁₀-stof veel lager dan in een industriële omgeving. Ook voor zware metalen in depositie waren de resultaten in de achtergrondgebieden veel lager dan in de industriegebieden. In de tijd bleven de concentraties en deposities in de achtergrondgebieden vergelijkbaar.

De hogere emissie bij de sector energie in de periode 2009-2011 kwam door een stijging van benzo(a)pyreen bij de petroleumraffinaderijen. In 2014 zakten deze emissies tot 0 door de omschakeling naar een andere brandstof.

Figuur 10.2 toont de trend van de totale PAK-emissie (linkeras) en de PAK-emissie per sector (rechteras).

Figuur 10.2: PAK-emissie in Vlaanderen, 2000-2017 (kg)



10.3 PAK's in de omgevingslucht: concentraties in fijn stof (PM₁₀-stof)

10.3.1 Toetsing concentraties 2018 aan de regelgeving

Europese streefwaarde voor benzo(a)pyreen op alle meetplaatsen gehaald

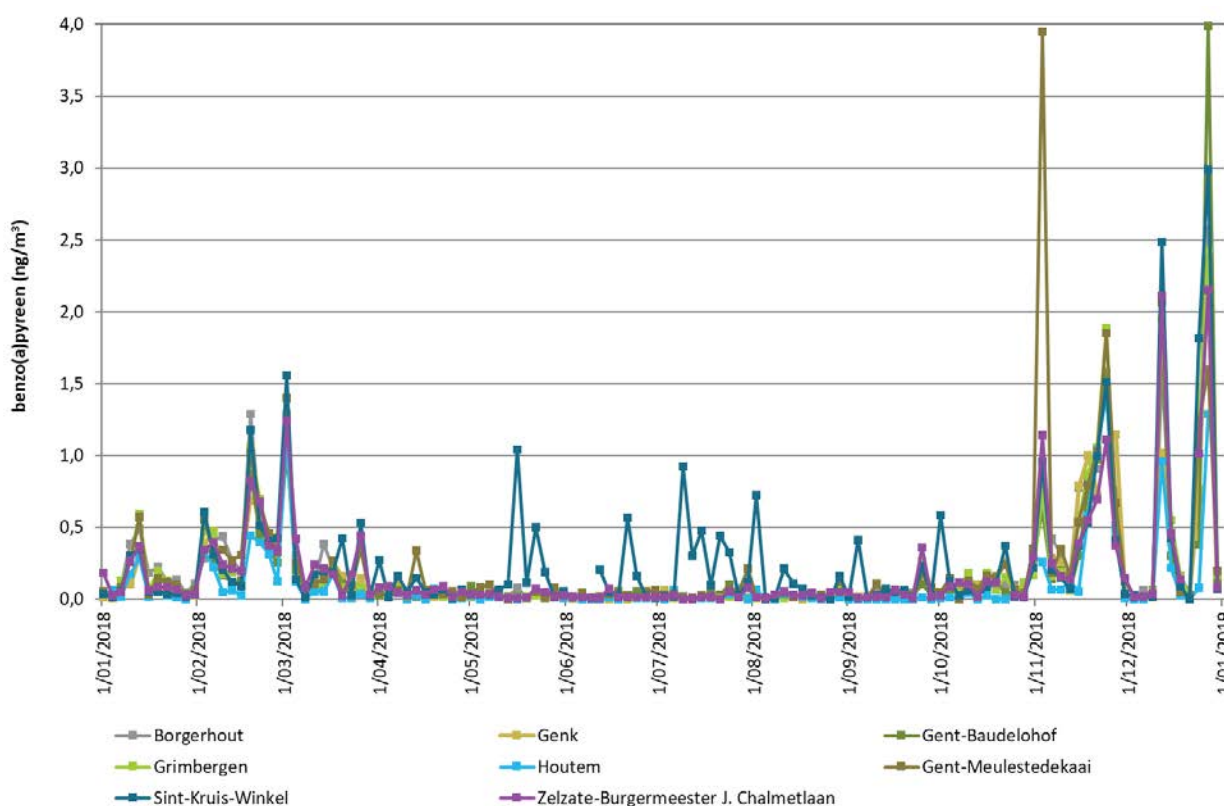
In 2018 mat de VMM het hoogste jaargemiddelde van benzo(a)pyreen op de meetplaats in Sint-Kruis-Winkel. Het jaargemiddelde bedroeg er 0,27 ng/m³, wat ruim onder de Europese streefwaarde van 1 ng/m³ ligt. Op de nieuwe meetplaats in Gent-Meulestedekaai maten we het op één na hoogste jaargemiddelde (0,23 ng/m³). Hoewel dit jaargemiddelde ook ruim onder de Europese streefwaarde blijft, lijkt er hier toch een niet te verwaarlozen lokale bijdrage te zijn. Het laagste jaargemiddelde maten we zoals de vorige jaren op de landelijke meetplaats in Houtem (0,11 ng/m³). Voor de andere PAK-verbindingen zien we grotendeels hetzelfde patroon als bij benzo(a)pyreen. De concentraties van de PAK's die de VMM meet, kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

10.3.2 Trend benzo(a)pyreenconcentraties in lucht

Jaartrend toont dat PAK-vervuiling vooral een winterprobleem is

Dit is vooral te wijten aan de emissies door gebouwenverwarming, en dan vooral houtverbranding. Verder is er ook nog een extra effect door de minder goede verspreiding van de luchtverontreiniging door vaak lagere windsnelheden en een lagere menglaaghoogte in de winter. Ook het verlies van bemonsterde PAK's door reacties met oxidanten, zoals ozon, of vervluchtiging vanaf de filter kan in de zomer een rol spelen. Enkel voor de meetplaats in Sint-Kruis-Winkel zien we soms ook verhoogde concentraties tijdens de zomermaanden wat een extra indicatie is dat de hogere PAK-concentraties daar te wijten zijn aan een lokale industriële bron, zie Figuur 10.3.

Figuur 10.3: Jaarverloop voor benzo(a)pyreen voor alle meetplaatsen (ng/m³)



Derde jaar op rij een toename van de gemiddelde benzo(a)pyreenconcentratie

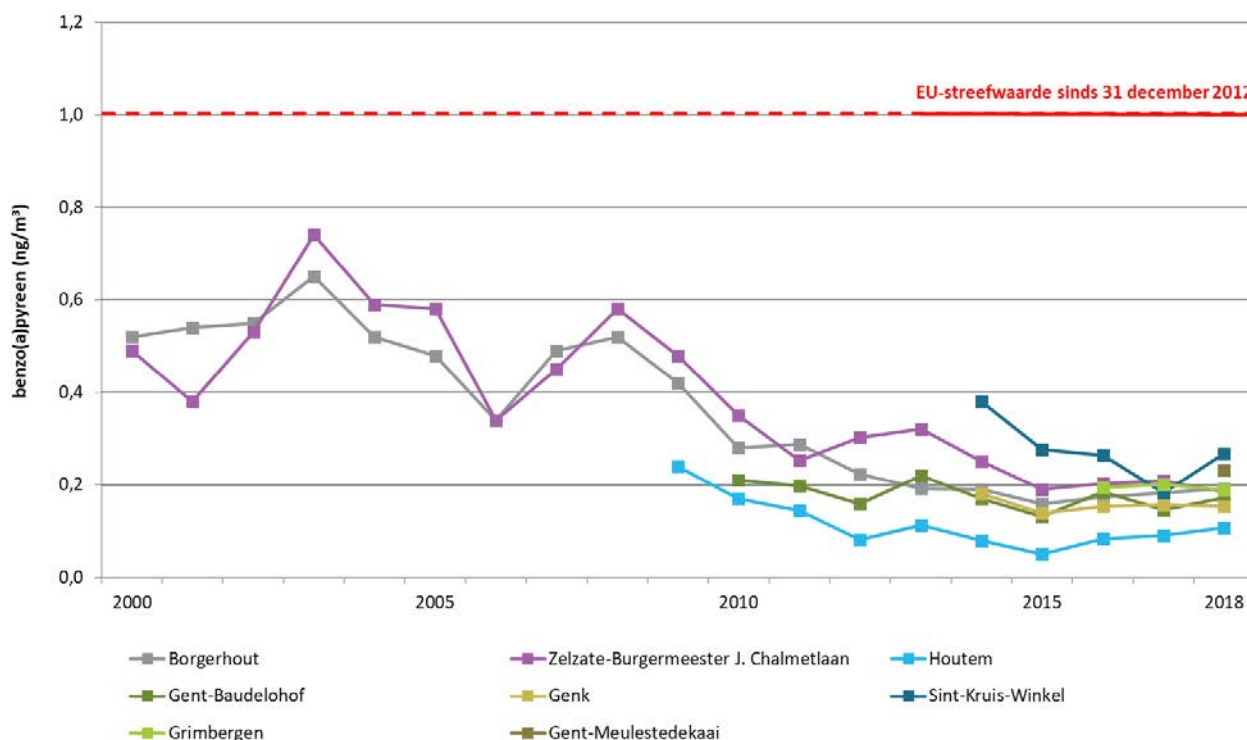
Na de dalende trend van de afgelopen jaren, zien we net als in 2016 en 2017 terug een lichte stijging in 2018, zie Figuur 10.4. Het gemiddelde van alle meetplaatsen steeg in 2018 naar 0,19 ng/m³, wat de hoogste waarde is van de afgelopen vier jaar.

Relatief ongunstig weer in 2018 speelt waarschijnlijk ook een rol

De fluctuaties die we van jaar tot jaar zien, kunnen deels verklaard worden door meteorologische omstandigheden: neerslag kan de stoffractie uitwassen en wind kan meer of minder verontreinigde lucht aanvoeren. Die aanvoer kan niet alleen van lokale specifieke bronnen komen, maar ook van bronnen op grotere afstanden. Het is niet duidelijk of de toename in 2018 vooral een gevolg is van stijgende emissies of

van minder gunstige weersomstandigheden op de bemonsterde dagen. Over het algemeen waren de weersomstandigheden in 2018 minder gunstig dan normaal, zie <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit> waardoor het waarschijnlijk is dat het weer minstens een deel van de stijging verklaart. Verder valt ook nog op dat de sterk dalende trend op de meetplaats in Sint-Kruis-Winkel zich niet voortzet in 2018.

Figuur 10.4: Evolutie van het jaargemiddelde van benzo(a)pyreen in de periode 2000-2018 (ng/m³)



10.4 PAK's in de omgevingslucht: metingen in neervallend stof (depositie)

10.4.1 Evaluatie van PAK's in depositie in 2018

Meetplaats in Gent-Meulestedekaai steekt er voor de meeste PAK-verbindingen bovenuit

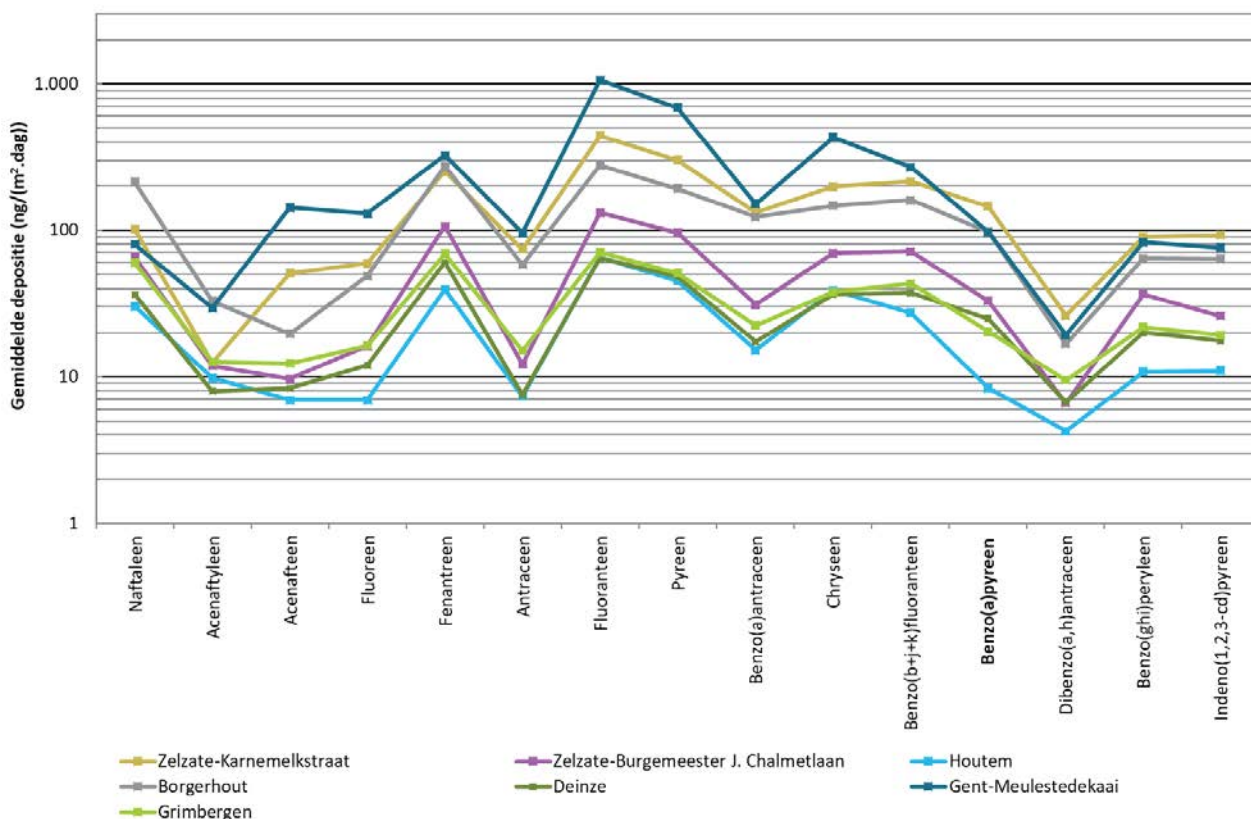
Voor benzo(a)pyreen maten we het hoogste jaargemiddelde in Zelzate-Karnemelkstraat, gevolgd door Borgerhout en op de derde plaats Gent-Meulestedekaai. Voor de eerste twee plaatsen was dit hoge jaargemiddelde grotendeels toe te schrijven aan één meetperiode met een hoge waarde.

Voor de meeste andere verbindingen maten we net als vorig jaar de hoogste waarden op de meetplaats in Gent-Meulestedekaai, die de VMM eind 2016 opstartte. Vooral de erg hoge waarden voor acenaftyleen, fluoranteen, pyreen en chryseen vallen op. Deze verhoogde waarden zijn vrijwel zeker te wijten aan het nabijgelegen bedrijf Woodprotect. De laagste waarden maten we in Houtem of in Deinze.

Geen lokale bijdrage gemeten op de tijdelijke meetplaats te Deinze

De meetplaats in Deinze was nieuw in 2018 en werd opgestart in het kader van een screening nabij een specifiek bedrijf. Omdat er geen verhoogde waarden werden vastgesteld werd deze meetpost eind 2018 gestopt.

Figuur 10.5: Gemiddelde depositiewaarden voor PAK's in depositie in 2018 (ng/(m².dag))

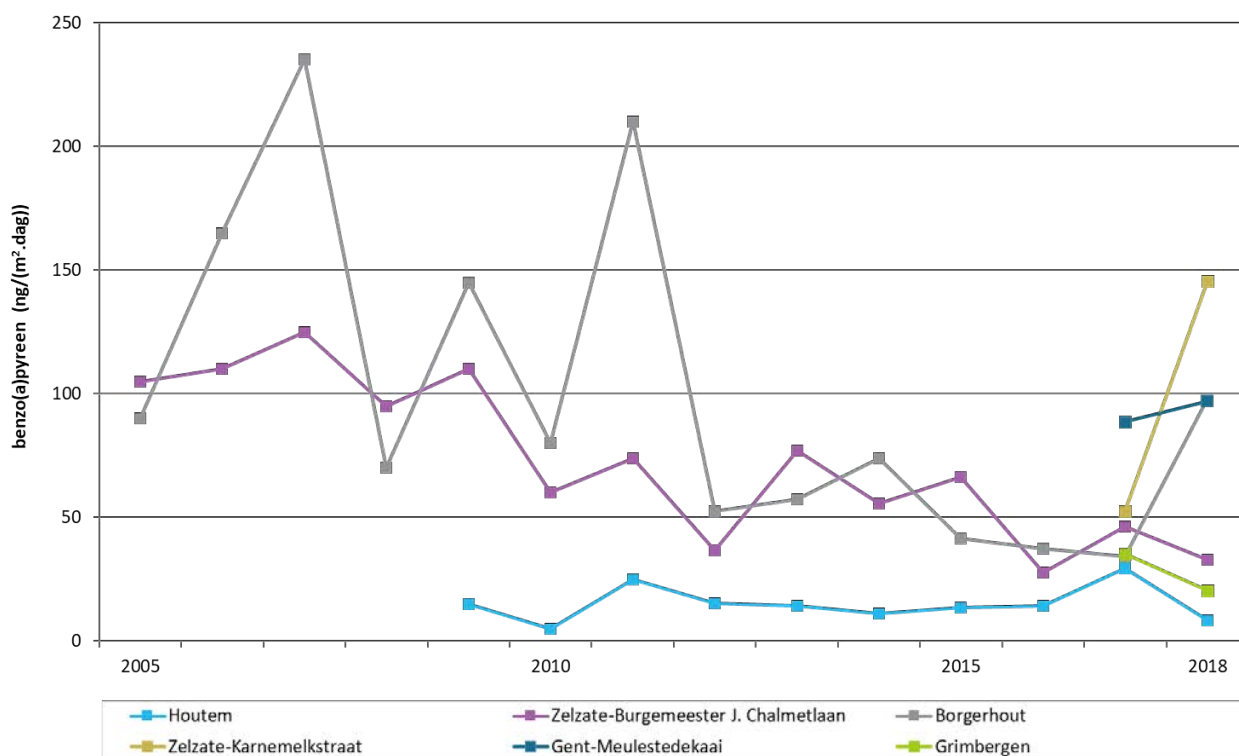


10.4.2 Trend benzo(a)pyreen in depositie

Hoge waarden in Borgerhout en Zelzate-Karnemelkstraat mogelijk toevallig, in Gent-Meulestedekaai niet
 De jaargemiddelden van benzo(a)pyreen in depositie in Borgerhout en Zelzate-Karnemelkstraat namen sterk toe ten opzichte van 2017. Omdat deze hoge jaargemiddelden vooral te wijten zijn aan telkens één periode met zeer hoge waarden is het moeilijk om uitspraken te doen over een al dan niet systematische toename. De vrij hoge waarde in Gent-Meulestedekaai bevestigt dat er net als vorig jaar een vrij grote impact is van de lokale industrie. In tegenstelling tot Borgerhout en Zelzate, zijn er op Gent-Meulestede meerdere meetperiodes met hogere PAK-deposities. De gemiddelde depositie op de achtergrondlocatie in Houtem is opnieuw gedaald naar het niveau van voor 2017 wat aangeeft dat de hogere waarde in 2017 waarschijnlijk eerder toevallig was. Depositiewaarden zijn nog meer dan concentraties in lucht afhankelijk van het weer. Dit zorgt vaak voor een grillig verloop van de data en maakt het moeilijker om uitspraken te doen over een trend.

Figuur 10.6 toont de trend sinds 2005. Vanaf 2011 nam de VMM het hele jaar door depositiestalen. In Houtem was dit al vanaf 2010. Voorheen waren er slechts 2 maandmetingen per jaar. De individuele meetresultaten van 2018 kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>.

Figuur 10.6: Evolutie van de jaargemiddelde depositie van benzo(a)pyreen in de periode 2005-2018 (ng/(m².dag))



10.5 Conclusies

Houtstook belangrijkste bron in 2017. Totale emissies dalen

De huishoudelijke gebouwenverwarming door houtstook leverde de grootste bijdrage tot de Vlaamse PAK-emissies. De totale emissies daalden in de periode 2000-2017 met 38 %. De daling deed zich vooral voor bij de huishoudens en de sector van handel en diensten.

Europese streefwaarde benzo(a)pyreen op alle meetplaatsen gerespecteerd

Op de meetplaats Sint-Kruis-Winkel was het jaargemiddelde het hoogst, in het landelijke Houtem het laagst. Over het volledige meetnet zien we voor het derde jaar op rij een toename van de concentraties. Vermoedelijk speelt het relatief ongunstige weer in 2018 hierbij een rol. Het jaarverloop toont duidelijk dat benzo(a)pyreen vooral een winterprobleem is. Dit is vrijwel zeker het gevolg van de uitstoot door gebouwenverwarming met houtverbranding als grootste bron.

Verhoogde depositie in Gent-Meulestedekaai

Omwille van de hoge impact van het weer op depositiemetingen blijft het moeilijk om uitspraken te doen over de trends. Voor benzo(a)pyreen lijken de twee hoogste jaargemiddelden (in Zelzate-Karnemelkstraat en Borgerhout) eerder toevallig. Op de meetplaats in Gent-Meulestedekaai zijn ze dat niet. Daar zorgt een lokale bron ook voor beduidend hogere depositiewaarden van tal van andere PAK-verbindingen.

11 DIOXINES, PCB'S EN HCB

11.1 De pollutant

Dioxines en PCB's zijn toxische stoffen die chemisch verwant zijn

Dioxines is een verzamelnaam voor zo'n 210 verschillende stoffen. Hiertoe behoren de polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD) en de polychloordibenzofuranen (PCDF). 17 hiervan zijn uiterst giftig en staan bekend als de *dirty seventeen*. Er bestaan ook 12 polychloorbifenylen (PCB's) die een zelfde werking hebben als dioxines, de dioxineachtige PCB's of DL-PCB's. Niet alle dioxines en PCB's zijn echter even schadelijk. Om de toxiciteit van een mengsel van dioxines en PCB's met elkaar te vergelijken, worden de resultaten uitgedrukt in toxische equivalenten (TEQ). Hierbij vermenigvuldigt men de concentratie van elke afzonderlijke verbinding met zijn respectievelijke toxiciteitsfactor.

Opname door mens gebeurt hoofdzakelijk via voeding

Verscheidende bronnen stoten deze stoffen uit in de lucht waarna ze binden op stofdeeltjes. Deze stoffen vallen op hun beurt neer op gewassen die als voeding dienen voor mens en dier. De mens neemt dioxines en PCB's vooral op via de consumptie van dierlijke producten. Net omdat de opname van dioxines en PCB's voornamelijk gebeurt via voeding, is het belangrijk dat er geen dioxines en PCB's in agrarische gebieden en woonzones terechtkomen.

Bronnen zijn verschillend

Dioxines ontstaan bij onvolledige of niet-efficiënte verbranding van organisch materiaal dat chloor bevat. PCB's werden door de mens geproduceerd en hadden diverse industriële toepassingen. Sinds de jaren tachtig is er een verbod op hun productie. Toch vinden we PCB's nog terug in schroot. PCB's kunnen zich ook vormen bij verbrandingsprocessen.

De VMM schat gezondheidsrisico in

De VMM meet de dioxines en PCB's in neervallend stof, ook depositie genoemd. Zo bepaalt ze in welke mate dioxines en PCB's uit de lucht neerslaan en of er een potentieel risico is tot opname via de voedselketen. De resultaten geven een indicatie van de kwaliteit van de omgevingslucht. Eén staal kan dioxines en PCB's van verschillende bronnen bevatten.

Hexachloorbenzeen

Hexachloorbenzeen (HCB) behoort net als dioxines en PCB's tot de groep van persistente organische pollutanten (POP's) die nauwelijks afbreken. HCB kan onopzettelijk ontstaan als bijproduct van verbranding, maar ook opzettelijk wanneer ze voor een bepaald doel worden geproduceerd en gebruikt. HCB werd gebruikt als fungicide of om andere pesticiden aan te maken. De productie en het gebruik ervan is in België verboden sinds 1974. HCB kan nog vrijkomen als bijproduct in de chemische industrie.

11.2 Bronnen: emissies van PCDD/F, PCB's en HCB

De VMM inventariseert de emissies van alle sectoren

In opdracht van de VMM voerde VITO in samenwerking met TNO een studie³² uit waarin de verschillende bronnen van 34 POP's werden onderzocht. Aan de hand van de resultaten van de Energiebalans Vlaanderen 1990-2017, samen met emissiefactoren uit de literatuur, werden de verbrandingsemissies bepaald. Industriële procesemissies kwamen uit de Integrale Milieujaarverslagen (IMJV's). Indien deze niet beschikbaar zijn of een te klein aandeel in de totale sectoremissies omvatten, schat de VMM de emissies op basis van activiteitsparameters in combinatie met emissiefactoren. Het nodige cijfermateriaal verkrijgen we door contacten met federaties, instanties en bedrijven. Deze methodologie laat ook toe de emissies te bepalen voor de niet-industriële sectoren van de inventaris.

Voor de bespreking van de emissies door gebouwenverwarming, land- en tuinbouw en verkeer, verwijzen we naar de betreffende hoofdstukken in [Deelrapport I](#).

11.2.1 PCDD/F

11.2.1.1 Aandeel sectoren in emissies 2017

De huishoudens hebben grootste aandeel in totale PCDD/F-emissie, gevolgd door industrie

In 2017 bedroeg de totale Vlaamse emissie van PCDD/F 20 g TEQ. De huishoudens leverden de grootste bijdrage (47 %). De industrie kwam op de tweede plaats met 42 %, vooral te wijten aan emissies door de ferro-industrie. Het verkeer volgde met een aandeel van 6 %. De sectoren van handel en diensten, land- en tuinbouw en energie speelden een kleinere rol.

De gebouwenverwarming leverde de grootste bijdrage aan de PCDD/F-emissies door de huishoudens

Vooral het stoken met hout (22 %) droeg in Vlaanderen bij tot de uitstoot. Het branden van huizen en voertuigen was de tweede grootste speler binnen deze sector.

³² Sleeuwaert F., Van Esch L., Engelen G., Coenen P., Visschedijk A., Denier Van der Gon H. & Hulscombe J. (2012). *Ontwikkeling en optimalisatie van een emissie-inventaris persistente organische pollutanten (POP's)*. Studie uitgevoerd door de VITO in samenwerking met TNO in opdracht van de VMM, ref. 2012/MRG/R/389, 163 p.

Detailed description: The chart is a pie chart with a total of 100%. The largest slice is brown, representing 'huishoudens' (households) at 47%. The second largest is blue, representing 'industrie' (industry) at 42%. Other smaller slices include 'verkeer' (transport) at 6%, 'land- en tuinbouw' (agriculture and horticulture) at 2%, 'handel en diensten' (trade and services) at 3%, and 'energie' (energy) at less than 1%. A callout box provides a further breakdown of the household sector: 'gebouwenverwarming huishoudens' (household building heating) is 25%, 'verbranding in open vuren en tonnetjes' (combustion in open fires and stoves) is less than 1%, 'tabak roken' (smoking tobacco) is less than 0.1%, and 'branden van huizen en voertuigen' (fires in homes and vehicles) is 22%.

Sector	Percentage
huishoudens	47 %
industrie	42 %
verkeer	6 %
land- en tuinbouw	2 %
handel en diensten	3 %
energie	< 1 %
gebouwenverwarming huishoudens	25 %
verbranding in open vuren en tonnetjes	< 1 %
tabak roken	< 0,1 %
branden van huizen en voertuigen	22 %

11.2.1.2 Trend PCDD/F-emissie tussen 2000 en 2017

De totale emissies daalden met 67 %, van 60 g TEQ in 2000 tot 20 g TEQ in 2017. Dit was vooral te wijten aan een daling van de huishoudelijke emissie en meer bepaald een daling van de verbranding in open vuren en tonnetjes. De emissies van handel en diensten en industrie daalden in mindere mate.

De emissies door de huishoudens daalden sterk van 34 g TEQ in 2000 naar 9 g TEQ in 2017. Toch bleven de huishoudens de grootste bron van PCDD/F in 2017 door emissiedalingen in de andere sectoren.

Door het verbod voor de burger op verbranden in open vuren en tonnetjes doven deze emissies steeds verder uit. In een dergelijke vuurhaard kunnen 'koude spots' en zuurstoftekorten optreden. Deze resulteren in een onvolledige verbranding met dioxinevorming tot gevolg. Dit gebeurt niet enkel bij verbranding van plastic, papier en dergelijke, maar ook bij verbranding van op het eerste zicht onschadelijke stoffen als tuinafval. De stookslimcampagne van de Vlaamse overheid sensibiliseert de burger hierover.

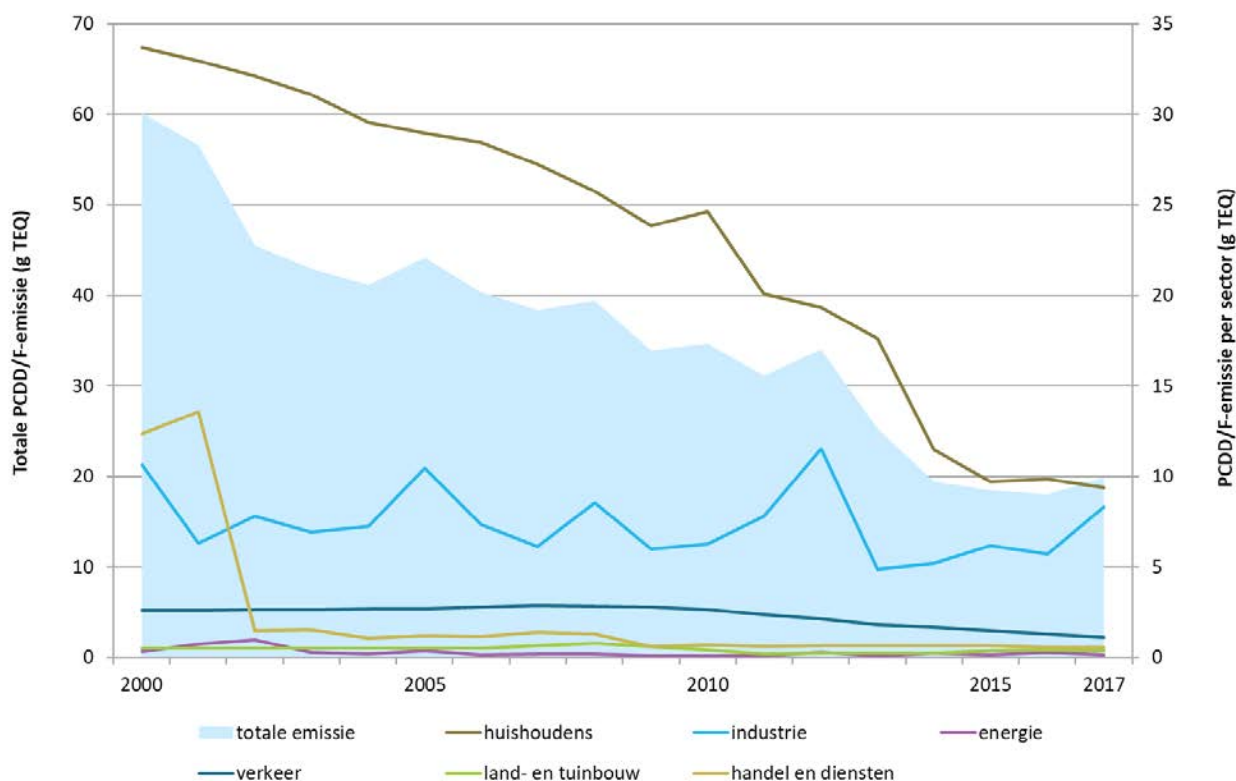
De emissie door de industrie daalde van 11 g TEQ tot 8 g TEQ in 2017. Dit kwam door bijkomende inspanningen, zoals verandering van techniek en/of grondstof, of door de installatie van naverbranders of andere nageschakelde technieken. Ook een afname van de activiteiten kan een rol spelen. Door de sterke dalingen in andere sectoren steeg hun aandeel van 18 % in 2000 tot 42 % in 2017.

Sterke daling bij sector handel en diensten

Binnen de sector van handel en diensten veroorzaakte de industriële afvalverbranding de meeste emissies. Deze sector van afvalverbranding kende door saneringen een emissiedaling. Door permanente rookgaszuivering stootten ook de crematoria minder PCDD/F uit. De emissie door de sector handel en diensten daalde van 12 g TEQ in 2000 naar 0,5 g TEQ in 2017. Dit komt overeen met een daling van 96 %.

Figuur 11.2 toont de trend van de totale PCDD/F-emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 11.2: Trend PCDD/F-emissie in Vlaanderen (g TEQ)



11.2.2 PCB's

11.2.2.1 Aandeel sectoren in emissies 2017

De land- tuinbouw heeft het grootste aandeel in de totale PCB-emissie

In 2017 bedroeg de totale Vlaamse PCB-emissie 262 g. De land- en tuinbouw leverde met 43 % de grootste bijdrage. Deze emissies werden veroorzaakt door de brandstofverbruiken. De huishoudens kwamen op de tweede plaats met 34 %, uitsluitend door gebouwenverwarming voornamelijk door de verbranding van kolen. Handel en diensten had een aandeel van 19 %. De industrie en de energiesector speelden een kleine rol.

A pie chart illustrating the distribution of sectors in the Dutch economy in 2018. The chart is divided into five segments, each labeled with a sector name and its percentage share. The segments are: land- en tuinbouw (43%, green), huishoudens (34%, brown), handel en diensten (19%, yellow), industrie (3%, blue), and energie (< 1%, purple). Lines connect the labels to their respective segments.

Sector	Percentage
land- en tuinbouw	43 %
huishoudens	34 %
handel en diensten	19 %
industrie	3 %
energie	< 1 %

11.2.2.2 Trend in emissie tussen 2000 en 2017

De PCB-emissie daalde van 1.157 g in 2000 naar 262 g in 2017. Dit kwam overeen met een daling van 77 %. De sterke daling was grotendeels toe te wijzen aan het buiten gebruik stellen en ontmantelen van PCB-houdende transformatoren en condensatoren. De vernietiging van de meest vervuilde PCB-houdende transformatoren en condensatoren werd afgerond in 2010. Hun aandeel op de totale PCB-emissie daalde van 49 % in 2000 naar 3 % in 2017. De emissies door de land- en tuinbouw namen toe van 2014 tot 2017 door een stijgend steenkoolverbruik als brandstof in de glastuinbouw en graasdierhouderij.

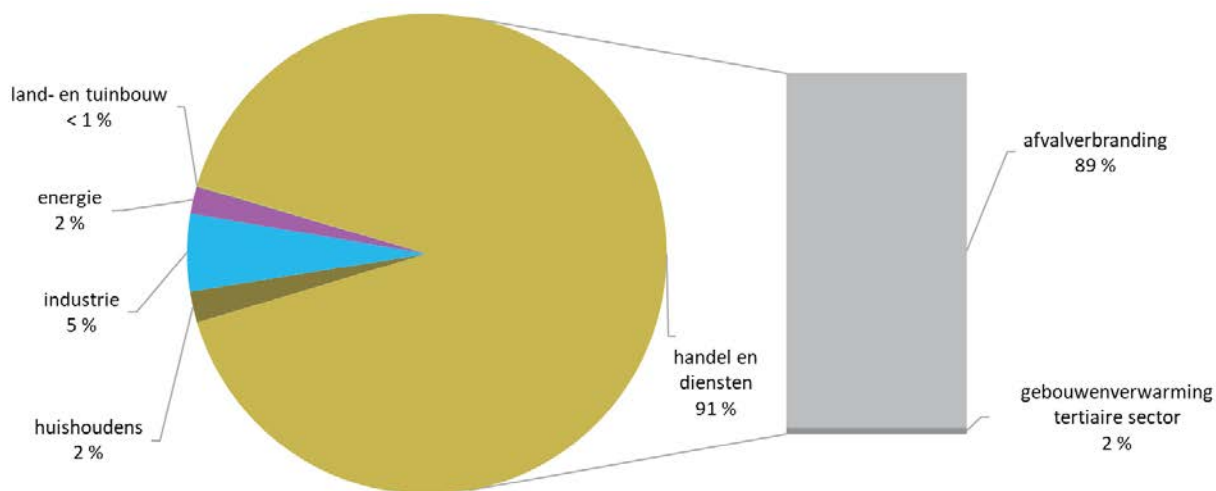
De PCB-emissie afkomstig van de gebouwenverwarming door de huishoudens daalde in absolute waarde. Het relatieve aandeel ervan blijft belangrijk en daalt slechts in beperkte mate van 39 % in 2000 tot 34 % in 2017.

[illegible]

The chart displays the following data series:

- totale emissie** (Total emissions): Light blue area, left axis.
- huishoudens** (Households): Brown line, right axis.
- industrie** (Industry): Blue line, right axis.
- energie** (Energy): Purple line, right axis.
- land- en tuinbouw** (Agriculture): Green line, right axis.
- handel en diensten** (Trade and services): Yellow line, right axis.

Figuur 11.5: Aandeel van de verschillende sectoren in de HCB-emissie in Vlaanderen in 2017 (%)



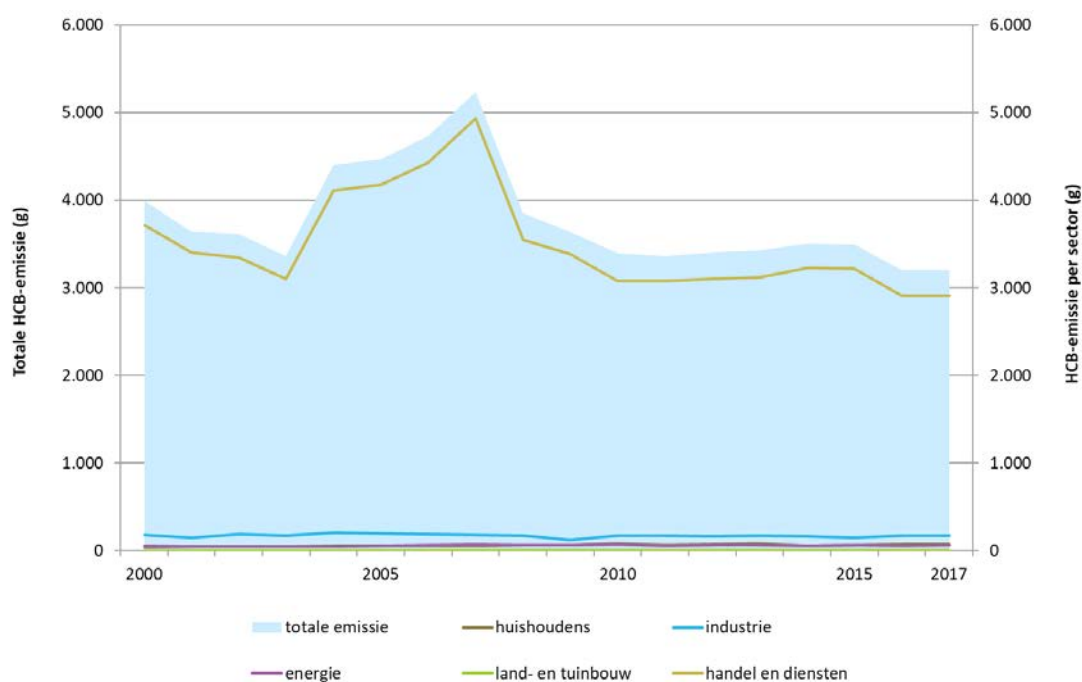
Welke emissies tot welke sector behoren, kunt u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/emissies-luchtverontreinigende-stoffen>.

11.2.3.2 Trend HCB-emissie tussen 2000 en 2017

De HCB-emissie daalde van 4 kg in 2000 naar 3,2 kg in 2017, wat overeen komt met een daling van 20 %. Industriële afvalverbranding leverde de grootste bijdrage tot de totale HCB-emissies met een constant aandeel van iets meer dan 90 % over de periode 2000-2017.

Figuur 11.6 toont de trend van de totale HCB-emissie (linkeras) en de emissie per sector (rechteras).

Figuur 11.6: Trend HCB-emissie door de verschillende sectoren in Vlaanderen, 2000-2017 (g)



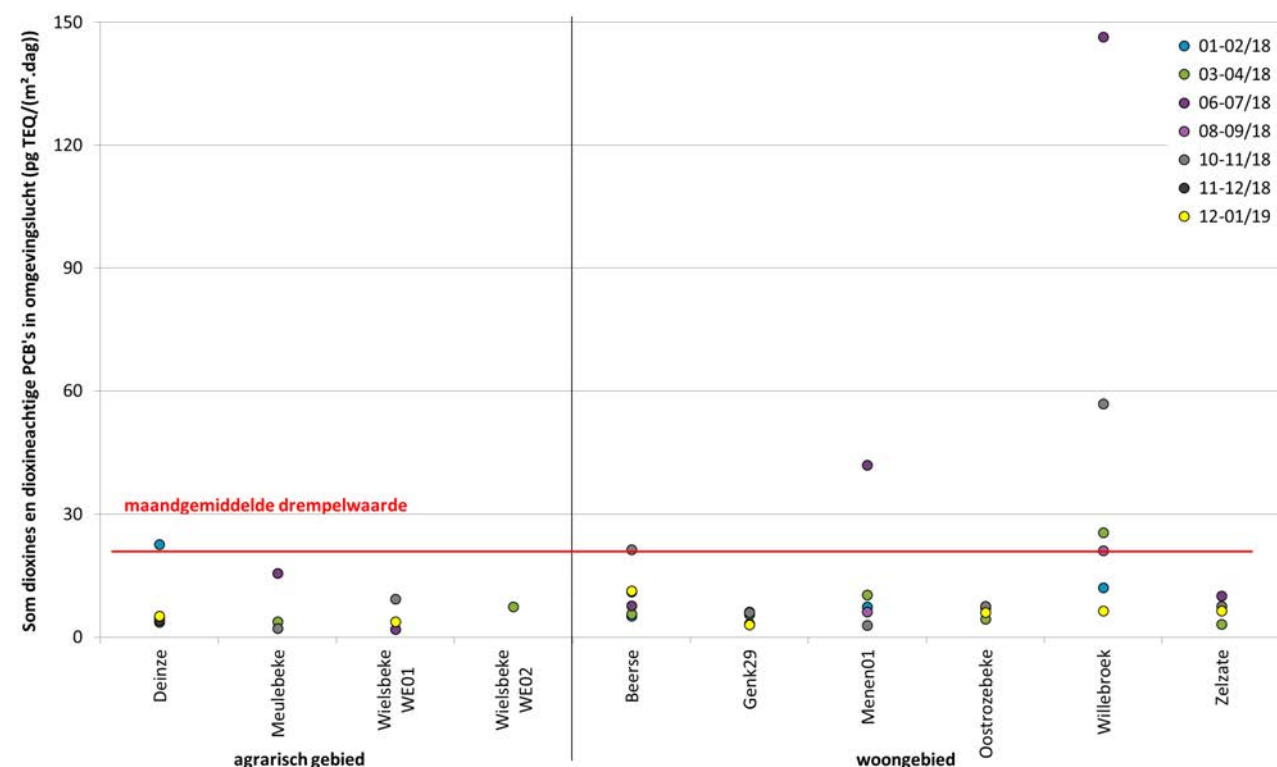
11.3 Dioxines en PCB's in de omgevingslucht

11.3.1 Toetsing van dioxine- en PCB-depositie in 2018 aan de drempelwaarden

Maandstalen overschrijden nog steeds drempelwaarde

In 2018 werden in totaal 43 maandstalen geïncubeerd, verspreid over de 10 meetplaatsen. De maandgemiddelde depositie was op 4 van de 10 meetplaatsen hoger dan de maandgemiddelde drempelwaarde van 21 pg TEQ/(m².dag). Eén meetplaats lag in agrarisch gebied, namelijk in Deinze, en 3 in woonzones, namelijk in Beerse, Menen en Willebroek, zie Figuur 11.7). In Willebroek ging het om 4 van de 6 maandstalen, in Beerse, Deinze en Menen was er telkens één maandstaal met een hogere waarde. Uit deze figuur blijkt ook dat de deposities van dioxines en PCB's op heel wat meetplaatsen sterk fluctueerden.

Figuur 11.7: Toetsing van maandgemiddelde deposities van dioxines en PCB's aan de drempelwaarde

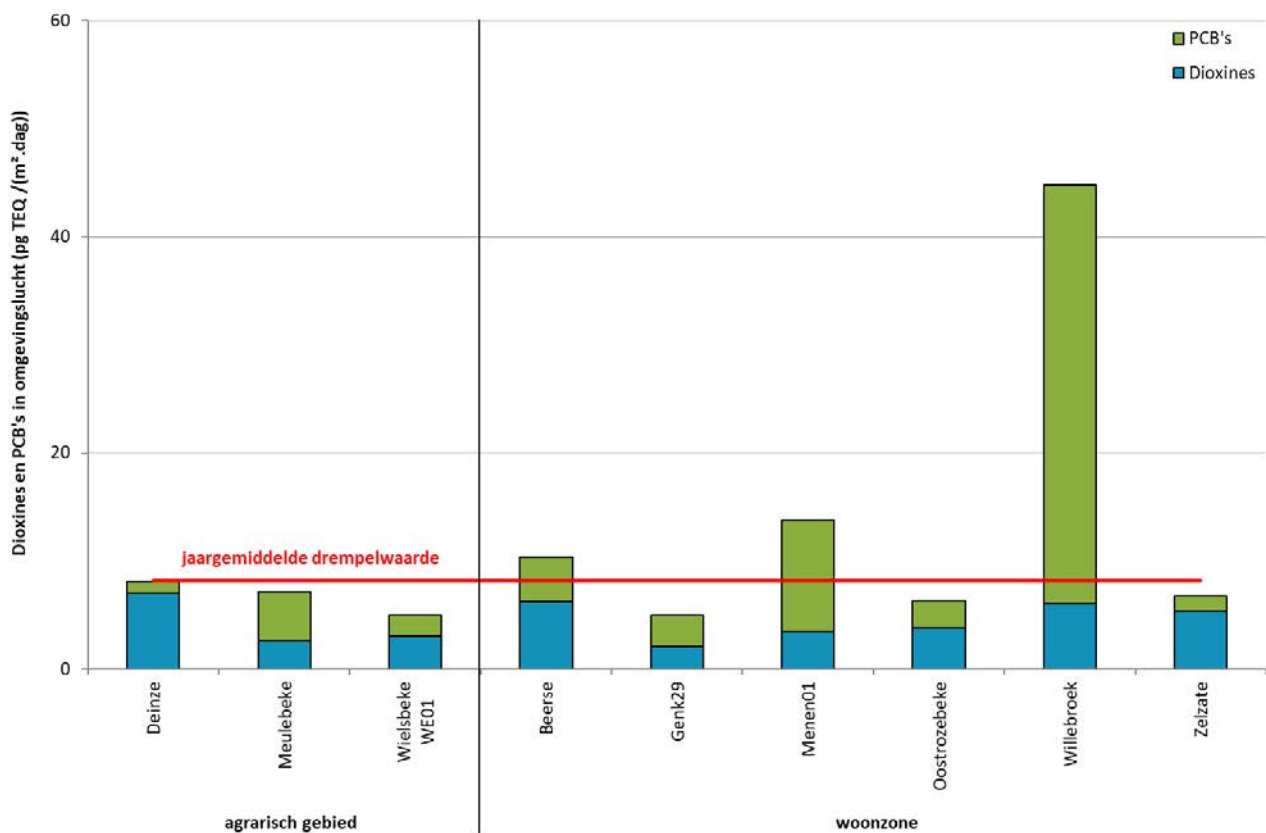


Ook jaargemiddelde drempelwaarde werd niet overal gehaald

De jaargemiddelde drempelwaarde van 8,2 pg TEQ/(m².dag) werd op 3 meetplaatsen overschreden, zie Figuur 11.8. In Deinze, Beerse, Oostrozebeke, Wielsbeke en Zelzate was het dioxine-aandeel groter dan het PCB-aandeel. De andere meetplaatsen staan nabij schrootbedrijven gekend om hun PCB-problematiek.

Aangezien de VMM op geen enkele meetplaats jaarrond meet, is deze toetsing slechts indicatief. De toetsing aan de jaargemiddelde drempelwaarde gebeurde op de 9 meetplaatsen die in agrarische gebieden of woonzones liggen en waar de VMM het hele jaar metingen uitvoerde.

Figuur 11.8: Toetsing van jaargemiddelde deposities aan de drempelwaarde



Een overzicht van de toetsing aan de drempelwaarden kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/evaluatie-luchtkwaliteit>. Hier worden onder meer de afzonderlijke dioxine- en PCB-waarden van de meetcampagnes in 2018 getoond. Jaarlijks publiceert de VMM een rapport met een uitgebreide bespreking van de dioxine- en PCB-deposities³³.

11.3.2 Aandeel dioxines en PCB's

Dioxines en PCB's zijn chemisch verwant. Ze hebben echter een andere oorsprong. Daarom is het nuttig om na te gaan wat het aandeel is van dioxines en PCB's in de afzonderlijke depositiestalen.

Hoogste waarden komen voor in industriegebied

Voor de PCB-waarden waren er hoog. Dit komt omdat het accent van het huidige meetnet bij de schrootsector ligt, wiens activiteiten aanleiding geven tot de vrijgave van PCB's. Sporadisch kwamen er ook hogere waarden voor in woon- of landbouwzones met een overschrijding van de drempelwaarden tot gevolg.

³³ Vlaamse Milieumaatschappij (2019), *Luchtkwaliteit in Vlaanderen. Dioxine- en PCB'S-depositiemetingen in de periode juni 2018 – mei 2019* – <https://www.vmm.be/lucht/publicaties-lucht>

Dioxines en PCB's in omgevingslucht (pg TEQ/(m².dag))

Legend: Dioxines (blue circle), PCB's (green diamond)

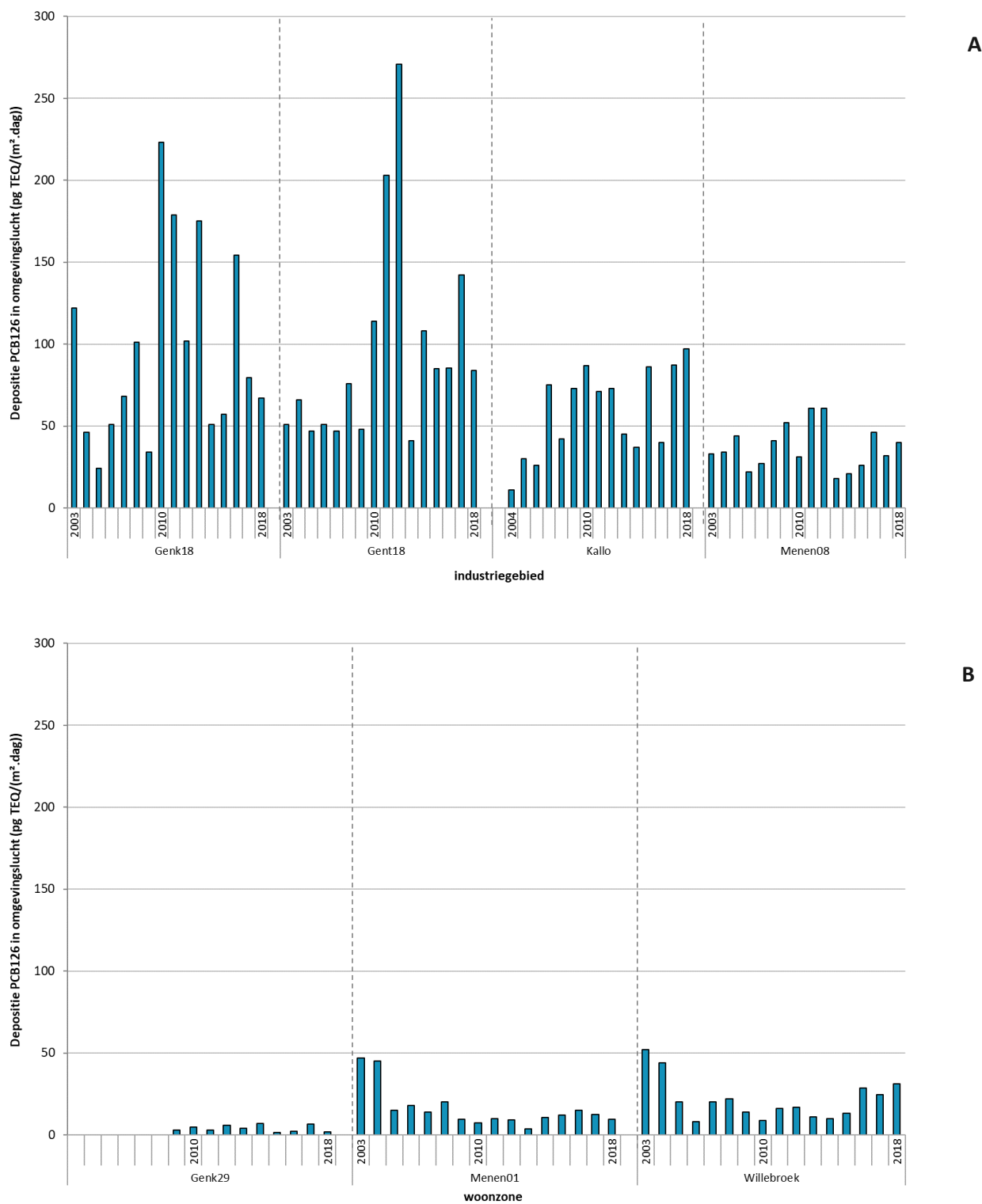
Region	Location	PCB's (pg TEQ/(m².dag))	
agrarisch gebied	Deinze	~20	~0
	Meulebeke	~5	~10
	Wielsbeke WE01	~5	~0
	Wielsbeke WE02	~5	~0
woonzone	Beerse	~10	~10
	Genk29	~5	~0
	Menen01	~10	~30
	Oostrozebeke	~5	~0
	Willebroek	~10	~130
	Zelzate	~5	~0
	Genk18	~15	~140
industriegebied	Genk18	~15	~280
	Gent18	~30	~320
	Gent35	~10	~40
	Kallo	~10	~300
	Menen08	~10	~90
	Oostende	~10	~30
	Genk18	~15	~90
	Gent18	~30	~90

Focus meetnet ligt bij schrootbedrijven

Andere meetplaatsen zijn opgesteld in functie van bedrijven waarvan gekend is, of vermoed wordt, dat ze dioxines en/of PCB's uitstoten. Zo volgt de VMM de dioxinedepositie op in onder meer de Gentse Kanaalzone, Deinze, Beerse en de regio Oostrozebeke-Wielsbeke. Deze resultaten worden verder toegelicht op de VMM-website.

De hoogste PCB-deposities maten we in de industriegebieden en vooral op de industriële meetplaatsen in Gent en Genk (Figuur 11.10 - A en B). Eerder onderzoek toonde aan dat de verontreiniging meestal beperkt bleef tot enkele honderden meters rond het bedrijf. De impact is dus het grootst als er een woonzone of agrarisch gebied paalt aan het schrootbedrijf. Dit was het geval in Menen en Willebroek waar de drempelwaarden in 2018 overschreden werden, zie paragraaf 11.3.1. We kunnen besluiten dat de PCB-depositie nabij heel wat schrootbedrijven hoog blijft en verdere opvolging verdient.

Figuur 11.10: Jaargemiddelde deposities van PCB126 nabij schrootbedrijven: meetplaatsen in industriegebied (A) en in woonzones en agrarische gebieden (B)



11.4 Concluesies

12 OZONAFBREKENDE STOFFEN

12.1 De pollutant

De straling van de zon die op de aarde invalt, is verdeeld over verschillende golflengten. Hoe kleiner de golflengte, hoe groter de energie-inhoud van de straling en hoe groter de biologische schade die ze kan veroorzaken. Zo heeft ultraviolette straling (UV) een kleine golflengte en is ze schadelijk voor organismen. Er zijn drie categorieën: UV-A (320-400 nm), UV-B (280-320 nm) en UV-C (200-280 nm). De ozonlaag in de bovenste laag van de atmosfeer (stratosfeer) filtert het gevaarlijkste deel van de UV-straling, namelijk de UV-C en een gedeelte van de UV-B-straling. Ozonafbrekende stoffen tasten deze laag aan. Hiertoe behoren chloorfluorkoolstoffen (CFK's), chloorfluorkoolwaterstoffen (HCFK's), halonen, tetrachloormethaan (CCl_4) en methylbromide.

De eerste ozonafbrekende stoffen noemde men 'harde' CFK's. Deze werden vanaf de jaren '50 gebruikt in koelsystemen omwille van hun non-toxiciteit, on-ontvlambaarheid en grote chemische stabiliteit. Sindsdien zijn er veel andere ozonafbrekende stoffen ontwikkeld en zijn hun gebruik en toepassingsgebied sterk uitgebreid. Halonen zijn volledig gehalogeneerde lichte koolwaterstoffen die gebruikt worden als brandblusmiddelen, zowel in handblusapparaten als in vaste installaties. HCFK's en fluorkoolwaterstoffen (HFK's) zijn zachte CFK's die ontwikkeld werden kort nadat de schadelijke werking van de harde CFK's aan het licht kwam. Deze hebben een lagere ozonafbrekende werking, maar dragen zelfs in kleine hoeveelheden bij tot het broeikaseffect. Ook andere CFK-vervangproducten zoals perfluorkoolwaterstoffen (PFK's) en zwavelhexafluoride (SF₆) zijn opgenomen in de verbintenissen rond de emissiereductie van broeikasgassen. De meest recente informatie over de broeikasgassen is te vinden op de VMM-website: <https://www.vmm.be/data/uitstoot-broeikasgassen>.

12.2 Bronnen: emissies van ozonafbrekende stoffen

De VMM inventariseert de emissies van ozonafbrekende stoffen

In 2000 ontwikkelde Econotec samen met de VITO een globale methodologie voor België voor het verzamelen van gegevens over ozonafbrekende stoffen en gefluoreerde broeikasgassen. Deze inventaris wordt jaarlijks geactualiseerd en geoptimaliseerd. Vanaf 2004 worden de emissiegegevens uit de integrale milieujaarverslagen (IMJV's) eveneens gebruikt bij de optimalisatie van de inventaris.

Sedert 2014 worden de nieuwe internationale IPCC 2006 Richtlijnen toegepast. Hierdoor werden bepaalde berekeningsmethoden geoptimaliseerd en werden nieuwe (bron)categorieën toegevoegd.

Om de ozonafbrekende stoffen onderling met elkaar te kunnen vergelijken, wordt aan elk gas een *Ozone Depletion Potential* (ODP-waarde) toegekend. De ODP's worden uitgedrukt in massa-equivalent ten opzichte van de stof CFK11 (ODP=1). Zo hebben de halonen een groter ozonafbrekend effect dan CFK11 (bijvoorbeeld ODP-waarde van het halon 1301 is 10, dit is dus 10 x groter effect dan CFK11).

Vooraf CFK's zorgen voor afbraak ozonlaag

Figuur 12.1: Aandeel ozonafbrekende stoffen in de ozonafbrekende emissie in Vlaanderen in 2017 (%)



Deze sector was verantwoordelijk voor 78 % van de emissie in 2017. De brandblussers hadden een aandeel van 16 % van de totale emissie.

Toepassing	Percentage
schuimen	78 %
brandblussers	16 %
koeling en airco	4 %
andere toepassingen	2 %
(unlabeled)	0 %

12.2.3 Trend emissie ozonafbrekende stoffen tussen 2000 en 2017

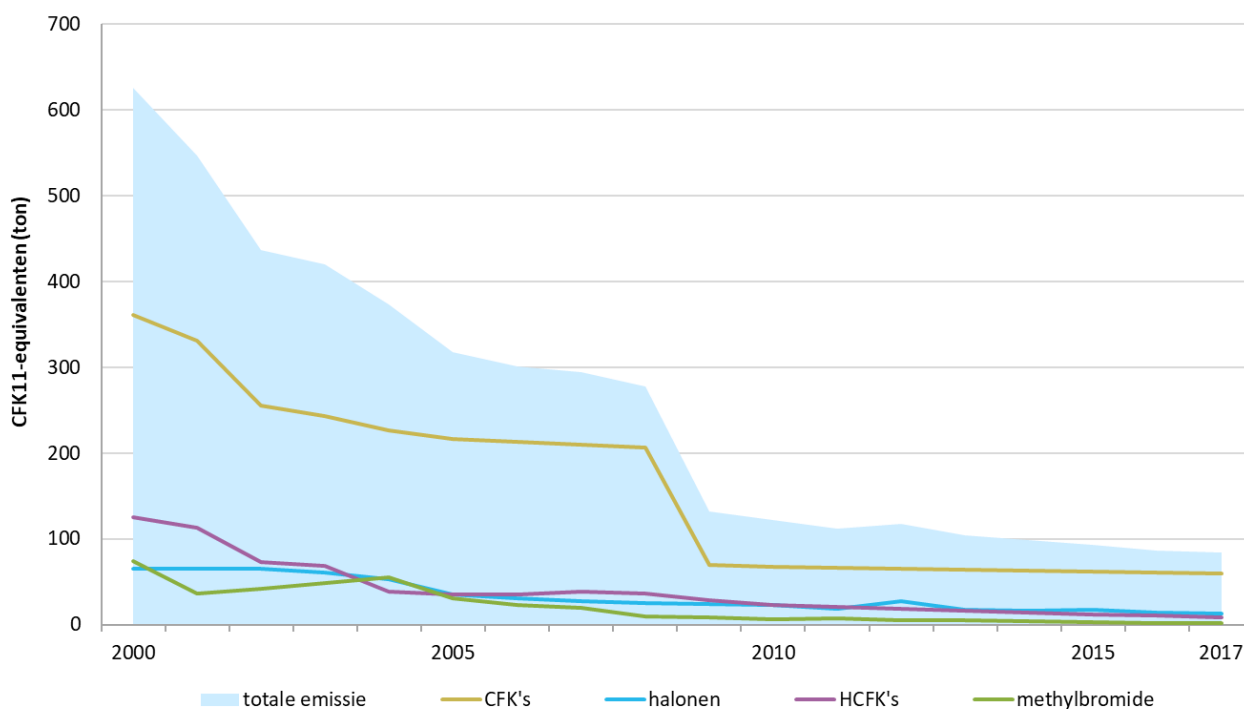
Ozonafbrekende emissie daalt sterk

In de periode 2000-2017 was er een daling van 87 %, vooral te danken aan de afname van de CFK-emissie. De sterke daling in 2008-2009 kwam door het verdwijnen van de stock van CFK11 in huishoudelijke koelkasten en vriezers. Ook een afname van de HCFC-emissie speelde een rol. De emissies van methylbromide en halonen zijn in mindere mate verantwoordelijk voor deze daling.

Figuur 12.3 toont de trend van de totale emissie en van de emissies voor de verschillende groepen van stoffen in Vlaanderen in ton CFK11-equivalenten.

De emissies (in ton CFK11-equivalenten) van de verschillende ozonafbrekende stoffen vanaf 2000 kan u raadplegen via <https://www.vmm.be/data/emissies-luchtverontreinigende-stoffen>.

Figuur 12.3: Trend ozonafbrekende emissie door de verschillende stoffen in Vlaanderen, 2000-2017 (ton)



12.3 Conclusies

CFK's zijn grootste bron. Trend daalt

In 2017 vertegenwoordigden de CFK's met 71 % het grootste aandeel van de totale emissie. De belangrijkste toepassing is het gebruik en de productie van schuimen. De ozonafbrekende emissie daalde sterk. Hierbij speelde de afname van CFK's een grote rol.

Lexicon

AOT_{25°C}

De verkorte aanduiding voor 'Accumulated exposure Over a Threshold', wat voor alle indicatoren zoals ozonconcentraties, temperatuur, ... gebruikt kan worden. Hier heeft het betrekking op de temperatuur. $AOT_{25^{\circ}C}$ is de som van alle temperaturen $> 25^{\circ}C$. Als de temperatuur bijvoorbeeld op uur 1 = 20, uur 2 = 24, uur 3 = 28, uur 4 = 30, uur 5 = 24, dan is de AOT_{25} gelijk aan 8, namelijk $(28-25) + (30-25)$. Met andere woorden: hoe hoger de AOT in een zomer, hoe warmer de zomer. Een AOT is bijgevolg nuttiger dan bijvoorbeeld een indicator als 'aantal dagen met temperatuur $\max > 25^{\circ}C$ '. In dit geval kan je immers 10 dagen hebben met elke dag $26^{\circ}C$ of 10 dagen met elke dag $32^{\circ}C$.

Alarmdrempel

Een niveau waarboven een kortstondige blootstelling risico's voor de gezondheid van de mens inhoudt en waarbij de lidstaten onmiddellijk overeenkomstig de betreffende richtlijn maatregelen moeten nemen bij overschrijding van deze waarde.

Depositie of atmosferische neerslag

De aanvoer van stoffen (gassen en deeltjes) van de atmosfeer naar oppervlakten (bijvoorbeeld bodem, vegetatie, water, gebouwen, ...). Deze aanvoer gebeurt enerzijds door rechtstreeks contact tussen de verontreinigde lucht en oppervlakten. Dit noemen we droge depositie. Anderzijds kunnen polluenten via neerslag (regen, hagel, mist, sneeuwvlokken, ...) op het oppervlak terecht komen. Dit noemen we natte depositie. De totale depositie is de som van de natte en droge depositie.

Dioxines

De verkorte aanduiding voor de polychloordibenzo-para-dioxinen (PCDD) en de polychloordibenzofuranen (PCDF) met 4 tot 8 chlooratomen per molecule. Er zijn 17 toxische dioxines waarvan het 2,3,7,8-tetrachloordioxine (2,3,7,8-TCDD) het meest bekende is. De dioxinewaarden die we tonen in dit rapport staan voor de som van de 17 toxische dioxines.

Emissie

De uitstoot van luchtverontreinigende stoffen door bronnen zoals bijvoorbeeld schoorstenen, uitlaat...

Ferrometalen

Metaal of legering waarvan het hoofdbestanddeel ijzer, kobalt en/of nikkel is. Ferrometalen zijn vaak magnetisch. Op die manier kunnen ze gescheiden worden van de andere metalen voor afvalverwerking.

Glijdend gemiddelde

Het glijdend gemiddelde van een tijdreeks visualiseert de algemene trend van een fenomeen met uitvlakking van de piekconcentraties.

Het glijdend jaargemiddelde wordt als volgt berekend:

Voor een tijdreeks $X_1, X_2, X_3, \dots$ wordt het glijdend gemiddelde van de orde P berekend door de sequentie van de opeenvolgende rekenkundige gemiddelden.

$$\frac{1}{P} \sum_{i=1}^P X_i, \frac{1}{P} \sum_{i=2}^{P+1} X_i, \frac{1}{P} \sum_{i=3}^{P+2} X_i, \dots, \frac{1}{P} \sum_{i=k}^{P+k-1} X_i$$

Als X_i maandgemiddelden zijn, dan wordt het glijdend gemiddeld van orde 12 – glijdend jaargemiddelde – berekend op basis van opeenvolgende reeksen van 12 data, bijvoorbeeld van januari 2010 tot december 2010, van februari 2010 tot januari 2011, enzovoort. De berekende waarden worden geassocieerd met de laatste maand zoals bijvoorbeeld december 2010, januari 2011, enzovoort.

Grenswaarde

Een niveau dat op basis van wetenschappelijke kennis is vastgesteld om schadelijke gevolgen voor de gezondheid van de mens en/of voor het milieu in zijn geheel te voorkomen, te verhinderen of te verminderen en dat binnen een bepaalde termijn moet worden bereikt en, als het eenmaal is bereikt, niet meer mag worden overschreden.

Immissieniveau

De concentratie van een bepaalde stof in de omgevingslucht op een bepaalde plaats, als resultante van verschillende bronnen - inclusief natuurlijke - en meteorologische verspreidingskarakteristieken.

Informatiedrempel

Een niveau waarboven een kortstondige blootstelling een gezondheidsrisico inhoudt voor bijzonder kwetsbare bevolkingsgroepen en voor wie een onmiddellijke en toereikende informatievoorziening noodzakelijk is.

Kritiek niveau

Een luchtconcentratie die op basis van wetenschappelijke kennis wordt vastgesteld, waarboven directe ongunstige gevolgen kunnen optreden voor sommige receptoren, zoals bomen, andere planten of natuurlijke ecosystemen, maar niet voor de mens.

Kritische last

De maximaal toelaatbare depositie per eenheid van oppervlakte voor een bepaald ecosysteem zonder dat er – volgens de huidige wetenschappelijke kennis – verandering in de biodiversiteit optreedt op lange termijn.

Luchtkwaliteitsnormen

Doelstellingen voor de luchtkwaliteit die wettelijk zijn vastgelegd. Deze concentraties van polluenten – over een bepaalde periode van bijvoorbeeld 1 uur, 24 uur – mogen normaal gezien niet overschreden worden. Overschrijding van een luchtkwaliteitsnorm vraagt onmiddellijke actie zoals rapportering, reden opzoeken, en dergelijke.

Mediaan van een reeks metingen

De middelste waarde als alle waarden die uit de metingen bekomen werden in opklimmende volgorde, van de laagste tot de hoogste, worden gerangschikt. Dit houdt dus in dat er 50 % van de waarden kleiner zijn dan de mediaan en 50 % groter zijn dan de mediaan. Men spreekt dan ook van het 50ste percentiel.

[illegible]

Non-ferrometalen

Metaal of legering waarvan het hoofdbestanddeel niet ijzer is (bijvoorbeeld koper, lood, aluminium, zink, brons en messing).

Overschrijdingsmarge

Het percentage van de grenswaarde waarmee deze onder de in de betreffende richtlijn vastgelegde voorwaarden kan worden overschreden.

PAK's

De verkorte aanduiding voor polycyclische aromatische koolwaterstoffen. Deze klasse van componenten, waarvan de structuur gebaseerd is op gecondenseerde benzeenkernen, behoort tot de groep luchtverontreinigende stoffen met hoge prioriteit omwille van hun kankerverwekkende en mutagene eigenschappen. Ze zijn in hoofdzaak afkomstig van verbrandingsprocessen van fossiele brandstoffen. Belangrijke bronnen zijn onder andere het verkeer, de gebouwenverwarming en de industriële verbrandingsprocessen voor energieproductie. Belangrijke PAK's zijn fluorantheen, pyreen, benzo(a)antraceen, chryseen, benzo(b)fluorantheen, benzo(j)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, dibenzo(a,h)antraceen, benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen.

PCB's

De verkorte aanduiding voor polychloorbifenylen. Er bestaan 209 verschillende PCB's waarvan er 12 een dioxineachtige werking vertonen en een toxicologische equivalentiefactor (TEF) bezitten. PCB126 is de meest toxische verbinding waarbij de TEF gelijk is aan 0,1. De PCB-waarden die we tonen in dit rapport staan voor de som van de 12 dioxineachtige PCB's.

Percentiel P

Die waarde waarbij P % van het totaal aantal meetwaarden lager zijn en (100-P %) van de waarden hoger zijn. Het 98ste percentiel bijvoorbeeld is die waarde waarbij 98 % van de meetwaarden lager zijn en 2 % van de waarden hoger zijn. De percentielen worden meestal berekend over relatief lange perioden zoals bijvoorbeeld 6 maanden of 1 jaar.

$$X_1 \langle X_2 \langle X_3 \langle \dots \langle X_k \langle \dots X_{(N-1)} \langle X_N$$

pg TEQ

De toxiciteit van dioxinen en PCB's wordt uitgedrukt ten opzichte van 2,3,7,8-tetrachloordioxine, de meest bekende dioxine, in picogram Toxicologische Equivalenten, rekening houdend met toxicologische equivalentiefactoren.

Picogram

Een miljoenste van een miljoenste gram, ofwel 10^{-12} gram.

PM_{2.5}-fractie

Particulate matter kleiner dan 2,5 µm. Wettelijk gezien gaat het om stofdeeltjes die bemonsterd worden met een PM_{2,5} gravimetrische bemonsteraar. Om een toetsing aan de Europese normen die gebaseerd zijn op gravimetrische analyses te kunnen doorvoeren, worden de PM_{2,5}-resultaten van de automatische monitoren indien nodig omgerekend met een kalibratieconstante.

PM₁₀-fractie

Particulate matter kleiner dan 10 µm. Om een toetsing aan de Europese normen die gebaseerd zijn op gravimetrische analyses te kunnen doorvoeren, worden de PM₁₀-resultaten van de automatische monitoren indien nodig omgerekend met een kalibratieconstante.

Pollutieroos

Figuur die de gemiddelde concentratie van een luchtverontreinigende stof toont per windrichting. Elk segment van een pollutieroos wijst in de richting van herkomst van de overeenkomstige wind, zodat de grootste segmenten wijzen in de windrichting met de hoogste concentratie.

ppb

Parts per billion. Deeltje per miljard; dit is de meeteenheid die de concentratie van polluenten aanduidt in eenheid van volume per eenheid van volume. 1 ppb van een polluent X is gelijk aan 1 volumedeel in een mengsel van 1.10^9 volumedelen, met andere woorden 1 mm³ van polluent X is aanwezig in 1 m³ omgevingslucht.

Precursor

Polluent waaruit achteraf door atmosferische reacties secundaire polluenten ontstaan.

Rekenkundig gemiddelde

Som van de waarden die bij de metingen werden opgetekend, gedeeld door hun aantal.

Streefwaarde

Een concentratieniveau van een verontreinigende stof in de lucht dat is vastgesteld om schadelijke effecten voor de gezondheid van de mens en/of voor het milieu in zijn geheel op lange termijn te vermijden, en dat zoveel mogelijk binnen een gegeven periode moet worden bereikt.

Temperatuursinversie

Tijdens bepaalde atmosferische omstandigheden is de luchttemperatuur van de hogere luchtlagen hoger dan deze van de onderste luchtlagen. In plaats van af te nemen met de hoogte, zal de temperatuur van de lucht dus eerst toenemen ter hoogte van de thermische inversielaag. De luchtlagen met de grootste dichtheid bevinden zich dan tegen de bodem zodat de verontreinigende stoffen zich niet naar de hogere atmosferische luchtlagen verspreiden, maar zich opstapelen in de lager gelegen luchtlagen.

Toxische equivalentiefactor (TEF)

Eenheid waarmee verschillende dioxines en PCB's qua giftigheid met elkaar kunnen vergeleken worden.

Toxische equivalentie (TEQ)

Totale toxiciteit van een mengsel van dioxines en PCB's.

VOS

De verkorte aanduiding voor vluchtige organische stoffen. Dit zijn organische stoffen van antropogene en biogene bronnen, uitgezonderd methaan, die onder invloed van zonlicht door reactie met stikstofoxiden fotochemische oxidanten kunnen produceren.

[illegible]

***x-mean* (virtueel station)**

Tijdens de dataverwerking wordt een imaginaire meetplaats gecreëerd dat voor elk halfuur de gemiddelde waarde aanneemt van de meetresultaten van alle meetplaatsen.

De 'x-mean' meetplaats is dus als dusdanig geen ruimtelijk gemiddelde halfuurwaarde van een pollutant over Vlaanderen. Het laat wel toe alle statistische grootheden van een bepaalde meetplaats te evalueren ten opzichte van de volledige groep van meetplaatsen die door *x-mean* wordt vertegenwoordigd.

Zuurequivalent (Zeq)

Een Zeq is een eenheid om de verzuringsgraad van verontreinigende stoffen te meten en komt overeen met 1 mol waterstofionen. Eén mol zwaveldioxide kan 2 mol waterstofionen vrijgeven, wat overeenkomt met een verzurend effect van 2 equivalenten. Eén mol stikstofoxiden en ammoniak kunnen elk 1 mol waterstofionen vrijstellen en komen beide overeen met 1 zuurequivalent. Eén zuurequivalent komt dus overeen met 32 gram zwaveldioxide, 46 gram stikstofoxiden of 17 gram ammoniak.

 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Microgram per kubieke meter. Meeteenheid die de concentratie van polluenten aanduidt, uitgedrukt in een miljoenste deel van een gram in een kubieke meter omgevingslucht, dus in eenheid van massa per eenheid van volume. Luchtconcentraties voor gasvormige verontreinigde stoffen worden niet uitgedrukt per volume omgevingslucht, maar worden – volgens 2008/50/EG, Bijlage VI, C – gestandaardiseerd naar een temperatuur van 293 K en een atmosferische druk van 1013 hPa. Dit wordt soms ook aangeduid als $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Zie ook de tabel hieronder met omrekening van ppb naar $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (in feite van ppbv naar $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$).

Omrekeningsfactoren ppb naar $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bij 293 K en 1.013 mbar voor SO_2 , NO_2 , NO en O_3

polluent	omrekeningsfactor ppb → µg/m³
SO ₂	2,66
NO ₂	1,91
NO	1,25
O ₃	2,00

Meeteenheden

Afkortingen

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

