



8. STIKSTOFOXIDEN (NO_x)

1. Inleiding

Onder de noemer stikstofoxiden, aangeduid met het symbool NO_x, vallen hoofdzakelijk stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO₂). Beide gasen komen samen voor in onze atmosfeer.

Er zijn chemische evenwichten tussen NO_x (NO en NO₂) en ozon (O₃): NO oxideert tot NO₂ onder de invloed van het zuurstof (een trage reactie) of van het ozon (snelle reactie) dat aanwezig is in de lucht.

De emissies, uitgedrukt in massa-eenheid per tijdseenheid (bijvoorbeeld kiloton per jaar, kt/jaar), staan voor de hoeveelheid van een verontreinigende stof die rechtstreeks wordt uitgestoten door het wegvervoer, de woningsector, de industrie of de energieproductie (bv. door verbrandingsovens) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Die emissies worden in cijfers gegoten op basis van gegevens voor het energieverbruik van de voornaamste uitstotende activiteiten en van de emissiefactoren (uitgedrukt in g/kWh, g/km, g/g) die bepalen hoeveel van een bepaalde verontreinigende stof wordt uitgestoten voor een gegeven hoeveelheid verbruikte energie. Door de uitstoot van dergelijke pollutanten per sectortype in kaart te brengen, wordt het gemakkelijker om te bepalen in welke sectoren er actie nodig is om de luchtkwaliteit te verbeteren.

Eens uitgestoten, worden verontreinigende stoffen meer of minder efficiënt verspreid in de lucht, afhankelijk van de weersomstandigheden (wind, hoogte van de menglaag, temperatuursinversie). De waarden bij immissie stemmen overeen met de concentraties gemeten in de omgevingslucht. Ze worden uitgedrukt in massa-eenheid per eenheid luchtvolume (bijvoorbeeld in µg/m³).

1.1. Invloed op het milieu

Stikstofoxiden dragen bij tot de verzuring en eutrofiëring van ons leefmilieu. NO_x-emissies verstoren de samenstelling van de lucht, het oppervlaktewater en de bodem. Ze versterken ook onrechtstreeks het broeikas-effect, zonder dat ze worden opgenomen in de berekening van de reductiedoelstellingen voor broeikasgassen. Deze 3 verschijnselen worden toegelicht in de fiche Lucht nr. 4.

Stikstofoxiden spelen een hoofdrol in enkele van de meest gebruikelijke fysisch-chemische omzettingen: de zomersmog of fotochemische verontreiniging (zie verder) en de vorming van secundaire aerosols (zie fiche Lucht nr. 23).

Mist en zure neerslag in een stedelijke omgeving kunnen een directe invloed hebben op het architecturale erfgoed. Zure regen is eveneens nefast voor de stedelijke flora, zelfs op lange afstand van de bron, wat de ecosystemen schaadt (bossterfte, verzuring van zoetwatermeren, verstoring van de voedselketens in zoet en zout water enz.).

1.2. Toxiciteit / invloed op de menselijke gezondheid

NO mag in de huidige concentraties in de omgevingslucht dan niet schadelijk zijn voor de mens, het verdient evenwel al onze aandacht omdat het oxideert in de omgevingslucht en zo NO₂ vormt, één van de ozonprecursoren in onze troposfeer. NO is ook een goede tracer voor het wegverkeer in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

NO₂ is dan weer wel giftig voor ons ademhalingsstelsel. Personen met een verhoogde gevoeligheid, denken we aan astmalijders of mensen met een chronische longaandoening, worden de gevolgen al gewaar bij langdurige blootstelling aan concentraties vanaf enkele tientallen ppm (parts per million) of een paar honderd µg/m³. Stikstofdioxide bevordert niet enkel de vorming van ozon, het is ook een precursor voor het ontstaan van secundaire deeltjes (zoals ammoniumnitraat).

Uit toxicologisch onderzoek (met dieren) blijkt dat er veranderingen optreden in de longstructuur, de longstofwisseling en de infectieafweermechanismen van de longen bij organismen die gedurende 1 tot 6 maanden blootgesteld worden aan concentraties NO₂ gaande van 0,1 tot 0,5 ppm (190 tot 950 µg/m³).

Als 'toelaatbaar' risiconiveau, zowel voor de gezonde bevolking als voor gevoeligeren groepen (ouderen, astmalijders, mensen met een chronische ademhalingsaandoening, kinderen) legde de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) in 1987 de blootstellingsniveaus vast op 400 µg/m³ als maximaal uurgemiddelde en 150 µg/m³ als daggemiddelde. In 1999 schreefde de WHO het aanbevolen maximale uurgemiddelde terug tot slechts 200 µg/m³, het aanbevolen jaargemiddelde bedraagt nu 40 µg/m³.

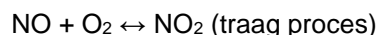


1.3. Oorsprong van de pollutent

De stikstofoxiden worden voortgebracht door de oxidatie van stikstof in de lucht tijdens elk verbrandingsproces (verkeer, huisverwarming, energieproductie, specifieke chemische productie, ...) bij hoge temperatuur ($\pm 100^\circ\text{C}$).

Deze NO_x-emissie vindt meestal plaats in de vorm van NO (~90%) en, in mindere mate, van NO₂ (~10%).

De verhouding NO/NO₂ in de omgevingslucht hangt af van het chemisch evenwicht tussen NO, NO₂, O₂ (zuurstof) en O₃ (ozon). NO oxideert van nature naar NO₂ in aanwezigheid van zuurstof (O₂).



NO₂ is een ozonprecursor, en net om die reden is het een molecuule die een ingrijpende impact heeft op de luchtkwaliteit. Wanneer er geen vluchtige organische verbindingen (VOS) zijn, treedt er een dynamisch evenwicht op tussen de vorming en de afbraak van ozon.



Dit evenwicht wordt echter verstoord door de reactieve producten van de VOS die de aanwezige NO blokkeren; deze zal de ozon dus niet kunnen afbreken. Bovendien wordt de NO door toedoen van de VOS geoxideerd tot NO₂ waardoor nieuwe ozon wordt aangemaakt.

Op plaatsen waar er veel verkeer is en dus veel overtollig NO, verschuift het bovengenoemd chemisch evenwicht in de richting van de vorming van NO₂ (een snelle reactie van niet meer dan een paar minuten) en speelt bijgevolg de vernietiging van O₃ in vergelijking een belangrijkere rol. Dat verklaart waarom in een stedelijke omgeving zoals het Brussels Hoofdstedelijk Gewest de gemiddelde concentratie O₃ minder groot is dan in landelijke gebieden, denken we aan de Ardennen.

2. Reglementering van toepassing

Sinds verschillende jaren werken de Verenigde Naties en de Europese Unie protocollen en richtlijnen uit om de uitstoot van allerlei verontreinigende stoffen, waaronder de NO_x uitgestoten in de atmosfeer, terug te dringen en zo de gevolgen van menselijke activiteit op de gezondheid en het klimaat het hoofd te bieden. Zo zijn er grenswaarden vastgelegd om de uitstoot en de concentratie van bepaalde pollutanten in de omgevingslucht te beperken. Die grenswaarden moeten gerespecteerd worden vanaf een bepaalde datum.

Op het vlak van uitstoot moet elke lidstaat jaarlijks een inventaris opmaken van zijn emissies van verontreinigende stoffen, opgesplitst naar activiteitsector. Aan de hand van die inventarissen wordt het mogelijk te monitoren hoe de hoeveelheid uitgestoten NO_x evolueert in de tijd per activiteitsector en dus om die emissies aan de basis aan banden te leggen. De inventarissen zijn een onmisbaar hulpmiddel om doeltreffende maatregelen te bepalen om onze gezondheid en ons leefmilieu te beschermen.

De beoordeling van de luchtkwaliteit is dan weer geënt op de immissiewaarden van verontreinigende stoffen, anders gezegd de gemeten concentraties van die stoffen in de omgevingslucht.

De volgende factsheets beschrijven de voornaamste toepasbare wetgeving inzake uitstoot en luchtkwaliteit. Wie hier meer informatie over wenst, kan ze steeds raadplegen:

- 3. De internationale overeenkomsten en de gevolgen ervan inzake verschaffing van gegevens
Lokale invloed : Bescherming van de volksgezondheid
- 4. De internationale akkoorden inzake mondiale vormen van luchtverontreiniging
- 5. De internationale verplichtingen voor het verzamelen en verschaffen van gegevens - De atmosferische pollutanten opgevolgd in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

3. Emissies van stikstofoxiden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

3.1. Principe van berekening van de emissies

Het principe van de berekening van de emissies berust op de veronderstelling dat de emissies, te wijten aan een bijzondere activiteit op een gegeven ogenblik en op een gegeven ruimtelijke eenheid, evenredig zijn met de intensiteit van deze activiteit en het resultaat zijn van de vermenigvuldiging van de "activiteitsgraad" (AG) met een "emissiefactor" (EF) :

$$\text{Emissie (polluent Y, activiteit X)} = \text{AG(activiteit X)} * \text{EF(polluent Y, activiteit X)}$$



De parameter "activiteitsgraad" is een coëfficiënt die eigen is aan de activiteit. Het is de meting van de "productie" van de activiteit, en de parameter schommelt dus al naar gelang van het jaar in kwestie en van de activiteit: het betreft bij voorbeeld de hoeveelheid verbrand afval voor de emissies afkomstig van een verbrandingsoven, het aantal afgelegde kilometers voor de emissies als gevolg van het transport,... De emissies worden uitgedrukt in massa-eenheid.

De emissiefactor is een coëfficiënt die kenmerkend is voor de uitgestoten stof en voor de technologie die in de beschreven activiteit wordt gebruikt. De emissiefactor kan bijgevolg verschillen van jaar tot jaar.

De factoren voor de NO_x-uitstoot worden berekend op grond van internationale aanbevelingen (EMEP/EEA air pollutant emissions inventory Guidebook) of op basis van specifieke methodes als die er zijn en een meer nauwkeurige raming toelaten. Die ramingen worden voortdurend bijgestuurd naargelang de stand van het wetenschappelijk onderzoek ter zake.

Voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn de voornaamste emissiebronnen de verwarming van gebouwen (woningen, maar ook gebouwen uit de tertiaire sector en de industrie), transport (over de weg, het spoor en het water), afvalverbranding, fugatieve emissies en welbepaalde industriële activiteiten. Wat het transport over de weg betreft, worden de emissies berekend aan de hand van het Europees referentemodel COPERT, waar de gegevens van het Brussels verkeer in worden geïmporteerd.

3.2. Sectorale verdeling van de NO_x-emissies in 2013

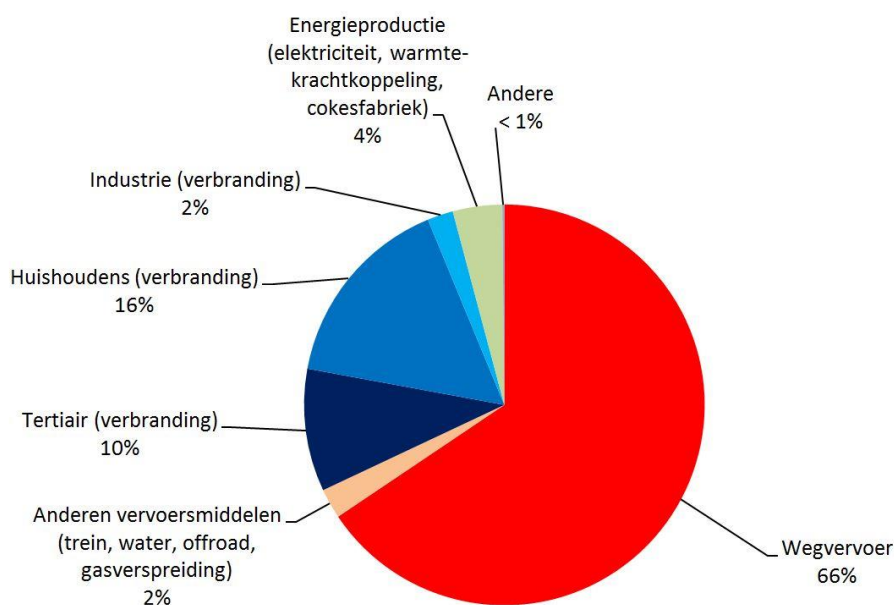
Figuur 8.1 toont de emissies in 2013, opgesplitst naar sector.

De voornaamste bronnen van NO_x-uitstoot zijn verbrandingsprocessen voor het transport (66%) of voor de verwarming van gebouwen (in het bijzonder de verwarming van woningen, goed voor 16%, en van tertiaire gebouwen, goed voor 10%). De energieproductie (elektriciteit, warmtekrachtkoppeling, cokesovens) neemt dan weer 4% van de NO_x-uitstoot voor haar rekening. In mindere mate zijn die NO_x-emissies ook afkomstig van verbrandingsprocessen in de industrie (2%) en van andere vervoerswijzen (spoor, water, offroad, gasdistributie) (2,5%). De NO_x-emissies door afvalverbranding vertegenwoordigen slechts 0,1% van de totale uitstoot.

Figuur 8.1. : Sectorale verdeling van de gewestelijke emissies van NO_x in 2013 (%)

Bron : Leefmilieu Brussel, Dpt. Planning lucht, energie en klimaat

Het jaar 2013 werd hier geprivilegieerd gezien hiervoor de meest recente gegevens voorhanden zijn van een gevalideerde versie van de regionale energiebalans. De gegevens van het jaar 2014 werden namelijk berekend op basis van een voorlopige versie ervan.





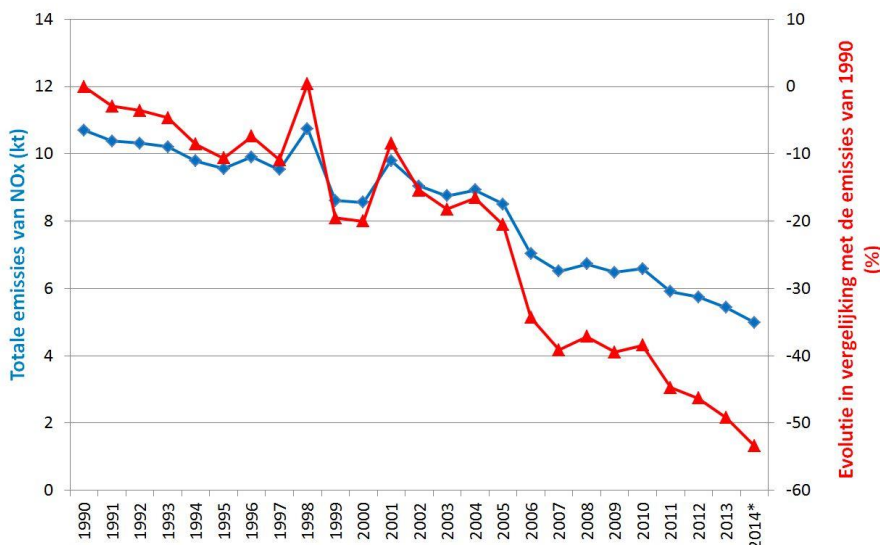
3.3. Evolutie in de tijd van de gewestelijke emissies

3.3.1. Evolutie in de tijd van de NO_x-emissies

Figuur 8.2. : Evolutie in de tijd van de NO_x-emissies (in ton) (in blauw) en van de verhouding van de emissies ten opzichte van 1990 (in rood) voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest van 1990 tot 2014

Bron : Leefmilieu Brussel, Dpt. Planning lucht, energie en klimaat

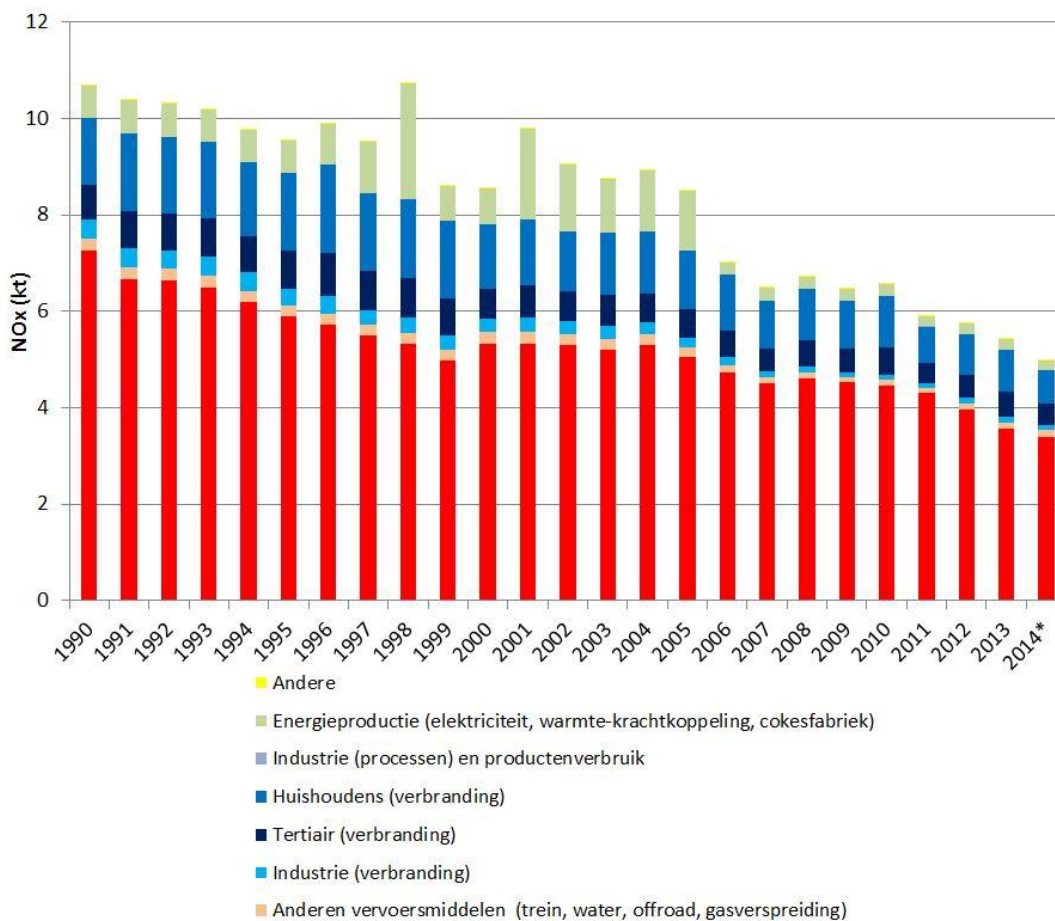
(* : voorlopige gegevens)



Figuur 8.3. : Sectorale evolutie van de gewestelijke NO_x-emissies in kton (1990 - 2014)

Bron : Leefmilieu Brussel, Dpt. Planning lucht, energie en klimaat

(* : voorlopige gegevens)





Tussen 1990 en 2014 is de NO_x-uitstoot globaal genomen met 53% gedaald.

In 2008 en in 2010 zien we een lichte stijging van de NO_x-emissies. Beide jaren kenden een koude winter, waardoor er meer uitstoot was door de verwarming van gebouwen.

Binnen de sector van de energieproductie was er in 2006 een duidelijke verbetering, te danken aan de komst van een wasinstallatie voor DeNO_x-uitlaatgassen in de verbrandingsoven van Neder-Over-Heembeek. We stellen overigens vast dat in deze sector tussen 2005 (toen deze emissies nog goed waren voor 14% van het totaal) en 2006 de NO_x-emissies met maar liefst 80% zijn gedaald.

In de categorie 'Andere', met de cokesfabriek van Marly, was er een opvallende daling (met 8%) van de uitstoot tussen 1990 en 1994. Dat had alles te maken met de aanvankelijk tanende activiteit en vervolgens ook de sluiting, in 1993, van de cokesfabriek in het BHG.

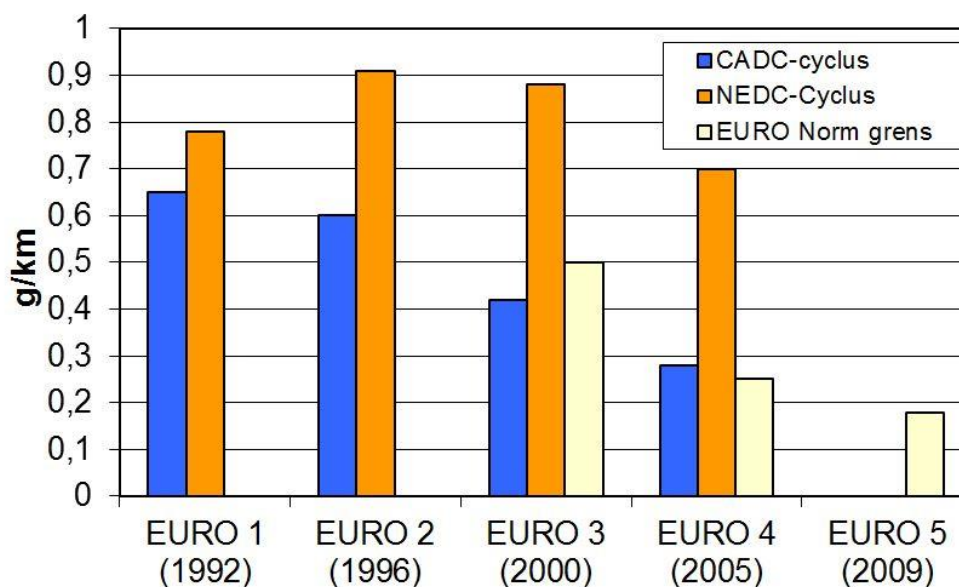
Het wegvervoer laat een daling van 53% optekenen. Sinds 1989 zijn katalysatoren in België immers verplicht in particuliere benzinewagens van meer dan 2000 cc (die in 1990 samen 14% van het Brusselse park met benzinewagens uitmaakten) en sinds 1993 zelfs in alle nieuwe wagens. Een katalysator doet een nabehandeling van de uitlaatgassen zodra ze uit de motor komen, waardoor de NO_x¹-uitstoot daalt. Daar komen nog de technologische verbeteringen bij aan verbrandingsmotoren, in het bijzonder van vrachtwagens, en de invoering van de EURO-normen, die autofabrikanten verplichten om voertuigen te produceren die minder NO_x uitstoten.

Merk ook op dat voertuigen die voldoen aan de geldende EURO-normen meer verbruiken dan men zou verwachten (zie Figuur 8.4). Die voertuigen voldoen immers aan de EURO-normen bij een theoretische rijcyclus bepaald door de Europese Unie (de NEDC-cyclus), die de hoeveelheid uitgestoten NO_x onderschat in vergelijking met de emissies tijdens een cyclus die representatiever is voor een reële rit (CADC-cyclus). Bovendien stoten vrachtwagens van het EURO 5-type met een SCR-katalysator (selective catalyst reduction of selectieve katalytische reductie) meer NO_x uit dan de toegelaten normen wanneer de temperatuur van de uitlaatgassen onder de 250°C ligt, wat vaak het geval is in het stadsverkeer.

Figuur 8.4 :

Emissiefactor in g/km voor passagiersvoertuigen op diesel voor twee rijcycli. De NEDC-cyclus is de Europese referencyclus voor de gemiddelde gemeten NO_x-emissies. De CADC-cyclus is een rijcyclus die representatief is voor de gemiddelde Europese rijcyclus.

Bron : Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik.



¹ Merk evenwel op dat een katalysator pas een effect heeft op de NO_x-emissiereductie vanaf een bepaald aantal gereden kilometers (katalysatoren werken niet of minder efficiënt als de motor koud staat, bij het vertrekken en bij het optrekken en remmen). Deze factor is dus enkel relevant voor langere trajecten.



Er werd voor 2014 een raming gedaan van de Brusselse overtollige NO_x-emissies die toe te schrijven zijn aan die onderschatting van het Brusselse wagenpark², en dat in de volgende omstandigheden:

- Betrokken voertuigen: personenwagens en bestelwagens rijdend op diesel met EURO-normen 3, 4 en 5;
- Methode: vergelijking van de theoretische EURO-normen met de emissiefactoren van COPERT (voor EURO 3 en 4) voor het jaar 2014, en met het resultaat van de metingen van de voertuigen die werden onderworpen aan de tests in het kader van de studie die het Waals Gewest ten gevolge van de VW-zaak heeft uitgevoerd (voor EURO 5)³.

Het resultaat was een geraamde totale overmatige emissie van 1041,1 ton NO_x, hetzij 34% van de totale gewestelijke NO_x-emissies van het wegvervoer, of ook 21% van de totale gewestelijke NO_x-emissies (zie tabel 8.5).

Tabel 8.5 :

Extra Brusselse NO_x-emissies die toe te schrijven zijn aan de onderschatting van emissies gelinkt aan verschillende types EURO-normen door het Brussels wagenpark				
Bron: Leefmilieu Brussel, Dpt. Planning lucht, energie en klimaat				
EURO-normen	Officiële emissies Euro-normen (mg/km)	Emissies COPERT/Waalse testen (mg/km)	Verkeer (veh.km)	Extra emissies (t NO _x)
EURO 5	180	617	1.552.247.089	678,3
EURO 4	250	704	571.922.686	259,5
EURO 3	500	869	279.754.577	103,3
TOTAAL				1041,1
NO _x - schatting voor 2014	Emissies (t NO _x)			%
TOTAAL BHG	4981			20,9%
TOTAAL BHG Vervoer	3077			33,8%

Deze resultaten tonen aan hoe belangrijk het voor het Gewest is dat de emissies van de voertuigen daadwerkelijk overeenstemmen met de EURO-normen die eraan zijn toegewezen.

3.3.2. Evolutie in de tijd van de NO₂-emissies

Wat NO₂ betreft, stellen we vast dat het aandeel NO₂ in de NO_x-uitstoot van het vervoer is toegenomen. Die toename wordt tot 2009 bevestigd door de evolutie in de verhouding NO₂/NO_x in de verkeerstunnels (Figuur 8.6).

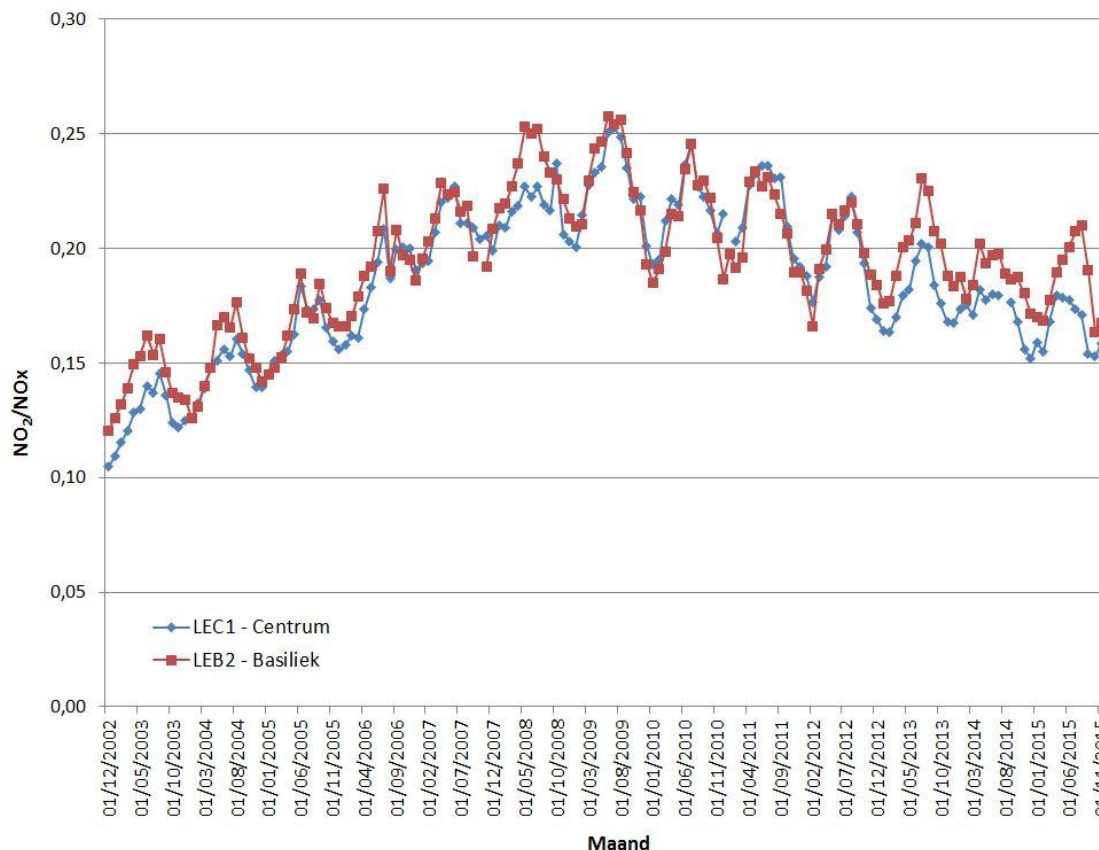
² Overeenkomstig de methodologieën voor het opstellen van emissie-inventarissen van het wegvervoer, is het wagenpark fictief en gebaseerd op de voertuigen die in Brussel zijn ingeschreven en niet op deze die er rondrijden.

³ Zie <http://diantonio.wallonie.be/sites/default/files/nodes/story/8830-rapportvwfinal.pdf> voor meer details:



Figuur 8.6. : Maandelijks evolutie van de verhouding NO_2/NO_x in de Leopold II-tunnel, richting centrum (LEC1, in blauw) en in de Basiliektunnel, richting Basiliek (LEB2, in rood).

Bron : Leefmilieu Brussel, Laboratorium Luchtqualiteit



De toename van de hoeveelheid NO_2 in de emissies van het wegvervoer en dus ook van de gemeten concentraties NO_2 in omgevingen die beïnvloed worden door het verkeer, is onder andere toe te schrijven aan:

- De verdieseling van het wagenpark (diesel stoot relatief meer NO_2 uit);
- Het feit dat de oxidatiekatalysatoren die de EURO 3-norm oplegt het aandeel NO_2 doen toenemen ten opzichte van het NO in de emissies;
- De roetfilters van vrachtwagens, die onrechtstreeks de NO_2 -uitstoot verhogen.

Dit fenomeen zien we niet enkel in alle Belgische agglomeraties, maar ook in agglomeraties in Duitsland en Nederland en in Londen.

Het verklaart voor een deel waarom ondanks de afname van de totale NO_x -uitstoot de normen op het vlak van jaarlijkse gemiddelde NO_2 -concentraties in meetstations voor het verkeer niet altijd gehaald worden. Daar komt nog bij dat NO_2 een molecule is die zich bij omgevingstemperatuur heel stabiel gedraagt in de atmosfeer en niet oplost in water, waardoor de regen ze dus ook niet kan wegspoelen.

Merk evenwel op dat in 2010 de evolutie van de verhouding NO_2/NO_x in de wegtunnels stabiliseerde en in 2011 zelfs traag leek terug te vallen. Die trend en de achterliggende redenen moeten nog bevestigd worden.

4. NO_x -concentraties in de omgevingslucht

4.1. Inleiding

Merk op dat de concentraties niet uitsluitend toe te schrijven zijn aan lokale emissiebronnen. Ze hangen ook af van de weersomstandigheden, die de verspreiding van verontreinigende stoffen al dan niet bevorderen, van de fysisch-chemische veranderingen in de atmosfeer en van de aanvoer van vervuiling van buiten het Gewest.



4.1.1. Meetnet in het BHG

De concentraties stikstofdioxide in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest worden voortdurend gemeten in de 11 meetpunten van het telemetrisch net. Tabel 8.7 toont de ligging van die meetstations binnen het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met hun beschrijving.

Tabel 8.7 :

Meetnet van NO _x in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest			
Source: Leefmilieu Brussel, Laboratorium voor Milieu-onderzoek (lucht)			
Meetposten	Begin	Type meetpost	Type naburig milieu
Berchem (41B011)	1993	stedelijke achtergrond	woonwijk
Voorhaven (41N043)	januari 1998	industriëel	industriëel en verkeer
Meudonpark (41MEU1)	oktober 1999	Stedelijk (*)	woonwijk (dichtbij een industriële zone)
Molenbeek (41R001)	1981	verkeer	druk verkeer+industriëel/residentieel
Ukkel (41R012)	1981	stedelijke achtergrond	stedelijke achtergrond, woonwijk
Woluwe (41WOL1)	1994	verkeer	druk verkeer, open milieu
Sint Katelijne (41B004)	december 2000	Stedelijk (*)	verkeer, handel, woonwijk
EU Parlement (41B006)	september 2001	Stedelijk (*)	voetgangersgebied
Kunst-Wet kruispunt (41B003)	1993	verkeer	druk verkeer, belangrijk kruispunt
Elsene Kroonlaan (41R002)	1986	verkeer	canyon street, druk verkeer
Eastman-Belliard (41 B008)	2012	verkeer	canyon street, druk verkeer
Vorst-tennisclub (47 E013) (°)	januari 1996	Stedelijk(*)	woonwijk

(*) Stedelijke meetposten bevinden zich buiten het druk verkeer
(°) Meetpost vanuit het Electrabel-meetnet

Meetpunt Eastman-Belliard werd in 2012 verplaatst. Onder de vorige benaming 41B005 lag dit station tussen 17 oktober 2001 en 15 oktober 2012 in het Eastman-gebouw (kant Belliardstraat) in de Europese wijk, afgeschermd van het wegverkeer. Op verzoek van de Europese Unie, wegens herinrichtingswerken van de Eastman-site, werd het meetstation vervolgens verplaatst naar het Remard-gebouw aan de Belliardstraat en kreeg het de aanduiding 41B008. Het meetpunt is op die plek actief sinds 19 oktober 2012. Door de herlokalisatie kreeg het station ook een nieuwe indeling, omdat het niet langer is afgeschermd van het verkeer. De ligging van het meetpunt maakt dat de waarden die er gemeten worden niet aan de EU worden gerapporteerd voor de evaluatie van de luchtkwaliteitsdoelen (daarvoor moet een meetpunt op minstens 25 meter van een kruispunt liggen).

De ligging van het meetpunt Kunst-Wet, op het kruispunt 'Kunst-Wet', voldoet ook niet langer aan die criteria. Merk op dat de ligging (in 1992) van het meetpunt Kunst-Wet, zeven jaar voor de komst van richtlijn 1999/30/EG, bewust werd gekozen om de luchtverontreiniging door het verkeer te onderzoeken. De resultaten van dit meetpunt leiden op dat vlak tot interessante inzichten, maar zeggen niets over de algemene of gemiddelde luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Het was de bedoeling om, dankzij de evolutie van de concentraties op middellange termijn, beter te vatten hoe het verkeer de luchtkwaliteit beïnvloedt en wat het eventuele gunstige effect is van de maatregelen voor emissiereductie. De luchtkwaliteit op dit kruispunt wordt rechtstreeks beïnvloed door de uitstoot van het plaatselijk verkeer.

Sinds het kruispunt in 2003 werd heraangelegd, gebeurt de luchtinname nog dichter bij het verkeer. Onvermijdelijk schoten zo steeds meer waarden de hoogte in. We zien ook geregeld de NO₂-waarden toenemen tijdens de zomer, op momenten dat ook de ozonwaarden in andere meetpunten hoger uitvallen: een deel van het NO dat het verkeer uitstoot, wordt door het ozon immers geoxideerd in NO₂.

Het meetstation Kunst-Wet is buiten dienst sinds 2009, maar zou in de loop van 2016 weer opgestart worden.

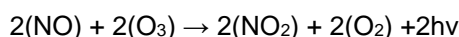
De vaststellingen in quasi realtime en de concentratiehistorieken van de pollutanten (O₃, NO₂, SO₂, CO, PM10, PM2.5, benzeen) zijn beschikbaar op de websites van:



- Leefmilieu Brussel, via de link 'meer info' onder de pollumeter op de startpagina (<http://www.leefmilieu.brussels/>) of via de snelkoppeling: <http://app.bruxellesenvironnement.be:8080/Pollumetre/Graph.action?lang=nl>
- De InterGewelstelijke Cel voor het Leefmilieu (IRCEL) <http://www.irceline.be/>

4.1.2. De meetapparatuur

De meetapparatuur in het meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest maakt gebruik van 'chemoluminescentie'. Die techniek is gebaseerd op het principe dat bepaalde moleculen die door een chemische reactie in een geëxciteerde toestand raken, naar hun elementaire toestand terugkeren door een deel van de vrijgekomen energie in de vorm van licht vrij te geven. Om de concentraties NO en NO₂ te bepalen, laat men een volume lucht dat NO bevat reageren met een overvloed aan ozon (O₃), waardoor er een hoeveelheid licht vrijkomt die zich evenredig verhoudt tot de concentratie NO in dat luchtvolume en die gemeten kan worden met behulp van een vooraf geijkte fotomultiplicator. Dit is de chemische reactie die ontstaat:



Voor datzelfde volume lucht wordt het gas op hoge temperatuur verwarmd in een katalyseoven uit molybdeen om alle NO₂ om te zetten in NO. Vervolgens worden de stikstofoxiden vermengd met ozon en bepaalt men de NO-concentratie van dat gasvolume. De NO₂-concentratie wordt afgeleid aan de hand van de vergelijking:

$$[\text{NO}_2] = [\text{NO}_x] - [\text{NO}]$$

Wie meer informatie wenst over de gebruikte methode, kan het technische rapport 'Ozon en Stikstofdioxide' raadplegen.

4.2. Evaluatie van de NO-concentraties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

De NO-concentraties in de omgevingslucht liggen vele malen onder de giftige concentratie. Er worden dus geen normen opgelegd voor de NO-concentraties in de omgevingslucht. Dat wil niet zeggen dat we in het onderzoek naar luchtverontreiniging niet moeten stilstaan bij deze verontreinigende stof. NO is immers een belangrijke pollutant die vrijkomt bij verbrandingsprocessen, en is daardoor een van de verontreinigende stoffen die eigen zijn aan het wegverkeer. Het is met andere woorden een goede tracer voor dat verkeer.

Een andere reden waarom de verontreiniging door NO aandacht verdient, is de spontane omzetting van NO in NO₂. Daarvoor bestaan normen, maar haar belangrijkste rol is die van precursor in de fotochemische verontreiniging (vorming van ozon) en in de vorming van secundaire deeltjes (nitraten). Door de aanwezigheid van NO wordt ozon trouwens afgebroken, waarbij NO₂ vrijkomt.

4.2.1. Evolutie van de gemiddelde jaarlijkse NO-concentraties

Figuur 8.8 toont de evolutie tussen 1994 en 2015 van de gemiddelde jaarlijkse NO-concentratie voor 9 meetpunten in het BHG.

Tot in 2008 werden de hoogste NO-gemiddelden opgetekend in de twee posten die het sterkst beïnvloed worden door het verkeer, met name Kunst-Wet (B003) en Elsene-Kroonlaan (R002), gevolgd door Voorhaven (N043), Molenbeek (R001), Sint-Katelijne (B004) en Sint-Lambrechts-Woluwe (WOL1). Die laatste 4 meetlocaties liggen in een drukke, maar vrij open omgeving. Vanaf 2008 laat het meetpunt Elsene-Kroonlaan (R002) lagere gemiddelde NO-waarden opmeten dan Voorhaven (N043) (figuur 8.8).

De meetlocaties in Sint-Agatha-Berchem (B011), Ukkel (R02), het Europees Parlement (B006) en Vorst (E013) liggen verder weg van het verkeer, waardoor de gemeten concentraties daar ook lager zijn. Wat het meetstation Eastman-Belliard betreft, dat in 2012 zijn afgeschermd locatie inruilde voor een ligging blootgesteld aan het verkeer, zijn de gemiddelde jaarlijkse NO-waarden vanaf 2012 duidelijk hoger (figuur 8.8).

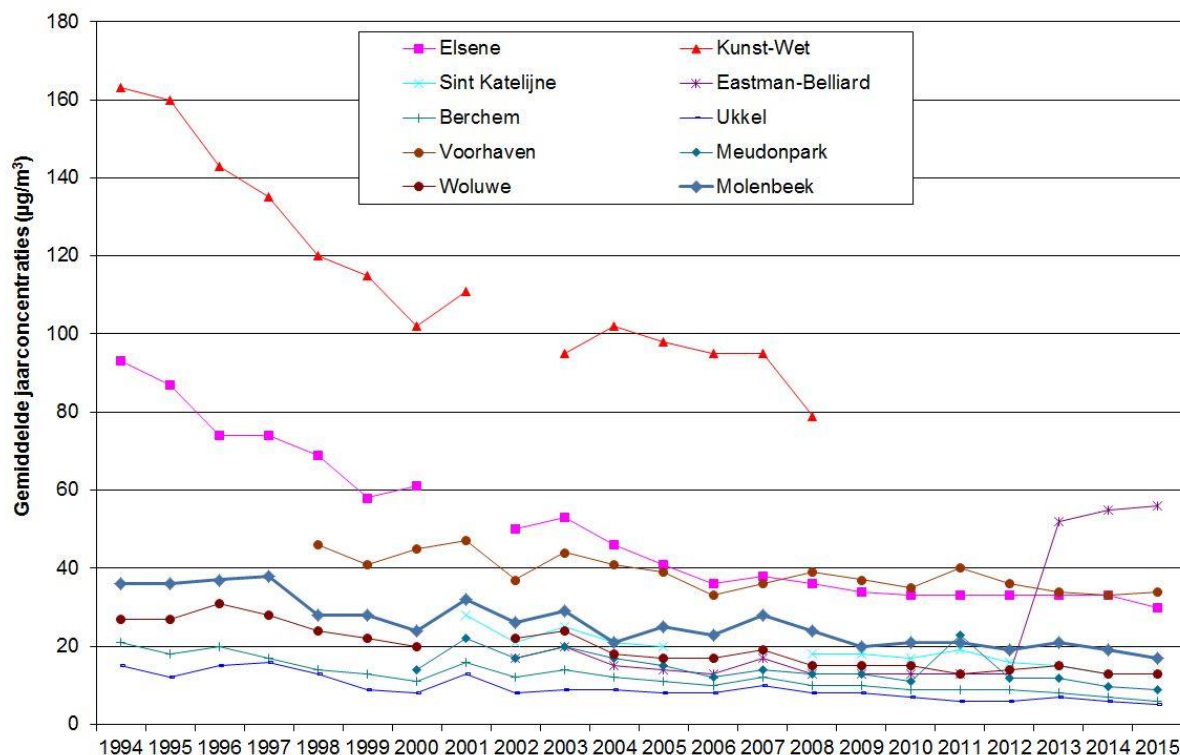
We stellen ook vast dat in alle meetstations, met inbegrip van de stations voor achtergrondverontreiniging, de NO-concentraties sinds 1994 afnemen. Die daling is vooral frappant aan de meetpunten die blootgesteld zijn aan NO-emissies die rechtstreeks van het verkeer komen (Elsene en Kunst-Wet). Aan andere meetpunten, op plekken die minder invloed ondervinden van het verkeer (Ukkel, Berchem, Meudonpark), is de terugval minder uitgesproken, maar niettemin zichtbaar. Het verband tussen de NO-concentratie en de NO-emissies is er wat minder duidelijk, aangezien een deel van de NO er reeds omgezet is in NO₂.



Tijdens de zomer ligt de NO-concentratie in de achtergrondstations en de stedelijke meetpunten gevoelig lager dan in de winter, in die zin dat het aanwezige NO er nagenoeg volledig omgezet wordt in NO₂ (door het ozonoverschot in de zomer). Die daling is nog meer uitgesproken als het station blootgesteld is aan het verkeer.

Figuur 8.8 : Gemiddelde jaarlijkse NO-concentraties van de verschillende meetstations in het BHG tussen 1994 en 2015

Bron : Leefmilieu Brussel, Laboratorium Lucht kwaliteit



Sinds 2002 zijn de gemiddelde jaarlijkse NO-concentraties bijna gehalveerd ten opzichte van 1994 in de meetpunten die sterk beïnvloed worden door het verkeer (Kunst-Wet en Elsene).

De daling van de NO-concentraties in Elsene en Kunst-Wet is vermoedelijk toe te schrijven aan de invoering van de driewegkatalysator. Sinds 1989 moeten alle benzineauto's met een cilinderinhoud van 2000 cc met zo'n katalysator uitgerust zijn, en sinds 1993 zelfs alle nieuwe auto's met een benzine motor. Aan beide meetpunten merken we ook een even sterke daling van de CO-concentratie (zie fiche Lucht 14) en, weliswaar met een paar jaar vertraging, van het benzeengehalte in de lucht.

De meest recente gegevens lijken te wijzen op een breuk in de neerwaartse trend van de gemiddelde jaarlijkse NO-concentraties. Dat heeft er vermoedelijk mee te maken dat het merendeel van de benzineauto's nu uitgerust is met een driewegkatalysator.

4.2.2. Evolutie van de gemiddelde dagelijkse NO-concentraties

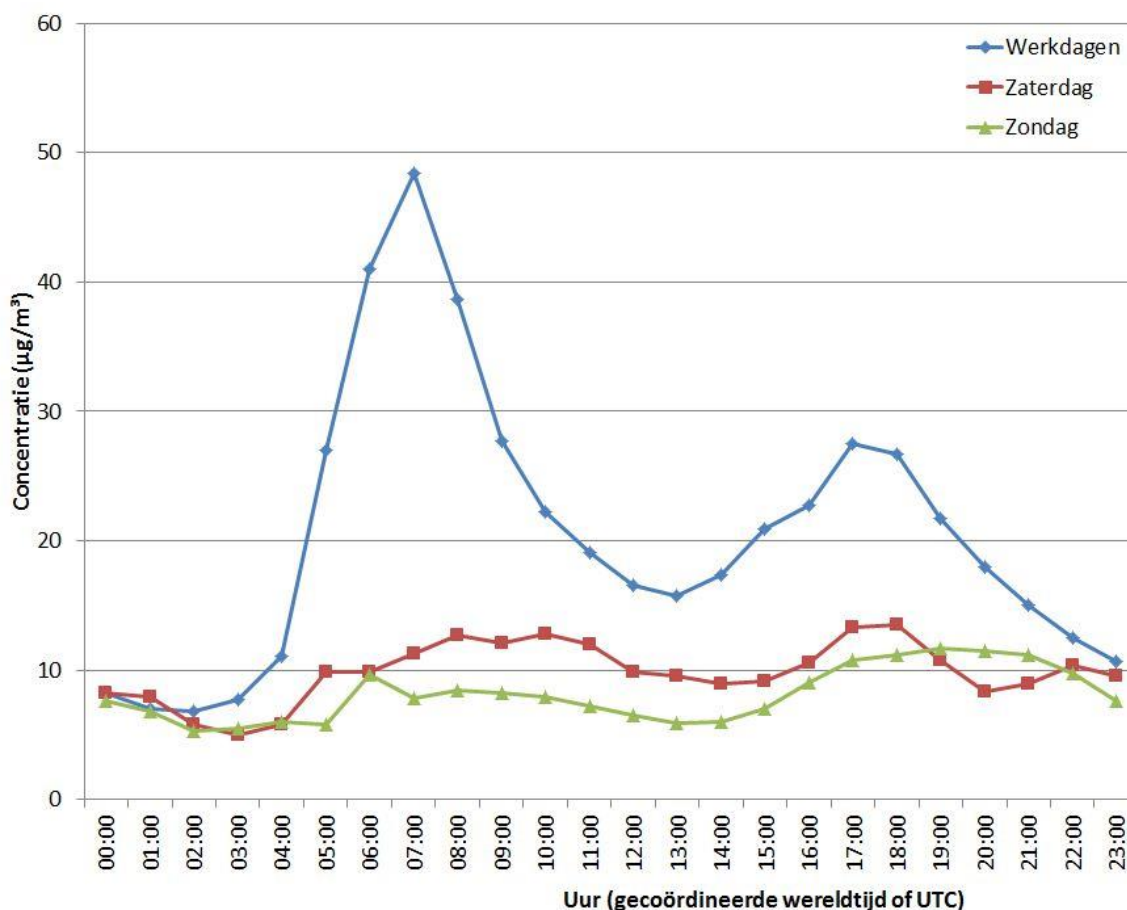
Figuur 8.9 toont de nachtelijke schommelingen van de NO-uurconcentraties aan het verkeersstation van Sint-Lambrechts-Woluwe tussen oktober en maart, voor de winters 2013-2014, 2014-2015 en 2015-2016 voor werkdagen, zaterdagen en zondagen. Op de grafiek zien we duidelijk het verband tussen de NO-concentraties en de verkeersdruk: op een werkdag vallen de NO-concentraties 's ochtends (omstreeks 7.30 u.) en 's avonds (rond 17.30 u.) samen met de hoogste verkeersvolumes van de dag. Tijdens het weekend zijn de NO-concentraties twee tot tweeënhalve keer lager, respectievelijk op zaterdag en zondag, vergeleken met een werkdag.



Figuur 8.9 : Uurgemiddelde van de NO-concentraties in het meetstation van Woluwe gedurende de winters (oktober tot maart) 2013-2014, 2014-2015 en 2015-2016.

Bron : Leefmilieu Brussel, Laboratorium Luchtkwaliteit

De resultaten op de grafiek worden gegeven in UTC-tijd, niet in lokale tijd (in tegenstelling tot de tekst)



Zoals Figuur 8.9 mooi toont, liggen de NO-concentraties gemiddeld hoger op werkdagen en ook hoger op zaterdag dan op zondag. Bovendien merken we een tijdsverschuiving in het dagprofiel in de weekends (in het bijzonder op zondag). De vastgestelde ochtendpiek valt er een uur later dan op een werkdag en is ook minder uitgesproken. De ochtend- en avondpieken zijn bovendien ook veel breder.

Die dagelijkse en wekelijkse schommelingen zetten zich sterker door in de winter, wanneer de directe oxidatie van NO in NO₂ door O₃ minder sterk is.

De dagelijkse en wekelijkse evolutie van de NO-concentraties gemeten in een meetpunt dat op een drukke locatie ligt, weerspiegelt met andere woorden de schommelingen in de emissies veroorzaakt door het verkeer.

4.3. Evaluatie van de NO₂-concentraties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

4.3.1. Immissienormen

Sinds 1 januari 2010, de dag waarop de grenswaarden getoond in Tabel 8.10 werden ingevoerd op grond van richtlijn 2008/50/EG, mag de opgelegde gemiddelde NO₂-uurconcentratie maximaal 18 dagen per jaar overschreden worden. Bovendien mag de gemiddelde NO₂-jaarconcentratie niet meer dan 40µg/m³ bedragen.

De 'grenswaarde' wordt bepaald als een niveau dat is vastgesteld op basis van wetenschappelijke kennis, met de bedoeling de schadelijke gevolgen voor de menselijke gezondheid en/of het leefmilieu in zijn geheel te vermijden, te voorkomen of te beperken. De waarde moet bereikt worden binnen een gegeven termijn en mag niet overschreden worden eens bereikt. Ze is dwingend en moet nageleefd worden vanaf een welbepaalde datum.



Tabel 8.10.

Grenswaarde voor NO ₂ vanaf 1 januari 2010		
Bron: Richtlijn 2008/50/CE van 21 mei 2008		
Berekeningsmethode	Grenswaarde (µg/m ³)	toegestane aantal overschrijdingen
Uurgemiddelde	200 (*)	18 per jaar
Jaargemiddelde	40 (*)	-
(*) Op 19/07/1999 kan een tolerantie van 50 % worden toegepast. Deze marge neemt vanaf 1 januari 2001 lineair af van jaar tot jaar en moet 0% bedragen op 1 januari 2010.		

4.3.2. Evolutie in de tijd van de NO₂-concentraties

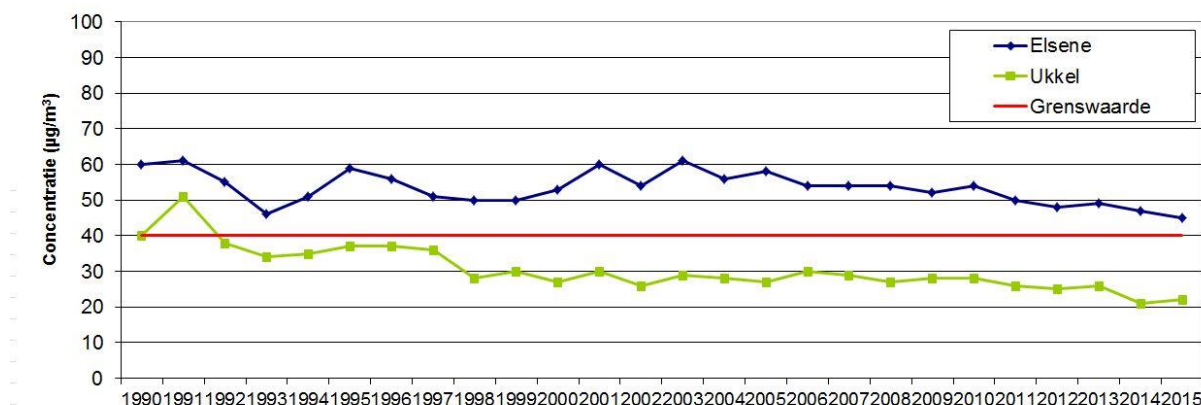
De reductie van NO_x-emissies in het Brusselse mag dan geleid hebben tot een opvallende daling van de jaarlijkse gemiddelde NO-concentraties, hetzelfde kan niet gezegd worden voor de NO₂-concentraties: die houden een vrij constant niveau aan.

4.3.2.1. Evolutie van de gemiddelde jaarlijkse NO₂-concentraties

Figuur 8.11 toont de NO₂-concentraties, gemeten in een verkeersstation (Elsene) en in een achtergrondstation (Ukkel). De rode lijn is de grenswaarde van 40 µg/m³, opgelegd door de richtlijn 2008/50/EG. Sinds 1990 is de NO₂-concentratie gestabiliseerd en vervolgens licht gedaald, in tegenstelling tot de NO_x-emissies, die aanhoudend dalen. Terwijl de daling in de NO_x-uitstoot van het verkeer die zich doorzette in de loop van de jaren 90 (zie punt 4.2.1) heeft geleid tot een aanzienlijke afname van de NO-concentraties, kon een gelijkaardige trend voor de NO₂-concentraties evenwel nog niet bevestigd worden. De NO_x-emissies bestaan immers vooral uit NO dat spontaan oxideert tot NO₂ door de zuurstof (trage reactie) of het ozon (snelle reactie) in de lucht. Het NO₂ dat daarbij ontstaat, verdwijnt minder snel uit de atmosfeer en blijft daardoor overal aanwezig. Daardoor blijkt het heel moeilijk om de NO₂-concentraties aanzienlijk terug te dringen, in die zin dat het stikstofdioxide deels een secundaire pollutant is en dat ongeveer 50% van de totale concentratie gemeten in het BHG afkomstig is van lucht die van buitenaf aangevoerd wordt naar Brussel.

Figuur 8.11 : Gemiddelde jaarlijkse concentraties NO₂ in twee meetstations van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: een verkeersstation (Elsene) en een achtergrondstation (Ukkel). De rode lijn staat voor de grenswaarde die richtlijn 2008/50/EG oplegt.

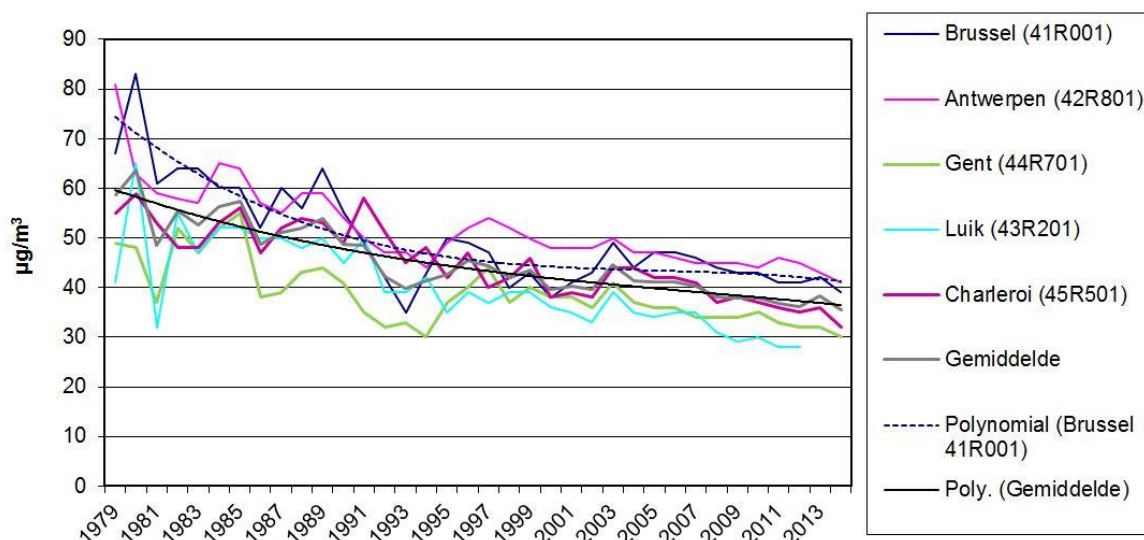
Bron : Leefmilieu Brussel, Laboratorium Luchtqualiteit



De stabilisering en vervolgens lichte terugval van de NO₂-concentraties zien we ook in andere grote Belgische steden (Figuur 8.2).



Figuur 8.12 : Gemiddelde jaarlijkse concentraties NO₂ in 5 Belgische agglomeraties (1979-2009)
Bron : Leefmilieu Brussel, Laboratorium Luchtkwaliteit en IRCEL-lucht (website)



Tabel 8.13 toont de gemiddelde jaarlijkse concentraties NO₂ voor elk meetstation in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. We wijzen er nog eens op dat het station Kunst-Wet niet meetelt wat de naleving van de Europese normen betreft.

Tabel 8.13.

NO ₂ – gemiddelde jaarconcentratie per meetpost (µg/m ³)												
Bron: Leefmilieu Brussel, Laboratorium voor Milieu-onderzoek (lucht)												
Meetpost	Molenbeek	Elsene	Kunst-Wet (*)	Sint Katelijne	Eastman-Belliard	EU Parlement	Berchem	Ukkel	Voorhaven	Meudon-park	Woluwe	Vorst
Jaar	R001	R002	B003	B004	B005-B008	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1981	61	#	#	#	#	#	#	50	#	#	#	#
1982	64	#	#	#	#	#	#	40	#	#	#	#
1983	64	#	#	#	#	#	#	42	#	#	#	#
1984	60	#	#	#	#	#	#	56	#	#	#	#
1985	60	#	#	#	#	#	#	49	#	#	#	#
1986	52	57	#	#	#	#	#	45	#	#	#	#
1987	60	59	#	#	#	#	#	45	#	#	#	#
1988	56	57	#	#	#	#	#	37	#	#	#	#
1989	64	60	#	#	#	#	#	44	#	#	#	#
1990	55	60	#	#	#	#	#	40	#	#	#	#
1991	49	61	#	#	#	#	#	51	#	#	#	#
1992	42	55	#	#	#	#	#	38	#	#	#	#
1993	35	46	76	#	#	#	41	34	#	#	#	#
1994	43	51	69	#	#	#	38	35	#	#	44	#
1995	50	59	74	#	#	#	35	37	#	#	48	#
1996	49	56	69	#	#	#	38	37	#	#	47	38
1997	47	51	70	#	#	#	37	36	#	#	47	41
1998	40	50	74	#	#	#	29	28	43	#	45	34
1999	43	50	75	#	#	#	28	30	49	43	46	35
2000	38	53	69	50	#	#	31	27	47	36	43	33
2001	41	60	73	45	51	48	33	30	50	39	51	28
2002	43	54	72	46	41	36	31	26	48	35	44	36
2003	49	61	86	47	42	41	36	29	47	40	49	38
2004	44	56	87	42	41	37	31	28	45	37	42	32
2005	47	58	93	43	40	38	32	27	46	32	44	34
2006	47	54	98	56	39	38	29	30	45	31	46	32
2007	46	54	97	-	43	40	31	29	45	32	46	29
2008	44	54	101	41	37	38	28	27	46	35	42	-
2009	43	52	-	43	39	38	28	28	47	34	39	-
2010	43	54	-	43	41	37	30	28	44	35	39	32
2011	41	50	-	40	39	33	27	26	44	-	36	31
2012	41	48	-	38	-	34	27	25	43	31	40	30
2013	42	49	-	36	63	37	27	26	42	32	41	31
2014	39	47	-	34	61	32	23	21	42	28	39	-
2015	35	45	-	31	62	31	22	22	42	26	35	-

De rode vakken duiden op een overschrijding van de grenswaarde van 40 µg/m³ die door de richtlijn 2008/50/CE wordt opgelegd

*: (Her)ingebruikname, onvolledige gegevensreeks

: geen meting

(*) Meetpost gelegen op het kruispunt. Geen evaluatie van de gegevens in functie van de normen



De NO₂-concentraties in bepaalde stations, die rechtstreeks blootgesteld zijn aan het verkeer, zijn sinds de inwerkingtreding van richtlijn 1999/30/EG (in 1999) hoger dan het toegelaten jaargemiddelde, zelfs wanneer er rekening wordt gehouden met de tolerantie marge. In 2008 bijvoorbeeld was de jaarlijkse gemiddelde NO₂-concentratie hoger dan de grenswaarde, vermeerderd met de tolerantie marge ($40 + 4 = 44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2008) in Elsene ($54 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en Voorhaven ($46 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In Molenbeek werd de grenswaarde van $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bereikt. In het midden van het kruispunt Kunst-Wet, een experimenteel meetpunt onder directe invloed van het verkeer, kwam die concentratie overigens uit op $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In de stations die verder van het verkeer weg liggen, waren de jaargemiddelden lager, in de orde van $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sinds de invoering van de nieuwe richtlijn 2008/50/EG, die op 1 januari 2010 ook de oude richtlijnen heeft opgeheven, zijn de NO₂-concentraties aan bepaalde meetpunten onder rechtstreekse invloed van het verkeer nog steeds hoger dan het toegelaten jaargemiddelde. Van 2010 tot 2013 werd de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als gemiddelde jaarconcentratie overschreden in de meetpunten R002 (Elsene), R001 (Molenbeek) en N043 (Voorhaven). Sinds 2014 daarentegen wordt de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eindelijk gerespecteerd in Molenbeek, maar nog steeds niet in Elsene en Voorhaven.

In achtergrond- en stadsstations [R012 (Ukkel), B011 (Sint-Agatha-Berchem), MEU1 (Meudonpark) en E03 (Vorst)] werd aan de Europese normen voldaan vóór 2010. Ze worden sinds 2011 overigens ook gerespecteerd in meetpunten B004 (Sint-Katelijne - verkeer en handel) en B006 (Europees Parlement - voetgangerszone).

In andere meetstations, zoals WOL1 (Sint-Lambrechts-Woluwe) moet de naleving van de grenswaarde de komende jaren nog bevestigd worden.

Op basis van de vaststellingen wordt de gezondheidsbeschermingsnorm uit richtlijn 2008/50/EG voor wat betreft het jaargemiddelde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sinds 1 januari 2010 dus niet gehaald (aangezien alle stations die gerapporteerd worden aan de EU de norm moeten respecteren).

De NO_x-emissies moeten nog omlaag om overal de grenswaarde te halen die geldt voor de gemiddelde jaarlijkse concentratie NO₂.

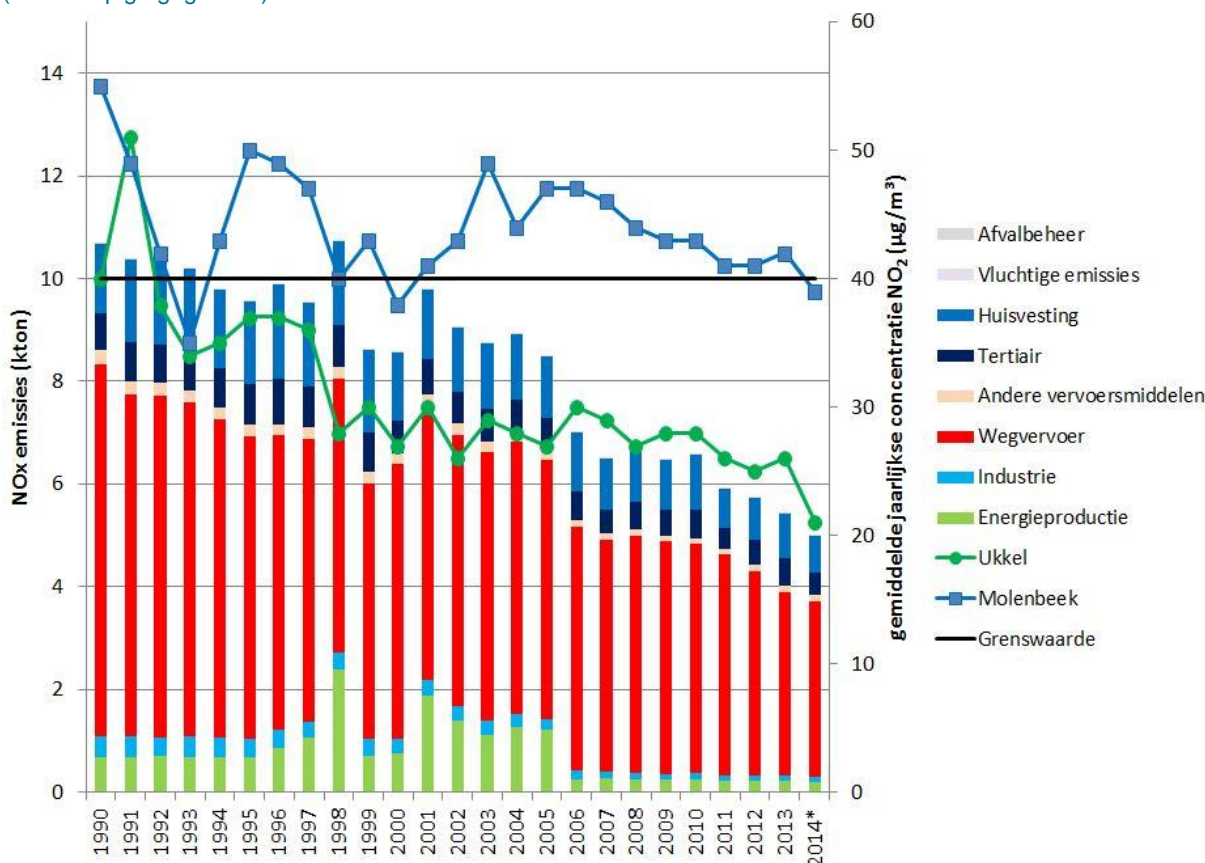
De sterke overschrijding van de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is hoofdzakelijk te wijten, zoals eerder reeds aangegeven, aan de verdieseling van het wagenpark.

De afname van de totale NO_x-uitstoot (Figuur 8.14), te danken aan de inspanningen binnen de transportsector, gaat dus niet automatisch gepaard met een naleving van de normen voor de gemiddelde jaarlijkse concentraties in stations die rechtstreeks aan het verkeer zijn blootgesteld, zoals dat van Molenbeek.



Figuur 8.14 : Evolutie in de tijd van de NO_x-emissies in het BHG (links geordend) en gemiddelde jaarlijkse concentratie NO₂ aan twee meetpunten (rechts geordend): een verkeersstation (Molenbeek) en een achtergrondstation (Ukkel).

Bron : Leefmilieu Brussel, Dpt. Planning lucht, energie en klimaat en Laboratorium Luchtkwaliteit (* : voorlopige gegevens)



4.3.2.2. Weekendeffect

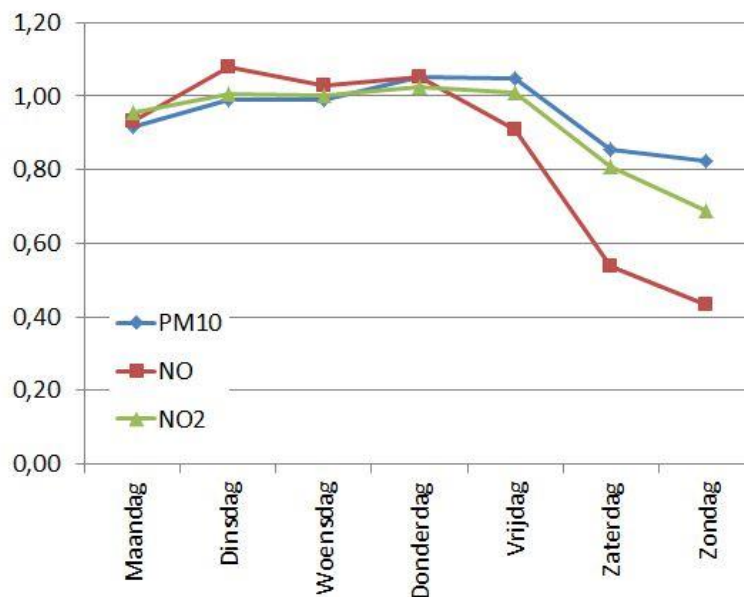
Figuur 8.15 toont de genormaliseerde concentraties NO, NO₂ en PM₁₀ voor elke weekdag, een normalisering die bepaald is op basis van de concentraties gemeten op werkdagen. De periode die in aanmerking wordt genomen bestrijkt de jaren 2013 tot 2016, weliswaar enkel van oktober tot maart.

Tabel 8.16 geeft een overzicht van de percentages die aangeven in welke mate de concentraties NO₂ en NO tijdens het weekend lager zijn dan een gemiddelde werkdag. De percentages zijn gemiddelde waarden voor het Gewest, geraamd voor dezelfde periodes. Plaatselijk kan de invloed van het verkeer gevoelig afwijken van die gemiddelde waarden.



Figuur 8.15 : Gemiddelde dagelijkse evolutie van de concentraties NO₂ en NO in ruimtelijk gemiddelde in Brussel. De behandelde periode beslaat de maanden januari tot maart en oktober tot december, voor de jaren 2013 tot 2016. De telemetrische stations die in aanmerking worden genomen in de berekening van het ruimtelijk gemiddelde zijn Berchem, Voorhaven, Molenbeek, Elsene, Ukkel en Woluwe.

Bron : Leefmilieu Brussel, Laboratorium Luchtqualiteit



Tabel 8.16.

Reductiepercentage van de concentraties voor PM10, NO ₂ en NO ten opzichte van de waargenomen concentraties op een werkdag.		
Bron: Leefmilieu Brussel, Laboratorium voor Milieu-onderzoek (lucht)		
Polluent	Zaterdag	Zondag
NO	-46%	-57%
NO ₂	-19%	-31%
PM10	-15%	-18%

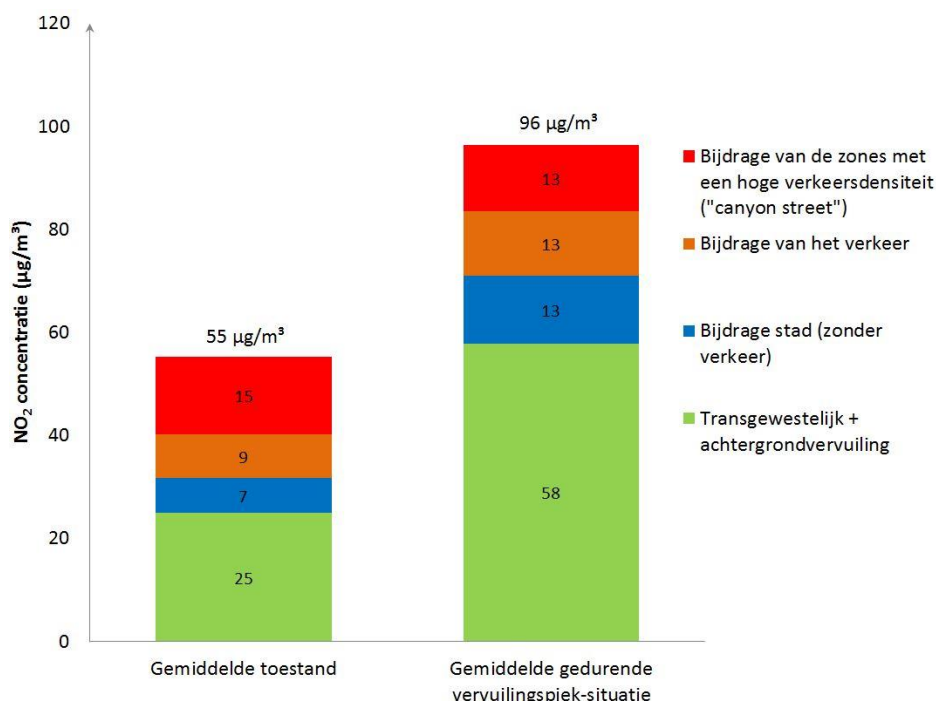
Vergeleken met een gemiddelde werkdag zien we een aanzienlijke terugval in de gemeten NO-concentraties: algemeen genomen kunnen we stellen dat de uitstoot van het verkeer op zaterdag ongeveer 46% lager ligt en op zondag zelfs 57% (raming voor de jaren 2013 tot 2016, respectievelijk 29% en 56% voor de winter van 2015-2016). De lagere NO-concentraties in het weekend (representatief voor de lokale bronnen) hangen samen met de mindere verkeersdrukte.

De terugval van de NO₂-concentraties in het weekend is minder uitgesproken (19% op zaterdag en 31% op zondag) dan die van NO, omdat de bronnen van NO₂ diverser zijn en zich niet uitsluitend beperken tot het wegverkeer: we schatten dat het verkeer goed is voor ongeveer 45% van de lokale emissies. De andere helft van het NO₂ is afkomstig van de verwarming van gebouwen en de aanvoer van verontreinigende stoffen van buiten het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Figuur 8.17).



Figuur 8.17 : Relatief aandeel van de achtergrondverontreiniging, de gewestoverschrijdende bijdrage en de stedelijke verontreiniging in de gemeten NO₂-concentraties, gemiddeld en tijdens verontreinigingspieken (periode 2011-2015).

Bron : Leefmilieu Brussel, Laboratorium Luchtqualiteit



Tabellen 8.18 en 8.19 tonen, per kalenderjaar, de gemiddelde concentraties NO₂ op zaterdag en zondag. Deze tabellen moeten gekoppeld worden aan Tabel 8.12, die de gemiddelde jaarconcentraties toont voor alle dagen van de week. Ze maken het mogelijk om te ramen welke impact een verkeersafname heeft op de daadwerkelijk gemeten concentraties NO₂.

Tabel 8.18.

NO ₂ – gemiddelde jaarconcentratie per meetpost die gemeten werd op zaterdag										
Bron: Leefmilieu Brussel, Laboratorium voor Milieu-onderzoek (lucht)										
Meetpost	Molenbeek	Elsene	Sint Katelijne	Eastman-Belliard	EU Parlement	Berchem	Ukkel	Voorhaven	Meudonpark	Woluwe
Jaar	R001	R002	B004	B005-B008	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
1997	42	45	#	#	#	34	32	#	#	43
1998	34	46	#	#	#	24	24	33	#	40
1999	38	47	#	#	#	24	27	38	#	43
2000	37	51	64	#	#	28	25	40	34	41
2001	37	55	42	48	46	29	29	42	34	47
2002	39	51	43	36	32	27	24	39	30	40
2003	40	53	41	33	32	29	24	37	30	41
2004	39	52	39	37	33	28	26	38	31	38
2005	42	53	39	35	32	27	24	37	26	37
2006	44	49	-	35	33	26	28	36	26	41
2007	43	50	-	38	35	27	27	37	27	40
2008	38	48	38	30	31	22	21	35	27	34
2009	39	47	40	34	33	25	25	39	29	35
2010	38	48	39	32	30	25	22	34	28	33
2011	39	46	37	34	29	25	23	37	-	33
2012	37	42	35	30	29	23	21	34	25	35
2013	36	42	31	49	30	22	22	32	24	35
2014	35	43	29	51	25	19	18	34	21	32
2015	32	42	28	27	53	16	19	33	20	31

De rode vakken duiden op een overschrijding van de grenswaarde van 40 µg/m³ die door de richtlijn 2008/50/CE wordt opgelegd

: geen meting

*: (Her)ingebruikname, onvolledige gegevensreeks



Tabel 8.19.

NO ₂ – gemiddelde jaarconcentratie per meetpost die gemeten werd op zondag										
Bron: Leefmilieu Brussel, Laboratorium voor Milieu-onderzoek (lucht)										
Meetpost	Molenbeek	Elsene	Sint Katelijne	Eastman-Belliard	EU Parlement	Berchem	Ukkel	Voorhaven	Meudonpark	Woluwe
Jaar	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
1997	36	39	#	#	#	30	29	#	#	38
1998	29	41	#	#	#	22	22	28	#	36
1999	32	41	#	#	#	21	23	30	#	38
2000	30	45	50	#	#	23	22	33	29	36
2001	30	52	34	46	40	24	25	35	29	42
2002	31	42	34	30	26	22	19	33	25	33
2003	36	50	36	31	30	26	22	33	30	36
2004	31	44	32	32	28	23	23	31	26	32
2005	36	47	33	31	28	24	21	31	22	34
2006	36	42	–	30	27	22	24	29	22	33
2007	36	43	–	32	29	23	22	30	24	34
2008	32	41	32	26	27	20	19	30	24	29
2009	32	37	33	29	28	19	20	31	23	29
2010	33	41	34	31	28	21	21	28	24	31
2011	32	39	31	30	24	20	20	29	–	28
2012	32	38	30	27	25	20	19	31	23	32
2013	30	36	26	45	25	18	19	26	20	28
2014	31	37	26	46	23	16	16	29	19	30
2015	27	37	24	46	24	16	18	28	18	28

De rode vakken duiden op een overschrijding van de grenswaarde van 40 µg/m³ die door de richtlijn 2008/50/EG wordt opgelegd

: geen meting

*: (Her)ingebruikname, onvolledige gegevensreeks

Ondanks een sterke daling van de uitstotende activiteiten (minder verkeer), ligt de gemiddelde concentratie NO₂ in bepaalde meetpunten op zaterdag nog steeds rond de 40 µg/m³. In het meetpunt Elsene (van het street canyon-type) liggen de resultaten zelfs ver boven de doelstelling.

Die doelstelling zou gehaald worden in alle stations die gerapporteerd worden aan de EU⁴ indien de uitstotende activiteiten het hele jaar door beperkt zouden worden tot het niveau van een gemiddelde zondag.

4.3.2.3. Evolutie van het uurgemiddelde van de NO₂-concentraties

Volgens richtlijn 2008/50/EG mag sinds 1 januari 2010 de uurdrempel van 200 µg/m³ maximaal 18 uur per jaar overschreden worden.

Tabel 8.20 toont hoeveel uren de drempel werd overschreden. Daaruit blijkt dat de norm wordt gehaald in alle Brusselse stations.

⁴ Ter herinnering, de waarden gemeten in station B005 (Eastmann-Belliard) worden niet doorgegeven aan de EU omdat het niet voldoet aan de criteria uit richtlijn 2008/50/EG.



Tabel 8.20.

NO ₂ – aantal uurperiodes waarin de uurwaarden hoger lagen dan 200 µg/ m ³ per meetpost											
Bron: Leefmilieu Brussel, Laboratorium voor Milieu-onderzoek (lucht)											
Stations	Molenbeek	Elsene	Sint Katelijne	Eastman-Belliard	EU Parlement	Berchem	Ukkel	Voorhaven	Meudonpark	Woluwe	Vorst
Années	R001	R002	B004	B005-B008	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1981	25	#	#	#	#	#	17	#	#	#	#
1982	6	#	#	#	#	#	2	#	#	#	#
1983	5	#	#	#	#	#	1	#	#	#	#
1984	13	#	#	#	#	#	1	#	#	#	#
1985	15	#	#	#	#	#	4	#	#	#	#
1986	7	3	#	#	#	#	0	#	#	#	#
1987	10	15	#	#	#	#	2	#	#	#	#
1988	2	36	#	#	#	#	0	#	#	#	#
1989	19	16	#	#	#	#	7	#	#	#	#
1990	10	1	#	#	#	#	0	#	#	#	#
1991	0	0	#	#	#	#	2	#	#	#	#
1992	0	1	#	#	#	#	0	#	#	#	#
1993	2	0	#	#	#	2	2	#	#	#	#
1994	0	0	#	#	#	0	0	#	#	4	#
1995	0	4	#	#	#	0	0	#	#	2	#
1996	0	1	#	#	#	0	0	#	#	1	0
1997	1	0	#	#	#	0	0	#	#	0	0
1998	0	0	#	#	#	0	0	0	#	0	0
1999	0	0	#	#	#	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	#	#	0	0	0	0	0	0
2001	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
2003	2	4	0	0	0	0	0	1	1	0	0
2004	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
2005	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	1	–	0	0	0	0	0	0	2	0
2007	1	8	–	3	0	1	0	1	1	7	0
2008	4	4	0	1	1	0	0	6	0	2	#
2009	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2010	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2011	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
2012	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0
2013	2	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0
2014	2	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0
2015	1	0	0	9	0	0	0	0	3	0	0

De rode vakken duiden erop dat het door de richtlijn 2008/50/CE maximum toegestane aantal van 18 dagen overschreden werd

*** : onvolledige gegevensreeks

: geen meting

(*) Meetpost gelegen op het kruispunt. Geen evaluatie van de gegevens in functie van de normen

5. Afstand tot de doelstellingen

5.1. Emissies

België slaagde erin om in 1995 zijn emissies te stabiliseren op het niveau van 1987 (zoals aanbevolen door het protocol van Göteborg), meer bepaald dankzij de concretisering van het convenant betreffende de reductie van emissies afkomstig van installaties voor elektriciteitsproductie, en door voor bepaalde mobiele bronnen emissienormen in te voeren en katalysatoren te verplichten.

Het emissieplafond dat België vastlegde voor NO_x vanaf 2010, in het kader van richtlijn 2001/81/EG, bedraagt 175,3 kiloton NO_x. De Interministeriële Conferentie Leefmilieu (ICL) van 16 juni 2000 heeft dat nationale plafond opgesplitst in drie gewestelijke plafonds voor vaste bronnen. De Brusselse Hoofdstedelijke Regering legde de beslissing van het ICL ten uitvoer met het besluit van 3 juni 2003 tot vaststelling van emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen. Voor de Brusselse regio werd het plafond dat in december 2010 niet overschreden mocht worden, vastgelegd op 3 kton uit vaste bronnen. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest loste de doelstelling in, meer bepaald dankzij de installatie van DeNO_x-filters in de verbrandingsoven van Neder-Over-Heembeek in 2006.

Het plafond voor emissies door mobiele bronnen (transport) bleef op het nationale niveau, meer bepaald 68 kton. In tegenstelling tot het plafond voor vaste bronnen wordt dit plafond niet gerespecteerd. Niettemin heeft België in het kader van het protocol van Göteborg een aanpassingsprocedure ingediend die moet aantonen dat indien dezelfde methode en emissiefactoren waren gehanteerd als bij de vaststelling van de NO_x-emissieplafonds, België dan wel onder het NO_x-plafond zou blijven. De aanpassingsprocedure werd aanvaard door de Verenigde Naties, en de



Europese Unie heeft met die beslissing rekening gehouden in het kader van de NEC-richtlijn, zodat België een sanctie heeft kunnen ontlopen.

Merk op dat het protocol van Göteborg in mei 2012 werd herzien om er de emissieplafonds vanaf 2020 in op te nemen voor 5 verontreinigende stoffen. België zal het nieuwe protocol zo snel mogelijk bekrachtigen.

In het kader van de herziening van de NEC-richtlijn zullen dezelfde plafonds voor 2020 gehanteerd worden als die uit het Göteborg-protocol. Vervolgens zou de NEC-richtlijn tegen 2030 dan zeer ambitieuze plafonds moeten opleggen, in het bijzonder voor de transportsector.

5.2. Concentraties

De normen waarin richtlijn 2008/50/EG voorziet, kunnen pas nageleefd worden als de transportsector tot maatregelen overgaat. Het jaarlijkse NO₂-gemiddelde ligt in de verkeersstations immers nog steeds boven de 40 µg/m³.

Op 28 april 2016 heeft de Europese Commissie de Belgische Staat dan ook in gebreke gesteld omdat het in de Brusselse zone (BEB10A) de Europese luchtkwaliteitsnormen met betrekking tot NO₂ niet naleeft⁵, en dit hardnekkig sinds 2010 (het jaar waarin de normen van kracht werden in de betreffende zone).

Om zich naar de richtlijn te voegen, heeft de Brusselse Regering een pakket structurele maatregelen goedgekeurd (zie volgend hoofdstuk) om de NO_x-emissies terug te dringen, in het bijzonder binnen het wegvervoer.

6. Planning in het BHG

6.1. Structurele maatregelen

Sinds 2002 zijn er een hele reeks maatregelen van kracht, allereerst in het kader van het plan Lucht-Klimaat 2002-2010⁶ van Leefmilieu Brussel - BIM. Zo werd er een DeNO_x-filter geïnstalleerd in de afvalverbrandingsoven van Neder-Over-Heembeek, waardoor de NO_x-uitstoot sinds 2006 sterk is gedaald.

Verder werden ook diverse plannen uitgewerkt om het plan Lucht-Klimaat aan te vullen en de NO_x-emissies in de omgevingslucht verder terug te dringen:

- De maatregelen, geïmplementeerd via het actieplan voor energie-efficiëntie⁷ in de bouwsector, moeten zorgen voor een lager verbruik en minder uitstoot.
- De verkeersdaling die voorzien is in de plannen IRIS I en II⁸ moet de lokale NO_x-emissies doen dalen.
- Het plan⁹ dat in werking treedt bij pieken van NO₂-verontreiniging (of verontreiniging met PM) moet de luchtkwaliteit verbeteren, door allereerst de uitstoot door het verkeer tegen te gaan. Dit plan komt in detail aan bod in het volgende hoofdstuk.

Op 2 mei 2013 werd de ordonnantie houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing (BWLKE) goedgekeurd. Deze ordonnantie dient als wettelijke basis voor de invoering van maatregelen die betrekking hebben op de lucht, het klimaat en de energie in het Brussels Gewest.

Het geïntegreerd Lucht-Klimaat-Energieplan (LKEP)¹⁰ werd op zijn beurt in derde en laatste lezing goedgekeurd op 2 juni 2016 door de Brusselse Regering. Het zal ter informatie worden voorgelegd aan het Brussels Parlement en bij uittreksel zo snel mogelijk worden gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad. Het LKEP stelt de richtsnoeren, hoofdlijnen (10 hoofdlijnen) en de maatregelen en acties (64 maatregelen en 144 acties) vast die het Gewest in de komende vijf jaar moet nemen om de volgende gewestelijke doelstellingen op het gebied van lucht, klimaat en energie te bereiken:

- 1° Tegen 2025 de gewestelijke uitstoot van broeikasgas met 30% verminderen in vergelijking met de uitstoot van 1990;

⁵ Overtredingsdossier 2016/2005 werd geopend wegens de niet-naleving van de voorschriften uit artikelen 6, 13 en 23 van richtlijn 2008/50 betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa.

⁶ http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Plan_Air_climat_2002-2010_NL.PDF

⁷ <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive/national-energy-efficiency-action-plans>

⁸ <http://www.mobielbrussel.irisnet.be/articles/de-mobiliteit-van-morgen/in-enkele-woorden>

⁹ <http://www.leefmilieu.brussels/themas/lucht-klimaat/geval-van-een-pollutiepiek/noodplan-voor-vervuilingspieken>

¹⁰ <http://www.leefmilieu.brussels/themas/lucht-klimaat/acties-van-het-gewest/lucht-klimaat-en-energie-een-geintegreerde-visie>



- 2° Het aandeel aan hernieuwbare energiebronnen in het eindverbruik van energie tegen 2020 verhogen tot 0,073 Mtoe;
- 3° De situatie van het Gewest met betrekking tot de Europese normen structureel regulariseren, in het bijzonder voor wat de kleine deeltjes en de stikstofoxiden (NO_x) betreft.

Op 2 juni 2016 besliste de Brusselse Regering tevens om twee cruciale maatregelen uit het plan te implementeren in de sector van het wegvervoer: de instelling van een permanente gewestelijke lage-emissiezone (LEZ, maatregel 29) en de herziening van de verkeersfiscaliteit op grond van ecologische criteria (maatregel 30).

6.2. Noodplan voor vervuilingsspieken

Vervuilingsspieken zijn min of meer intense episodes van verhoogde concentraties vervuilende stoffen (PM en NO₂) in de lucht, die nopen tot dringende maatregelen (informereren en/of ingrijpen). Die concentratieverhogingen zijn te wijten aan weersomstandigheden die verhinderen dat vervuilende stoffen verspreid worden in de lucht en gaan opstapelen vlak bij de grond: geen wind (geen horizontale verspreiding), temperatuursinversie (een warme luchtlag die een koepel vormt boven een koude luchtlag, waardoor de verontreinigende stoffen ook niet verticaal wegkunnen), geen regen enz. Dergelijke episodes vinden ook plaats in de winter.

De informatiedrempel 0 (die enkel betrekking heeft op PM's) kan het hele jaar door in werking gesteld worden, terwijl de interventiedrempels 1, 2 en 3 (die betrekking hebben op PM's en NO₂) enkel tussen november en maart geactiveerd kunnen worden (zie Tabel 8.21 voor NO₂, wetende dat de afkondiging van het plan ook afhangt van de concentraties PM10).

Interventiedrempels 1, 2 en 3 worden toegepast op basis van de voorspellingen van de Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu (IRCEL¹¹).

Het plan is erop gericht de antropogene emissies veroorzaakt door het verkeer en door de verwarming van gebouwen (de voornaamste uitstoters van deze twee verontreinigende stoffen binnen het BHG) terug te dringen wanneer het weer niet bevorderlijk is voor de verspreiding van verontreinigende stoffen.

In dergelijke omstandigheden heeft de reductie van emissies uit lokale bronnen, op een gegeven plek, extra impact, aangezien die bronnen een aanzienlijk aandeel hebben in de concentraties die op die plaats gemeten worden. Dat wil ook zeggen dat bij pollutiepieken de impact van de lokale uitstoot groter is dan in een gemiddelde toestand.

Voor meer details over dit plan, zie het Milieueffectenrapport [Leefmilieu Brussel, 2008] of www.pollutiepiek.be.

Tabel 8.21.

Interventiedrempels betreffende de NO ₂ -concentraties bij pollutiepieken in de winter		
Bron: Leefmilieu Brussel		
	Hoogste dagwaarde van de gemiddelde uurconcentraties van NO ₂ (µg/m ³)	Maatregelen
Interventiedrempel 1	151-200	<ul style="list-style-type: none"> • Informatie voor gevoelige personen (ziekenhuis, dokter, ...) • Snelheidslimiet = 50km/u (in de stad) en 90km/u (op de ring) • Meer sneheidscontroles
Interventiedrempel 2	201-400	<ul style="list-style-type: none"> • Beperking van het verkeer • Beperking van het aantal vrachtwagens • Meer en gratis openbaar vervoer • Beperking van de verwarming in openbare gebouwen (21°C)
Interventiedrempel 3	>400	<ul style="list-style-type: none"> • Autoloze dag • Meer en gratis openbaar vervoer • Beperking van de verwarming in openbare gebouwen (21°C)

¹¹ www.irceline.be



Bronnen

1. LEEFMILIEU BRUSSEL (2015), "Milieueffectenrapport van het voorontwerp van Lucht-Klimaat-Energieplan" (MER), technische rapport, 240 p. (beschikbaar via de website van Brussel Leefmilieu, rubriek « Documentatie & kaarten » / « Online bibliotheek » / « Algemene zoekopdracht »)
2. LEEFMILIEU BRUSSEL (2014), " Luchtkwaliteit in de Leopold II-tunnel in 2013 : Rapport januari tot december 2013", technische rapport, 88 p. (idem)
3. LEEFMILIEU BRUSSEL (2012), Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: immissiemetingen 2009 - 2011 : Volledig rapport, technische rapport, 363 p. (idem)
4. LEEFMILIEU BRUSSEL (2011). "Ozone et Dioxyde d'Azote", Olivier Basseur. (idem ; enkel in het Frans)
5. LEEFMILIEU BRUSSEL (2009), Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: immissiemetingen 2006 - 2008 : Volledig rapport, technische rapport, 349 p. + bijlagen. (idem)
6. LEEFMILIEU BRUSSEL (2008), Milieu-effectenrapport van het "noodplan voor vervuilingsspieken" (MER), Technische rapport, 89 p. (idem)
7. LEEFMILIEU BRUSSEL (2005), "Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: immissiemetingen 2003 - 2005", technische rapport + annexen. (idem)
8. LEEFMILIEU BRUSSEL (2003). "Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: immissiemetingen 2000 - 2002", Technische rapport + bijlagen. (idem)
9. LEEFMILIEU BRUSSEL (2000). "Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: immissiemetingen 1997 - 1999", Technische rapport.
10. LEEFMILIEU BRUSSEL (1997), "Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: immissiemetingen 1994 - 1996 ", Technische rapport.
11. LEEFMILIEU BRUSSEL en Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable (ICEDD), Verschillende jaren. « Energiebalans van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest », eindrapport. (idem)
12. Reporting Obligations Database (ROD) Final report, conventie AEE- LEEFMILIEU BRUSSEL n°3080/b.1998EAA.13482, 1999

Andere factsheets in verband hiermee

Schriftje Lucht – basisgegevens voor het plan

- 1. Het DPSIR-model : voor een geïntegreerde aanpak van de bescherming van de luchtkwaliteit
- 2. Luchtverontreiniging in het BHG: vaststellingen
- 3. De internationale overeenkomsten en de gevolgen ervan inzake verschaffing van gegevens Lokale invloed : Bescherming van de volksgezondheid
- 4. De internationale akkoorden inzake mondiale vormen van luchtverontreiniging
- 5. De internationale verplichtingen voor het verzamelen en verschaffen van gegevens - De atmosferische pollutanten opgevolgd in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
- 6. Zwaveldioxide (SO₂)
- 7. Ammoniak (NH₃)
- 9. Vluchtige Organische Stoffen met uitsluiting van methaan (NMVOS)
- 10. Troposferische ozon (O₃)
- 14. Koolstofmonoxide (CO)
- 23. De fijne deeltjes (PM₁₀,PM_{2,5})
- 25. Afstand tot de doelstellingen : luchtkwaliteit en emissies
- 37. Luchtuitstoot van de afvalverbrandingsoven van Brussel-Energie
- 40. De richtlijnen voor de luchtkwaliteit van de Wereldgezondheidsorganisatie
- 41. Indicatoren voor de luchtkwaliteit in Brussel
- 43. Balans van de emissies van atmosferische pollutanten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
- 59. De bescherming van de luchtkwaliteit



Auteur(s) van de fiche

Initiële redactie: DE VILLERS Juliette, SQUILBIN Marianne, VANDERSTRAETEN Peter

Update: CHEYMOL Anne, HEENE Billie

Herlezing: BODARWE Laurent, BRASSEUR Olivier, SQUILBIN Marianne, VANDERSTRAETEN Peter, VERBEKE Véronique

Datum van laatste update: Juni 2016.