

CURIEUZENAIR ZET BRUSSELSE LUCHTKWALITEIT OP DE KAART

Burgeronderzoek legt verschillen in Brusselse luchtkwaliteit bloot

In oktober 2021 onderzochten 3.000 Brusselaars de luchtkwaliteit in hun eigen straat. Nooit eerder werd de luchtkwaliteit in een grote Europese stad zo gedetailleerd in kaart gebracht. En het goede nieuws is: de luchtkwaliteit gaat erop vooruit.

FRAN LAURIKS, SANNE DE ROOIJ,
DIRK JACOBS, FILIP MEYSMAN

Hoe goed is de luchtkwaliteit in Brussel?

Het is een vraag die elke burgemeester zich wel eens stelt: *hoe goed is de luchtkwaliteit in mijn stad?* Het antwoord op deze simpele vraag is niet zo eenvoudig. Luchtkwaliteit verschilt namelijk sterk van plaats tot plaats – afhankelijk van hoe sterk de lokale vervuiliingsbron is en hoe de lokale luchtcirculatie in de straat gebeurt. In een grote stad zoals Brussel zijn er daardoor sterke verschillen tussen naburige straten in verkeersgerelateerde verontreiniging zoals stikstofdioxide (NO₂). De luchtkwaliteit in de drukke Wetstraat zal, logischerwijs, sterk verschillen van deze in het midden van het Zoniënwoud ten zuiden van de stad.

Het is een vraag die elke burgemeester zich wel eens stelt: hoe goed is de luchtkwaliteit in mijn stad?

Inzicht in de ruimtelijke variatie van de luchtkwaliteit is dus uitermate belangrijk voor een burgemeester en de beleidsplannen van een stad. In welke straten overstijgen de concentraties momenteel de wettelijke normen (en is er actie nodig)? Hoeveel bewoners in de stad wonen op een plek waar de concentraties hoog of te hoog zijn en wat is dus de huidige blootstelling van de burgers aan luchtverontreiniging? Het antwoord geven op deze vragen is niet alleen een uitdaging voor Brussel, maar ook voor andere grote steden.

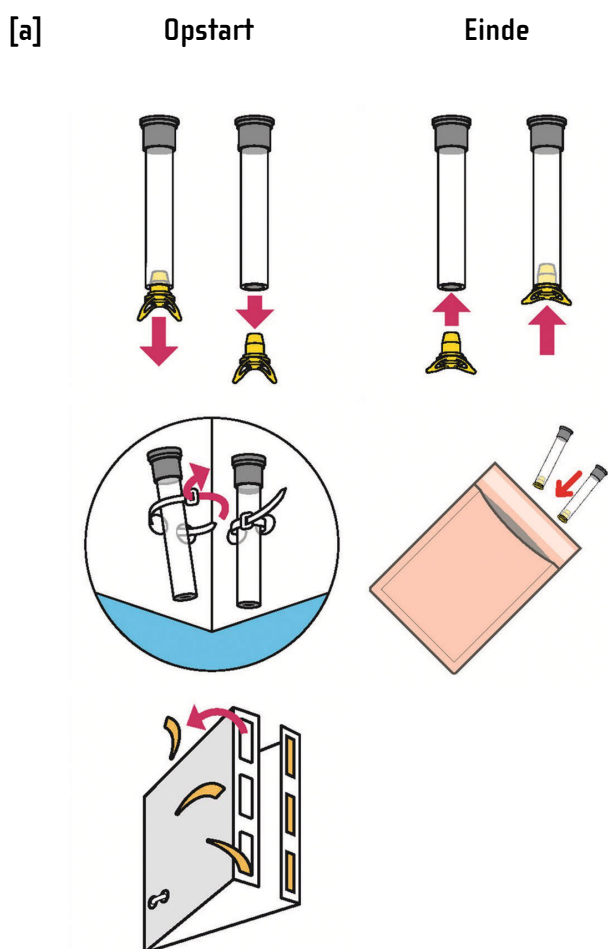
Er is een meetnetwerk nodig

Net zoals andere Europese steden, heeft Brussel een monitoringsnetwerk voor luchtkwaliteit dat momenteel bestaat uit dertien permanente meetstations. Een dergelijk meetnetwerk is uitermate geschikt om de evolutie van de lucht-

kwaliteit door de tijd te volgen en hiermee inzicht te geven in temporele variatie. Het netwerk is niet fijnmazig genoeg om bovenstaande vragen rond blootstelling van inwoners te beantwoorden, hiervoor is inzicht in ruimtelijke variatie nodig. Daarom is een ontzettend dicht meetnetwerk met duizenden meetpunten nodig om de verschillen tussen straten en buurten in kaart te brengen.

Burgers geven wetenschap een helpende hand

Het CurieuzenAir project is het grootste burgeronderzoek ooit naar luchtkwaliteit in Brussel. Onze aanpak: we roepen de hulp in van duizenden burgers om eenmalig een groot meetnetwerk voor NO₂ uit te bouwen in de stad. Zo maken we een gedetailleerde kaart van de huidige (verkeersgerelateerde) luchtkwaliteit en krijgen we inzicht in de huidige NO₂-blootstelling van de Brusselaar. Door deze informatie te combineren met data van het permanent meetnetwerk kunnen we de blootstelling van burgers ook terugrekenen in de tijd.



Figuur 1. Meetopstelling gebruikt in het CurieuzenAir project. (a) Meetprocedure voor NO_2 in de buitenlucht via Palmes diffuse buisjes. Twee meetbuisjes, geïnstalleerd in de punt van het bord, meten gedurende vier weken de NO_2 concentratie in de straat. (b) Demonstratie van het in een van de 83 scholen die participeerden in het project. (c) Installatie van een meetbord aan het raam van een van de CurieuzenAir meetlocaties.

Het CurieuzenAir project bouwt voort op concepten en ervaringen die eerder ontwikkeld werden in de grootschalige CurieuzenAir burgeronderzoeken in Antwerpen in 2016 (2000 meetpunten; 1 meetpunt per 250 inwoners) en Vlaanderen in 2018 (20000 meetpunten; 1 meetpunt per 300 inwoners¹). Deze projecten tonen aan dat hoogwaardige NO_2 -data verkregen kunnen worden door burgers in te schakelen, mits er ruimte is voor zorgvuldige kwaliteitscontrole en kalibratie aan het permanente meetnetwerk². De uitgebreide dataset laat vervolgens toe om bestaande computermodellen voor luchtkwaliteit te controleren en te verbeteren³. Zo dragen burgers rechtstreeks bij aan betere beleidsplannen voor luchtkwaliteit.

Stikstofdioxide als indicator

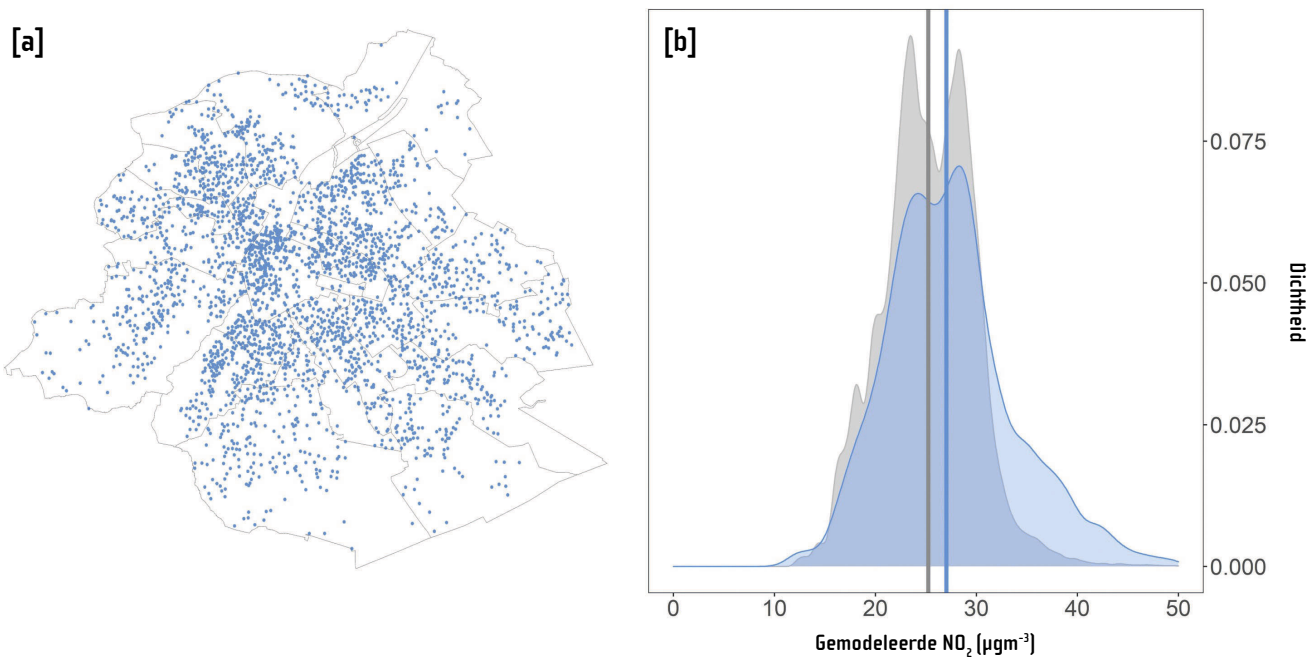
Bij de CurieuzenAir metingen werd ervoor gekozen om de concentratie stikstofdioxide (NO_2) in kaart te brengen. Hier zijn een aantal redenen voor. Eerst en vooral is NO_2 een belangrijke indicator voor verkeersgerelateerde luchtverontreiniging. Hoge NO_2 concentraties hebben bovendien zowel een impact op het milieu als de gezondheid. Nog een belangrijke reden is dat er voor NO_2 een meetmethode bestaat die uitermate geschikt is voor burgerwetenschap. De concentratie van NO_2 kan namelijk bepaald worden via passieve Palmes samplers (Figuur 1b). Deze “meetbuisjes” leveren nauwkeurige en betrouwbare resultaten op ondanks het eenvoudige meetprincipe, zijn goedkoop waardoor ze in grote aantallen beschik-

baar gemaakt kunnen worden, en kunnen makkelijk geïnstalleerd worden door leken, wat data oplevert met beperkte verschillen in manier van meten⁴.

3000 burgers meten mee

CurieuzenAir had in totaal 3000 meetsets beschikbaar. In juni 2021 ging het project op zoek naar gemotiveerde gezinnen, scholen of bedrijven die de luchtkwaliteit in hun eigen straat wilden meten. Deze oproep ging gepaard met een professionele en grootschalige mediacampagne. Dit gaf het project de nodige ruchtbaarheid, wat nodig was om duizenden burgers enthousiast te maken.

Na drie weken stond de teller op bijna 6000 kandidaat-deelnemers. Dit “over- →



Figuur 2. Selectie van meetlocaties in het CurieuzenAir project. (a) Kaart van de geselecteerde CurieuzenAir meetlocaties ($n = 3000$) over het Brusselse Gewest. (b) De frequentie verdeling van de voorspelde (i.e. computer gesimuleerde) NO_2 concentraties (jaargemiddelde 2019) over alle geselecteerde CurieuzenAir locaties (blauw histogram, $n = 3000$) wordt vergeleken met de frequentie verdeling van de voorspelde NO_2 concentratie op alle straatniveau adressen in het Brusselse gewest (grijs histogram; $n = 224996$). De verticale lijnen geven de mediaan weer van beide verdelingen. De overeenkomst tussen beide histogrammen geeft de representativiteit weer van de CurieuzenAir dataset. De gemodelleerde NO_2 concentraties werden berekend via het ATMO-Street model (irCELine).

aanbod” aan kandidaten liet toe om een optimale selectie van meetlocaties door te voeren (Figuur 2a). Uiteindelijk werden de “beste” 3000 meetlocaties geselecteerd om te participeren: 2635 bij gezinnen (88%), 282 bij bedrijven (9%) en 83 in scholen (3%). Er werd een algoritme opgesteld dat rekening hield met een optimale geografische spreiding over het Brusselse gewest, maar ook verzekerde dat de uiteindelijke CurieuzenAir meetresultaten een representatief beeld zouden geven van de blootstelling voor alle inwoners van het gewest⁴. Deze representativiteit laat toe om de gemeten blootstelling op te schalen naar de hele Brusselse bevolking.

| Een makelaarsbord met meetbuisjes

In oktober hingen alle 3000 geselecteerde CurieuzenAir locaties een maand lang een meetopstelling aan hun raam.

Twee NO_2 meetbuisjes werden opgehangen aan een makelaarsbord, dat aan de voorgevel van het huis werd bevestigd (Figuur 1a en 1c). Het makelaarsbord zorgt voor een gestandaardiseerde

meetopstelling. Zodra de deelnemers de meetbuisjes openen gaan de metingen van start. Na een maand worden de metingen gestopt door de buisjes te sluiten, waarna ze werden opgestuurd naar de universiteit voor analyse in een gespecialiseerd laboratorium.

| Kwaliteitscontrole en kalibratie zijn belangrijk

Gezien de data gebruikt wordt voor wetenschappelijke doeleinden zoals het testen en verbeteren van computersimulaties van luchtkwaliteit³, is het cruciaal om enkel data van hoge kwaliteit te verkrijgen. Metingen waarbij er fysiek iets mis ging werden uitgesloten, net als meetlocaties met een te grote afwijking

tussen de twee herhalingsmetingen. Na kwaliteitscontrole werden 2.483, of 83%, van de meetpunten weerhouden.

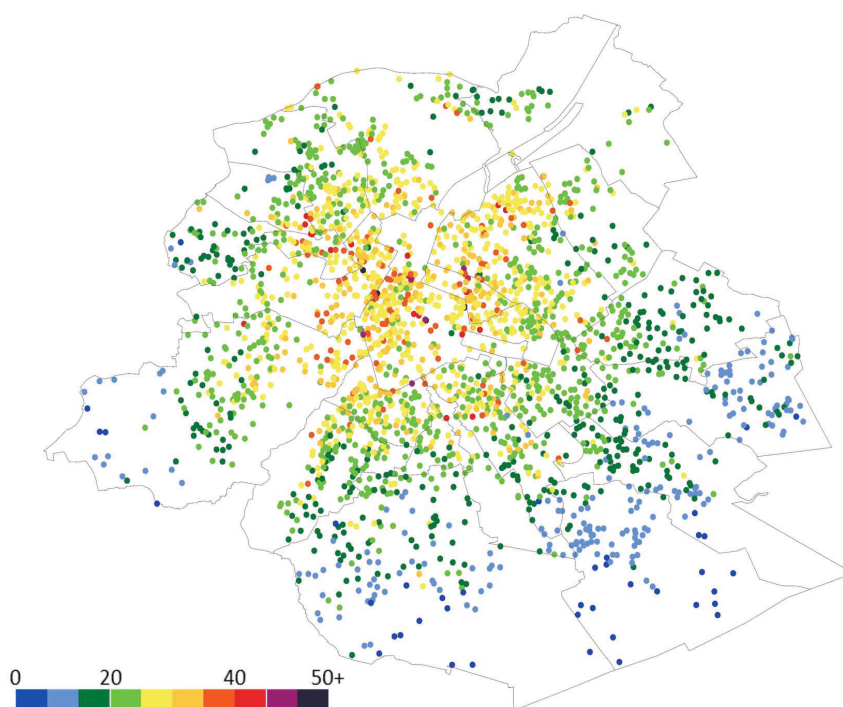
Een tweede belangrijke stap in de data-verwerking is de kalibratie, die ervoor moet zorgen dat er geen systematische afwijking optreedt in de dataset. Daartoe werd de CurieuzenAir meetopstelling geïnstalleerd bij de 13 permanente meetstations van het Brusselse gewest gedurende de meetperiode. De CurieuzenAir meetdata vertoonden een kleine afwijking ten opzichte van de referentiewaarden, en alle meetdata werd daarvoor gecorrigeerd.

In een derde stap werd een relatie opgesteld tussen de resultaten van de meetbuisjes en de gemiddelde NO_2 concentratie van het jaar 2021. Met deze relatie kan vervolgens een betrouwbare inschatting gemaakt worden van de gemiddelde NO_2 jaarconcentratie op iedere CurieuzenAir meetlocatie². Dit is belangrijk omdat de wettelijke normen gebaseerd zijn op jaargemiddelde waarden.

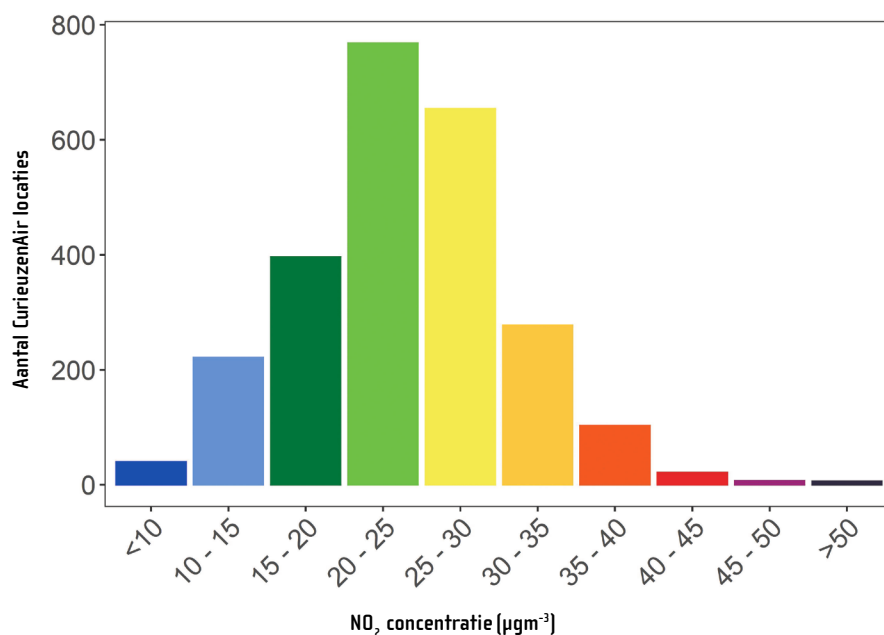
Na drie weken stond de teller op bijna 6000 kandidaat-deelnemers

Er wonen ongeveer 20.000 Brusselaars in een omgeving die voldoet aan de recente richtlijnen opgesteld door de WHO in 2021.

[a]



[b]



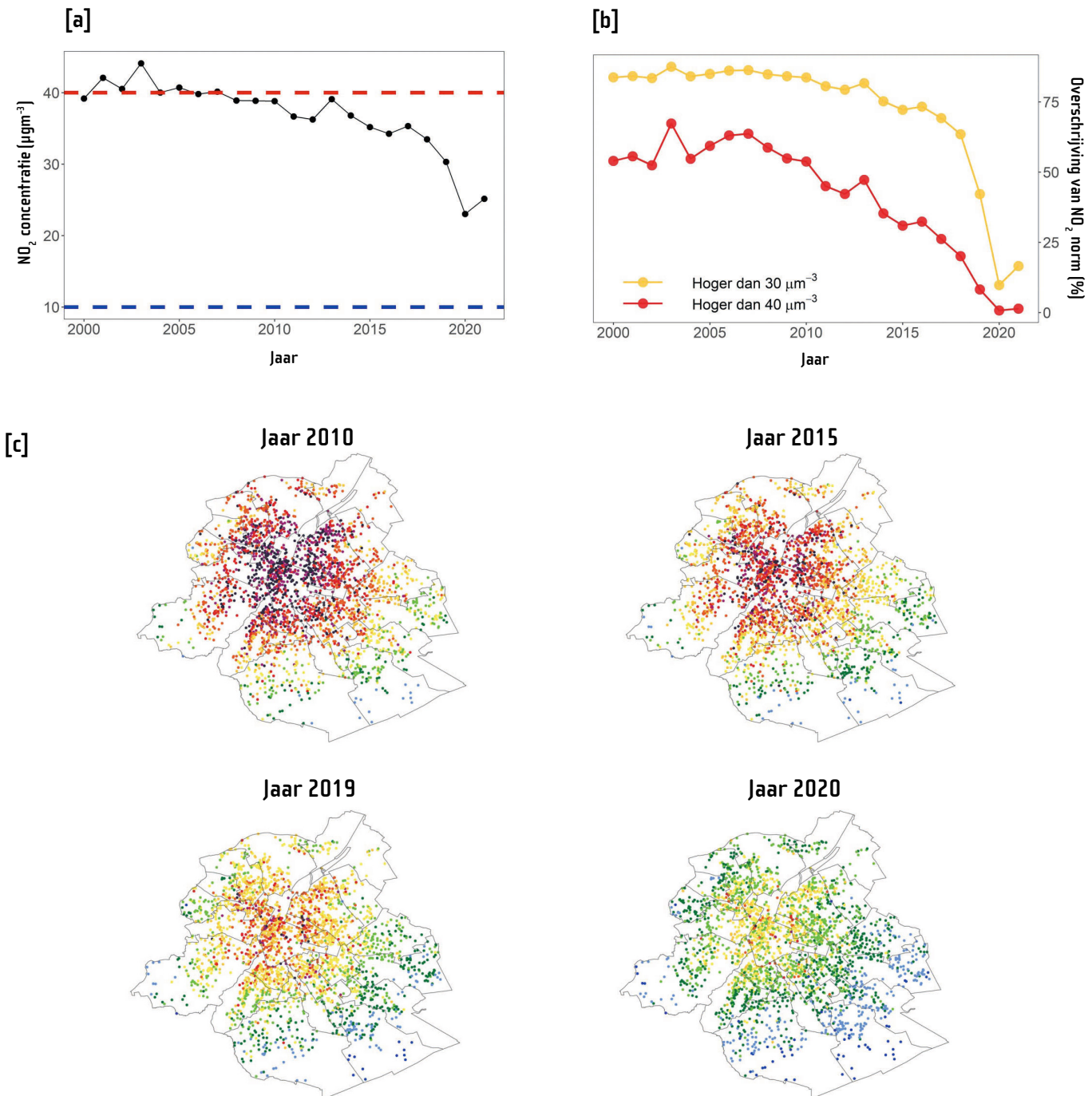
Figuur 3. Hoofresultaten van het CurieuzenAir project. (a) Puntkaart van het Brusselse Gewest met de gemiddelde NO₂ concentratie voor 2021 van alle CurieuzenAir locaties (n = 2483). (b) Frequentieverdeling van de blootstelling. Dit histogram geeft het aantal CurieuzenAir meetlocaties per NO₂ concentratie categorie. De weergegeven NO₂ concentraties zijn indicatieve jaargemiddelden voor het jaar 2021 berekend uit de CurieuzenAir data (n = 2483). (c) Puntgrafiek die de relatie weergeeft tussen de jaargemiddelde NO₂ concentratie en het mediaan belastbaar inkomen. De data is gegroepeerd per wijk. De grootte van de punten geeft een indicatie van het aantal meetlocaties per wijk.

Grote verschillen in luchtkwaliteit

In maart 2022 werden de CurieuzenAir resultaten bekend gemaakt (Figuur 3). Over het hele Brusselse Gewest bedroeg de gemiddelde NO₂ concentratie 24 µg/m³, maar met opvallende verschillen: de hoogst gemeten NO₂ concentratie (Nieuwpoortlaan; 60,5 µg/m³) was tien keer hoger dan de laagste (Zoniënwood; 6,2 µg/m³). Uiteraard is het geen verrassing dat de laagste concentraties werden opgetekend ver weg van alle verkeer (Figuur 3a). Maar ook in verschillende woonstraten in de groene rand rond Brussel werden lage concentraties gemeten: op 1,6% van de CurieuzenAir locaties werd een concentratie lager dan 10 µg/m³ gemeten (Figuur 3b). Dit betekent dat vandaag ongeveer 20.000 Brusselaars wonen in een omgeving die voldoet aan de recente richtlijnen opgesteld door de WHO in 2021. Dit is behoorlijk opmerkelijk, want tijdens de CurieuzeNeuzen project in 2018 werd op geen enkele van de 20.000 meetlocaties in Vlaanderen een resultaat lager dan 10 µg/m³ opgemeten¹. Dit is niet zozeer omdat de luchtkwaliteit in Brussel beter is dan in Vlaanderen, maar omdat in 3 jaar tijd de luchtkwaliteit in België behoorlijk verbeterd is.

Verkeer weren werkt

De meetresultaten in het centrum van Brussel tonen een ander beeld, waarbij de voetafdruk van het verkeer opvalt (Figuur 3a). De NO₂ concentraties lopen op, vooral →



Figuur 4. De luchtkwaliteit in Brussel is substantieel verbeterd in recente jaren. (a) Evolutie van de gemiddelde NO₂ concentratie in het Brusselse Gewest over de laatste 20 jaar. Dit gemiddelde is berekend op basis van de data van de dertien permanente meetstations van Leefmilieu Brussel. Horizontale lijnen duiden de huidige Europese norm (40 µg m⁻³; rood) en de recente WHO richtlijn (10 µg m⁻³; blauw). (b) Evolutie van de excedeence over afgelopen 20 jaar (% van de bevolking die boven een welbepaalde drempelwaarde woont). De drempelwaarden van 30 en 40 µg m⁻³ zijn gebruikt als illustratie. De excedeence daalt versneld sinds 2015. (c) Modelreconstructie van de NO₂ luchtkwaliteitskaart voor het Brusselse gewest op basis van CurieuzenAir data in combinatie met de historische data van de dertien permanente meetstations.

in de nabijheid van de grote verkeersassen zoals de Kleine Ring en de Leopold-II laan. Als je verder inzoomt op de CurieuzenAir kaart in het centrum, merk je ook de rol van parken en andere verkeersvrije zones. In het Warandepark daalt de NO₂ concentratie tot 19 µg/m³, dit staat in fel contrast met het resultaat

van de Regentlaan (40 µg/m³), een nabij meetpunt op slechts 250 meter afstand. Ook de resultaten van de recent ingerichte voetgangerszone zijn opmerkelijk (Figuur 3a). Zo bedraagt de NO₂ concentratie 27 µg/m³ in de verkeersvrije zone in de Anspachlaan, terwijl slechts 100 m verder in nabijheid van druk verkeer in de

Schildknaapstraat de NO₂ concentratie tot boven de 40 µg/m³ oploopt.

De CurieuzenAir data geeft – voor de eerste keer via directe metingen – een concrete inschatting van de “intolereerbare” blootstelling van Brusselaars aan NO₂ vervuiling (Figuur 3b). Op 1,4% van de

Ironisch genoeg betekent dit ook dat luchtkwaliteit vaak slechter is in de wijken waar het autobezit lager is

CurieuzenAir meetlocaties werd een concentratie hoger dan 40 µg/m³ opgemeten. Dit betekent dat er in 2021 ongeveer 17000 mensen in een omgeving wonen waar de grenswaarde van de Europese Unie wordt overschreden. De CurieuzenAir kaart legt dus de vinger op een aantal hotspots met hoge concentraties, die kunnen worden opgenomen (en hopelijk aangepakt) in de verdere uitbouw van het luchtkwaliteitsbeleid in Brussel.

Luchtverontreiniging toont sociale ongelijkheid

De CurieuzenAir data geeft ook inzicht in de socio-economische aspecten van wonen in relatie tot luchtkwaliteit. Als de CurieuzenAir kaart wordt vergeleken met de sociaaleconomische kenmerken van de verschillende wijken (Figuur 3c) wordt een ongemakkelijke realiteit duidelijk: (on)gezonde lucht in Brussel is niet evenredig verdeeld. In wijken gekenmerkt met een hogere bevolkingsdichtheid en lager inkomen, vaak in het centrum, lopen de NO₂ concentraties hoog op. Dit staat in sterk contrast met de wijken in de periferie waar het gemiddelde inkomen vaak hoger is en de gemeten NO₂ concentratie lager. Ironisch genoeg betekent dit ook dat luchtkwaliteit vaak slechter is in de wijken waar het autobezit lager is. Dit omdat inwoners door het beperkte inkomen zich vaak geen of minder wagens kunnen veroorloven.

Steeds betere Brusselse lucht

Maar er is ook goed nieuws. Voor experts die de luchtkwaliteit in België al lang volgen, zijn felgekleurde stippen op de CurieuzenAir kaart behoorlijk verrassend. Algemeen zijn de NO₂ concentraties lager dan verwacht. Dit illustreert een belangrijke trend: de luchtkwaliteit in Brussel gaat er het laatste decennium behoorlijk op vooruit. Data uit de dertien permanente meetstations van Leefmilieu Brussel geven weer dat deze trend zelfs lijkt te versnellen in de laatste drie jaar

(Figuur 4a en 4b). Dit is eerst en vooral een gevolg van het verminderde woon-werkverkeer tijdens de coronapandemie. Maar dat verklaart niet alles, er zijn ook structurele (en hoopgevende) trends op te merken. De strengere Europese uitstootnormen voor de voertuigen en lokale maatregelen, waaronder de inrichting van lage emissie zone en voetgangerszone, werpen ook hun vruchten af. Om dit te illustreren hebben we de CurieuzenAir data (momentopname in 2021) gecombineerd met de historische data van de permanente meetstations. Dit laat toe een reconstructie te maken van de luchtkwaliteitskaarten voor Brussel in het verleden.

Brussel als voorbeeld voor andere Europese steden

Het CurieuzenAir project illustreert de kracht van grootschalige burgerwetenschap. De uitgebreide dataverzameling in CurieuzenAir was niet mogelijk zonder de enthousiaste hulp van duizenden burgers. Dit laat zien dat de unieke ruimtelijke scan van de luchtkwaliteit in de stad inventief gecombineerd kan worden met bestaande data uit het permanente referentie-meetnetwerk. Dit levert inzichten in de patronen en oorzaken van luchtvervuiling, die kunnen helpen om computermodellen te verbeteren en het toekomstig beleid beter te informeren. Op die manier dragen de burgers van Brussel rechtstreeks bij tot een beter milieubeleid in hun stad.

De patronen en trends die naar voor komen in CurieuzenAir zijn niet alleen relevant voor Brussel, maar ook voor andere Europese steden. De verbetering van de luchtkwaliteit in recente jaren is opmerkelijk. Terwijl de impact van de COVID-pandemie van voorbijgaande aard is, houdt een deel van de waargenomen verbetering duidelijk verband met het Europese en lokaal beleid inzake luchtkwaliteit.

Meer weten?

Benieuwd naar alle CurieuzenAir resultaten of het volledige wetenschappelijk rapport? Neem zeker een kijkje op onze website www.CurieuzenAir.brussels ■

Prof. dr. ir. Filip Meysman (bedenker en coördinator), dr. ir. Fran Lauriks (project manager) en Sanne de Rooij (communicatie verantwoordelijke) begeleiden het CurieuzenAir vanuit de Universiteit Antwerpen. Prof. dr. Dirk Jacobs (GERME, Institut de Sociologie) organiseerde de sociologische studie vanuit Université Libre de Bruxelles. CurieuzenAir is een initiatief van Universiteit Antwerpen, Université Libre de Brussels en stadsbeweging BRAL, in nauwe samenwerking met Bloomberg Philanthropies, Leefmilieu Brussel, De Standaard, Le Soir, DPD en BRUZZ.

Referenties

1. Meysman, F., de Craemer, S., Fierens, F., Trimpeneers, E., Vercauteren, J., & Lefebvre, W. (2018). *CurieuzeNeuzen Vlaanderen: Het cijfer rapport*.
2. de Craemer, S., Vercauteren, J., Fierens, F., Lefebvre, W., & Meysman, F. J. R. (2020). Using Large-Scale NO₂ Data from Citizen Science for Air-Quality Compliance and Policy Support. *Environmental Science & Technology*, 54(18), 11070–11078. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02436>
3. Hooyberghs, H., de Craemer, S., Lefebvre, W., Vranckx, S., Maiheu, B., Trimpeneers, E., Vanpoucke, C., Janssen, S., Meysman, F. J. R., & Fierens, F. (2022). Validation and optimization of the ATMO-Street air quality model chain by means of a large-scale citizen-science dataset. *Atmospheric Environment*, 272, 118946. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.118946>
4. Meysman, F., de Craemer, S., Lefebvre, W., Vercauteren, J., Sluydts, V., Dons, E., Hooyberghs, H., van den Bossche, J., Trimpeneers, E., Fierens, F., & Huyse, H. (2020). *Citizen science reveals the population exposure to air pollution*.