

## Open data delen op [samenmeten.rivm.nl](https://samenmeten.rivm.nl) door organisaties

Versie: 21 november 2021

Organisatie: TNO, Arjan Plomp

Project: ILM 2.0 Eindhoven en Zuidoost-Brabant

### Projectomschrijving

De luchtkwaliteit in Eindhoven en de regio Zuidoost-Brabant wordt sterk beïnvloed door menselijke activiteiten. Om deze invloeden verder te onderzoeken wordt stikstofdioxide en fijnstof realtime gemeten in een meetnet in deze regio, bekend onder het project ILM2.0 (Innovatief LuchtMeetnet). Via het meetnet verwachten we een goed ruimtelijk beeld van de luchtkwaliteit in deze regio te verkrijgen en bestaande modelresultaten te kunnen ondersteunen. Daarnaast wordt de variatie in luchtkwaliteit in relatie tot tijd en windrichting in kaart gebracht, zoals dat bijvoorbeeld tijdens de verkeersspits verwacht mag worden. De exacte meetlocaties zijn bepaald door experts van RIVM, TNO en instituut IRAS van de Universiteit Utrecht. Voor meer informatie: <https://odzob.nl/meetnet>

### Meetsysteem

Het gebruikte sensorplatform is van het type CAIREBox (voorheen Airbox). Dit meetsysteem is ontwikkeld door en eigendom van TNO en haar rechtsvoorganger ECN. Het meetsysteem is ingebouwd in een kunststof behuizing en kan op uiteenlopende locaties worden opgehangen, maar meestal wordt daarbij gekozen voor een lichtmast. De box is uitgerust met een batterij, waarop de CAIREBox in ieder geval tot 18 uur kan werken, en draadloze communicatieapparatuur, waarmee meetdata wordt verzonden naar een server van TNO. De temperatuur in de box is enkele graden hoger dan de buitenlucht. Hierdoor heeft (over)verzadiging van de luchtvochtigheid geen invloed op de fijnstofmetingen, zoals bijvoorbeeld bij mist. TNO werkt samen met Admatec Europe BV voor de verzorging van deze apparatuur voor het Regionaal Meetnet.



### Fabrikant, type sensor

- Fijnstof sensor (Shinyei PPD42 sensor). Deze optische sensor (uitgerust met IR LED en photo-transistor detector) meet de aantallen deeltjes in een aantal kanalen (naar deeltjesgrootte). Deze kanalen zijn ingedeeld naar PM1, PM2,5 en PM10 en de gemeten deeltjes-aantallen worden omgerekend naar de gebruikelijke eenheid in massaconcentratie in de buitenlucht ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- NO<sub>2</sub> sensor: City Tech NO2 3E50. Deze elektrochemische sensor meet een elektrische stroom en dit signaal draagt lineair bij aan de omrekening naar massaconcentratie in de buitenlucht ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### Generieke modificaties hardware

- De commercieel verkrijgbare fijnstof sensor is gemodificeerd met zelf-ontwikkelde hardware. Met behulp van deze hardware wordt de sensor uitgelezen en wordt een automatische, periodieke controle uitgevoerd op de werking van de sensor. De flow door de sensor en droging van de fijnstofdeeltjes wordt gecreëerd met behulp van een heater. Elke 10 minuten wordt de meetwaarde vastgesteld.
- De NO<sub>2</sub> sensor wordt gecombineerd met een gepatenteerde module, waardoor de invloed van luchtvochtigheid wordt beperkt en het nul-signaal regelmatig wordt vastgesteld. De luchtflow over de sensor wordt met behulp van een ventilator gecreëerd en altemnerend over een strip-cartridge gehaald. Elke 10 minuten wordt de meetwaarde vastgesteld.

### Ervaring

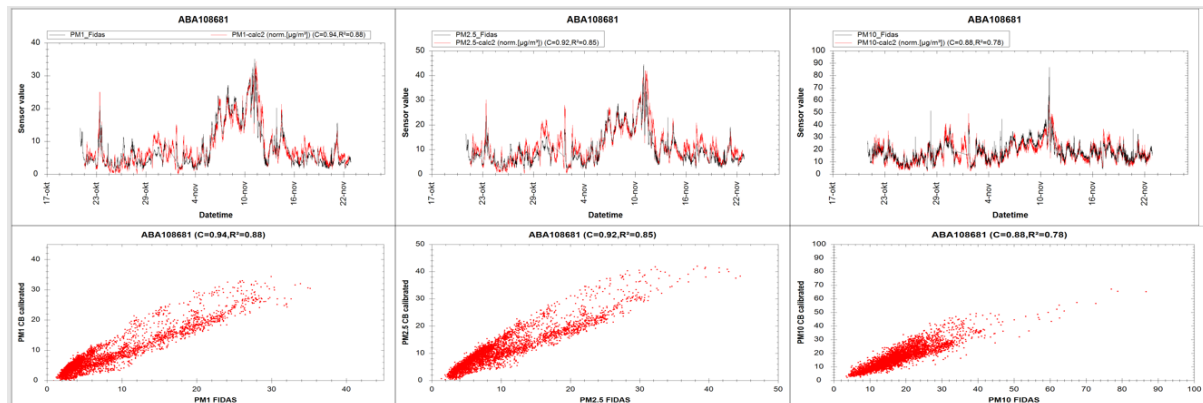
De kalibratie en werking van de sensoren zijn onder andere aangetoond en gepubliceerd in (internationale) vergelijkingsstudies (Borrego et al, 2016; Hamm et al, 2016). In andere publicaties is de toepassing van de CAIREBoxen in meetnetten uitgebreid beschreven (Van Dinther et al, 2017; Van Dinther en Plomp, 2019; Van Zoest et al, 2019; Van Zoest, 2020).

### Kalibratie voor ILM2.0 - fijnstof

De berekende massaconcentratie fijnstof wordt vergeleken met en gekalibreerd op referentie-apparatuur (Fidas® 200 S) voor een periode van tenminste 3 weken in de buitenlucht op een locatie in Alkmaar voorafgaand aan inzet in het meetnet ILM2.0. Daarbij wordt voor de individuele

deeltjeskanalen de correcte kalibratiefactoren bepaald voorafgaand aan inzet in het meetnet om de correcte concentratie vast te kunnen stellen (zie onderstaand figuur met vergelijkingen). Het ruwe sensorsignaal van sensoren in het ILM2.0 wordt in de basis als volgt omgerekend naar de hoeveelheid fijnstof:

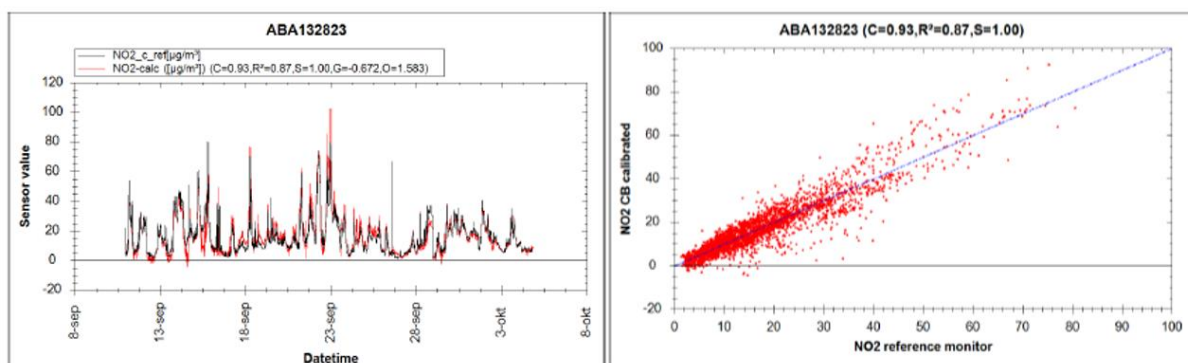
- de berekende waarde =  $\Sigma$  ( sensorwaarde (per kanaal) x omrekening (naar gewicht) x kalibratiefactor (per kanaal) + (eventueel) intercept (per kanaal) )



### Kalibratie voor ILM2.0 – NO<sub>2</sub>

De berekende massaconcentratie NO<sub>2</sub> wordt vergeleken met en gekalibreerd op referentie-apparatuur (EcoPhysics CLD 700 AL) voor een periode van tenminste 3 weken in de buitenlucht op een locatie in Alkmaar voorafgaand aan inzet in het meetnet ILM2.0. Daarbij wordt de correcte kalibratiefactor bepaald om het ruwe meetsignaal van de sensor om te rekenen naar de correcte (gewichts)concentratie (zie onderstaand figuur met vergelijkingen). De vergelijkingen van de NO<sub>2</sub> concentraties gemeten met de CAIREBoxen en de EcoPhysics tonen correlaties tussen de 0.65 en 0.9 voor de meetperiode aan het kalibratierek. Hoewel dit voor voornoemde kalibratieperiodes niet van toepassing is, worden de metingen van NO<sub>2</sub> soms beïnvloed door een niet geheel verklaarde concentratietoename op het meetsignaal. Een mogelijke verklaring voor deze afwijking zou kruisgevoeligheid met andere stoffen in de lucht kunnen zijn, maar er zijn meerdere verklaringen mogelijk. Hier wordt momenteel nog verder onderzoek naar gedaan. Het ruwe sensorsignaal van de sensoren wordt in de basis als volgt omgerekend naar de hoeveelheid NO<sub>2</sub>:

- de berekende waarde = sensorwaarde x kalibratiefactor + (eventueel) intercept



**Update 23 november:** In de zomerperiode (maart tot oktober) heeft TNO de invloed van significante schommelingen in luchtvochtigheid in de buitenlucht waargenomen op de NO<sub>2</sub> meetresultaten op meerdere locaties van het Regionaal Meetnet. Hierdoor vertonen de meetresultaten in die periode afwijkingen. Na analyse is besloten een interventie te doen in de NO<sub>2</sub> systemen op de meetlocaties om de relatieve luchtvochtigheid in het sensor compartiment te stabiliseren. Dit is in de eerste week van november succesvol uitgevoerd. Vervolgens is per box geëvalueerd of er aanpassingen nodig zijn op de eerder vastgestelde kalibratieparameters. Daarbij is per box een vergelijk gemaakt tussen de NO<sub>2</sub>-meetwaarden van de 3 LML stations in de regio, op

momenten dat deze gelijke meetwaarden vertonen, en de meetwaarde van de box. Op basis van dit vergelijk zijn voor meerdere boxen nieuwe kalibratieparameters ingesteld.

### **Kalibratie voor ILM2.0**

De opzet is om kalibratie tijdens het project als volgt uit te voeren:

- De CAIREBoxen worden in batches uitgeleverd en geplaatst binnen het meetnet ILM2.0. Van elke batch wordt één CAIREBox steekproefsgewijs langdurig (circa drie maanden of langer) nabij het LML-station (Luchtmeetnet-station) aan de Genovevalaan in Eindhoven geplaatst en vergeleken met de NO<sub>2</sub>- en fijnstofmetingen. Dit wordt dus uitgevoerd op een verkeersbelast LML-station.
- Enkele fijnstofsensoren worden geplaatst nabij het LML-station (Luchtmeetnet-station) Vredepeel en vergeleken met de metingen op het LML; Vredepeel is een regionaal achtergrondstation van het LML.
- Op basis van deze gegevens kan de kalibratie worden bijgesteld. In dat geval volgt er een update van dit document.

Classificatie volgens Schneider et al., 2019 (<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b03950>): Level-2B

Kan dit document gedeeld worden op samenmeten.nl? Ja/~~Nee~~

### **Literatuur**

Borrego, C.; A.M. Costa; J. Ginja; M. Amorim; M. Coutinho; K. Karatza; Th. Sioumis; N. Katsifarakis; K. Konstantinidis; S. De Vito; E. Esposito; P. Smith; N. André; P. Gérard; L.A. Francis; N. Castell; P. Schneider; M. Viana; M.C. Minguillón; W. Reimringer; R.P. Otjes; O. von Sicard; R. Pohle; B. Elen; D. Suriano; V. Pfister; M. Prato; S. Dipinto; M. Penza (2016): *Assessment of air quality microsensors versus reference methods: the EuNetAir joint exercise*. Atmospheric Environment, 147, 2016, p. 246-263  
[Assessment of air quality microsensors versus reference methods: The EuNetAir joint exercise - ScienceDirect](#)

Van Dinther, D.; E. Weijers; R. Otjes; T. Klymko (2017): *Metingen met sensoren in het Innovatief Lucht Meetnet in Eindhoven – resultaten en interpretatie*. Maart 2017, ECN-E--17-015  
<https://publicaties.ecn.nl/PdfFetch.aspx?nr=ECN-E--17-015>

Van Dinther, D.; A.J. Plomp (2019): *CAIREBoxmetingen fijnstof en stikstofdioxide in Sliedrecht van 15 juni 2018 tot 1 augustus 2019*. TNO 2019 R11447  
<http://resolver.tudelft.nl/uuid:e54b0ac4-5547-4c2e-b389-84f2a0e7944f>

Hamm, N.A.S.; M. van Lochem; G. Hoek; R. Otjes; S. van der Sterren; H. Verhoeven (2016): *The Invisible Made Visible: Science and Technology*. Chapter 3, p. 51-77 in "AiREAS: Sustainocracy for a Healthy City, The Invisible Made Visible Phase 1", editor J.-P. Close, ISBN 978-3-319-26939-9  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-26940-5\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-26940-5_3)

Van Zoest, V.; F.B. Osei; A. Stein; G. Hoek (2019): *Calibration of low-cost NO<sub>2</sub> sensors in an urban air quality network*. Atmospheric Environment, 210, 1 august 2019, p. 66-75.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231019302754?via%3Dihub>

Van Zoest, V.M. (2020): *Spatio-temporal modelling of urban sensor network data: mapping air quality risks in Eindhoven, the Netherlands*. PhD thesis University of Twente.  
<https://research.utwente.nl/en/publications/spatio-temporal-modelling-of-urban-sensor-network-data-mapping-ai>  
[https://library.itc.utwente.nl/papers\\_2020/phd/vanzoest.pdf](https://library.itc.utwente.nl/papers_2020/phd/vanzoest.pdf)