



Sensoren voor luchtkwaliteit

RIVM, Versie februari 2021

Sinds enkele jaren is er bij allerlei partijen veel aandacht voor inzet van goedkope sensoren voor luchtkwaliteit. Vanuit de Rijksoverheid is het RIVM bezig met onderzoek naar gebruik van dergelijke sensoren. Dit is een innovatieprogramma dat we samen uitvoeren met andere kennispartijen, overheden, bedrijven en burgers. Het programma maakt geen deel uit van de huidige wettelijke monitoringtaken van het RIVM. In dit document wordt een korte schets gegeven van de huidige status van het onderzoek en de (on)mogelijkheden van sensoren voor luchtkwaliteit. De focus ligt op sensoren voor stikstofdioxide (NO₂) en fijnstof (PM₁₀/PM_{2.5}).

Onderzoek naar sensoren

De belangrijkste eis aan sensoren is dat ze zinvolle informatie kunnen leveren over de concentraties in de buitenlucht. Ze moeten bij de heersende concentraties in de buitenlucht variaties kunnen laten zien. Sommige sensoren zijn betrekkelijk ongevoelig maar kunnen wel een signaal geven als de concentraties erg hoog zijn. Andere sensoren kunnen ook kleinere variaties in de concentraties meten. Net als officiële "referentie-apparatuur" hebben verschillende sensoren hun eigen karakteristieken. Denk aan ruis, verloop van kalibratie, gevoeligheid voor andere stoffen en omstandigheden. Tot op heden zijn er voor stikstofdioxide en fijnstof nog geen goedkope sensoren bekend die voldoende gevoelig en stabiel zijn en ongevoelig zijn voor andere stoffen en omstandigheden, hoewel er met name voor fijnstof steeds betere sensoren op de markt komen. Het is dus zaak om van de huidige beschikbare sensoren te onderzoeken in welke mate ze bruikbaar zijn en hoe ze moeten worden gekalibreerd en ingezet. Het RIVM concentreert zich op enkele typen sensoren om daarvoor voldoende ervaring op te bouwen. Dat wil zeker niet zeggen dat er geen andere sensoren zijn die in principe bruikbaar zijn. Het is echter niet mogelijk om alle veelbelovende sensoren in detail in praktijksituaties te onderzoeken. Er zijn de afgelopen jaren verschillende nieuwe typen sensoren op de markt gekomen, vooral voor fijnstof. Indien die een grote stap vooruit zetten, in gevoeligheid of gebruiksgemak, zullen die zeker nader worden onderzocht. Op het kennisportaal (www.samenmetenaanluchtkwaliteit.nl) worden dergelijke nieuwe sensoren zo veel mogelijk besproken. Ook worden daar resultaten van onderzoek van anderen genoemd.

Stikstofdioxide (NO₂)

Voor het meten van stikstofdioxide (NO₂) zijn er momenteel slechts enkele sensoren bekend die bij heersende concentraties in de buitenlucht zinvolle metingen kunnen doen. De meeste sensoren zijn bedoeld voor industriële toepassingen, waarbij veel hogere NO₂ concentraties voorkomen. Het RIVM gebruikt momenteel een sensor van de firma Alphasense (de B43F) in haar meetunits. Tests in de praktijk leren dat de sensoren individueel gekalibreerd moeten worden, wat gebeurt voor elke sensor aan het begin van de meetcampagne (de 'startkalibratie'). Daarnaast is bekend dat de sensoren in enkele maanden tijd aanzienlijk in gevoeligheid kunnen verlopen. Om dit te detecteren en corrigeren worden de resultaten van sensoren gedurende nachtelijke uren vergeleken met nabijgelegen officiële metingen of berekeningen (de 'nachtkalibratie'). De onzekerheden bij deze "kalibratie op afstand" zijn groot. Zie de [uitleg](#) over het kalibratiesysteem voor sensoren van NO₂. In de wintermaanden doen de sensoren het over het algemeen vrij aardig, maar in de zomermaanden - wanneer de concentraties van NO₂ lager zijn en de temperatuur hoog kan zijn - is het vaak nog een uitdaging om zinvolle informatie uit de metingen te halen. Het RIVM doet daar verder onderzoek naar.

Fijnstof (PM₁₀/PM_{2.5})

Op de markt van sensoren voor fijnstof zijn er de laatste jaren veel ontwikkelingen geweest. Er zijn veel kwalitatief aardig gelijkwaardige sensoren te koop die met een ingebouwde laser de hoeveelheid deeltjes in de lucht meten. Ze meten dus niet direct de *massa* van fijnstof in de lucht (de officiële maat) maar tellen deeltjes en rekenen dat om naar massa, met aanzienlijke onzekerheden. Alle bekende sensoren registreren alleen deeltjes die groter zijn dan circa 0.3 micrometer terwijl emissies uit voertuigen en algemene verbranding (veel) kleiner zijn. Verder tellen veel sensoren vochtdruppels als deeltjes, waardoor er gedurende koude, vochtige uren soms onrealistische concentraties worden gerapporteerd.

De afgelopen jaren heeft het RIVM eerst veel getest met de Shinyei PPD42 en wordt nu vooral de Nova Fitness SDS011 veel gebruikt. Deze sensor is redelijk gevoelig voor hoge luchtvochtigheid. Correcties hiervoor zijn mogelijk, via een kalibratiemethode ontwikkeld door het RIVM (zie de [uitleg](#) over het kalibratiesysteem voor sensoren van fijnstof). Maar bij zeer hoge luchtvochtigheid kan de kalibratie niet alle invloed van vocht compenseren.

Naast de Nova Fitness SDS011 is het laatste jaar de Sensirion SPS30 in opmars. Deze lijkt PM_{2,5} vrij goed te meten, maar PM₁₀ helemaal niet. De sensor blijkt een stuk minder gevoelig voor vocht dan de SDS011 sensor en dat is een groot voordeel. De verwachting is dat deze sensor in meer projecten ingezet zal worden waar de belangstelling uitgaat naar PM_{2,5} (en niet naar PM₁₀).

Inzet van sensoren voor luchtkwaliteit

Een veel gestelde vraag is wat er nu allemaal wel of niet met de resultaten van goedkope sensoren voor luchtkwaliteit kan worden gedaan. Onderstaande tabel geeft enkele mogelijkheden en beperkingen. Met name voor juridische toepassingen, zoals normtoetsing, zijn resultaten van sensoren niet geschikt. Voor het RIVM kunnen de sensordata (op termijn) naar verwachting een nuttige aanvulling zijn voor de monitoring van luchtkwaliteit. Zo worden sensormetingen nu bijvoorbeeld ook meegenomen in de berekende uurlijkse luchtkwaliteitskaart op het Samen Meten dataportaal. Bij de inzet van sensoren moet worden bedacht dat het nieuwe technologie betreft die ook innovatieve toepassingen zal genereren. Veel van die toepassingen zullen in de loop van de komende jaren worden ontdekt.

Wat kan er momenteel met sensoren?

Sensoren kunnen, mits goed gekalibreerd, een indicatie geven van:

- de ruimtelijke verdeling van de gemiddelde luchtkwaliteit in een gebied;
- de relatieve (uurlijkse/dagelijkse) variatie van concentraties in de tijd;
- (in specifieke gevallen) de bijdrage van lokale [bronnen](#);
- (in specifieke gevallen, zoals een vuurwerkverbod) het effect van zeer ingrijpende maatregelen.

Wat kan er momenteel niet met sensoren?

- De belangrijkste beperking is dat resultaten van sensoren door hun onzekerheden geen formele (wettelijke) status hebben, ze voldoen niet aan de door de EU gestelde kwaliteitscriteria. Waar nodig zal dit door het RIVM worden toegelicht.
- De resultaten van goedkope sensoren kunnen qua kwaliteit en zeggingskracht niet met officiële referentieapparatuur worden vergeleken.

Aandachtspunten

- Constante kalibratie van sensoren, door vergelijking met zowel officiële metingen als berekeningen, is noodzakelijk. De methoden voor kalibratie blijven in ontwikkeling en kunnen dus veranderen.
- Ook na kalibratie blijft de onzekerheid in resultaten van sensoren aanzienlijk, met veel variatie per sensor. Gedetailleerde analyses van resultaten van individuele sensoren zijn in de meeste situaties dan ook niet zinvol.
- In geval van sensoren voor fijnstof is het belangrijk om te onthouden dat ze de kleinste fijnstofdeeltjes, zoals bijvoorbeeld afkomstig uit verbrandingsprocessen, niet kunnen meten.
- De bruikbaarheid van sensordata neemt toe als de data van meerdere sensoren gezamenlijk wordt bekeken. Dat geldt ook voor het combineren van de sensordata met officiële meetgegevens en/of berekeningen.
- In specifieke projecten, waarbij resultaten van sensoren worden gekalibreerd en gecombineerd, kunnen de sensoren, ondanks alle in deze notitie genoemde beperkingen en aandachtspunten, zeker nuttige resultaten opleveren voor zowel burgers als overheden.

februari 2021