

AiREAS, een innovatief meetsysteem in Eindhoven

E.P. Weijers (**ECN**)

R.P. Otjes (**ECN**)

G. Hoek (**IRAS**)

M. van Lochem (**Imtech**)

S. van der Sterren (**Gemeente
Eindhoven**)

E. Weijtmans (**Provincie Noord-
Brabant**)

April 2013

ECN-V--13-004

TIJDSCHRIFT LUCHT

KWALITEIT IN RUIMTE, VERKEER, GEZONDHEID EN KLIMAAT

Opkomst en ondergang NO_x -emissiehandel

Een nieuw meet-systeem in Eindhoven

Validatie CAR II in Vlaanderen

NUMMER 2

Jaargang 9 april 2013



AIREAS, EEN INNOVATIEF MEETSISTEEM IN EINDHOVEN

WERKEN AAN EEN GEZONDE STAD

Een aantal onderzoeksinstituten en hightechbedrijven bouwt in Eindhoven een Innovatief Lucht Meetsysteem (ILM) dat stadsbreed, 24/7 *real time*, inzicht biedt in luchtkwaliteit op straatniveau. Tevens wordt de relatie met gezondheidseffecten onderzocht. Verwacht wordt dat dit bijdraagt aan het lopende maatregelenprogramma voor verbetering van luchtkwaliteit in Eindhoven.

ERNIE WEIJERS, RENE OTJES, GERARD HOEK, MARCO VAN LOCHEM, SANDRA VAN DER STERREN EN EDWIN WEIJTMANS*

| De aanleiding

De luchtkwaliteit in Eindhoven vormt een bedreiging voor de gezondheid van burgers en is een potentiële belemmering voor ruimtelijke plannen. De afgelopen jaren voldeed in Eindhoven de berekende kwaliteit van de lucht niet aan de wettelijke normen voor fijn stof (PM_{10}) en stikstofdioxide (NO_2). Sinds 2007 wordt daarom het Programma

Luchtkwaliteit en Mobiliteit uitgevoerd met als doel uiterlijk eind 2014 aan beide normen te voldoen. Ondertussen is echter het inzicht ontstaan dat (ook) andere deeltjes en eigenschappen, zoals ultrafijn stof en roet, de gezondheid van burgers kunnen schaden. Met de bestaande meettechnieken die in Eindhoven tot heden worden toegepast, wordt dit niet gemeten.

| Het initiatief

De gemeente Eindhoven en de provincie Noord-Brabant stelden vast dat er meer en beter inzicht nodig is om de luchtkwaliteit effectief te kunnen ver-

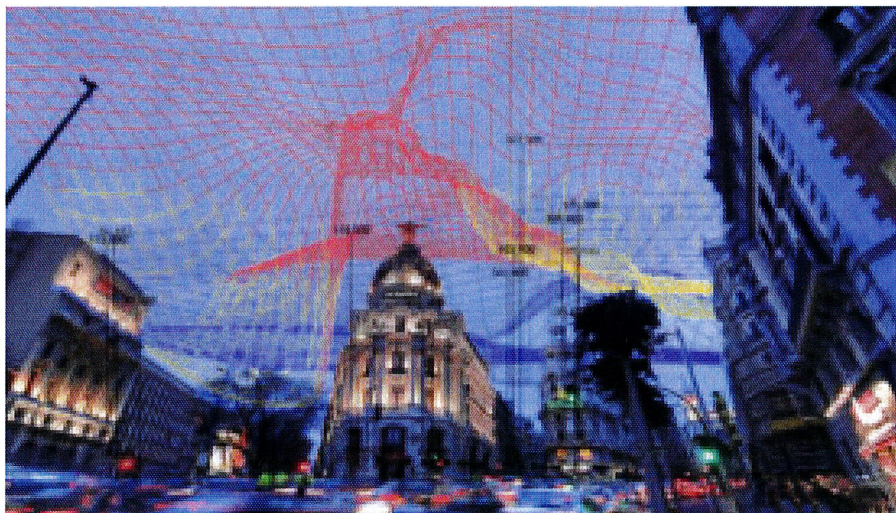
beteren. Men besloot daarop via een coöperatief samenwerkingsmodel een nieuw en uniek meetsysteem op te zetten, het zogenoemde Innovatief Lucht Meetsysteem (ILM): een fijnmazig netwerk van (relatief) goedkope sensoren waarmee (ultra)fijn stof en stikstofdioxide worden gemeten. *Real time* (!), wat inhoudt dat de actuele situatie direct zichtbaar is.

| De partners

Het bedenken en het implementeren ligt bij AiREAS, een coöperatieve vereniging met als leden gemeente Eindhoven, provincie Noord-Brabant, Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), Universiteit Utrecht/IRAS, TU-Twente/ITC, Philips Research en Imtech. De missie is: 'Inzicht krijgen in actuele situaties waardoor het duurzaam verbeteren van gezondheid en veiligheid in woon- en werkomgevingen mogelijk wordt. Dit door de inzet van nieuwe, hoogwaardige en betaalbare technologie.' In de praktijk is AiREAS een 'levend laboratorium' voor overheid, bedrijfsleven, wetenschap en betrokken burgerorganisaties.

| De politiek

Gezondheid, verkeer, ruimtelijke ordening en innovatie zijn speerpunten in



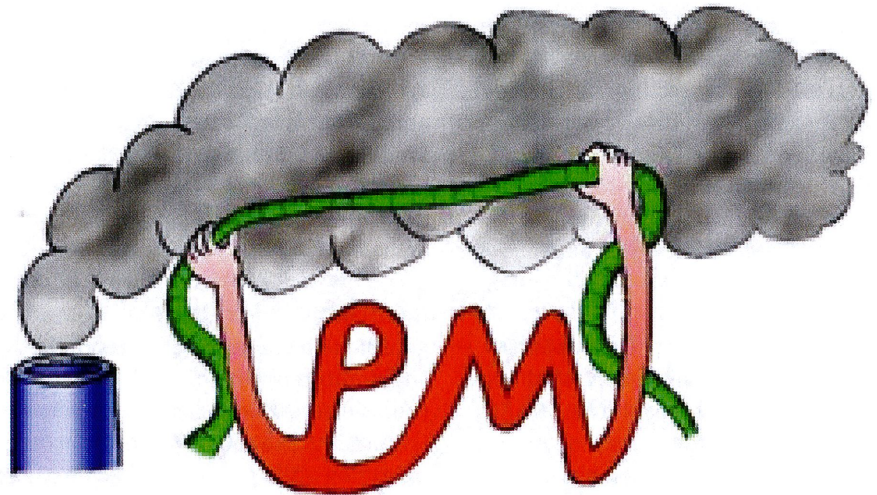
beleidsprogramma's van lokale en regionale overheden als Eindhoven en Noord-Brabant. Zo staat gezondheid centraal in het Provinciale Milieu Programma (PMP) en een betere luchtkwaliteit is daarvoor nodig, zo valt hierin te lezen. De gemeente Eindhoven kent diverse beleidsprogramma's waarin ze haar doelen verwoordt:

- 1 milieu: schonere lucht en oplossen verkeersknelpunten in centrumgebied;
- 2 mobiliteit: minder emissies van autoverkeer, met name in centrumgebied door 'modal shift' (uit de auto in het openbaar vervoer of op de fiets);
- 3 ruimtelijke ordening: duurzaam inrichten van de stad zodat het prettig en gezond wonen, werken en recreëren is en blijft, ook voor kwetsbare groepen;
- 4 gezondheid: bevorderen van de gezondheid, met concrete maatregelen ter beperking van de negatieve effecten vanwege een slechte luchtkwaliteit voor kwetsbare groepen (jongeren, ouderen, COPD-patiënten enzovoort).

Het AiREAS werk levert een bijdrage aan al deze programma's. Zo zal op termijn een optimalisatie van luchtkwaliteit en mobiliteit in Eindhoven bewerkstelligd kunnen worden. Er wordt aangehaakt op de bestaande dynamische verkeersregeling, waardoor autoverkeer op belaste plaatsen toegelaten wordt wanneer het kan en geweerd wordt wanneer het moet.

De metingen

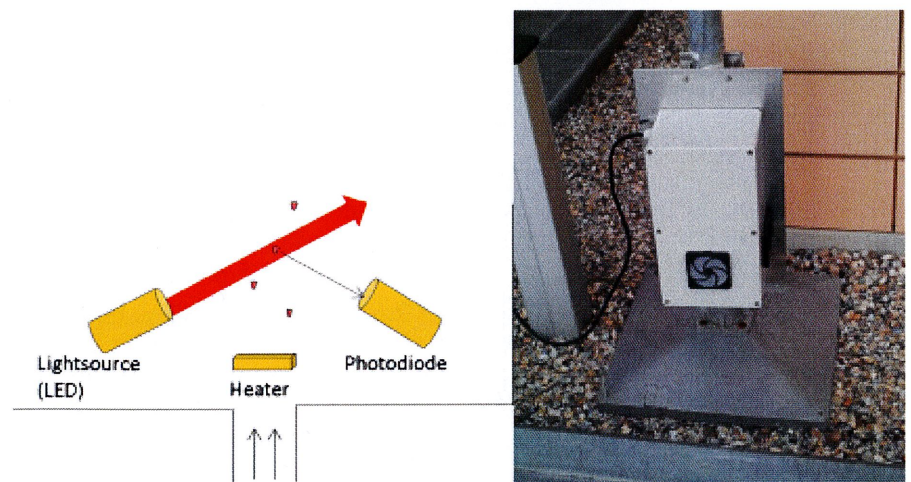
Het 'innovatieve' van dit lokale meetnet zit in de gemeten componenten, de sensoren, de relatief lage kosten en het 'oplossende' vermogen in ruimte en tijd. Vanwege de normstelling wordt in Nederland (verplicht) fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$) en NO_2 gemeten.



Nu is er in het geval van de PM_{10} - en $PM_{2,5}$ -concentraties sprake van maar weinig variatie over de stad. Zo draagt verkeer hooguit 10-15% bij aan PM_{10} vlakbij drukke verkeerswegen (BOPII). Het overgrote deel van het fijn stof komt van buiten het stedelijke (meet) gebied. Het effect van verkeersmaatregelen op de concentraties wordt dan niet erg zichtbaar. Veel betere componenten om te meten zijn roet en ultrafijn stof ($PM_{0,1}$). Deze komen namelijk rechtstreeks uit de uitlaat. Ook zijn het verdachte stoffen vanwege de vermoede gezondheidseffecten. Met dergelijke

gegevens kunnen epidemiologen beter schatten wat (toekomstige) gezondheidseffecten zijn. Daarom is ervoor gekozen om niet alleen de normparameters te meten maar ook kleinere massafracties en ultrafijn stof. Ultrafijne deeltjes hebben een grootte in de orde van tientallen tot honderden nanometer (een miljoenste millimeter) en zijn dus vele malen kleiner dan de fijnstofdeeltjes die de PM_{10} - en $PM_{2,5}$ -waarden bepalen. De afgelopen jaren is er veel bekend geworden over de gezondheidseffecten van ultrafijne deeltjes: longaandoeningen en hart- en

Figuur 1: Fijnstofsensoren van ECN. Links het werkingsprincipe, rechts de zogenoemde AirBox-behuizing met daarin de sensor en eventuele uitbreidingen.



IN DE PRAKTIJK IS AIREAS EEN 'LEVEND LABORATORIUM' VOOR OVERHEID, BEDRIJFSLEVEN, WETENSCHAP EN BETROKKEN BURGERORGANISATIES

vaatziekten, en er zijn aanwijzingen dat deze deeltjes invloed hebben op de hersenen en de stofwisseling. Deze uitbreiding is daarom van belang voor de te onderzoeken relatie tussen gezondheid en lokale vervuilingsbronnen (vooral dus verkeer). Via de relatie met NO_2 wordt ook een schatting gemaakt voor roet.

Traditioneel wordt met dure apparatuur op enkele plaatsen in de stad gemeten. Wat de concentraties zijn tussen die locaties, en dus waar de mensen die daar leven aan worden blootgesteld, is niet of minder goed bekend. De laatste jaren laten stormachtige ontwikkelingen zien op het gebied van sensoren; apparatuur van een geringe afmeting, maar veel goedkoper en daardoor inzetbaar in grote aantallen. Het afgelopen jaar heeft het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) de werking van zogenoemde fijnstofsensoren verbeterd zodat ze preciezer meten. Door zelfontwikkelde algoritmes worden de sensoren uitgelezen. Deze meten elke 10 minuten het fijn stof in de lucht op basis van verstrooiing van licht door de stofdeeltjes (figuur 1, links). Deze sensoren kosten veel minder dan de bestaande '100%' nauwkeurige meetapparatuur, maar bieden voldoende kwaliteit om trends en ruimtelijke variatie in kaart te brengen. Door het inzetten van vele van deze sensoren wordt de ruimtelijke dekking veel groter. Op deze wijze wordt het 'gemis' opgevuld en wordt een fraaie uitbreiding op bestaande monitoring gerealiseerd. Binnenkort zullen in het ILM een dertigtal van dergelijke fijnstofsensoren worden geplaatst in het binnenstedelijk gebied van Eindhoven waar nu alleen beperkte metingen plaatsvinden. Deze meten PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ en PM_1 . Op dit moment werkt ECN aan het realiseren van betaalbare NO_2 - en ozonsensoren. Deze worden in een later stadium inge-

zet. Al deze sensoren worden geïntegreerd in de zogenoemde AirBox (figuur 1, rechts): een kastje waarin alle meetapparatuur wordt ingebouwd. In Eindhoven worden dertig van deze boxen opgehangen aan lantaarnpalen, zodat ze direct van elektriciteit zijn voorzien.

Daarnaast worden ultrafijne deeltjes gemeten op een vijftal locaties met UF-monitoren van Philips Research (Aerasense, zie figuur 2). Deze zijn weliswaar duurder dan de fijnstofsensoren, maar nog altijd goedkoper dan de gangbare apparatuur voor het meten van deze deeltjes op een vaste plek. Het grote voordeel is dat ook deze instrumenten klein van formaat zijn. De boxen voor de UF-detectoren worden zo gemaakt dat ze mobiel zijn en gemakkelijk verplaatst kunnen worden.

Figuur 2: De UF-monitor van Philips.



De metingen beginnen binnenkort (voorjaar 2013). De data die de sensor meet, gaan via microcontrollers naar een modem die de data vervolgens via



Figuur 3: Een optie is het ter beschikking stellen van een app die de luchtkwaliteit in beeld brengt op een smartphone.

een draadloos netwerk naar een centrale database stuurt. De bouw van dit datacollectieplatform wordt verzorgd door Imtech ICT. De data wordt opgeslagen in een database via HDF5: een datamodel dat op basis van open source is ontwikkeld en grote hoeveelheden data aankan.

Na analyse van de data wordt deze gevisualiseerd op de stadskaart. Om de actuele status van de luchtkwaliteit in beeld te brengen kunnen ook nieuwe technieken worden ingezet, passend bij de hightech uitstraling van de regio. Gedacht wordt bijvoorbeeld aan de toepassing van licht in de stad, via kleuren op gevels van gebouwen of door het gebruik van gekleurde led-verlichting in lantaarnpalen (waarmee bijvoorbeeld 'groene' routes in de stad kunnen worden aangegeven). Al niet zo nieuw meer is de 'Augmented Reality': het gebruik van de smartphone om resultaten aansprekend en snel bij de burger te brengen (figuur 3).

Gezonde Stad

Bij het kiezen van de meetlocaties spelen verschillende afwegingen. Aannemelijk is dat gezondheid meer beïnvloed wordt op belaste locaties. Het accent van het huidige Eindhovense meetnet ligt op emissiebronnen (verkeer, vliegveld), zoals meestal het geval is. In de AiREAS-opzet wordt hierbij aangesloten, maar is er ook aandacht voor meer 'blootstellingsrelevante' loca-

DE EU- GRENSWAARDEN ZULLEN IN DE NABIJE TOEKOMST WEL GEHAALD WORDEN. VOOR DE GEZONDHEID IS DAT ECHTER NIET VOLDOENDE

ties. Dan wordt gekeken naar de afstand tot drukke verkeerswegen en bevolkingsdichtheid, en eventueel de aanwezigheid van tijdelijke grote bouwlocaties (nieuwe gebouwen, wegenbouw). Om voldoende contrast te krijgen, dient ook gemeten te worden op plekken waar de concentraties juist relatief laag zijn. Op deze wijze kan bijvoorbeeld de relatie tussen dagelijkse variaties van verschillende gezondheidsrelevante fracties fijn stof (grof, fijn, ultrafijn) en het optreden van dagelijkse gezondheidsklachten (ziekenhuisopnamen, medicijngebruik, ...) bestudeerd worden. Voor het verkrijgen van voldoende gegevens moet een dergelijk onderzoek minimaal drie jaar duren.

Andere factoren bij het kiezen van de locaties zijn: voldoende spreiding over de stad ('stadsdekkend') en de vraag wat niveaus zijn nabij kwetsbare locaties (scholen, ziekenhuizen, verzorgingshuizen e.d.). Het bepalen van de plekken waar uiteindelijk gemeten wordt, ligt in handen van IRAS in samenwerking met TU-Twente/ITC. De gezondheidsstudie zelf wordt door IRAS uitgevoerd.

De toekomst

De EU- grenswaarden zullen in de nabije toekomst wel gehaald worden. Voor de gezondheid is dat echter niet voldoende. Epidemiologisch onderzoek laat zien dat er geen concentratieniveau is voor fijn stof waar beneden zich geen gezondheidseffecten voordoen. Verdere verlaging van de concentraties levert dan ook nog steeds veel gezondheidswinst op. Monitoring van de luchtkwaliteit kan helpen om dit te realiseren.

Er is meer mogelijk met nieuwe technieken. Sensoren gecombineerd met geavanceerde draadloze ICT-dataverwerking biedt een dergelijk

nieuwe mogelijkheid. Het is géén vervanging van de huidige monitoring met precieze instrumenten, maar een uitbreiding en aanvulling, fijnmaziger en met hoge tijdsresolutie. En een systeem als AiREAS-ILM brengt het onderwerp luchtkwaliteit dichterbij de mensen. Voor de plaatselijke overheid is de communicatie over luchtkwaliteit in de stad een lastig issue. Zonder burgers bang te maken, maar door ze juist te betrekken, is bewustwording van de luchtkwaliteit en het sturen van aanpassingen in gedrag ten gunste van een betere luchtkwaliteit van belang. Daarnaast zal het verkrijgen van betrouwbare (meet)gegevens (beleids)beslissingen beter onderbouwen in geval van eventuele (impopulaire) mobiliteitskeuzes en het oplossen van bestaande én het voorkomen van toekomstige knelpunten. Op dit moment is ECN binnen AiREAS bezig met het uitontwikkelen van de AirBox, zoals het verkrijgen van een CE-markering, het klaarmaken voor de stroomafname uit lantaarnpalen en met de interne indeling van de AirBox. De prognose nu is dat in het voorjaar van 2013 circa dertig AirBoxen geïnstalleerd worden. Deze meten dan fijn en (deels) ultrafijn stof, en worden later uitgebreid met NO₂ en ozon. IRAS buigt zich over de mogelijkheid om de toekomstige grote hoeveelheid aan meetgegevens te verwerken tot een wetenschappelijk onderzoek. Volgens planning zal het meetnetwerk eind 2013 gereed/in werking zijn. Als AiREAS een succes blijkt, zal het als een generiek samenwerkings- en technisch/wetenschappelijk concept te kopiëren zijn naar andere stedelijke gebieden. Belangstelling is er al, ook vanuit het buitenland.

* Ernie Weijers en Rene Otjes werken als onderzoekers Luchtkwaliteit bij het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN). Gerard Hoek is epidemioloog en verbonden aan het Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS). Sandra van der Sterren is adviseur Milieu bij de gemeente Eindhoven. Edwin Weijtmans is als projectleider van het Brabants Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit werkzaam bij de provincie Noord-Brabant.

Figuur 4: Longfunctietest.

