

**Nieuws****Home**

di, 09/06/2020 - 12:08pm - teus

bijgewerkt op 21 maart 2023 door teus

**Zoeken****MySense project Horst aan de Maas "Samen Meten aan Luchtkwaliteit"**

MySense werkt samen met **RIVM** en enkele burger initiatieven mbt het lokaal meten van luchtkwaliteit. De meeste initiatieven zijn gericht op het in kaart brengen van de stedelijke (verkeer en klimaat) milieu problematiek: fijnstof en stikstofdioxides. Ver. Behoud de Parel

**Vereniging****Doel****Lid worden****Steun****Contact****Login**

daarentegen is in 2017 gestart met MySense om lokaal metingen aan luchtkwaliteit te doen in agrarische omgevingen (Noord Limburg en ZO Brabant) met name in de regio's waar intensieve veehouderijen gelegen zijn: **fijnstof**, diverse (oa stikstofoxides en ammoniak) gasemissies en geur (stank). Het meten van **gasconcentraties** met name ammoniak is ivm korte levensduur van de sensoren en kostprijs naar de langere termijn verschoven. **Geur** metingen blijken momenteel niet kwalitatief en reproduceerbaar te meten te zijn en bovendien zijn de normen niet in overeenstemming met de ervaringen van omwonenden. Vrijwel alle soorten low-cost sensoren (fijn stof, rel. vochtigheid, of gas) zijn ontworpen op toepassingen binnenshuis. Ze zijn dan ook in meer of mindere mate niet bestand tegen toepassingen in de buitenlucht zonder een gedegen correctie.

Begin 2019 is een groep burgers stichting BurgerWetenschappers Land van Cuijk financieel ondersteund door de plaatselijke politiek en gemeente in St. Anthonis van start gegaan om metingen op basis van MySense technologie te gaan doen in ZO Brabant. Begin 2023 besluit de gemeente Land van Cuijk om de metingen voort te zetten en uit te breiden.

Vlak voor de zomer van 2021 lijkt een gesprek met de gemeente Horst ad Maas op gang te komen om te komen voor fijnstof metingen in de hele regio Noord Limburg met een pilot in Horst ad Maas. De regie van het meetplan lijkt gaandeweg liggen bij de gemeente Venray en Rijks Uitvoeringsdienst Zuid Limburg (RUD-ZL). Het adviesburo CON A&F heeft de leiding in de uitvoering. De vervolggesprekken worden uitgesteld alsmaar uitgesteld en stakeholders worden in het ongewisse gelaten. Behoud de Parel probeert zogoed mogelijk voorstellen te doen voor verbeteringen maar besluit uiteindelijk **in maart 2023 geen verantwoordelijkheden** meer te nemen in het project.

In veel (te veel) regio's blijkt 'citizen science' van burger initiatieven door de overheden en instellingen gedefinieerd te worden als het ophangen en onderhouden van meetkits. Het 'Samen Meten' lijkt zo een andere draai te krijgen. Meestal ontbreekt in de project definities en uitwerking in de doelstelling de data analyse en 'wat doe je bijv tav beleid met de meetresultaten' te ontbreken: 'Waar doe je het voor?'.

Alle burger initiatieven delen hun ervaringen om tot een open, vrij beschikbare, transparante en kwalitatieve, state of the art meetoplossing te komen. Een van de voorwaarden voor succes.

In het internationaal vakblad "Atmosphere" is in juni 2019 een **artikel "samen meten"** (RIVM; pdf document) verschenen. Het artikel beschrijft de eerste resultaten. Onder andere wordt hierin de samen werking met MySense genoemd.

De MySense techniek, documentatie, rapportages vallen onder Open Source z.g. **Reciprocal Publieke Licentie** (RPL 1.5 toevoegingen en verbeteringen blijven vrij beschikbaar) van Open Source Initiative vrij beschikbaar en te gebruiken. Verwacht wordt dat er al naar gelang gebruik en toepassing er een bijdrage aan MySense geleverd wordt.

Copyright houder zijn ver. Behoud de Parel en Teus Hagen. De software, detail documentatie en hulpmiddelen zijn te downloaden via [github](#).

De meetdata, oa database data, gegenereerd en gearchiveerd vallen onder **Open Data Commons Open Database Licenses** (ODbL 1.0) van Open Data Commons.

**Wat wordt er gemeten?**

- fijnstof: PM1, PM2.5, PM10 (PM0.3, PM5) in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en aantal deeltjes per  $\text{m}^3$  (zes zg 'bins' met PM0.3 t/m PM10 met aantal deeltjes). De focus nu is fijnstof sensors van de producent Plantower PMS sensor serie en later de betere Senserion SPS30. Alle low-cost sensoren hebben meer moeite om PM10 waarden te meten. De Senserion sensoren zoals SEN5X van na 2021 beloven beter te zijn maar zijn nog niet voldoende getest.
- gassen: koolstofdioxides(CO,CO2), stikstofdioxides (NO,NO2), ozon (O3), ammoniak (NH3) in ppb of  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Gassensoren zijn nog in onderzoeksfasie. Probleem: kosten, levensduur en calibratie. De toegepaste sensors zijn van bijv. Alpha Sense en Spec. Nav kostprijs, toepasbaarheid en duurzaamheid worden gas sensoren niet toegepast. Gasmetingen in de

**Projecten**

Algemeen

Intensieve Veeteelt

Zandverwerkingscentrale (Raaieind)

Klavertje 4

Trade Port Noord, Floriade

Veiling ZON

Californië

**Onderwerpen**

Volksgezondheid

Werkgemeenschap

Infrastructuur

**Lucht Kwaliteit**

fijnstof en de normen

**Samen Meten**

het MySense project

MySense project status

DIY project informatie

**MySense regionale metingen:**

regio Horst a/d Maas

regio Land van Cuijk

regio Vredepeel (calibraties)

**regionale metingen:**

meetstations N-Limburg

fijnstof situatie N-Limburg

meethistorie Limburg

**regionale milieu initiatieven**

samenwerkende groepen

officiële instanties

politieke partijen  
gem. Horst aan de Maas

bedrijven en milieu

buitelucht zijn ons inziens alleen redelijk te meten mbv gasbuisjes. Het zijn dan metingen over een maand ipv 7/24 uurs metingen.

- geur: zijn niet elektronisch te meten. Metingen met een testpanel blijken niet reproducerebare resultaten te geven.
- klimaat: temperatuur (°C), luchtvuchtigheid (%), luchtdruk (hPa). Focus nu is Bosch BME en Sensirion sensor series. Meteo sensors zijn noodzakelijk voor de correctie van de fijnstof sensoren. De toegepaste meteo sensoren zijn ontwikkeld voor toepassing binnenshuis. Hogere rel. vochtigheid verkort de levensduur aanzienlijk. Naar een betaalbare meteo sensor geschikt voor toepassing buitenshuis zoals bijv. Senserion SHT4X wordt momenteel nog onderzoek naar gedaan.
- lokatie: GPS (longitude,latitude,altitude) en tijdstempel. Focus Neo 6. Noodzakelijk voor meer preciese plaatsbepaling.
- optioneel windsnelheid en richting. De focus is Libellum of Davis (I2C-bus) anemometer. In ontwikkeling is een niet mechanische anemometer.
- data bewerkingen op aantal nivo's (data communicatie, data acquisitie, sensor correctie, validatie, calibratie, meetkit en data management en data visualisatie) gaat met Python statistiek software (een variant van het R2 pakket). Dit deel van luchtkwaliteits meten wordt momenteel onderschat t.o.v. de software en visualisatie methodiek inspanningen. RIVM is gestart met een [Samen Analyse Tool](#). Eind 2021 wordt dit software gedeelte van MySense volledig gereviseerd.

#### Welke hardware voor de meetkits is de basis?

- internet communicatie via vaste verbinding, wifi of beter LoRaWan (TTN, een open LoRaWan netwerk).
- data acquisitie en monitoring via HTTP, HTTPS, InfluxDB of Mosquitto.
- dataopslag via database MySQL, en spreadsheet (CVS).
- data forwarding naar enkele dataportalen oa Sensors.Community, RIVM dataportal, e.a..
- remote acces en remote updates (OTA) van meetkits
- controller: Raspberry Pi of PyCom LoPy-4 (8Mb flash, 8Mb werkgeheugen) via I2C bus en TTL (uart). De focus is LoPy-4 omdat de Pi teveel stroom vraagt voor toepassing met o.a. een zonnecollector en storingen onder invloed van kwalitatieve mindere adapters en wifi toepassingen.
- signaleering op de meetkit via kleuren LED en klein oled display.
- energie via VC5 DC of zonnecollector met standaard vaste stof 12V accu

#### Wat is de prijs voor een DIY meetkit?

De prijs is sterk afhankelijk welke componenten uit het scala gebruikt worden, welk type sensor (fijnstof sensors varieren van €50 tot €80) en waar deze in een eenvoudige uitvoering ook on-line aangeschaft worden voor ca € 200. De prijs voor een redelijke tot goede en kwalitatieve kit varieert hierdoor van €150, €250 tot wel € 750 of meer (de laatste is dan uitgevoerd met enkele gas sensoren zoals bijv. O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub>).

De ervaring leert dat gassensoren duur zijn, niet selectief genoeg zijn, herhaaldelijk gekalibreerd moeten worden, verlopen in de tijd en soms alleen hogere concentraties kunnen meten (NH<sub>3</sub>). In afwachting van betere sensoren is de verdere ontwikkeling van gassensoren daarom voorlopig stilgelegd.



#### Welke functionaliteit in de meetkit wordt er zoal ondersteund?

- *Visualisatie* op de website van ver. Behoud de Parel, RIVM dataportal, Luftdaten, openSenseMap en AirTube.info. De detailering en aangeboden functionaliteit is sterk verschillend bij deze websites.
- *Remote control* en Over The Air (OTA) updates.
- Remote verandering van vrijwel alle *configuratie parameters*, bijv sample tijd, sample interval tijd, connectivity keys, deepsleep bij accu gebruik, wijziging sensoren van zelfde type, sensor correcties op dertal nivo's, op afstand display aan-/uitzetten of stopzetten metingen, versturing meta data, schoonblazen van fijnstofsensor, ontvochtigen van vocht sensor, etc. Een remote gegeven commando wordt door de kit via LoRa bevestigd.
- *Bewaking van accu* gebruik en functioneren van de sensors.
- *Automatische herkennung* van gekoppelde sensoren.
- Versturen van *meta data* (bijv. lokatie) vanuit de sensorkit.
- Bewaking en monitoring van meetkits en sensor functies en *diagnostiek*.
- *Correcties en kalibratie* op sensormetingen en bijstellen waarden mbt referentie sensors zoals Sensirion fijnstof sensor.

#### Wat kan je verwachten?

- **Gasmetingen** zoals ammoniak en stikstofoxides zodra een betaalbare en calibreerbare sensor beschikbaar is. Gezocht wordt naar funding voor deze ontwikkeling.
- **Geurmetingen** staan op het verlanglijstje. Mogelijk dat Bosch BME680 waar een VOC (volatile organic compound) gassensor in zit die nu al in de kit toegepast wordt indicatief is.

Dit wordt nu onderzocht. De verwachtingen zijn niet hoog gespannen.

- De gebruikte controller kan veel. Om parallel metingen te kunnen doen wordt multi threading al in de software toegepast.
- De meetkits kunnen in principe samenwerken en aan elkaar gegevens doorsturen in een soort cloud. Hiervoor wordt gedacht tav communicatie mbv LoRa mesh networking.
- Meer energie besparing is mogelijk om toepassing van batterijen mogelijk te maken. Ivm fan in de fijnstofsensor volstaat nu een standaard 12V voor een maand zonder zonnecel. Hiervoor zijn dan wel een groot aantal energiebesparende functies toegevoegd.
- Met behulp van ingrepen in de software kan de levensduur en werking van de sensoren verbeterd worden.
- Automatische updates van software zodat de meetkits zo veel mogelijk dezelfde kwaliteit van metingen verrichten.
- Extra sensoren zoals lux meting tbv uitloop stallen, CO<sub>2</sub>, en visualisatie middelen (bijv RGB led strip) zijn mogelijk.
- Standaard voor het uitwisselen van meetgevens en meta data in bijv een cloud. Deze MEDF (Meetdata Uitwisselings Formaat) standaard is momenteel in alpha test.

De basis ontwikkeling van hardware en software is begin 2018 gereed gekomen. De data communicatie gaat via vaste verbindingen, WiFi of nog beter via het LoRa TTN (internet der dingen) netwerk. In de loop van 2018-2020 is veel data verzameld om de calibratie van de sensoren mbv teperatuur en rel. vochtigheid metingen (met name PM2.5, R2 van >0.7) beter te krijgen.

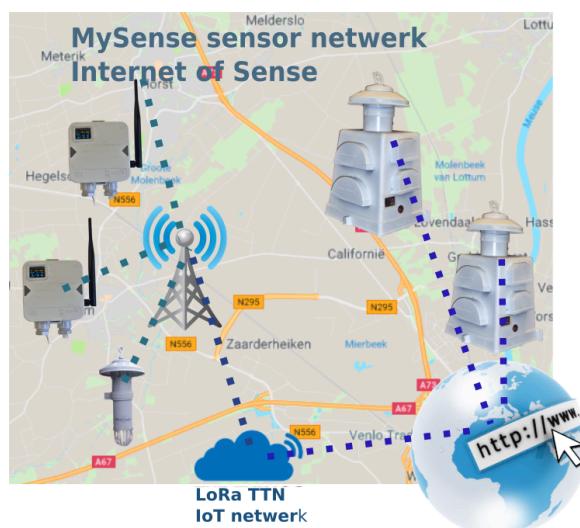
Alle software en meetresultaten zijn vrij beschikbaar: het is Open Source (*not a free beer!*) onder reciprocal Open Source licentie RPL 1.5. Maw vrij gebruik is toegestaan onder voorwaarde dat verbeteringen gemeld en vrij toegankelijk blijven.

Of zoals de WHO stelt: transparantie (vrije beschikbaarheid methodiek en inzage metingen) is een kritische voorwaarde bij luchtkwaliteits metingen (een advies uit 2016).

MySense mat aanvankelijk met twee zg "pagode's" (volgestauwd met veel sensoren). Momenteel wordt gemeten met ca 48 LoRa (fijnstof) meetkits gebaseerd op de LoPy-4 microcontroller van PyCom, de zg "lantaarns" in de regio zuid-oost Brabant en Noord Limburg bij woningen en rondom een paar (pluim)vee-bedrijven.

Eind 2020 zijn er zg regressie tests gaande om afwijkingen tav referentie sensoren op gesteld op een landelijk RIVM meetstation om uit te rekenen en duidelijkheid te krijgen tav afwijking tov zg referentie sensors (nu Sensirion fijnstof sensor) van de referentie en gekalibreerde sensoren van deze meetstations en correctie nav onderlinge fabrikaat verschillen.

Voor het meten in een agrarische omgeving is de aanpak van MySense een uniek en toonaangevend project geworden en heeft hiermee landelijke bekendheid verworven.



#### Een overzicht van de laatste stand van zaken:

**September 2023.** Stichting Burgerwetenschappers Land van Cuijk stuurt haar reactie op het meetplan van de gemeente. In de bijlage van het commetaar is een notitie bijgevoegd met aandachtspunten voor een dergelijk groot project. De notitie is nog in bewerking. Behoud de Parel heeft de notitie opgesteld.

De website server van Behoud de Parel heeft een disk crash gehad. De website draait op een andere server nu. De luchtkwaliteitsmetingen zijn helaas nog niet on-line.

**Juli 2023.** Na een tweetal overlegbijeenkomsten tussen stichting Burgerwetenschappers Land van Cuijk en twee ambtenaren heeft de gemeente een concept projectplan opgesteld. Het betreft een eerste aanzet om te komen tot een luchtkwaliteitsmeetnetwerk in de gemeente in het kader van het Schone Lucht Akkoord.

Zie voor meer historische status meldingen: [MySense project status](#).

### Wilt u?

mee doen met dit initiatief, wilt u meer weten over dit initiatief, of wilt u zelf aan de gang neem dan contact op via email aan de ver. Behoud de Parel. Alleen door samen te werken kunnen we het en komen we een heel eind.

### Enkele vragen en antwoorden:

#### Kan ik meedoen?

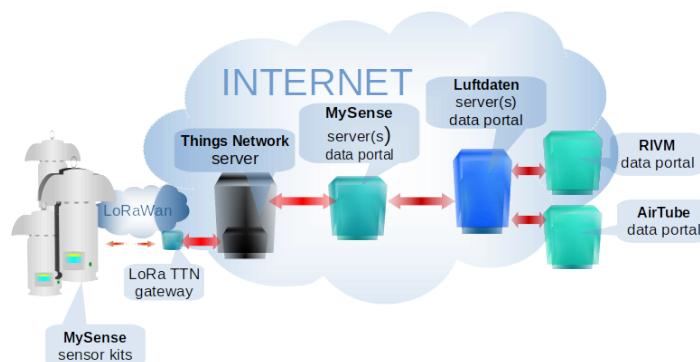
Dat kan. Suur een email naar vereniging **Behoud de Parel** U kunt ook helpen door financiële ondersteuning te geven.

#### Status van het MySense project

De software (Python) en beschrijvingen voor het zelf(na)bouwen van MySense zijn te vinden via een wereld wijde distributie centrum van open source software github: Zie **MySense**. Hier zijn alle details te vinden om zelf een luchtkwaliteits meetkit te bouwen voor ca 150 tot 250 euro aan hardware kosten.

Hier zijn ook enkele rapporten over het project te vinden zoals bijv een gedetailleerd kosten overzicht tot op component nivo, maar ook de correlatie test rapportages en test software om uitschieters in de metingen te elimineren. Software en rapportages noodzakelijk voor de kalibratie van de sensor modules.

De software voor het downloaden van meetgegevens van overheids meetstations is **hier** (zg tar-formaat, geschreven in bash shell en Perl) te vinden. De software om de HighCharts grafieken uit het RIVM Vuurwerk 2017 project op de website te updaten staat hier: **PMcharts**.



Meer detail over de data flow van MySense meetkit tot visualisatie op de data portalen en watvoor processing van de data en data functies is geïmplementeerd is beschreven in een speciaal PDF documen **MySense Infrastructure**.

De hardware maakt gebruik van kleine computers: Raspberry Pi (ARM gebaseerd) voor de volledig uitgeruste meetkits de zg "pagode" en bij de nieuwste versie de LoPy4 van PyCom (ESP microprocessor gebaseerd) voor de meetkits werkend via het LoRa TTN Internet of Things netwerk. Ook de controllers zoals van M5Stack (sexy ding maar veel te beperkt), ESP8266 (te weinig geheugen), Arduino (te weinig functionaliteit, te weinig geheugenruimte), Omega2Plus (alleen wifi), Marvin (LoRa, maar bij outdoor gebruik een korte levensduur en te klein bereik) werden en worden getest.

De connectoren zijn om het zelf maken van computerbordjes en het solderen te omzeilen mbv Grove connectors, en de sensoren van Adafruit (last van vocht), Bosch, Grove/Dupont connectors, GPS Neo-6, Nova (te weinig PM waarden, alleen wergave in gewichten van deeltjes), Plantower (geeft noodzakelijke aantal deeltjes weer) en Sensirion (geeft noodzakelijke aantal deeltjes weer, minder geschikt voor outdoor gebruik).

Er wordt gewerkt met hardware interfaces zoals I2C-bus, TTL en USB (Raspberry Pi) componenten mbv een zg Processor Connector Board (PCB).

Alle componenten zijn verkrijgbaar in de betere on-line electronica websites. Het is DIY modulair systeem mbv een soort lego bouwsysteems. Via github is het PCB boardje #D mallen voor de behuizing opbouw beschikbaar gesteld.

Voor de (WiFi,LoRaWan) communicatie tbv data acquisitie wordt gebruik gemaakt van http, Mosquitto (aangeraden), CSV en InfluxDB bestandsformaat en bijv. zelfs Google Docs shared spreadsheet (niet aangeraden).

Zie ook (inmiddels iets achterhaald overzicht van fijnstofsensoren) **StalSens-Oren: meetsystemen voor bedrijfs-monitoring van emissies in de veehouderij**, Wageningen Livestock Research, april 2018 (PDF document).

*Wat is de ervaring met enkele sensors tijdens de ontwikkelings fase na november 2016?*

#### MySense meetkit:

Tijdens de ontwikkelingsperiode tot nu is veel ervaring opgedaan met enkele sensoren. Hierdoor is een lijstje ontstaan van sensoren en communicatie middelen die onze voorkeur hebben:

- **Controller:** Raspberry Pi (B3 € 61, Zero € 11) en SD card (€ 9) bij gebruik van WiFi, PyCom LoPy (€ 45) met LoRa antenne (€ 10) bij gebruik van LoRaWan. De laatste heeft de voorkeur.

- **Voeding:** USB V5 lader met micro uitgang. De Pi heeft minimaal 2.1A nodig! (€ 12). Zonnecellen: neem flinke software maatregelen t/m energie gebruik en besparing accu. Zorg voor een stabiele goede voeding.
- **Fijnstof sensor PMS?003** (€ 20) of PMSx003 van *Plantower* of bij voorkeur de SPS30 (€ 35) van *Sensirion*: deze geven t/m overige sensoren ook de ruwe telwaarden weer. Deze waarden zijn noodzakelijk om een goede validatie en calibratie te verkrijgen samen met temperatuur en rel. vocht waarden. De focus nu is PMSx007 of SPS30. De recente duurdere PMSx003 (€ 60) is geschikt voor toepassing buitenhuis. Sensirion SPS30 heeft prima specificaties en kan tegen hogere niet condensrende rel. vochtigheid. Een alternatief is de Nova SDS011 (€ 15). Deze geeft alleen massa waarden t/m PM2.5 en PM10.
- **Meteo sensor BME280** (€ 2) of 680 (€ 9): deze sensor van *Bosch* is minder gevoelig voor de vocht buitenhuis. Met de goedkopere *Sensirion* bijv. SHT31 (€ 4) zijn ook goede ervaringen. De *BME680* geniet de voorkeur omdat deze ook een soort gasmetingen (indicatief t/m VOS (engels VOC) gas-metingen?) verricht.
- **Optioneel gas sensoren:** hier zijn nog geen overtuigende ervaringen mee: veelvuldige calibratie van de sensor is nodig, de levensduur is nogal beperkt, moeilijk toepasbaar en ze zijn kostbaar (Spec € 80, AlphaSense € 150, of DOL53 NH3 van ca € 1500).
- **GPS "sensor":** GY NEO6MV2 + antenna (€ 3.50). Door het succes van toepassing in drones zijn ze redelijk in prijs en goed toepasbaar.
- **Visualisatie:** om snel overzicht te hebben t/m de werking van een meetkit is het zeer raadzaam een *oled display* (SSD1306 I2C € 1.80) of een meerkleuren led (€ 0.25) toe te passen.
- **Communicatie:** WiFi lijkt veel problemen te geven (onverwachte uitval, instabiele metingen door storingen in de energie voorziening). Bij voorkeur passen we daarom LoRa toe bij the The Things Network. Het voordeel is de flexibiliteit en vrijgebruik van TTN gateway(s) (ca € 160, geen abonnementskosten, direct geschikt voor ook ander gebruik) in de omgeving zodat ook andere toepassingen er gebruik van kunnen maken. Reikwijdte is ca 2.5 km.
- **Behuizing:** kies voor een wit gespoten *dubbelwandige* (!) PVC riool ontluuchtingspijp (BTnyloplast ca € 10), en/of gootstukken van de bouwmarkt of voor grotere (OBO T100) V230 buiten connector doos (€ 20) of standaard DIY PVC 80mm ontluuchtingspijp en stukje vliegengaa.
- **Bedrading:** maak gebruik van Grove/Dupont (female) bedrading (€ 5). Heel eenvoudig soldeerwerk om Dupont-Grove bedrading aan door Fontys GreenTechLab ontwikkeld PCB connector bordje te verbinden. Hou je aan de kleurcode. Nadeel: oxidatie van contacten.

Ervaring: vaak is goedkoop een duurkoop. Het uitval percentage van de meeste fijnstof sensoren (ontwikkeld voor gebruik binnenshuis) is ca 50% binnen een jaar (fan en vuil probleem en energie voorziening). Sommige van de goedkope meteo sensoren worden snel te vochtig. Vrijwel alle gassensoren hebben een te korte levensduur en moeten voortdurend gecalibreerd worden.

Zorg dat componenten in de meetkit eenvoudig vervangen kunnen worden. Zelfs eenvoudige vervanging door componenten van een andere fabrikant blijkt noodzakelijk te zijn. De MySense software houdt hier rekening mee en stelt automatisch hierop in.

### **Wat kost het om een meetkit te bouwen?**

Er zijn in feite drie benaderingen:

1. **Zo goedkoop mogelijk (stap 0):** Gebruikmakend van WiFi en ESP8266 met WiFi (€ 3), fijnstofsensor en temp/vocht sensor: totaal ca € 60 (zie [handleiding](#) bij [Luftdaten.info](#)). Doel bewustwording voor wat er speelt t/m luchtkwaliteit meten. Maakt gebruik van Luftdaten.info data server. Of gebruik de MySense [LoRa Marvin controller](#) (PM SDS011 en temp/vocht DHT22) van RIVM Vuurwerk fijnstofmeetproject 2017. Voordeel: weinig technische kennis nodig, goedkoop, goed voor kennismaking sensoren. Nadeel: afhankelijk van wifi, sobere metingen, en geen validatie van meetdata. Iets voor beginners.
2. **WiFi gebaseerd:** Raspberry Pi, SDcard, BME280/680 of SHT31, GPS, PMS7003 of SPS30: ca € 55 (Pi Zero) - € 100 (Pi3B). Voordeel uitbreidbaar tot een zeer geavanceerde 'pagode' meetkit. Nadeel WiFi instelling problematisch, SD kaart heeft beperkte levensduur, fijnstof sensor fan levensduur (aanbeveling gebruik PMSx003). Gebruik [RPi MySense software](#). Er is een data server en/of proxy/broker nodig bijv via een Pi of PC. Uitbreidbaar maar wel iets voor iemand met technische kennis.
3. **LoRa gebaseerd:** LoPy-4, BME280/680 of SHT31, GPS, PMSx003 of SPS30: ca € 150-200.. Doel flexibel te verplaatsen. Zie hiernaast het inwendige met de sensoren en de dubbelwandige behuizing. Nadeel weinig uitbreidbaar, maakt gebruik van LoRa dekking (zg LoRa gateways). Aanbeveling gebruik PMSx003 of Sensirion SPS30 fijnstof buitensensor. Gebruik [PyCom MySense software](#). Voordeel: kan uitgerust worden met zonnepaneel (ca € 75). Er is een data server en/of proxy/broker nodig bijv. via een Pi. In stedelijke gebieden is een goede LoRa dekking via TTN beschikbaar. Nadeel: hoger prijskaartje als de DIY meetkits, afhankelijk van LoRa data acquisitie server, en afhankelijk van beschikbaarheid LoRa dekking (LoRa gateway op maximaal ca 2.5 km afstand). Voordeel: meer ondersteuning, meer meetmogelijkheden, kwalitatieve beheersmogelijkheden. Professionele metingen met meerdere meetpunten.



Een internet LoRa gateway (toegangspoort van de LoRa sensor naar internet) is nodig indien LoRa gebruikt wordt en heeft een DIY (zie [MySense LoRa gateway uitbreidingen](#) github howto) prijskaartje van ca € 150-500. Een gateway heeft een reikwijdte van ca 2.5 km. Een LoRa gateway kan zelf eenvoudig gebouwd worden voor € 75. Een kant en klare RAK gateway kost ca € 150.

Uitgangspunt is dat de deelnemers zelf de kosten delen en de meters wisselen van plaats. Zo kunnen we komen tot een fijnmaziger metingen.

De aanschaf via de Chinese handelsfirma's scheelt vaak (niet altijd) veel geld maar hebben een lange leverijd. Zoek goed tussen de aanbiedingen. Let goed op de transport en import/BTW kosten. China: houdt max € 20 aan per aanschaf order.

### **Zijn het kant en klare spullen?**

Nee. Het is vrij nieuwe innovatieve techniek, die enorm in ontwikkeling is. Dit is de reden dat in het ontwerp van de meetkits modulariteit (Lego type) een uitgangspunt is, zodat nieuwe modulen eenvoudig inpasbaar zijn.

In samenwerking met RIVM, Waag Society en oa Fontys Hogeschool Venlo [GreenTechLab](#) of stichting Burgerwetenschappers Land van Cuijk, [BWLvC.eu](#) (hardware aansluitingen de zg Processor Connecting Board of PCB) is en wordt de hardware uitgezocht en ontwikkeld. Het is een zg open project. Iedereen kan meedoen en er wordt gebruik gemaakt van veel externe kennis en ervaring.

De communicatie techniek is gebaseerd op Long Range Wan ([LoRaWan](#)) en/of WiFi (short range) techniek. De bedoeling is dat voor de eenvoudige sensoren alleen een batterij voeding voldoende is. De sensoren zijn met GPS uitgerust zodat de plaats van de sensor voordurend bekend is en de tijden van metingen exact zijn.

### **Waar ligt momenteel de focus van de hardware keuzes?**

Omdat WiFi in agrarische omgevingen niet goed beschikbaar is en in de praktijk blijkt dat er teveel uitval is ligt de focus op LoRa (vrij toegankelijke TTN netwerk) als sensor communicatie netwerk (per 6 km<sup>2</sup> een LoRa gateway). Gebruik een open communicatie infrastructuur.

Voordeel: TTN LoRa kan ook voor en door anderen met sensors vrij gebruikt worden. Een andere overweging is dat gebleken is dat wifi (beacon) de laser van de fijnstofsensor beïnvloed.

Voor de LoRa meetkits ligt de keuze op GPS, meteo sensor van Bosch BME680 (heeft ook 'VOC gas' sensor), Plantower PMSx003 (geeft ook de deeltjes telling weer noodzakelijk voor calibratie en is geschikt voor gebruik buiten) en PyCom LoPy-4 (ESP gebaseerd, (Micro) Python ondersteund) controller.

Tav gassensoren (focus is ivm toepassing in agrarisch gebied) ammoniak en geur is nog geen duidelijke goede en betaalbare sensor nog gevonden. De stikstofoxide en ozon gassensoren van Spec worden momenteel getest.

### **Luchtkwaliteit metingen:**

Wat gebeurt er met de ruwe meetwaarden van de MySense meetkits?

Voordat meetwaarden vertoond kunnen worden wordt op een aantal nivo's gekeken of de meetwaarden bruikbaar zijn en soms aangepast moeten worden.

### **Correctie op meetwaarden**

Sensoren verschillen in hun metingen binnen dezelfde fabrikant en tussen de fabrikanten. Deze verschillen zijn meestal eenvoudig op te lossen. Dit soort verschillen wordt zowel binnen een meetkit maar ook op data acquisitie nivo gedaan.

Na de correctie op per sensor nivo wordt een validatie verricht: is de waarde valide of moet hij in de verdere verwerking niet meegenomen worden.

### **Validatie**

Momenteel worden alle metingen gevalideerd: mbv statistische bewerking worden rare uitschieters tav vertoning verwijderd. Tevens wordt uitzal van sensor gedetecteerd ook als een sensor onverhoop alleen constante waarden weergeeft. *Calibratie*

### **Calibratie**

Calibratie moet plaats vinden on de waarden te kunnen vergelijken met referentie sensoren. Tav fijnstof metingen is calibratie complex. De normen en referentie sensoren gaan uit van metingen in gewicht per volume. De gebruikte sensoren doen metingen in aantal deeltjes per volume. De omrekening is afhankelijk van de lokale omstandigheden bijv vocht. Helaas is de conversie van het tellen naar gewichtseenheden complex en niet lineair: bijv een 2X zo hoog getal wil niet zeggen dat er 2 maal zoveel fijnstof in de lucht zit. Een goede omrekening wordt momenteel mbv referentie sensor ontwikkeld. Tot die tijd wordt gebruikgemaakt van de massa waarden zoals de fabrikant die omrekent. Maw deze waarden zijn nu nog indicatief.

De calibratie van de sensoren vraagt veel aandacht. Externe partijen zoals bijv. RIVM en GGD zijn noodzakelijk voor de zg 'lab'-tests. Hiervoor zijn dan ook afspraken gemaakt en worden ervaringen uitgewisseld. De calibratie software (regressie tests zoals multi order polynomial best fit, multi linear regressie, statistiek software zoals outlier removal) is operationeel en is te vinden op de [MySense github](#) website in de folder statistics.

Eind 2021 komt de software beschikbaar die mbv referentie metingen in Vredepeel over de periode 2020-2021 de onderlinge verschillen tussen de fijnstofsensoren van Nova, Plantower

en Sension redelijk opheft. Vanaf dat moment is de doorgifte naar externe dataportalen (Sensors.Community en bijv RIVM) gelijkgetrokken voor PM1, PM2.5 en PM10 naar bijv de Sensirion SPS30 fijnstof sensor.

In 2018 is een start gemaakt door RIVM en een paar initiatieven (Berghaven en Horst ad Maas) om calibratie voor fijnstof op wetenschappelijke basis te gaan onderzoeken. RIVM heeft hierover [een rapport](#) gepubliceerd in internationaal wetenschappelijk tijdschrift *Atmosphere*. Ludovico Lombardo (statisticus Uni Leiden) heeft nav stage bij RIVM een onderzoek gedaan naar een goede calibratie techniek tav 'betaalbare' fijnstof sensoren: [zijn thesis](#) (dec 2020, 5.1 MB pdf).

Scapeler in Berghaven, het Visibilis project, heeft een aanzet gemaakt tav calibratie en validatie van Plantower fijnstof sensor mbt de referentie fijnstofsensor MetOne BAM1020: de diepgaande [calibratie rapportage](#) (november 2019, PDF 2.5MB) met alle statistische details hoe met behulp van de deeltjestellingen, rel. vochtigheid en temperatuur een grotere meetnauwkeurigheid verkregen kan worden.

Zie ook de calibratieen data correctie onderzoeken en rapportages via Sensor Community [github](#).

Vacuums heeft februari 2021 een rapport uitgebracht waarbij een aantal sensoren die scatter techniek (deeltjes tellers) vergelijkt met een ref sensor Fidas 200 (ook een deeltjes teller).

Helaas betreft het niet de fijnstof sensors die na 2018 de markt zagen. Zie [Report of fields tests PM-sensors](#).

Bovenop het landelijk meetstation van RIVM in Vredepeel staan drie MySense meetkits opgesteld met ieder een andere fijnstof sensor op basis van telling van deeltjes: Nova SDS011, Plantower PMSx003 en Sensirion SPS30. Het meetstation zelf gebruikt een BAM1020 fijnstof sensor welke op basis van massa meting de fijnstof waarden bepaalt. Over de metingen van juli 2020 t/m dec 2020 is een regressie berekening (waarin verschillen de metingen) gedaan. Het volgende overzicht geeft de onderlinge verschillen (de waarschijnlijkheid van overeenkomst en de onderlinge correctie):



<b>massa meting type sensors</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> R square (R<sup>2</sup>)</b>	<b>PM<sub>2.5</sub> beste fit (lineaire regressie)</b>	<b>PM<sub>10</sub> R square (R<sup>2</sup>)</b>	<b>PM<sub>10</sub> beste fit (lineaire regressie)</b>
<b>SPS30 ↔ SDS011</b>	<b>0.89</b>	+ 4%	<b>0.79</b>	+ 20%
<b>PMSx003 ↔ SDS011</b>	<b>0.90</b>	- 50%	<b>0.71</b>	- 66%
<b>SPS30 ↔ PMSx003</b>	<b>0.94</b>	+ 71%	<b>0.80</b>	+ 45%
<b>BAM1020 ↔ SDS011</b>	<b>0.58</b>	+ 36%	<b>0.14</b>	- 50%
<b>BAM1020 ↔ SPS30</b>	<b>0.73</b>	+ 40%	<b>0.19</b>	- 43%
<b>BAM1020 ↔ PMSx003</b>	<b>0.65</b>	+ 234%	<b>0.14</b>	+ 57%

In de regressie berekening is geen rekening gehouden met verschillen door rel. vochtigheid en temperatuur. Bijv. de BAM1020 meet 'droge lucht'. In deze regressie berekeningen worden alleen de door de sensor fabrikant berekende massa waarden gebruikt. Maw niet de ruwe deeltjes tellingen van de sensor.

### Communicatie

Ook de software (communicatie, data acquisitie, data evaluatie, data visualisatie) moet nog verder ontwikkeld en getest worden. Momenteel is er ondersteuning voor uitvoer naar MySQL database, time stream databases (Mosquitto, InFluxDB), spreadsheet (bijv Google gsheets), en CSV (komma gescheiden tekstvelden) tekst (ascii) bestandstypen. Voor de visualisatie wordt gebruik gemaakt van interactieve HighCharts en RRD database visualisatie.

Er wordt gebruik gemaakt van (JSON) data standaard voor de uitwisseling van data..

### Beschikbaarheid data

Het is mogelijk dat eenieder zelf zijn gegevens kan uploaden naar eigen of gedeelde opslag, en aldus zijn eigen sensor gegevens kan inzien en kan vergelijken met andere gegevens via internet. Dit kan ook met een simpel formaat als CSV en als spreadsheet (Google gsheets).

De data is vrij beschikbaar.

Er is een script beschikbaar om een selectie van de meetingen per meetkit in een CSV formaat betsand via email te versturen. Neem [contact](#) op met de keuze van meetkit (meetkit label ID, de gewenste sensors type en de periode of maak afspraken betreffende het "hoe en waarmee" van de toegangsrechten en de transport techniek.

Een gedeelte van de meetwaarden wordt automatisch doorgestuurd naar verschillende dataportalen zoals de dataportalen van Luftdaten.info map. RIVM en AirTube dataportalen betrekken op hun beurt weer de meetwaarden van Luftdaten zodat de metingen ook daar direct in te zien zijn. Met het RIVM zijn besprekingen gaande om daar de opslag van de data te doen. In principe wordt alle data van de open initiatieven onderling en met landelijke dataportalen zoals RIVM, openSenseMap, Luftdaten etc. uitgewisseld. Helaas ontbreekt er nog een standaard uytwisselingsformaat vanwege tekort aan financiële middelen en tijd.

### **Visualisatie van de meetdata**

Op de website van ver. Behoud de Parel worden daar waar de MySense meetkits in de regio Oost Brabant en Noord Limburg staan de fijnstof metingen gevisualiseerd mbv interactieve grafieken. Ter referentie kan ook de fijnstof metingen van in de buurt gelegen landelijke meetstations getoond worden. De getoonde waarden zijn PM1, PM2.5 en PM10 in ruwe gewichtswaarden, alsmede temperatuur, en rel. vochtigheid.

Enkele delen van de metingen (PM10 en PM2.5, temperatuur en rel. vochtigheid) worden doorlopend doorgegeven aan Luftdaten.info kaart. AirTube en RIVM dataportalen betrekken hun data van Luftdaten en visualiseren de metingen van de MySense meetkits onmiddelijk op hun websites. De metingen zijn inbulk te downloaden via Luftdaten Madavi.de. Luftdaten ontvangt van MySense de ruwe meetwaarden. Interessant is dat Luftdaten ook de AQI US luchtkwaliteits index (een index berekend uit verschillende indicatoren) publiceert.

### **Is hier voor subsidie beschikbaar?**

Milieu Defensie samen met een ondernemer in de agrarische sector, Fontys GreenTechLab, een bedrijfje in Eindhoven, Universiteit Wageningen Lifestock, Milieu Defensie en een prive persoon hebben de ontwikkelingskosten (ca 20.000 euro aan hardware) van MySense gedragen. Alle kosten werden aanvankelijk (tot voorjaar 2018) gedragen door de deelnemers zelf. Dit heeft het voordeel dat er geen afhankelijkheid ontstaat maar het beperkt wel enorm de armslag. Voor de uitrol van meetkits en TTN LoRa infrastructuur in de regio oost Brabant is er een financiële tegemoedkoming vanuit de gemeente St Anthonis en voor de regio Noord Limburg wordt nog funding gezocht.

Hoewel ... in sommige gemeentes in Drente en Gelderland bijv. wordt er wel ondersteuning vanuit de gemeente en enkele ondernemers gegeven.

In St. Anthonis is eind 2018 sprake van een uitrol vanuit de gemeente. In december 2018 is bij Fontys Venlo een studieproject van start gegaan om bij pluimvee bedrijven te gaan meten op basis van MySense.

Bedenk wel dat de inspanning (software en organisatie) voor het opzetten van deze vorm van Internet of Sense een veelvoud bedraagt van de hardware kosten. Om meerdere sensorkits te kunnen bouwen is financiële ondersteuning nodig.

De hardware kosten voor voldoende sensorkits gaan het persoonlijke beschikbare budget ver te boven. Uit proeven rond een paar veehouderijen blijkt dat het meten rond een veehouderij een grote meerwaarde voor de bedrijfsvoering inhoudt.

**Een voorstel (PDF formaat)** tot bijdrage in de kosten is in juli 2017 naar de dorpsraad Grubbenvorst en gemeente Horst aan de Maas. Door de dorpsraad Grubbenvorst is in mei 2017 toegezegd om ook de overige dorpsraden in de regio hierover te benaderen.

Vermoedelijk vanwege het actiegroep karakter van de ver. Behoud de Parel heeft dit helaas niet geleid tot ondersteuning.

### **We hebben wel hulp nodig!**

Spreekt dit initiatief u aan, maar kunt u geen technische of PR bijdragen leveren? Doe dan met een donatie of sponsoring. Ook uw inspanning om bijv het meetkastje van hout of PVC gootstukken te bouwen is welkom. Of biedt aan om een sensorkit in uw tuin neer te zetten. Zeker in het begin zijn er aanloopkosten in bijv de aanschaf van test sensoren en hardware. Veel van deze sensoren zal later niet toegepast kunnen worden, maar ze kosten wel geld om tot een goede oplossing te komen.

Het RIVM onderkent dat lokale metingen van luchtkwaliteit noodzakelijk is en ondersteunt de burger initiatieven (citizen science) van harte met het organiseren van bijeenkomsten en beschikbaarstelling van een [data portaal](#).

### **Zijn er meer initiatieven op dit gebied?**

Zondermeer. Er wordt dan ook zoveel mogelijk gebruik gemaakt cq samengewerkt met deze projecten. Voorwaarde is wel: Open Source en vrije toegankelijkheid van de middelen en data.

Bekende internationale initiatieven zijn die van [AqiCN.org](#) (Beijing, China; wereldwijde opslag data professionele sensordata, visualisatie en luchtkwaliteitsverwachtingen; download de [AQICN app](#) voor uw Android tablet! of smartphone), [Open Data voor Duitsland](#) (ESP8266 gebaseerd en visualisatie voor NL en Dld), [openSenseMap](#) en [senseBox](#) van universiteit Münster (open fijnstofkaart en zelfbouwpakket Nova SDS011 fijnstof), [MIT Clarity](#) (fijnstof en gas monitoring gebasserd op Dylas fijnstofmeter), en



**Citi-Sense (SensApp)**; vrije opslag en visualisatie van sensordata; Open Source project; zie GitHub), **MySensors.org**, **Making Sense** (EU project), **AirSensEUR** (EU



project GPS/gas sensoren) en **Sensor.community Selber messen** ( Luftdaten.info in Stuttgart). Zie bijv. de resultaten van een meter van een Behoud de Parel lid op de kaart van **deutschland.maps.sensor.community**. AirTube.info (**AIRBG.info**) maakt gebruik van alle data van Sensor.Community (voorheen geheten Luftdate.info) en openSenseMap, en vertoont deze **op haar website** op iets andere wijze en met mooie grafieken.



Community-led Airquality Sensing network **Wicked Device**. Een Arduino gebaseerd netwerk van "Egg's met smartphone applicaties en webportal. De Egg software staat op **Github**.

#### Lokale luchtkwaliteits metingen initiatieven

Maar ook in Nederland zijn er enkele regionale initiatieven. Het RIVM brengt met de opzet van "**Samen Meten aan Luchtkwaliteit**" ( tweets @**samenmeten**) de initiatieven bijeen. Half 2017 is het RIVM gestart met de opzet van een **centrale portal** voor de meetdata van meetkits. In januari 2019, 2020 en 2021 organiseerde **Koppeling.org** in Amersfoort (internationaal georiënteerde) informele Meetkoppelting bijeenkomsten.



Eind 2020 is het RIVM gestart met een forum voor het uitwisselen van ervaringen, stellen van vragen, uitwisselen van wetenswaardigheden mbt het meten van luchtkwaliteit in de regio. Zie heervoor: **forum.samenmeten.nl**.

Een lijstje van initiatieven:

- **Smart Emission Nijmegen** (Jose (gas)sensor, samen met RUG, Geonovum, gem. Nijmegen en ism **Leefmilieu** (NO2, meteo, wifi). Momenteel wordt Emission 2 projectplan gediefinieerd,
- **Arnhems Peil** , het Arnhemse LuchtData Project in Arnhem. Gestart in januari 2020 op basis van Luftdaten.info type fijnstof meetkits (PM, wifi).
- **Eindhoven** (**AiREAS** van ECN (een gesloten initiatief) (NO2, PM, wifi),
- **Milieucentrum Utrecht**,
- **Maaspoort Meet in den Bosch** (NO2, meteo, wifi),
- **Meet je Stad** in **Amersfoort** (meteo, GPS, LoRaWan),
- Smart City project van gem. **Zwolle SensHagen** (meteo, stikstofoxide, fijnstof: focus is klimaat).
- **Samen Duurzaam Zeist** de werkgroep SMAL (meteo, fijnstof, LoRaWan) in Zeist. Laatste **statusverslag**,
- **Stadslab-Luchtkwaliteit** in **Rotterdam** (PM, NO2, meteo, wifi) en **burgermetingen Rotterdam** (PM, NO2) olv RIVM,
- Gelderse Natuur en Milieu Federatie en gem. **Ede meetproject in Gelderse Vallei** (PM en NO2) op basis van Luftdaten.info meetkits.
- **Berghaven** (Hoek van Holland) het meetproject **Scapeler** gestart in 2018. Meten fijnstof, temperatuur en rel. vochtigheid. Het Visibilis project van Scapeler ontwikkelde na fijnstof referentie vergelijking de ApriSensor fijnstof meetkit.
- **Urban AirQ** van **Waag Society** in **Amsterdam** is een toonaangevend initiatief in combinatie met **Making-Sense**, een EU gesponsord Opensource project (NO2, meteo, wifi).
- **Apeldoorn in Data** in **Apeldoorn** (PM, temperatuur, LoRaWan). Smart city burgerinitiatief met gemeentelijke ondersteuning.
- **Hollandse Luchten** in Beverwijk-Haarlem-Zaandam. Project gestart in 2019 mbv Waag Society expertise. Ondersteund door industrie en (lokale) overheid. Gereicht op verkeersemssies (PM en NO2).
- **Maak Gouda Duurzaam** in **Gouda** (PM, temperatuur, WiFi). Project gestart in 2020 (?) in kader SLA ondertekening. Hebben een luchtkwaliteits (PM2.5 en PM10) dashboard icm Samen Meten Analyse van RIVM.
- Rev Space in **Leidsendam** heeft sinds midden 2019 twee Open Source gebaseerde projecten tav fijnstof metingen: **fijnstof landkaart** (stofradar) en **fijnstof kits bouw** gebaseerd op Arduino en TTN LoRa.
- **MySense** een luchtkwaliteitsmetingen project van Behoud de Parel in **Horst aan de Maas** en stichting BurgerWetenschappers Land van Cuijk **St. Anthonis** (PM, meteo, GPS, NO2, NH3, CO2, O3, wifi, LoRaWan). Het project is it Urban Air initiatieven gericht op agrarische (Village Air) regio's.
- In 2018 is in **Venray** het project '**Boeren en Buren**' onder auspicien van RIVM van start gegaan. October 2020 is dit project afgesloten.
- In 2019 is een initiatief gestart LV2 (Lucht Voor Leidschendam-Voorburg) in **Leidschendam-Voorburg** (NO2, PM apparatuur van PZH en RIVM). De nadruk valt op analyse. Email contact: LV2 via kpnmail.nl.



- Februari 2021 het project  **Samen Meten Meijerlestad** is gestart met bouw van een simpele op Nova gebaseerde fijnstof meetkastjes (PM2.5 3 en PM10) in samen werking met RIVM (ontwerp RIVM).
  - Zomer 2021 aan van in **Samen Meten Echt-Susteren** op initiatief van Groen Links met fijnstofmetingen (Nova sensor). Meetkits zijn gebaseerd op de Sensors.Community meetkit.
  - Andere steden met een samen meten initiatief: Maastricht, Rotterdam, Zuidplas, Landsingerland, Bodegren-Reeuwijk, en Waddingxveen. Soms gaat dit hand in hand met de gemeentelijke ondertekening van het Schone Lucht Akkoord (SLA).
- (mist u een initiatief in bovenstaand lijstje, meldt dit aan de webmaster!)

De meeste burger / citizen science initiatieven zijn gebaseerd op Arduino of ESP8266 (en latere versie) controller hardware en zijn hierdoor zeer beperkt in hun functionaliteit, calibratie, uitbreidings mogelijkheden en inpassingsmogelijkheden van nieuwe sensors en ontwikkelingen.

Zie ook het RIVM concept verslag: **Lucht meten met sensoren** (PDF document). Zie ook het **kennisportaal** van RIVM over 'Samen Meten'.

### **Welke technologie wordt er toegepast?**

In de opstart fase: uitzoeken welke technieken toegepast kunnen worden.

**Doelstelling:** vrij beschikbaar, betaalbaar en op voldoende kwalitatief niveau en gemakkelijk toegankelijk.

Sensoren vrij opstelbaar (lieftst gevoed met zonnecollectoren en batterijen), wireless communicatie techniek op grotere afstanden en eenvoudig te veranderen en uit te breiden: schaalbaar.

**Sensor techniek:** bijv. Shinyei (PPD42) sensoren en waarschijnlijk de Nova SDS011, Sensirion SPS30 of Plantower PMSx003 (buiten) fijnstofsensor (betrouwbaarder, aanbevolen), klimaatsensoren van **Adafruit**, zoals de BME280 van Bosch en Sensirion SHT31: typische kosten range: € 1 -25 en goede calibreerbare maar complexere gassensoren (Spec en Alpha Sense ca € 50-80).

Zie ook **shuffle.org** (KNMI) voor een overzicht van de diverse sensoren, waar ze toegepast worden en referenties naar rapportages.

**Professionele meters:** bijv **Dylos DC1100 pro** fijnstof meter (ca 700 euro).



Om de fijnstofwaarden goed te kunnen calibreren blijkt dat dat niet goed kan met fijnstofsensoren die alleen de waarden in massa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) weergeven. Sensoren die ook de deeltjes tellingen weergeven zijn die van Plantower en Sensirion.

**Controller techniek:** bijv ESP32 8266 Huzzah wifi (€ 15), **Omega 2plus** wifi Linux controller (€ 5), maar ook de veelzijdige micro PC **Raspberry Pi** (€ 20-40) en PyCom (€40) ESP32 controller. Bekijk ook de M5Stack met 8Mb geheugen eens (€ 50). De voorkeur geniet controllers die python programmeertaal ondersteunen zoals de Pi en ESP controllers van PyCom. De hogere hardware kosten weegt niet op tav de vrij verkrijgbare software en uitstekende communicatie mogelijkheden.

**Communicatie gateway techniek:** wifi en waarschijnlijk Long Range (**LoRa**) wireless techniek met gateways op maximaal 10-15 km afstand (praktisch 2.5 km) van de sensor. De sensoren communiceren met de gateways in "telegram" stijl bijv MQTT protocol (**Mosquitto** software) en http protocol (bijv. **Influx** en **Dweet.io**). Voor LoRa toepassingen zijn wel LoRa gateways (soort doorgaafliuk naar internet) nodig, bijv een RAK gateway (€ 140).

**Software:** alle software is Open Source. Er wordt gebruik gemaakt van cripting talen zoals Python, PHP, Perl maar ook Linux bash. Linux gebaseerde technologie.

**Heel veel aandacht krijgt de waamerking data en kalibratie:** statistiek (zie bijv. **R-project**), lineaire regressie, Markov tests, en zelf lerende systemen (bijv **ANN** en **scikit-learn**). Eind 2018 is duidelijk geworden dat met een goede calibratie de betrouwbaarheid van fijnstof sensors due ook de deeltjes tellingen weergeven, verhoogd kan worden van 70% naar boven de 85%.

**Dataopslag:** simpele opslag in een database (bijv. **MySQL**) en Round Robin database **RRDtool** met een hoge performance en grafische weergave van bulk data. De kalibratie van de Dylos meter (aantal per cubieke foot) naar BAM1020 referentie meter (gewichtsdichtheid:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): bijv. Dexer University **data validatie report 2010**.

Sommige GGD's (Gelderland, Amsterdam) en KNMI/RIVM zijn wel behulpzaam hierin.

**Content Management Techniek:** CMS Drupal en/of Wordpress.

**Visualisatie technieken:** Highchart en verwante grafische (**RRDtool**) software paketten. Op deze website wordt HighCharts gebruikt voor de grafieken.

**Beheertechniek:** De kastjes worden zoveel mogelijk op afstand onderhouden. De veiligheid in de toegankelijkheid speelt een belangrijke rol. Er wordt gebruik gemaakt van tunneling via ssh en remote beheer van bijv. **Weaved**. Voor het in stand houden van je privacy worden de regulering van **Personal Identifiable Information** (PII) toegepast.

### **Is de gebruikte software vrij beschikbaar?**

Alle software en scripts op deze website is Open Source (GPL V4) software en vrij beschikbaar en te gebruiken. Het wordt zeer op prijsgesteld als er feedback gegeven wordt en

verbeteringen **gemeld** worden. De software en de aanwijzingen om de sensorkits zelf te bouwen staan op **github**, een wereldwijde software distributie website.

De voor het RIVM project Vuurwerk gebruikte scripts om de sensor data te downloaden (vuurwerk.pl) en te visualiseren (showPM.pl via HighChart) is vanuit **hier** (zg tar bestand) beschikbaar. Het RIVM startte met de jaarwisseling van 2011/12 weer een **vuurwerk meetproject samen met TTN** (een LoRaWan test) gebaseerd op Shiney (2016/17) en Nova (2017/18) fijnstofsensoren. Lerings was: wifi minder geschikt als communicatie kanaal (focus verlegd naar LoRa), deeltjes tellingen bij fijnstof zijn noodzakelijk, bij calibratie zijn lokale omstandigheden noodzakelijk zoals temperatuur en rel. vochtigheid.

*Wordt MySense ook in het onderwijs gebruikt?*

Fontys GreenTechLab in Venlo heeft haar ontwikkeling tav luchtkwaliteit meten op MySense gebaseerd. Zie bijv het werk van enkele studenten zoals bijv. software van Marco Kull: <https://github.com/MarcoKull/MySense>.

**Taxonomy upgrade extras:**

samen-meten

- [Luchtkwaliteitsmetingen in de regio Horst aan de Maas: een overzicht](#)
- [MySense: Stand van Zaken vanaf okt 2017 tot nu](#)
- ▶ [Regio Horst ad Maas: locaties van MySense meetkits voor het meten van luchtkwaliteit](#)
- ▶ [Regio Land van Cuijk: Luchtkwaliteitsmetingen met meetkits van st. BurgerWetenschappers Land van Cuijk](#)
- ▶ [Regio Venray: Luchtkwaliteits metingen: lokaties van \(oudere\) meetkits](#)
- ▶ [Regio: Vredepeel: kalibraties van MySense meetkits bij landelijk meetstation RIVM/NSL](#)

» [Login](#) om te reageren

