

low-cost fijnstof meetstations een warenonderzoek

november 2024

Stichting Burgerwetenschappers Land van Cuijk is in 2018 begonnen met de doorontwikkeling van een low-cost meetstation gebaseerd op MySense V2 van de vereniging Behoud de Parel in Grubbenvorst. In 2024 zijn er 15 meetstations nog actief in St. Anthonis, alsmede een paar meetstations in Horst aan de Maas, en 3 referentie meetstation met 3 verschillende (Nova SDS, Plantower PMS, Sensirion SPS) fijnstof- en 3 verschillende vochtsensors (Bosch BME280, BME680, en Sensirion SHT31) De referentie meetstations staan bovenop een naburig landelijk meetstation in Vredepeel.

Gezien de beperktheid van mogelijkheden zal in de nabije toekomst de stichting geen nieuwe meetstations meer installeren en onderhouden. Naar aanleiding van een uitbreidingsplan van de gemeente voor het fijnstof meetnet over de gehele gemeente Land van Cuijk is de stichting een soort meetstations warenonderzoek gestart. Er zijn daartoe enkele recente meetstation die toegepast worden door enkele Samen Meten burgerinitiatieven geleend en zelfs aangeschaft om ze nader te onderzoeken en te vergelijken.



Nu het warenonderzoek een redelijke omvang heeft geeft het al een aardig beeld tav. de toepassingsmogelijkheden, de methodieken van meten, de manier van dataverwerking, duurzaamheid en onderhoudsvriendelijkheid. Zo'n inzicht is ook van belang aan de doelstelling van het meten van de lokale luchtkwaliteit en emissiebronnen niet alleen in Land van Cuijk maar ook elders.

Het overzicht is echter niet compleet en verdient aanvullingen. De verschillende leveranciers en enkele initiatieven zijn benaderd om het overzicht compleet te maken.

Opgemerkt wordt wel dat soms de navraag bij de leverancier leidde tot een onduidelijk en/of zelfs 'dit is geheim' antwoord.

Het ligt in de bedoeling dat de resultaten van het onderzoek in 2025 gepubliceerd wordt. De stichting is er zich bewust van dat maar een deel van de door burgers toegepaste meetstations en sensors opgenomen zijn in het warenonderzoek. We dagen u dan ook uit om uw ervaringen te delen en indien een type gemist is en door u toegepaste wordt deze toe te voegen. Zo komen we gezamenlijk tot een compleet mogelijk overzicht.

Disclaimer:

De stichting heeft zo veel mogelijk geprobeerd ontbrekende informatie te achterhalen, maar is daar niet altijd goed in geslaagd. Duiding van foutieve informatie of ontbrekende informatie ziet de stichting dan ook graag tegemoet.

Van een ander type meetstations kan je veel leren. Zo kan je je eigen meetstation verbeteren. En als je toch voor de keuze staat voor een aanschaf van een meetstation maak dan een bewuste en doordachte keuze. Hopelijk draagt het overzicht hieraan bij.

In de onderstaande tabellen met meetkits wordt een onderscheid gemaakt voor meetstations geschikt voor gebruik binnenshuis en voor toepassing buitenshuis.

Aandachtspunten:

- In de tabellen zijn zg. URL links of hypertext verwijzingen opgenomen. Deze URL-verwijzingen geven aan waar meer details over het betreffende item te vinden zijn.
- Luchtvochtigheid en temperatuur hebben soms enorme invloed op de meetwaarden. De ene fijnstof sensor is daar gevoeliger voor dan de ander. Maar ook bijv. de luchtvochtigheid sensor wordt in de loop der tijd onnauwkeurig door de voortdurende blootstelling aan een hoge luchtvochtigheid. De duurderere typen vochtsensoren, bijv. SHT85, zijn daarom vaak uitgerust met een dubbel membraan. Sommige sensoren zoals DHT11/22 gaan zelfs na korte tijd defect bij toepassing in de buitenlucht.



Temperatuur en bovenal relatieve vochtmetingen zijn noodzakelijk om de zeer lokale invloed van deze op de fijnstof waardes te kunnen corrigeren.

- Recente sensoren ondersteunen meer functies zoals bijv. een zg ‘schoonblaas’ in de fijnstof sensor, of een opwarm functie in de vochtsensor om zich van opgehoopte vocht te ontdoen. Of de software in het meetstation deze functies dan ook gebruikt blijft meestal onduidelijk. Meer duidelijkheid over het type sensor dat toegepast wordt en hoe de besturing van de sensor is ingesteld is dus van groot belang.
- De low-cost fijnstof sensor telt in feite fijnstof deeltjes naar grootte bijv. PM_{10} , $PM_{2.5}$, PM_{10} en soms PM_1 . De omrekening van de meting naar gewicht ($\mu g/m^3$) gebeurt door de sensor zelf. Recente sensoren zoals Plantower en Sensirion geven tonen de PM_1 waarden en bovendien de waarden van de tellingen van de deeltjes over een reeks van een 6-tal groottes (PN waarden). De tellingen zijn handig bij brononderzoek. De ene sensor is beter tav. $PM_{2.5}$ metingen (Plantower, Sensirion) als de andere tav PM_{10} (Nova). PM_1 is mogelijk een redelijke waarde voor bijv. de indicatie tav houtstook. De Nova is weer wat beter tav de luchtstroom inlaat. De inlaat en uitlaat zijn wat beter van elkaar gescheiden. De nieuwe Sensirion SEN54 heeft ook een temperatuur en redelijke vochtsensor. Wat zijn de ervaringen met bijv. de SEN5X of andere nieuwere type sensoren?
- Een goede gestabiliseerde voeding van minimaal 5V DC voor de elektronica en met name voor de fan van de fijnstof sensor is noodzakelijk. Een aansluiting voor de voeding buitenshuis – zeker voor langere tijd - is meestal maar behelpen. De USB adapter moet van goede kwalitatief zijn zodat de voeding van minimaal 5 volt op de fan stabiel blijft. De aansluitkabel mag niet te lang zijn. Bij gebruik van een mindere adapter kan bijv. de wifi beacon de fijnstof meting verstoren.



Een zonnecel maakt plaatsing mogelijk wat verder van een bebouwing. Echter dat vereist behoorlijk wat ingrepen in de software om dat goed mogelijk te maken.

- De behuizing beschermt enerzijds tegen de regen en zonnewarmte maar moet ook de luchtstroom goed doorlaten. Insecten en vuil mogen geen toegang vinden tot in de fijnstof sensor. Na een jaar moet de fijnstof sensor schoongemaakt kunnen worden. Het is handig voor de gebruiker als het meetstation meer weergeeft dan alleen of hij aan of uit staat en/of dat de luchtvervuiling hoog of laag is. Een donkere kleur van de behuizing maakt dat de interne temperatuur – al snel hoger als 60 °C! – door de zon enorm kan oplopen. De luchtstroom door de behuizing en nabij de sensor verdient veel aandacht. Je wilt niet alleen de lucht meten die nabij de sensor intern zijn rondjes draait.
- In de meeste gevallen wordt een op ESP gebaseerde microprocessor gebruikt. In een enkel geval wordt Python (meer functionaliteit, open en kwalitatief) als programmeer taal gebruikt en/of een RPi ARM processor (met functionaliteit van een PC, open en instelbaar). De processor is bevestigd via een Processor Connect Board (PCB) met de de sensoren. Het blijkt dat als de verbindingen niet gesoldeerd zijn ze niet goed bestand zijn voor toepassingen buitenshuis (oxidatie probleem door vocht). Ook gebruik van stekertjes wordt sterk ontraden. En bescherm de soldeerpunten tegen vocht!
- Door de locatie via een simpele GPS door te geven voorkom je veel administratieve fouten. Er zijn meetstations die je vrijwel alle administratie uit handen geeft en soms zelfs het type van de sensor in het meetstation automatisch weten door te geven.  Maar zelden is de meetstation in staat zelf voor update van de software zorg te dragen en/of instellingen remote bij te stellen. Elke software in een (nieuw) apparaat zal een keer verbeterd moeten worden. Al is het alleen maar om het feit dat een onderdeel niet meer verkrijgbaar zijn op termijn.
- Uiteindelijk gaat het er om dat de metingen en metadata betrouwbaar en zonder haperingen doorgegeven worden naar een server. De laatste jaren zijn er uitstekende mogelijkheden voor het versturen van meetdata (Internet of Things) bijv. via het GSM netwerk. WiFi wordt dan ook afgeraden ivm. de beschikbaarheid en dekking.
- De luchtkwaliteit varieert enorm in de loop der tijd. Er is een dag/nacht verschil, maar ook een seizoensverschil ten aanzien van de bron van de emissies maar ook temperatuur en vochtigheid beïnvloeden de metingen. Het heeft weinig zin om maar voor een beperkte tijd te meten. Bijv. wil je ook nog het effect van een maatregel in de gaten houden?
- *Weten is meer dan alleen meten. Het ophangen van meetstations bij burgers heeft een breder doel als ‘meten om het meten’. Meten is daarom zweten. Met meten weet je meer, maar met die wetenschap moet je dan ook wat zien te doen.*
De meetdata moet ergens worden opgeslagen. Hoe staat het met de beschikbaarheid van die data? Worden de metingen gevalideerd? Worden de meetstations en sensoren in de gaten gehouden of ze goed functioneren? Worden de waarden vergeleken met nabije meetstations en vergeleken met de waarden die de meetstations op referentie locaties aangeven. Welke maatregelen zijn er getroffen om te beoordelen of de metingen op een locatie wel plausibel zijn?

Low-Cost meetstations warenonderzoeks tabellen

Voor toepassing binnenshuis en buitenshuis




low-cost (fijnstof) meetstations voor binnenshuis

product naam station	zelfbouw of bouwkit	Aerocount	VINDSTYRKA				
fabrikant	Sensors.Community principe	Aerocount	Ikea				
							
<i>introductie</i>	ca 2017	ca 2022	ca 2021				
<i>kosten low-cost station</i>	€ 40 of € 63 - € 200	€ 140	€ 10 & € 39				
<i>datacom kosten</i>	nee	nee	nee				
<i>software updates</i>	V	X	X				
<i>leverancier</i>	zelf bouw kant en klaar kits: € 63 Nettigo.eu , € 200 Weerhuisje.nl	Bol. AeroCount.nl	led versie ikea.com lcd versie ikea.com				
<i>toepassingsmogelijkheid</i>	bewustwording	bewustwording	bewustwording				
<i>toegepast in regio</i>	Europa OpenSense map						
techniek							
ondersteunde sensoren							
<i>fijnstofsensor</i>	PM (massa), PN (deeltjes)	PM (massa)	PM (massa)				
<i>Nova</i>	SDS011 ^x : PM2.5-10	SDS11 ^x : PM2.5-10					
<i>Senserion</i>	SPS30 ^v : PM1-2.5-4-10 PN0.5-1-2.5-10		SEN54 PM2.5-10				
<i>Plantower</i>							

low-cost (fijnstof) meetstations voor binnenshuis

<i>product naam station</i>	<i>zelfbouw of bouwkit</i>	<i>Aerocount</i>	<i>VINDSTYRKA</i>				
<i>andere</i>			Cubic PM1006K PM2.5				
<i>meteosensor</i>	temp, RH, luchtdruk BME280	temp, RH X DHT11 geen weergave	temp, RH SEN54				
<i>GPS sensor</i>	X	X	X				
<i>gas sensor</i>	X	X	X				
byzonderheden							
<i>sample frequentie</i>	60 s, 15 per uur						
<i>sensor sample instelbaar</i>	X	X	X				
<i>energie</i>	5V USB	5V USB	5V USB				
<i>kabel</i>	max 2m	max 2m	max 2m				
<i>micro computer</i>	ESP	ESP	ESP				
<i>sensor-software</i>	Open Source HTTP	X proprietary	X proprietary				
<i>extra</i>		dichtgesealde kast	luchtconditionering gekalibreerd				
<i>vochtgevoeligheid</i>	50%	50%	50%				
meetgegevens							
<i>data-communicatie</i>	Open Source (HTTP)	X proprietary	Zigbee std				
<i>data beschikbaarheid</i>	open Lufdaten, RIVM Things	X	X proprietary				
<i>data validatie</i>	X	X	X				
<i>referentie meting</i>	X	X	X				

low-cost (fijnstof) meetstations voor binnenshuis







product naam station	zelfbouw of bouwkit	Aerocount	VINDSTYRKA				
eigendom data	publiek (open)	leverancier	nvt				
visualisatie meetgegevens							
op sensor	X	led groen/rood	LCD display				
leverancier	app Luftdaten	app leverancier	app leverancier				
zichtbaar op internet	Sensors.Community , AQICN, AirTube en Samen Meten		X				
andere projectsensoren	V	V door leverancier	X				
data downloadable	V	X	X				
remote software updates	X						
communicatie via	wifi LoraWan ^x	wifi	Zigbee std				
koppelprocedure	via webpagina	via account procedure ^x	nvt				
data analyse / rapportages	X	X	X				
behuizing							
afbeelding binnenwerk							
robuustheid IP-code	IP44	IP44	IP44				
dubbelwandig	X	X	X				
luchtstroom	via condit.	sensor	sensor				

low-cost (fijnstof) meetstations voor binnenshuis

product naam station	zelfbouw of bouwkit	Aerocount	VINDSTYRKA				
plaatsing	buiten	binnen	binnen				
kleur behuizing	grijs of wit	donker grijs	wit				
openingen beschermd	X	X	X				
duurzaamheid	-+	-	-+				
geschatte levensduur	1-2 jaar	1-2 jaar	1-2 jaar				
bijkomende kosten							
abonnement LTE-M	niet nodig	niet nodig	niet nodig				
abonn. datapres./jaar	niet nodig	€0,00 ?	nvt				
data analyse kosten	nvt	onduidelijk	nvt				
leverbaarheid	zelf bouw of kant en klaar kit van bijv € 63 Nettigo (Po), € 200 Weerhuisje	Bol.	Ikea				
conclusies							
pro's	<ul style="list-style-type: none"> V simpele installatie V toegankelijk V volledig open source V kostprijs 		<ul style="list-style-type: none"> V weergave V kostprijs 				
con's	<ul style="list-style-type: none"> X wifi beperkingen X geen validatie X publieke weergave X instellingen onduidelijk 	<ul style="list-style-type: none"> X verouderde PM sensor X proprietary X binnenshuis X publieke weergave X wifi beperkingen X datavalidatie niet gespecificeerd 	<ul style="list-style-type: none"> X proprietary X binnenshuis X publieke weergave X wifi beperkingen 				

Tabel low-cost meetstations voor binnenshuis toepassingen






low-cost (fijnstof) meetstations geschikt voor buitenshuis

product naam station	MySense V3	zelfbouw of bouwkit	MeetjeStad V2		Ohnics	Sodaq Air	ApriSensor-1
fabrikant	BwLvC	Sensors.Community principe	MeetjeStad		Ohnics	Sodaq	Scapeler
							
introductie	ca 2017	ca 2017	2020		2021	ca 2021	ca 2019
kosten low-cost station	€ 300	€ 40 of € 63 - € 200			€ 1,000	€ 195	€145 - €175 , duo € 265
datacommunicatie kosten	nee	nee	nee		nee	nee	nee
software updates	X	V	V		V	X	V
leverancier	X BWLvC.eu	zelf bouw kant en klaar kits: € 63 Nettigo.eu , € 200 Weerhuisje.nl	MeetjeStad.nl		Ohnics.nl	Sodaq per 10x Sodaq.com Air	Scapeler Scapeler.com
toepassingsmogelijkheid	regio luchtkwaliteit	bewustwording	bewustwording		regio luchtkwaliteit	bewustwording regio luchtkwaliteit	regio luchtkwaliteit
toegepast in regio	N-Limburg, ZO Brabant	Europa OpenSense map	steden Amersfoort , Tilburg en Utrecht		oost Nld	Hollandse Luchten prov N-Holland	kaart en dashboard
techniek							
ondersteunde sensoren							
fijnstofsensor	PM (massa), PN (deeltjes)	PM (massa), PN (deeltjes)	PM (massa), PN (deeltjes)		PM (massa), PN (deeltjes)	PM (massa), PN (deeltjes)	PM (massa), PN (deeltjes)
Nova	SDS011 ^X : PM2.5-10	SDS011 ^X : PM2.5-10					
Senserion	SPS30 ^V : PM1-2.5-4-10 PN0.5-1-2.5-10	SPS30 ^V : PM1-2.5-4-10 PN0.5-1-2.5-10	SPS30 ^V : PM1-2.5-4-10 PN0.5-1-2.5-10		SPS30 ^V : PM2.5	SPS30 ^V PM2.5-10	SPS30 ^V PM1-2.5-4-10 PN0.5-1-2.5-10
Plantower	PMSx003: PM1-2.5-10 PN0.3-0.5-1-2.5-10						PMS-A003: PM1-2.5-10 PN-0.3-0.5-1-2.5-10

low-cost (fijnstof) meetstations geschikt voor buitenshuis

product naam station	MySense V3	zelfbouw of bouwkit	MeetjeStad V2		Ohnics	Sodaq Air	ApriSensor-1
<i>andere</i>							
<i>meteosensor</i>	temp, RH, luchtdruk, (VOC) SHT31, BME680 of BME280	temp, RH, luchtdruk BME280	Temp., RH, bodemvocht, groen dak, boomdikte, licht, mobiele metingen (cityslam) Si7021		temp, RH, luchtdruk BME280, Dallas	temp, RH ?	temp, RH, luchtdruk, (VOC) BME280/680, Dallas
<i>GPS sensor</i>	V	X	V		V	V	X
<i>gas sensor</i>	VOC ^x /BME680	X	X		X	X	VOC ^x /BME680
byzonderheden							
<i>sample frequentie</i>	60 s, 4 per uur	60 s, 15 per uur	4 per uur		60 s, 60 per uur		elke 20 sec
<i>sensor sample instelbaar</i>	V	X	V			X	V
<i>energie</i>	5V USB	5V USB	zonnecel, oplaadbare batterijen		12V adapter geschikt v. buiten	5V USB	5V USB
<i>kabel</i>	max 2m	max 2m	niet nodig		max 10m	max 2m	max HQ 5m
<i>microcontroller</i>	PyCom ESP	ESP	STM32				RPi
<i>sensor-software</i>	Open Source 2-way LoRa ^x , MQTT	Open Source HTTP	Open Source, C++, LoRa, MQTT		X proprietary	X proprietary	Open Source 2-way websocket
<i>extra</i>	voorbereid zonnecel		andere sensors mogelijk		luchtconditionering gekalibreerd	mobiel door accu	optie dual PM sensor, gekalibreerd
<i>geschikt voor vochtgevoeligheid</i>	80%	50%	0 - 80 %		90%	80%	80%
meetgegevens							
<i>data-communicatie</i>	Open Source (MQTT,json)	Open Source (HTTP)	Open Source (MQTT, JSON)		X proprietary	X proprietary	X proprietary
<i>data beschikbaarheid</i>	open: RIVM Things, Lufdaten	open Lufdaten, RIVM Things	MeetjeStad website		proprietary, RIVM Things	proprietary, RIVM Things	open, RIVM Things

low-cost (fijnstof) meetstations geschikt voor buitenshuis

product naam station	MySense V3	zelfbouw of bouwkit	MeetjeStad V2		Ohnics	Sodaq Air	ApriSensor-1
data validatie	V	X			V	V	V
referentie meting	RIVM meetstation ^V	X	X		NSL meetstation ^V	NSL meetstation ^V	BAM1020 ^V
eigendom data	publiek (open)	publiek (open)	publiek (open)		publiek (open)	publiek (open)	publiek (open)
visualisatie meetgegevens							
op sensor	RGB led en mini display	X	X		X	X	X
leverancier	app leverancier	app Lufdaten	MeetjeStad		app leverancier	app leverancier	app leverancier
zichtbaar op internet	leverancier, Samen Meten, Sensors.Community, AQICN, AirTube	Sensors.Community, AQICN, AirTube en Samen Meten	MeetjeStad website		leverancier en Samen Meten	leverancier en Samen Meten	leverancier, Samen Meten
andere projectsensoren	V	V	V		V	V	V
data downloadable	V	V	V		V XLSX	V	V
remote software updates	V	X	X		V		V
communicatie via	LoraWan ^X	wifi LoraWan ^X	LoRaWAN		LTE-M ^V	LTE-M ^V	wifi
koppelprocedure	open TTN aanmelding	via webpagina	via MeetjeStad		automatisch		via webpagina
data analyse / rapportages		X	MeetjeStad website		op aanvraag	X	
behuizing							
afbeelding binnenwerk					X		

low-cost (fijnstof) meetstations geschikt voor buitenshuis

product naam station	MySense V3	zelfbouw of bouwkit	MeetjeStad V2		Ohnics	Sodaq Air	ApriSensor-1
robuustheid IP-code	IP55	IP44	IP55		IP65	IP65	IP55
dubbelwandig	V	X	V		V	X	X
luchtstroom	via condit.	via condit.	via condit.		via condit.	sensor	extra ventilator
plaatsing	buiten/binnen	buiten	buiten/binnen		buiten	buiten/binnen	buiten/binnen
kleur behuizing	wit	grijs of wit	wit		wit zwarte deksel	blauw of wit	licht grijs
openingen beschermd	V	X	X		V		V
duurzaamheid	++	-+	-+		+++	++	+++
geschatte levensduur	4-5 jaar	1-2 jaar	1-2 jaar excl. reparaties		3 – 4 jaar	4-5 jaar	4-5 jaar
bijkomende kosten							
abonnement LTE-M	niet nodig	niet nodig	niet nodig		inclusief 4 jaar	€ 17.95	niet nodig
abonn. datapres./jaar	nvt	niet nodig	niet nodig		inclusief	inclusief	nvt
data analyse kosten		nvt					
leverbaarheid	X	zelf bouw of kant en klaar kit van bijv € 63 Nettigo (Po), € 200 Weerhuisje	deels zelfbouw		Ohnics	Sodaq per 10x	Scapeler
conclusies							
pro's	<ul style="list-style-type: none"> V simpele installatie V installatie in het veld V toegankelijk V volledig open source V open data V meetdatavalidatie V op meerdere dataportalen V reparatie V vervanging ander type sensor 	<ul style="list-style-type: none"> V simpele installatie V toegankelijk V volledig open source V kostprijs 	<ul style="list-style-type: none"> V simpele installatie V installatie in het veld V mobiele metingen V toegankelijk V volledig open source V open data V kostprijs V website met meetgrafieken V chatkanaal voor vragen V reparatie 		<ul style="list-style-type: none"> V simpele installatie V installatie in het veld V LTE-M V meetdatavalidatie V op meerdere dataportalen 	<ul style="list-style-type: none"> V simpele installatie V LTE-M V meetdatavalidatie V op meerdere dataportalen 	<ul style="list-style-type: none"> V simpele installatie V duo sensor V meetdatavalidatie V op meerdere dataportalen

low-cost (fijnstof) meetstations geschikt voor buitenshuis

product naam station	MySense V3	zelfbouw of bouwkit	MeetjeStad V2		Ohnics	Sodaq Air	ApriSensor-1
con's	<ul style="list-style-type: none"> X LoRa beperkingen X wordt niet meer geproduceerd 	<ul style="list-style-type: none"> X wifi beperkingen X geen validatie X publieke weergave X instellingen onduidelijk 	<ul style="list-style-type: none"> X geen validatie X LoRa 		<ul style="list-style-type: none"> X proprietary 	<ul style="list-style-type: none"> X proprietary 	<ul style="list-style-type: none"> X wifi beperkingen