



26 SEPTEMBER 2013

HARDWARE ONDERZOEK

PROJECT SNUFFELNEUS

Pim van Dijk
Edwin Schriek
Raymen Scholten
Peter Baan
Paul Zoetewij
Björn Braber

HOGESCHOOL ROTTERDAM
G.J. de Jonghweg 4-6

Versiebeheer

Versie	Datum	Wijzigingen	Auteur
0.1	26-09-2013	Aanmaak & invulling H1, H2, H3	Björn Braber
0.2	26-09-2013	Invulling H4	Raymen Scholten
1.0	03-10-2013	Overige hoofdstukken	Projectgroep

Versiebeheer.....	0
1 Inleiding	3
2 Doel onderzoek.....	4
2.1 Verschillende scenario's	4
2.2 Hardware specificeren	4
2.2 Onderzoek vragen.....	4
3 Product scenario's	5
3.1 Voor Kinderen	5
3.2 Voor volwassenen.....	5
3.3 Conclusie	5
4 Hardware	7
4.1 Fijnstofmeter	7
4.1.1 Sensor typen	7
4.1.2 Manier van meten.....	9
4.1.3 Verkleinen	11
4.1.4 Conclusie	11
4.2 Communicatie.....	12
4.2.1 Kabel	12
4.2.2 Draadloos.....	12
4.2.3 Conclusie	13
4.3 Data.....	13
4.3.1 Interval.....	13
4.3.2 Positie	13
4.3.3 Fijnstofdelen	13

1 Inleiding

Voor het project snuffelneus wordt een fijnstofmeter ontwikkeld die een beperkte omvang heeft waardoor men het eenvoudig kan dragen. Hierbij kan worden gedacht aan een klein apparaat die om de pols bevestigd kan worden, of aan een ketting kan hangen.

Voor het project snuffelneus liggen veel opties en mogelijkheden open. Om het project af te bakenen is het van belang dat alle opties worden overwogen en de juiste keuzes worden gemaakt. Om deze keuzes te bekrachtigen is er onderzoek gedaan naar de mogelijkheden en de haalbaarheid daarvan. In dit document zijn eerst de scenario's beschreven waarin het product moet gaan functioneren. Vervolgens worden verschillende hardware onderdelen beschreven en overwogen.

2 Doel onderzoek

2.1 Verschillende scenario's

Voor het project snuffelneus zijn verschillende scenario's te bedenken. Het is van belang voor de ontwikkeling van het product in welk scenario het product gaat functioneren. Voor een exacte uitwerking van de vormgeving wordt er samen gewerkt met drie studenten van de opleiding Industrieel Product Ontwerp. Voor een meer globale uitwerking zullen beide projectgroepen brainstormen. Bij deze globale benadering van het scenario is het vooral van belang of het product bijvoorbeeld op zichzelf staand moet werken of juist gekoppeld kan worden met een bestaand apparaat zoals een smartphone. Wanneer het scenario bekend is kan gedetailleerder worden onderzocht welke specificaties de benodigde hardware moeten hebben.

2.2 Hardware specificeren

Afhankelijk van het scenario is er bepaalde hardware benodigd om het product te ontwikkelen. Hierbij moeten afwegingen worden gemaakt zodat het product zo goedkoop mogelijk ontwikkeld kan worden. Daarnaast moet de haalbaarheid van het project toch nog gegarandeerd worden. Door onderzoek te doen naar mogelijke opties voor de hardware kan het project worden afgebakend en kan het product gericht worden ontwikkeld.

2.2 Onderzoek vragen

Om het onderzoek gericht uit te voeren zijn er onderzoeksvragen opgesteld. Met de resultaten van de onderzoeksvragen kan de juiste keuze worden gemaakt betreft de hardware. Voor het onderzoek hebben wij de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- Hoe verkleinen we de sensormodule
 - Hoe wordt fijnstof gemeten in bestaande fijnstofmeters
 - Welke data wordt er door de sensor gegenereerd
 - Welke fijnstof-typen kunnen er gemeten worden
- Hoe kan de sensor geijkt worden
- In welk scenario / omgeving moet de sensor meten
- Hoe vaak moet er gemeten worden
- Hoe verwerkt de server de data
 - Welk besturingssysteem moet er gebruikt worden.
 - Hoe wordt de data opgeslagen
- Hoe kan de data visueel aantrekkelijk weergegeven worden

Indien er gebruikt gemaakt gaat worden van een smartphone (afhankelijk van het scenario):

- Voor welk mobiele besturingssysteem wordt er een applicatie ontwikkeld
- Wat zijn de minimale eisen waarover het platform moet beschikken
- Is er een mogelijkheid om het crossplatform te ontwikkelen
- Hoe wordt de data verstuurd
 - Per waarde of per reeks
 - Formaat
- Hoe verloopt de communicatie tussen de smartphone en het apparaat
 - Draadloos of bedraad
 - Wat zijn de eisen van de communicatie methode

3 Product scenario's

Voor het project zijn door de opdrachtgever twee "hoofd-scenario's" gegeven. In het eerste scenario wordt een product bedoeld wat voor kinderen is bestemd. In het tweede scenario is het product voor volwassen bestemd. In dit hoofdstuk wordt beschreven wat de verschillen zijn tussen de scenario's en waarop uiteindelijk gericht moet worden.

3.1 Voor Kinderen

Het product wordt ontwikkeld voor kinderen. Dit betekent dat er andere keuzes gemaakt moeten worden betreft hardware. Zo is het van belang dat een kind het product wil dragen. Een kind is zich namelijk niet of nauwelijks bewust van de negatieve gevolgen van fijnstof. In het geval dat het product bestemd is voor kinderen dient er dus een uitdagende / speelse factor toegevoegd te worden wat kinderen stimuleert het product te dragen.

Kinderen van jonge leeftijd hebben over het algemeen gezien geen smartphone. Ondanks dat de drempel steeds lager wordt tegenwoordig heeft de doelgroep kinderen (6 -12) geen smartphone. Dit betekent dat het product standalone moet kunnen werken. Wanneer er fijnstof gemeten moet worden is ook van belang dat de locatie en de tijd waarop het gemeten wordt bekend is. Verder moet de data opgeslagen worden, wat op een later moment uitgelezen kan worden. In dat geval zijn de volgende componenten minimaal vereist:

- Fijnstofmeter
- GPS module
- Crystal (voor tijd)
- Data logger (Micro SD)
- Interactieve visuele weergave meting
- Voeding (batterijen)

Normaal gesproken kan de tijd en gps waarden m.b.v. een smartphone worden verkregen. Doordat er bij deze doelgroep niet van uit kan worden gegaan dat deze over een smartphone beschikken zullen de essentiële componenten zoals de GPS module en de crystal in het apparaat zelf moeten worden gebouwd. Deze twee componenten zijn relatief duur (Gemiddeld tien euro of duurder) waardoor de kostprijs flink wordt opgeschroefd.

3.2 Voor volwassenen

Wanneer de doelgroep volwassenen betreft kan er van uit worden gegaan dat met beschikt over een smartphone. Dit impliceert dat er gebruikt gemaakt kan worden van de interne GPS module en tijd van de smartphone. Daarnaast kan de verkregen data opgeslagen worden op de smartphone. Om gegevens echter te kunnen koppelen dient er een verbinding met de smartphone te zijn. Dit kan draadloos gebeuren of bedraad. Er is in dat geval één component extra nodig die de communicatie faciliteert maar daardoor kunnen er drie componenten weggelaten worden omdat gebruik gemaakt kan worden van de interne sensors van de smartphone. De communicatie module is relatief goedkoop ten opzichte van de GPS, crystal of micro SD card module. Een goed voorbeeld is daarbij een Bluetooth module die al voor minder dan acht euro kan worden aangeschaft. Dit is vele malen goedkoper als de drie modules die het vervangt.

3.3 Conclusie

In het geval dat het product wordt ontwikkeld voor kinderen zal de kostprijs flink stijgen en hierdoor niet voldoen aan de eisen van de opdrachtgever (Minder dan 25 euro kostprijs). Daarnaast wordt het project gecompliceerder doordat de extra modules ook meer ruimte in beslag nemen. Dit zal

negatieve gevolgen hebben voor de mobiliteit van het product. De omvang neemt toe en de batterijduur zal sterk afnemen. Deze factoren kunnen de haalbaarheid van het project in gevaar brengen.

Wanneer het product word ontwikkeld voor volwassenen kan het product tegen een lagere prijs worden geproduceerd. Tevens zal het product dan ook kleiner zijn waardoor dat meer overeenkomt met de wensen van de opdracht gever.

Voor een eerste prototype van het product is de beste keuze om te kiezen voor het scenario dat het product bestemt is voor volwassen. Voor een overzicht van alle min en pluspunten zie Bijlage I

4 Hardware

4.1 Fijnstofmeter

Er zijn twee verschillende fijnstofsensoren getest. Met behulp van het programma 'Serial Chart' is het mogelijk om realtime de output op de seriële poort te bekijken en daarnaast maakt het programma een lijn-grafiek van de gemeten gegevens. Aan de hand van deze gegevens kunnen de sensoren getest worden.

Eén van de sensoren is een 'TCST 2103'. Deze bestaat uit een module waar twee componenten in zitten, een infrarood LED en een lichtsensor. Er wordt gemeten hoeveel licht er vanaf de LED over komt over een afstand van enkele millimeters. Deze sensor is niet gevoelig genoeg en is eigenlijk gemaakt om te bekijken of er wel of geen voorwerpen tussen de twee onderdelen zitten. Ook is niet bekend welke fijnstof deeltjes de sensor meet.

Als tweede sensor is gekeken naar een 'Grove – Dust Sensor', deze sensormodule heeft als sensor de 'SHINYEI PPD42NS'. Deze sensor moet verticaal worden gebruikt wat betekent dat de sensor bijvoorbeeld met zijn rug tegen de muur moet worden bevestigd. Het principe van deze sensor is gebaseerd op hetzelfde principe als de andere sensor. Met een infrarood LED en een sensor die meet hoeveel licht er overkomt wordt de hoeveelheid fijnstof bepaald. De Dust Sensor bevat ook een lens. Door de lens kan de sensor zich op één punt richten, het brandpunt. Als er een stofje groter dan 1 micrometer langs komt gaat het signaal omlaag en wordt er het aantal keren dat het signaal laag is geteld. De sensor is ongeveer 30 seconden bezig met 1 meting waarbij het aantal stofdeeltjes worden waargenomen. Ook bevat deze sensor een weerstand dat warm wordt. Door de verwarming ontstaat er een kleine luchtstroom wat de lucht langs de sensor voert.

Er is een prototype ontwikkeld die aangesloten is op de Dust Sensor. Elke 30 seconden wordt er gemeten waarbij de waarden worden opgeslagen in een bestand. Dit bestand wordt in CSV formaat opgeslagen op een SD kaart. Tevens worden de waarden verstuurd over de seriële poort. Via Excel kan er een grafiek gegenereerd worden aan de hand van de opgeslagen gegevens.

Tijdens het werken aan de prototype zijn we op school waar weinig stof te meten is. De sensor is getest tijdens het koken van een hamburger. Hierbij werd er een verhoogde hoeveelheid van fijnstof gemeten.

4.1.1 Sensor typen

Binnensensoren

De sensoren zijn beide fijnstofsensoren die uitsluitend geschikt zijn voor binnen. De gebruikte eenheid voor fijnstof is in mg/m^3 . Dit betekent het gewicht van de stofdeeltjes per inhoud lucht. De gebruikte sensoren meten beide geen luchtstroom. Er wordt dus uitgegaan van een constante luchtstroom in een statische omgeving binnenshuis. Op deze situatie is een kalibratie-tabel opgesteld waarmee de gemeten spanning omgezet kan worden in de standaard eenheid. De opdrachtgever wilt graag buiten gaan meten, maar buiten is er geen constante luchtstroom zoals binnen. Wanneer het hard waait zal er meer fijnstof gemeten worden met de huidige sensoren terwijl dat niet zo hoeft te zijn, de luchtflow is dan groter.

Dit betekent dat de sensoren onaangepast niet geschikt zijn om buiten te meten. Om dit op te lossen moeten de sensoren voor buitengebruik uitgebreid worden met extra sensoren om de

luchtstroom te kunnen meten. Een andere optie is om een bepaalde behuizing te maken zodat de luchtstroom gelijk is als in de situatie binnenhuis.

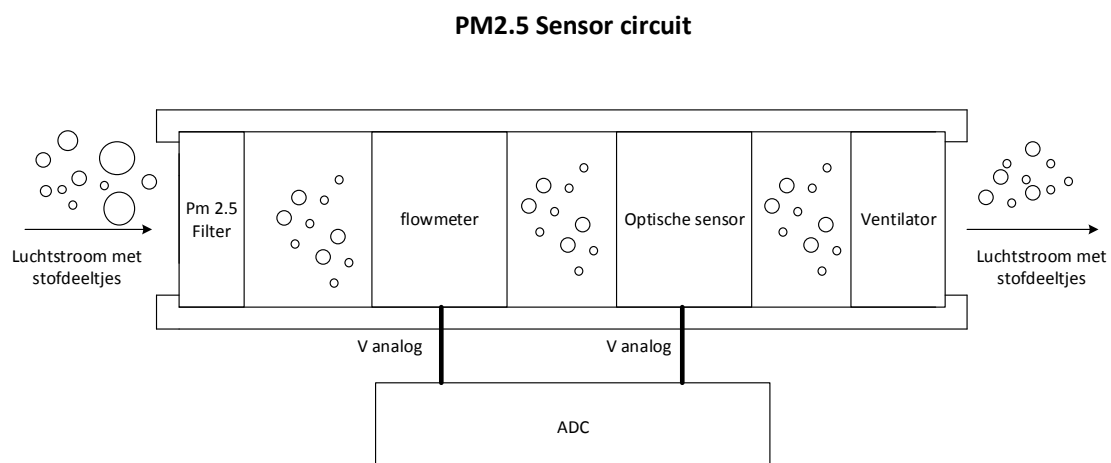
De opdrachtgever wil indien mogelijk verschillende grootten van fijnstof kunnen onderscheiden. De huidige sensoren beschikken niet over deze functionaliteit. De manieren om dit mogelijk te maken is doormiddel van het toevoegen van een filter. Een nadeel is echter dat het filter na verloop van tijd vol loopt en vervangen moet worden. Er moet kunnen worden vastgesteld wanneer het filter verstopt is om dit probleem op te lossen.

Een andere optie kan zijn om het analoog te onderscheiden. Dit kan erg complex worden. De IR LED schijnt op een bepaalde inhoud waarbij verwacht wordt dat de uitgangsspanning hetzelfde is bij verschillende samenstellingen van fijnstof. Bijvoorbeeld wanneer twee stofdeeltjes van 2 μ m langs de sensor passeren als wanneer één stofdeeltje van 4 μ m passeert.

Er zijn waarschijnlijk nog een hoop andere manieren om de stofdeeltjes te kunnen onderscheiden. Er moet gekeken worden naar de specifieke eigenschappen van een groter stofdeeltje ten opzichte van de kleinere deeltjes. Mogelijk hebben deze verschillende frequentieresponsie of allerlei andere verschillende eigenschappen. Dit wordt te complex en zal waarschijnlijk niet haalbaar zijn.

Buitensensoren

Het model hieronder geeft de benodigde componenten weer van een dynamische fijnstofsensor voor buiten.



De sensor bestaat uit de volgende componenten:

- PM filter
 - Scheidt de grote en kleine stofdeeltjes
- Flowmeter
 - Meet de luchtstroom
- Optische sensor
 - Meet de hoeveelheid fijnstof
- Ventilator
 - Zorgt voor een constante luchtstroom

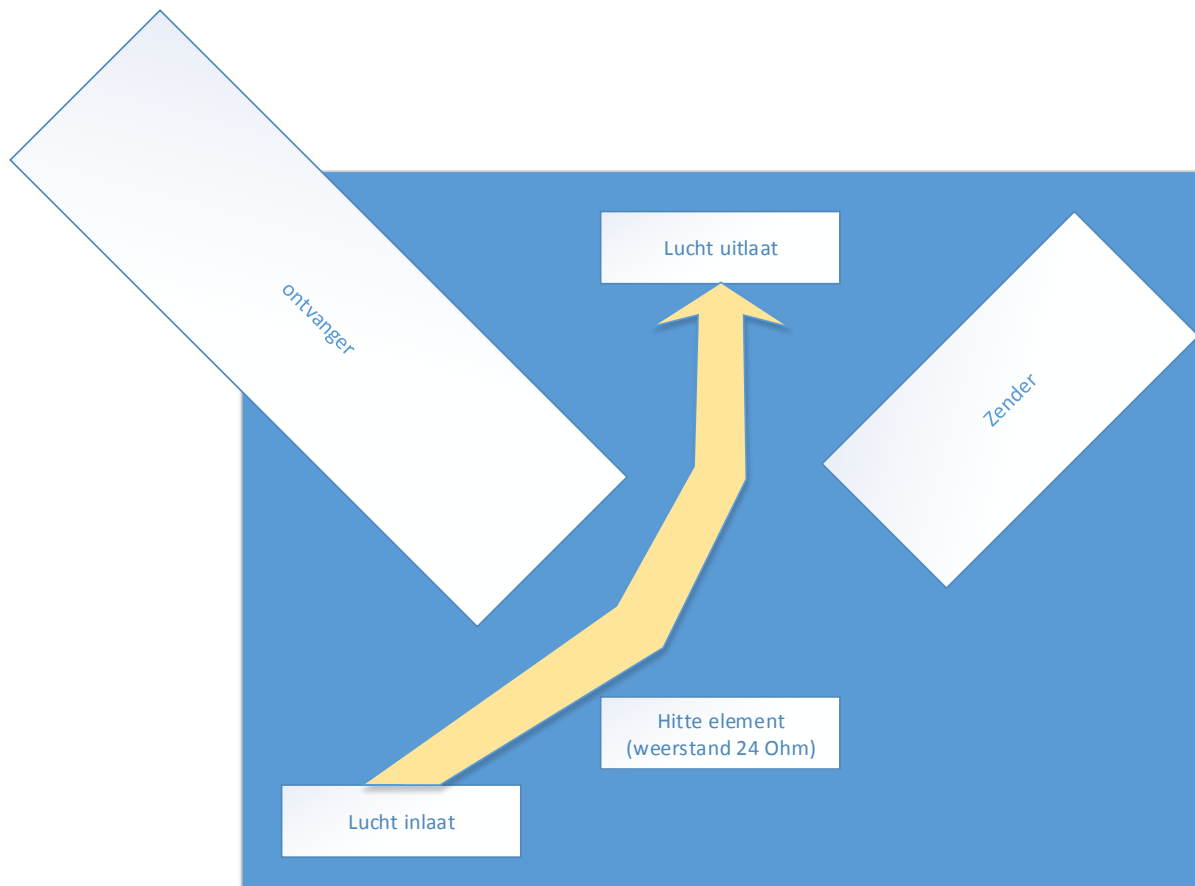
Om de data van deze sensor te kunnen gebruiken moet deze gekalibreerd worden met een bestaande betrouwbare sensor. Dit is noodzakelijk om de data van de sensor te kunnen verwerken tot informatie over de mate van fijnstof in de omgeving.

Een andere optie is een binnensensor zo om te bouwen zodat deze buiten gebruikt kan worden. Om dit mogelijk te maken moet de luchtstroom bij gebruik buiten, hetzelfde zijn als de luchtstroom binnen. Dit kan bereikt worden door om het bestaande type sensor een bepaalde behuizing te maken. Deze behuizing is in staat om in een dynamische omgeving een hap lucht te nemen en vervolgens vast te houden en meten. De luchtstroom wordt gecreëerd door een verwarmingselement. Net zoals de andere buitensensor is een bestaande betrouwbare sensor noodzakelijk om de sensordata te kunnen verwerken tot informatie. Er moet een flowmeter aanwezig zijn in de sensor tenzij de sensor zo gebouwd is dat de luchtstroom buiten hetzelfde is als de luchtstroom binnen.

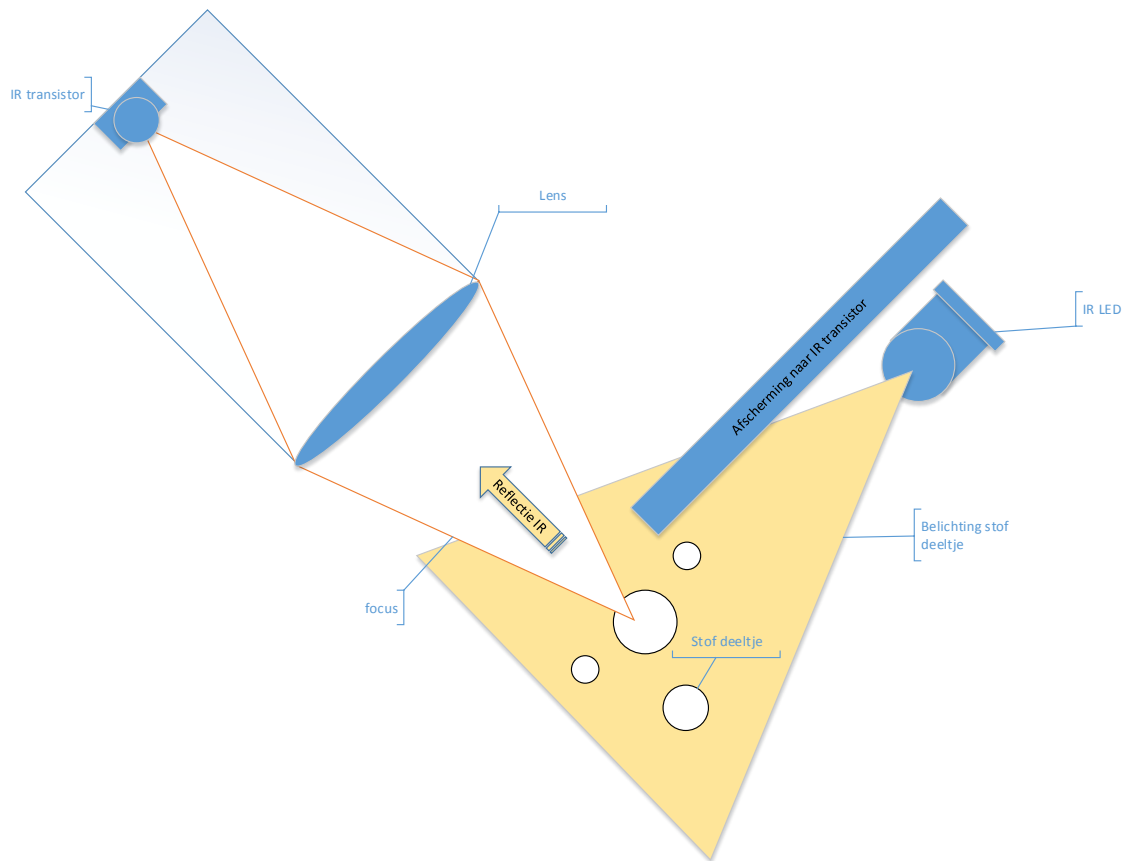
Voor een overzicht van alle plus en minpunten zie Bijlage II.

4.1.2 Manier van meten

In de sensor module zit een verwarmingselement (weerstand), deze zorgt er voor dat de lucht wordt verwarmt en een luchtverplaatsing ontstaat van de luchtinlaat onderaan naar de luchtuitlaat bovenaan.

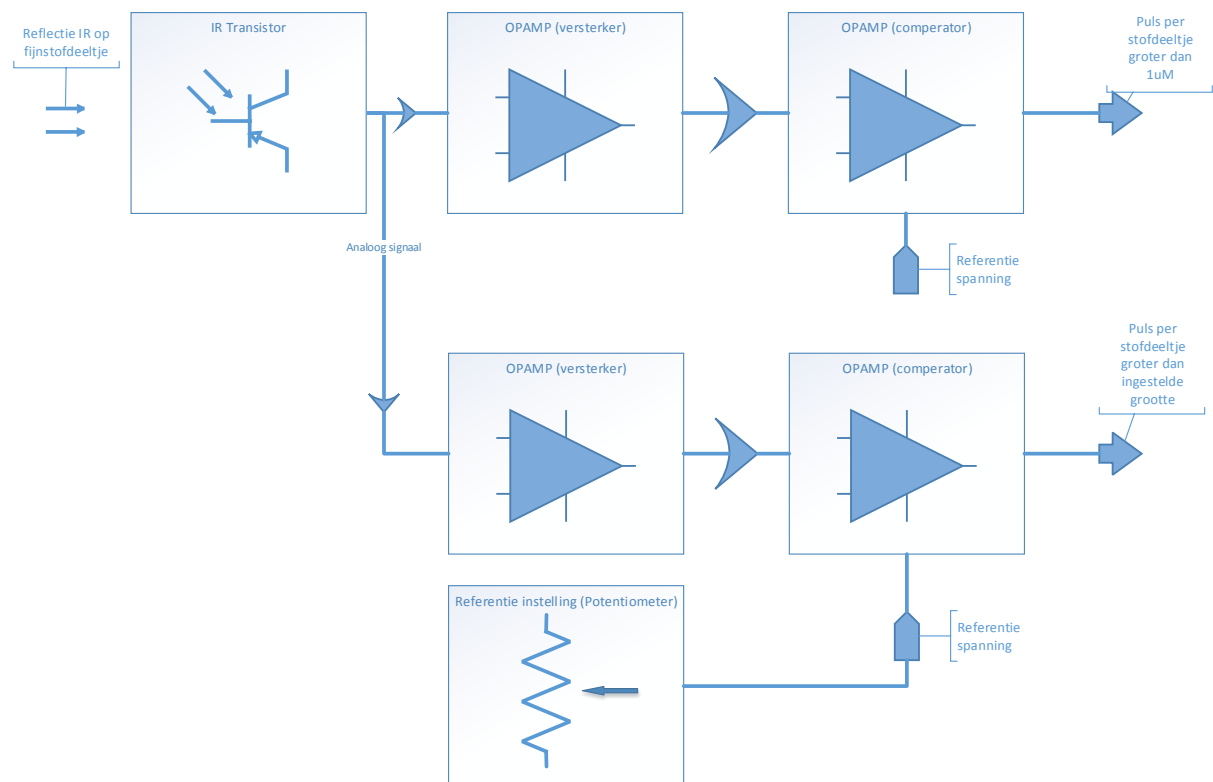


De lucht die verplaatst wordt komt langs de fijnstof detectie. De lucht wordt beschenen met infrarood licht door een IR LED. Een infrarode transistor wordt gebruikt als detector van het licht, doormiddel van een lens wordt dit detecteren gefocust op één punt. Op dit punt wordt gekeken of er een stofdeeltje voorbij komt door middel van reflectie.



Licht wat op de IR transistor valt word omgezet in een spanning welke versterkt wordt door een OPAMP. Een comperator bepaalt of dit genoeg is om een stofdeeltje te zijn die groter is dan 1 μ m. Wanneer dit zo is resulteert dit in een uitgang die verandert van hoog naar laag. De module slaat dus uit wanneer er een deeltje voorbij komt die groter is dan 1 μ m.

Doormiddel van een potentiometer kan de referentie van een tweede comperator worden ingesteld. Dit betekent dat de schakeling pas een lage uitgang geeft bij een grootte van een stof deeltje dat zelf ingesteld is, bijvoorbeeld bij een grootte van 2,5 μ m.



4.1.3 Verkleinen

Het meetprincipe van de fijnstofsensoren is eerder besproken. Daaruit bleek dat het meetprincipe niet zo ingewikkeld is. De sensor is een stuk kleiner te maken dan bijvoorbeeld de besproken 'Groove Dust Sensor'. Wanneer er een lens wordt gekozen die sterker convergeert, is het mogelijk om de IR zender en de IR ontvanger dichter bij elkaar te plaatsen. Het is dus mogelijk om een zelfde type sensor te maken die een stuk kleiner is.

4.1.4 Conclusie

Op dit moment zijn we nog in discussie wat de beste manier is voor het meten van de luchtkwaliteit. Voor een actueel overzicht van alle plus en minpunten zie Bijlage III.

4.2 Communicatie

Om op de server data te ontvangen is er communicatie nodig tussen de snuffelneus en de server. Dit kan via een computer of smartphone gebeuren. En in beide gevallen zou dit draadloos of met een kabel kunnen.

4.2.1 Kabel

Smartphone

Communicatie met smartphone kan via een micro-USB kabel gebeuren wat door bijna alle smartphones van de laatste jaren wordt ondersteund. Deze aansluiting op de telefoon wordt over het algemeen alleen gebruikt om de telefoon te laden of te verbinden met een computer voor bestandsuitwisseling. Tijdens deze momenten kan de snuffelneus in dit geval dus niet aangesloten zijn. Als beide apparaten met elkaar verbonden zijn kan een applicatie op de smartphone alle data ontvangen die wordt verstuurd door de snuffelneus. Het nadeel van deze verbinding is dat een smartphone vaak gebruikt wordt en het dan niet handig is dat er een draad met een apparaat aan hangt.

Computer

Zowat elke computer heeft een USB verbinding die gebruikt kan worden. De meesten hebben ook meerdere beschikbaar waardoor er vaak één over is waarmee de snuffelneus verbonden mee kan worden. Het nadeel van het verbinden met de computer is dat de gebruiker dus bijvoorbeeld aan het eind van de dag dus even moet gaan zitten om de gegevens door te sturen. Dit is niet optimaal voor de gebruikerservaring. Ook moeten er meer onderdelen zoals GPS in het apparaat komen als deze niet van de smartphone gebruikt kunnen worden.

4.2.2 Draadloos

Smartphone

Indien er een smartphone wordt gebruikt zijn er twee manieren waarmee draadloos gecommuniceerd kan worden met de telefoon. Dit is Bluetooth en Near Field Communication (NFC)

Bluetooth

Bluetooth is een draadloze technologie waar vrijwel elke smartphone over beschikt. Het is een technologie die veel gebruikt wordt en waar het gros van de mensheid bekend mee is. Bluetooth is in de loop van de jaren verder ontwikkeld waardoor het betrouwbaarder en zuiniger is. Ook zijn de Bluetooth modules voor microcontrollers relatief goedkoop, hierbij valt te denken aan circa 8 euro per module. Bluetooth modules voor microcontrollers hebben meestal een bereik van maximaal 10 meter. Sinds Bluetooth versie 4.0 is de communicatie technologie ook een stuk zuiniger geworden. Hierdoor verbruikt een module maar maximaal 20 milliampère. De oude versie daarentegen verbruikt maximaal 50 milliampère.

NFC

NFC is een draadloze technologie waarmee de nieuwere smartphones (van het afgelopen jaar) zijn uitgerust. Het is een technologie die nog niet veel gebruikt wordt en het gros van de mensen is er dan ook niet mee bekend hoe het gebruikt wordt. NFC is een draadloze technologie waarbij de afstand tussen de twee apparaten zeer klein moet zijn (tot maximaal 10 cm). NFC is verder een technologie wat net als Bluetooth weinig energie verbruikt. Een actieve NFC chip gebruikt circa 30 milliampère.

Computer

In tegenstelling tot een smartphone is er voor draadloze communicatie met een computer alleen Bluetooth beschikbaar. Niet alle computers kunnen een Bluetooth verbinding creëren. Ook moeten er meer onderdelen zoals GPS in het apparaat komen als deze niet van de smartphone gebruikt kunnen worden.

4.2.3 Conclusie

Als alle voor- en nadelen van de verschillende mogelijkheden worden afgewogen dan komt een Bluetooth verbinding met een smartphone het positiefst eruit. Veel mensen hebben een smartphone en al deze smartphones hebben Bluetooth. Op deze manier is constante communicatie mogelijk en kan er gebruik worden gemaakt van de kracht en de mogelijkheden van een smartphone. Voor een overzicht van alle plus en minpunten zie Bijlage III

4.3 Data

4.3.1 Interval

Op welk interval er gemeten wordt ligt aan de toepassing waarin de Snuffelneus gebruikt wordt. Als het apparaat bijvoorbeeld op een fiets gezet word moet er vaker gemeten worden dan wanneer er verplaatst wordt op loopsnelheid. De toepassing van de Snuffelneus wordt onderzocht door de projectleden van de opleiding IPO. Aan de hand van hun onderzoek kan het interval bepaald worden.

4.3.2 Positie

De meetwaarden zijn vrijwel nutteloos als ze niet gekoppeld zijn met een locatie. Om de positie met de meetwaarden te koppelen zijn er twee verschillende mogelijkheden waar gebruik van gemaakt kan worden:

- GPS op de Snuffelneus
- GPS van de smartphone

Als de Snuffelneus verbonden gaat worden met een smartphone is er geen GPS nodig op het apparaat zelf, dit spaart kosten en tijd. Zodra er een meting plaatsvind kan er tegelijkertijd een locatiebepaling gestart worden. Na het ontvangen van de data kunnen ze samengevoegd en opgeslagen worden.

4.3.3 Fijnstofdelen

Er zijn drie soorten fijnstof die in de scope van dit project vallen. De deeltjes hebben verschillende grotes, Dit is oplopend met het nummer van het deeltje. De drie deeltjes zijn: PM1, PM2.5 en PM 10. Het kleinste deeltje (PM1) is het meest schadelijk voor de mens gevolgd door PM2.5 en PM10. Voor een overzicht van alle plus en minpunten zie Bijlage IV

Bijlage I – Project scenario

Productscenario	Haalbaarheid	Complexiteit (lager is slechter)	Stroomverbruik	Grootte	Gebruiks-vriendelijk	Connectiviteit
Voor kinderen	--	--	--	--	++	++
Voor volwassenen	++	++	++	++	--	+

Bijlage II - Fijnstofsensor

Type Sensor	Validiteit	Betrouwbaarheid	Stroomverbruik	Grootte	Moeilijkheid (hoeveelheid componenten)	Gebruiks- vriendelijk
Sensor met flowsensor en temperatuur sensor	+	+	--	-	--	/
Sensor met luchtklep	+	+	++	-	/	--
Normale sensor alleen binnen meten	++	++	++	++	++	--
Sensor zonder luchtklep of flowmeter	--	--	++	++	++	++

Bijlage III - Communicatie

Communicatie techniek	Validiteit	Betrouwbaarheid	Stroomverbruik	Grootte	Moeilijkheid (hoeveelheid componenten)	Gebruiks-vriendelijk	Connectiviteit	Implementatie
NFC	+	-	/	++	++	--	-	-
Bluetooth	+	+	+	++	++	+	++	/
USB	++	++	++	++	++	--	-	+

Bijlage IV – Meten van deeltjes

Soort fijnstof	Meetbaarheid	Schadelijkheid (meer is schadelijker)	Complexiteit meten
PM1	--	++	/
PM2.5	+	+	/
PM10	++	-	/