



# bijlage

Samenvatting Samenwerking Houtrookonderzoek  
RIVM | TNO | GGD Amsterdam | UU

A. van Leeuwenhoeklaan 9  
3721 MA Bilthoven  
Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
www.rivm.nl

KvK Utrecht 30276683

T 030 274 9111  
info@rivm.nl

---

Bijlage(n)	2.
Horend bij	Samenvatting Samenwerking Houtrookonderzoek
Ons kenmerk	DMG-2022-0011
Contactpersoon	Dr. ir. M.E. Gerlofs-Nijland

---

**Datum**  
7 maart 2022

**Behandeld door**  
Dr. ir. M.E. Gerlofs-Nijland  
M&G

## Leeswijzer

In deze bijlage van de 'Samenvatting Samenwerking Houtrookonderzoek' is aanvullende informatie opgenomen over de methode en resultaten van het onderzoek. Dit ter ondersteuning van hetgeen beschreven in de samenvatting. De bijlage betreft dan ook geen zelfstandige rapportage. Daar waar van toepassing zal verwezen worden naar de onderzoeksvragen die in de samenvatting behandeld worden.

## Methode

### Algemeen

Een overzicht van de stoffen die gemeten zijn in het Samenwerking Houtrookonderzoek, welke instrumenten zijn ingezet en op welke centrale meetlocaties is weergegeven in tabel B1. Ook is er een indicatie gegeven van de aanschafkosten per meetinstrument.

### Data analyse (onderzoeksvragen 1 en 2)

Voor aanvang van de data-analyse zijn de data eerst opgeschoond en samengevat in datafiles met dagwaarden en uurwaarden. Hierbij is onbruikbare data, waarvan bekend was dat er iets mis was met het instrument of waarbij er sprake was van een sterk versturende gebeurtenis in de directe omgeving (oud-en-nieuw, werkzaamheden aan de weg direct naast de meetlocatie), verwijderd. Er zijn op twee verschillende manieren analyses uitgevoerd op de data om de relatie van houtrook met verschillende stoffen te onderzoeken en de verschillende instrumenten met elkaar te vergelijken: lineaire regressieanalyse en interpretatie

van tijdslijngrafieken. Voor de lineaire regressieanalyse zijn de meetwaarden van verschillende instrumenten op dezelfde tijdstippen in een xy-grafiek tegen elkaar uitgezet om het verband te beoordelen.

Van de stoffen gemeten op de centrale meetlocaties is levoglucosan de meest specifieke marker voor houtrook. Bij het interpreteren van de resultaten is daarom eerst gekeken naar verbanden met deze stof. De analyse van levoglucosan vindt plaats op de 24-uurs filterbemonstering. In dit onderzoek is onderzocht welke alternatieven er zijn voor de relatief dure en lage tijdsresolutie levoglucosan metingen om houtrook te meten. Afgezien van de filtermetingen, zijn alle metingen verzameld op hogere tijdschalen van seconden dan wel minuten (afhankelijk van de mogelijkheden van de apparatuur). Na een kwaliteitscontrole zijn alle metingen gemiddeld naar uurwaarden. Hierbij moest minimaal 75% van de data van een uur geldig zijn om meegenomen te worden. Daarnaast zijn verbanden met roet van de continu metende monitor AE33 onderzocht door het kanaal 1 en kanaal 6 signaal van deze monitor van elkaar af te trekken (in de samenvatting kortweg roetmonitor genoemd). Deze meting wordt verondersteld ook een maat voor houtrook te zijn en is alleen in IJburg en Bergen uitgevoerd. Vervolgens zijn de verbanden onderzocht met andere gemeten stoffen (BC; EC; OC; UFP; PM<sub>2,5</sub>; PM<sub>10</sub>; CO): die worden wel door houtrook beïnvloed, maar ook door andere bronnen. Verbanden met deze stoffen geven dus hooguit een indicatie voor de aanwezigheid van houtrook.

**Tabel B1: Overzicht gemeten stoffen, meetinstrumenten, aanschafkosten per instrument en gemeten periode (van – t/m) voor de centrale meetlocaties**

Stof	Instrument	Indicatie kosten	Meetperiode van – t/m			
			Bergen <sup>1</sup>	IJburg	Zutphen	De Meern
<b>Hoogwaardige instrumenten</b>						
Fijn stof (PM2,5)	Leckel/KFG sampler	€15.000	23-12-20 09-05-21	30-12-20 10-05-21	04-02-21 10-05-21	04-02-21 10-05-21
Fijn stof (PM1; PM2,5; PM10)	Palas FIDAS	€25.000	16-12-20 10-05-21	13-12-20 10-05-21		
Roet (BC)	Continu metende roetmonitor (AE33)	€40.000	16-12-20 10-05-21	13-12-20 10-05-21		
Koolmonoxide (CO)	Teledyne/Thermo	€10.000	23-02-21 03-05-21	30-12-20 16-02-21		
Kooldioxide (CO <sub>2</sub> )	LICOR	€6.000	16-02-21 09-05-21			
Ultrafijn stof (UFP)	CPC/EPC	€20.000	16-12-20 10-05-21			
levoglucosan	ACSM	€220.000	23-04-21 04-05-21			
Levoglucosan; Galactosan; Mannosan; PM2,5; EC; OC; roet reflectie	Filteranalyse (op filters bemonsterd mbv Leckel/KFG sampler)	€ 35-55 per filter	23-12-20 09-05-21	30-12-20 10-05-21	04-02-21 10-05-21	04-02-21 10-05-21
W <sub>s</sub> ; W <sub>D</sub> ; T; R <sub>H</sub> ; P; Rain	Weerstation	2500 €	16-12-20	13-12-20 10-05-21		
<b>Compactere middenklasse instrumenten en sensoren</b>						
Fijn stof (PM1; PM2,5; PM10)	Munisense PM	< €100	15-04-21 10-05-21			
Fijn stof (PM2,5)	SDS011 PM sensor <sup>2</sup>	€300	10-02-21 10-05-21	04-02-21 10-05-21	25-02-21 10-05-21	26-02-21 10-05-21
Fijn stof (PM2,5)	SPS30 PM sensor	€300	25-03-21 10-05-21	25-03-21 10-05-21	23-03-21 10-05-21	23-03-21 10-05-21
Fijn stof (PM2,5)	Sidepak	€800-5.000	21-01-21 10-05-21	21-01-21 10-05-21	02-02-21 10-05-21	02-02-21 10-05-21
Roet (BC)	Aethalometer MA200	€12.000	21-01-21 10-05-21	21-01-21 10-05-21	02-02-21 10-05-21	02-02-21 10-05-21
Roet (BC)	TNO roetsensor	€6.300	20-12-21 09-05-21			
Koolmonoxide (CO)	Munisense CO	€300	15-04-21 10-05-21			
Koolmonoxide 9 (CO)	Cairsense sensor CO	€500	13-12-20 10-05-21	13-12-20 10-05-21		
Kooldioxide (CO <sub>2</sub> )	Munisense CO <sub>2</sub>	€100	15-04-21 10-05-21			
Ultrafijn stof (UFP)	Discmini	€13.000	21-01-21 10-05-21	21-01-21 10-05-21	02-02-21 10-05-21	02-02-21 10-05-21

<sup>1</sup> In Bergen hebben de meetinstrumenten op twee verschillende centrale meetlocaties gestaan in verband met de stroomvoorziening. Van 16 december 2020 t/m 10 februari 2021 op de Koorlaan en van 10 februari t/m 10 mei 2021 op de Karel de Grotelaan.

<sup>2</sup> De SDS sensoren zijn ook bij leden van de panelstudie geplaatst.

#### *Toelichting bij tabel B1*

PM = fijn stof (getal erachter is de maximale diameter van de deeltjes in micrometer); BC = black carbon (roet); CO = koolmonoxide; CO<sub>2</sub> = kooldioxide, UFP = ultrafijn stof; W<sub>S</sub> = windsnelheid; W<sub>D</sub> = windrichting; T = temperatuur; R<sub>H</sub> = luchtvochtigheid; P = luchtdruk; Rain = regen in mm/u; EC = elementair koolstof; OC = organisch koolstof; levoglucosan = meest specifieke indicator voor houtrook. 24 uur gemiddelden – PM<sub>2,5</sub> filters; levoglucosan; galactosan; mannosan; EC; OC en roet reflectiemetingen  
10 seconden en uurgemiddelde waarden – alle PM fracties Palas Fidas; PM sensoren; BC; CO; CO<sub>2</sub>; UFP

#### **Datum**

7 maart 2022

#### *Panelstudie (onderzoeksvraag 3)*

Het studieprotocol voor de panelstudie is goedgekeurd door de Medisch Ethische Toetsingscommissie Utrecht. De onderzoeksopzet en methode zijn gekozen en verder uitgewerkt in overleg met burgers, georganiseerde belangengroepen, experts en op basis van eerdere wetenschappelijke literatuur. Dit heeft plaats gevonden in het kader van het door EU Horizon 2020-programma gefinancierd project, CitiesHealth over burgerwetenschap in milieu epidemiologie. De panelstudie maakte daarnaast ook onderdeel uit van het hier gerapporteerde Samenwerking Houtrookonderzoek gefinancierd door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

#### *Studiepopulatie*

Vanaf december 2020 zijn deelnemers benaderd via meerdere methodes. Volwassenen vanaf 30 jaar, kwamen in aanmerking om deel te nemen aan het onderzoek. Er werd gemikt op 100 deelnemers waarvan 30 met chronische luchtwegaandoeningen zoals astma of COPD. Ten eerste is een korte informatiefolder in ongeveer 10.000 woningen in de geselecteerde wijken verspreid door onderzoekmedewerkers. In verschillende wijken zijn meerdere malen folders uitgedeeld. Geïnteresseerden konden een uitgebreidere informatiebrief inzien en thuis besluiten of zij wilden deelnemen. Degenen die wilden deelnemen werden gevraagd een toestemmingsformulier in te vullen, te ondertekenen en op te sturen naar de onderzoekers van de Universiteit Utrecht. Ten tweede hebben burgers in hun eigen netwerk deelnemers geworven. Dit heeft vooral in Zutphen veel deelnemers opgeleverd. Ten derde is ook via social media en advertenties in lokale media geworven.

Geïnteresseerde deelnemers werden gevraagd een korte screeningvragenlijst in te vullen. Als aan de criteria werd voldaan, vroegen de onderzoekers om gedetailleerde informatie zoals adres, telefoonnummers en beschikbaarheid. Vervolgens werd telefonisch contact opgenomen met de deelnemer, en werd een eerste online gesprek gepland. Het online gesprek begon met het verkrijgen van toestemming.

Vanwege de toen geldende coronamaatregelen is begin januari 2021 besloten dat de studie volledig contactloos moest worden uitgevoerd. Er zijn dus geen huisbezoeken uitgevoerd, zoals gebruikelijk in panelstudies. De onderzoeksmaterialen zijn begin februari 2021 bezorgd door onderzoeksmederwerkers waarbij ook het toestemmingsformulier werd opgehaald. Daarna zijn drie online instructie en evaluatie gesprekken ingepland en uitgevoerd.

**Datum**  
7 maart 2022

### *Basisvragenlijst*

De algemene kenmerken van de deelnemers werden aan het begin van het onderzoek vastgelegd aan de hand van een basisvragenlijst. Deze vragen hadden betrekking op geslacht, medicijngebruik, sociaaleconomische status en houtrookblootstelling binnenshuis. De basisvragenlijst is gebruikt voor de populatiekarakterisering en definitie van mogelijke factoren die de grootte van een effect kunnen verklaren.

### *Gezondheidseindpunten*

De belangrijkste eindpunten van de studie zijn longfunctie, dagelijkse astma-gerelateerde luchtwegklachten en dagelijks gebruik van luchtwegverwijdende medicatie. Met de longfunctiemetingen thuis wordt *FEV1* (forced expiratory volume in 1 second ofwel het uitgeblazen volume tijdens de eerste seconde van de test) en *PEF* (peak expiratory flow ofwel de maximale luchtstroomsnelheid tijdens de test) gemeten. De symptomen die zijn onderzocht in het onderzoek zijn piepende ademhaling, kortademigheid in rust, kortademigheid na inspanning, hoesten, slijm ophoesten, neusklachten en wakker worden tijdens de nacht als gevolg van luchtwegklachten.

Dagelijkse symptomendagboek: Tijdens de onderzoeksperiode van ongeveer 3 maanden vulde de deelnemer elke avond een elektronisch dagboek in. Er werd informatie verkregen over het optreden en de ernst van verschillende symptomen en het gebruik van extra luchtwegmedicatie (d.w.z. wanneer nodig/ter bestrijding van symptomen). De symptomen werden geselecteerd op basis van eerdere studies bij astmatische en niet-astmatische kinderen. De symptomen die werden meegenomen in het onderzoek zijn hierboven genoemd. De ernst van de symptomen werd vastgelegd (0 = geen symptomen, 1 = lage mate van symptomen, 2 = gemiddelde/ernstige mate van symptomen). Het is belangrijk om de ernst op een gedetailleerdere schaal vast te leggen dan alleen ja/nee, aangezien proefpersonen de neiging hebben om geen milde symptomen te melden als een ja/nee schaal wordt gebruikt. In het dagboek werd gevraagd om alleen extra medicatie te noteren en niet de reguliere medicatie, omdat deze niet per dag zou moeten verschillen. Het dagboek kon worden ingevuld op de computer of smartphone.

Longfunctietests thuis: De longfunctiemetingen vonden elke ochtend en avond thuis plaats op een geschikt tijdstip, en bij voorkeur elke dag rond hetzelfde tijdstip door de deelnemers zelf. Longfunctiemetingen werden uitgevoerd met behulp van een Vitalograph Asma-1-monitor, waarmee FEV1 en PEF worden geregistreerd. De deelnemer moest diep inademen en zo snel mogelijk in het instrument uitblazen tot het instrument aangeeft dat 1 seconde is verstreken. Er werden instructies gegeven om steeds rond dezelfde tijd te meten, in dezelfde positie (zittend of staand) en om telkens minstens 3 tests uit te voeren. De monitor geeft met een pieptoon aan of een piek wordt waargenomen. Uit een reeks van drie pogingen slaat de monitor de hoogste waarde op. Het instrument voldoet aan de prestatiecriteria van de ERS/ATS.

**Datum**

7 maart 2022

#### *Karakterisering van de blootstelling aan luchtverontreiniging*

De concentraties van meerdere luchtverontreinigende stoffen zijn gemeten op de centrale meetlocaties. Zowel de concentraties van dezelfde dag (lag0), de vorige dag (lag1), en het gemiddelde van dezelfde dag en de vorige dag (mean\_2d) en het gemiddelde van dezelfde dag en de afgelopen vier dagen (mean\_5d) zijn geëvalueerd. Dit is gedaan om mogelijke vertraagde effecten voor alle eindpunten te onderzoeken. Er werd vanuit gegaan dat vijf dagen van tevoren voldoende is om vertraagde effecten te onderzoeken. Voor de longfunctie werd ook de gemeten blootstelling van het vorige uur en vorige vier uur geëvalueerd.

#### *Mogelijke versturende factoren*

Versturende factoren (confounders) werden *a priori* opgenomen op basis van eerdere studies. Alle modelberekeningen zijn gecorrigeerd voor temperatuur, luchtvochtigheid, pollen en tijdtrend van deelname aan de panelstudie. De verwachting was dat de kenmerken van de deelnemers, zoals geslacht, sociaaleconomische status, constant zouden blijven gedurende de volledige onderzoeksperiode. Aanwezigheid van een roker in het huishouden werd daarom ook niet meegenomen in de analyse omdat met het model dagelijkse variatie binnen proefpersonen van blootstelling en gezondheid wordt onderzocht.

#### *Statistische analyse panelstudie*

Individuele waarnemingen werden gebruikt om verbanden te onderzoeken tussen gezondheid en houtrookblootstelling, met correctie voor mogelijke versturende factoren. De 'generalized estimating equations (GEE)' methode werd gebruikt om zo rekening te houden met herhaalde metingen bij proefpersonen. Voor alle analyses werd gebruik gemaakt van R studio versie 1.3.1093 (RStudio Team, 2020). P-waarden <0,05 werden als statistisch significant beschouwd. Longfunctie: Er werd een AR-1 correlatiestructuur gespecificeerd voor longfunctie. Dit veronderstelt dat waarnemingen gegroepeerd zijn binnen individuen en dat waarnemingen van opeenvolgende dagen gecorreleerd zijn.

Dagboek: Er werd een 'exchangeable' correlatiestructuur gespecificeerd. Dit veronderstelt dat waarnemingen gegroepeerd zijn binnen individuen. Een AR-1 model voor enkele symptomen leidde tot problemen in de analyse (geen model te schatten). Voor de symptomen waarvoor wel een schatting werd verkregen, waren de uitkomsten vergelijkbaar met de 'exchangeable' correlatie structuur.

**Datum**  
7 maart 2022

Meteorologische gegevens van het dichtstbij gelegen weerstation (t.o.v. iedere locatie) zijn verkregen van het KNMI. Vooral de temperatuur kan een versturende factor zijn, omdat het effect op longfunctie en symptomen kan hebben en vaak (matig) gecorreleerd is met de dagelijkse variatie in luchtverontreiniging. Dagelijkse gegevens over pollen werden verkregen door middel van de pollentelgegevens in het ziekenhuis in Leiden (LUMC).

Voor de dagelijkse spirometriegegevens thuis werd de longfunctie 's morgens en 's avonds afzonderlijk geanalyseerd. De ochtend werd gedefinieerd als tussen 6 en 12 uur 's morgens; 's avonds als tussen 18 en 24 uur. Het kleine deel van de waarnemingen buiten dit tijdsvenster is niet gebruikt. Duidelijke uitschieters waren aanwezig in de tijdreeksen van PEF-metingen. Waarnemingen werden geschrapt wanneer zowel FEV1 als PEF drie individuele standaarddeviaties hoger of lager waren dan de individuele gemiddelde PEF. Minder dan 1% van de waarnemingen werd met deze procedure als uitschieter geïdentificeerd. Lineaire modellen werden gebruikt om de relatie tussen FEV1/PEF en luchtverontreiniging te onderzoeken, rekening houdend met verschillen tussen proefpersonen en confounders.

Voor de dagelijkse symptoomregistratiegegevens werden logistische regressiemodellen gebruikt om de relatie tussen dagelijkse symptomen en de houtrook gerelateerde marker-concentraties te onderzoeken, rekening houdend met verschillen tussen proefpersonen en confounders. De individuele symptomen, een combinatie van "astmatische" symptomen (piepende ademhaling, kortademigheid in rust en na inspanning) en het gebruik van luchtwegverwijdende medicatie werden geanalyseerd als aanwezig/afwezig.

Naast de een-component modellen voor de bovengenoemde blootstellingen, zijn twee componenten modellen geanalyseerd met correctie voor PM<sub>2,5</sub> als maat voor generieke luchtverontreiniging. Deze analyses zijn uitgevoerd omdat de weersomstandigheden die leiden tot hoge houtrookconcentraties ook kunnen leiden tot hoge concentraties ten gevolge van andere bronnen. Als de coëfficiënt voor houtrook aanzienlijk verandert bij de correctie voor PM<sub>2,5</sub>, dan is dit een aanwijzing dat het verband wellicht te wijten is aan emissies van andere bronnen dan houtrook. Aangezien houtrook lokaal ook PM<sub>2,5</sub> kan beïnvloeden zijn resultaten van deze analyses mogelijk een over correctie. Zowel de een als twee-component modellen zijn geïnterpreteerd.

## Resultaten

Datum

7 maart 2022

De in deze bijlage getoonde resultaten zijn bedoeld ter ondersteuning van de uitkomsten gerapporteerd in de samenvatting van het Samenwerking Houtrookonderzoek en omvatten niet alle resultaten die uit het onderzoek komen.

### *Concentratieniveaus (onderzoeksvraag 1)*

Het houtstookseizoen is goed zichtbaar in de levoglucosan tijdreeks (samenvatting figuur 1). De pieken zijn het hoogst in januari en februari en nemen daarna langzaam af. De concentraties tonen een grote spreiding tussen nagenoeg 0 en 400 ng/m<sup>3</sup>. Van alle stations laten de data voor Bergen over het algemeen de hoogste levoglucosan concentraties zien. De gemeten piekwaarden in Bergen zijn bijna een factor twee groter dan gemeten in IJburg. Alleen de data van Zutphen laten in maart een aantal dagen met hogere waarden zien.

### *Indicator stoffen en vergelijk instrumenten meten houtrook (onderzoeksvraag 1 en 2)*

Tabel B2 toont de verbanden ( $R^2$ )<sup>3</sup> tussen levoglucosan en alle andere gemeten stoffen (24 uurgemiddelden) voor de verschillende meetlocaties (zie ook samenvatting tabel 1). De met levoglucosan geassocieerde stoffen galactosan en mannosan komen zoals verwacht bijna één op één overeen. De correlatie tussen levoglucosan en fijn stof (PM<sub>2,5</sub> of PM<sub>10</sub>) is niet goed. Dit blijkt ook uit de grote spreiding als fijn stof (PM<sub>10</sub>) en levoglucosan in een xy-grafiek uitgezet worden (figuur B1). Dit geeft aan dat de andere fijnstofcomponenten zoals secundair anorganisch aerosol, bodemstof en zeezout zich in de tijd anders gedragen. Deze fijnstofcomponenten hebben een grootschalig karakter en komen voort uit andere bronnen.

---

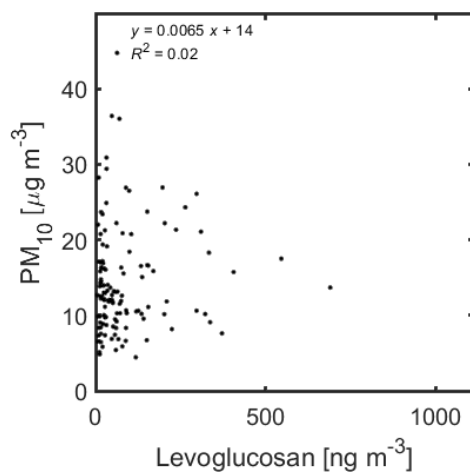
<sup>3</sup> Als indicatie voor hoe goed het vergelijk is wordt hier gebruik gemaakt van  $R^2$ . Deze ligt tussen 0 (geen correlatie) en 1 (perfecte correlatie).  $R^2$  is in dit onderzoek gebruikt om de overeenkomst van stoffen en metingen van de verschillende instrumenten met de houtrook indicator levoglucosan te vergelijken. Een  $R^2$  boven de 0,5 wordt hier als goed beschouwd, boven de 0,8 als zeer goed.



**Tabel B2: Levoglucosan vergeleken met andere componenten (24 uurgemiddelden)**

<i>Levoglucosan</i>	<i>IJburg</i>	<i>Bergen</i>	<i>De Meern</i>	<i>Zutphen</i>
<i>Galactosan</i>	0.98	0.98	0.96	0.94
<i>Mannosan</i>	0.96	0.96	0.96	0.94
<i>Organisch koolstof</i>	0.59	0.66	0.64	0.55
<i>Elementair koolstof</i>	0.38	0.55	0.44	0.41
<i>Totaal koolstof</i>	0.58	0.66	0.62	0.53
<i>Fijn stof (PM2,5; Sidepack)</i>	0.19	0.18	0.21	0.27
<i>Fijn stof (PM2,5; Palas Fidas)</i>	0.11	0.07	-	-
<i>Fijn stof (PM2,5) correctie achtergrond</i>	0.16	0.62	-	-
<i>Fijn stof (PM10)</i>	0.05	0.02	-	-
<i>Ultrafijn stof (UFP)</i>	0.23	0.07	0.27	0.14
<i>Roet reflectie</i>	0.49	0.25	0.55	0.53
<i>Roet MA200</i>	0.28	0.26	0.01	0.81
<i>Roet AE33</i>	0.90	0.92	-	-
<i>Koolmonoxide (CO)</i>	0.22	0.34	-	-

Verband wordt weergegeven in R<sup>2</sup>.



Figuur B1. Scatterplot (xy-grafiek) verband tussen fijn stof (PM10) en levoglucosan (24 uurgemiddelde) voor locatie Bergen.

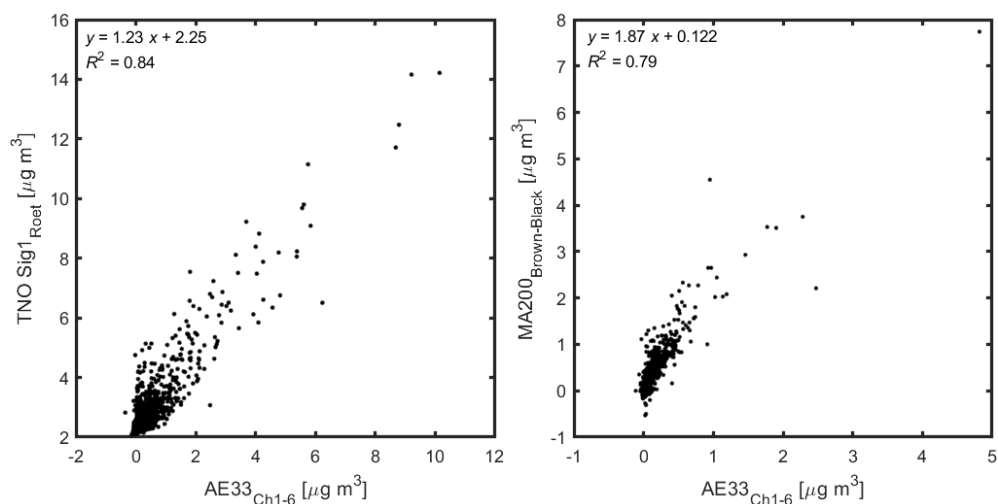
Ook uit het vergelijken van het uurgemiddelde signaal van de roetmonitor vergeleken met de gemeten uurgemiddelde waarden van de andere stoffen blijkt dat met fijn stof, ultrafijn stof en koolmonoxide niet zelfstandig houtrook gemeten kan worden en dat er rekening gehouden moet worden met een correctie voor het achtergrondniveau (tabel B3). Roet gemeten met een middenklasse instrument en sensor daarentegen komt goed overeen met roet gemeten met de roetmonitor en dus met houtrook. Deze goede overeenkomst blijkt ook uit de xy-grafiek van beide instrumenten (figuur B2).

**Datum**  
7 maart 2022

**Tabel B3: Roet gemeten met de roetmonitor vergeleken met andere componenten (uurgemiddelden) en instrumenten**

Component	IJburg	Bergen
Roet (MA200)	0.46	0.79
Roet (sensor)	–	0.84
Fijn stof (PM2,5)	0.15	0.27
Fijn stof gecorrigeerd voor regionale achtergrond	0.21	0.73
Ultrafijn stof (UFP)	–	0.2
Koolmonoxide (CO)	0.28	0.24

Verband wordt weergegeven in  $R^2$ .



Figuur B2: Scatterplots (xy-grafiek) van roetsensor (links) en het middenklasse meetinstrument (MA200; rechts) op de centrale locatie Bergen.

### Panelstudie (onderzoeksvraag 3)

Datum  
7 maart 2022

De verdeling van de concentraties van de geanalyseerde luchtverontreinigende stoffen over de gehele onderzoeksperiode is weergegeven in tabel B4.

**Tabel B4: Verdeling van de 24-uurgemiddelde gemeten concentraties van luchtverontreiniging (gepooled over de vier locaties) in de periode van het gezondheidsonderzoek (februari – mei 2021)**

	Gemiddelde (SD)	Min	Max	IQR
Levoglucosan (ng/m <sup>3</sup> )	76.70 (134.59)	2.74	1707.88	69.16
Roet (µg/m <sup>3</sup> )	0.30 (0.47)	0.01	5.67	0.28
Fijn stof (PM2,5) (µg/m <sup>3</sup> )	10.91(7.58)	2.40	75.51	7.04
Ultrafijn stof (UFP) (x1000/cm <sup>3</sup> )	5.95 (2.56)	1.31	12.88	3.82

SD = standaarddeviatie; IQR = 'interquartile range', het verschil tussen het 75<sup>e</sup> en het 25<sup>e</sup> percentiel, oftewel de range van de middelste 50% van de data; roet = roet gemeten met de roetmonitor AE33 waarbij kanaal 6 van kanaal 1 is afgetrokken.

Er wordt een grote variabiliteit waargenomen voor alle verontreinigende stoffen. De meest specifieke houtrook marker levoglucosan correleert matig tot slecht met generiek fijn stof ( $R^2 < 0.3$ ), wat suggereert dat, zoals verwacht, andere bronnen dan houtstook ook een rol spelen in de variatie van generiek fijn stof.

### Longfunctie

Tabel B5 geeft het aantal succesvolle longfunctietesten en gemiddelde ( $\pm$  SD) longfunctiemetingen van de deelnemers weer. In dit onderzoek waren meer dan 5.600 geldige longfunctietesten.

**Tabel B5: Verdeling van de dagelijkse longfunctiemetingen**

	N	Gemiddelde (SD)	Min	Max
PEF ochtend (L/min)	2439	474.20 (143.33)	167.0	781.0
FEV1 ochtend (mL/s)	2439	2880 (740)	1030	4660
PEF avond (L/min)	3182	483.67 (141.42)	156.0	780.0
FEV1 avond (mL/s)	3182	2830 (700)	1060	4690

\*N = het aantal geslaagde longfunctietesten gesplitst voor ochtend en avond.

FEV1 staat voor forced expiratory volume in 1 second en betreft het uitgeblazen volume tijdens de eerste seconde van de test, en PEF - ofwel peak expiratory flow - betreft de maximale luchtstroomsnelheid tijdens de test.

Tabellen B6 en B7 bevatten alle verbanden tussen blootstellingen gemeten op de centrale locaties en dagelijkse FEV1- en PEF-metingen. De blootstellingen die het meest indicatief zijn voor houtrook zijn levoglucosan en roet gemeten met de roetmonitor (kanaal 1-6 van de AE33 monitor (AE33 1-6) afgekort roet) (alleen uitgevoerd in IJburg en Bergen) en zelfgerapporteerde geur van houtrook. Alle verbanden werden gecorrigeerd voor temperatuur, relatieve luchtvochtigheid, pollen en duur van deelname aan het onderzoek. Verdere correctie voor zelfgerapporteerde "luchtweginfectie" in het dagboek veranderde de effectschattingen niet. In deze studie werd het verschil tussen een dag met relatief lage concentratie en een relatief hoge concentratie gebruikt om de grootte van het effect van houtrook op longfunctie uit te drukken (relatief laag is hierbij de laagste 25% van de gemeten concentratie; relatief hoog is de hoogste 25%). De effectschatting in tabel B6 voor de houtrook marker levoglucosan van -3.21 ml/s voor FEV1 betekent dat er op een dag met relatief veel levoglucosan de longfunctie 3.21 ml/s lager was vergeleken met een dag met weinig houtrook. De gemiddelde ochtend FEV1 in de onderzoeksgroep is 2880 ml/s; het gaat dus om een zeer kleine verandering.

**Datum**  
7 maart 2022

Voor de ochtend en avond longfunctiemetingen zijn zowel positieve als negatieve effectschattingen te zien voor verschillende blootstellingen. Een negatieve effectschatting is de verwachte richting: hogere luchtverontreiniging gaat samen met lagere longfunctie. Er is dus geen duidelijk houtrooksignaal te zien voor de marker levoglucosan voor de ochtend- of avond longfunctiemeting (spirometrie), omdat zowel positieve als negatieve niet-significante verbanden werden gevonden. Wanneer we kijken naar roet alleen gemeten in IJburg en Bergen met de roetmonitor, zien we niet-significante negatieve verbanden met ochtend PEF en roet, waar roet van de vorige dag een bijna significant verband heeft. Voor ochtend FEV1 is het signaal minder duidelijk met zowel positieve als negatieve verbanden, waarbij we een significant positief verband zien tussen FEV1 met roet gedurende de nacht. In tegenstelling tot de longfunctiemetingen in de ochtend werden bijna uitsluitend positieve verbanden waargenomen tussen PEF en FEV1 en roet. De marker voor de aanwezigheid van houtrook op individueel niveau ("Geur\_houtrook") en de lag daarvan heeft zowel positieve als negatieve effectschattingen voor PEF en FEV1 in de ochtend en negatieve effectschattingen voor zowel PEF als FEV1 avond, waarvan het verband met PEF en houtrook geur van de vorige dag significant was. Al het bovenstaande suggereert dat er geen consistent verband tussen houtrook en longfunctie is.

**Tabel B6: Verbanden tussen blootstelling aan houtrook en longfunctiemetingen in de ochtend**

Ochtend: Alle locaties			PEF (L/min)			FEV1 (mL/s)		
Blootstellingsindicator	Aantal observaties	N	B	LCI	UCI	B	LCI	UCI
Levoglucosan_lag0	1845	46	-0.64	-2.76	1.47	-3.21	-13.53	7.11
Levo_lag1	1836	46	0.67	-0.92	2.26	-0.99	-12.30	10.31
Levo_mean_2d	1730	46	0.10	-1.94	2.15	-5.26	-19.23	8.71
Levo_mean_5d	1745	46	1.97	-3.58	7.51	-5.19	-30.84	20.46
Geur_houtrook_lag0	1987	46	-1.75	-4.88	1.38	6.58	-8.75	21.92
Geur_houtrook_lag1	1778	46	1.09	-3.08	5.27	-0.52	-19.62	18.57
Roet_Lag_huidig uur	696	18	-0.66	-2.82	1.49	-0.14	-11.40	11.12
Roet_Lag_vorig uur	695	18	-0.70	-2.30	0.90	-2.12	-11.22	6.98
Roet_Lag_4h	696	18	-0.53	-2.21	1.15	-0.72	-10.67	9.23
Roet_Lag0	692	18	-0.52	-3.74	2.71	-1.21	-13.52	11.09
Roet_lag1	692	18	-3.36	-6.97	0.25	18.46	-3.22	40.13
Roet_mean_2d	677	18	-3.81	-8.72	1.11	24.09	-3.66	51.84
Roet_mean_5d	689	18	-3.32	-14.75	8.11	32.99	-33.32	99.31
Roet_Lag_Night	696	18	-0.25	-1.93	1.43	<b>8.85</b>	<b>1.42</b>	<b>16.29</b>

Aantal observaties = aantal waarnemingen aanwezig voor blootstelling en longfunctie. N = aantal deelnemers. Effectschattingen (B) en 95% betrouwbaarheidsinterval (LCI, UCI). Lag0 = huidige dag, Lag1 = vorige dag, mean\_2d = gemiddelde van dezelfde dag en vorige dag, mean\_5d = gemiddelde van dezelfde dag en de vorige vier dagen, Lag\_vorig uur = uur voor het huidig uur, Lag\_4h = afgelopen 4 uur, Lag\_Night = afgelopen nacht (22:00 – 7:00). roet = roet gemeten met de roetmonitor AE33 waarbij kanaal 6 van kanaal 1 is afgetrokken. **Vetgedrukt p<0.05, Vetgedrukt en Cursief p<0.01.**

**Tabel B7: Verbanden tussen blootstelling aan houtrook en longfunctiemetingen in de avond**

**Datum**  
7 maart 2022

Avond: Alle locaties			PEF (L/min)			FEV1 (mL/s)		
Blootstellingsindicator	Aantal observaties	N	B	LCI	UCI	B	LCI	UCI
Levogluosan_Lag0	2435	46	0.23	-1.47	1.92	-1.24	-7.15	4.68
Levo_Lag1	2434	46	-1.24	-3.06	0.57	2.18	-7.32	11.69
Levo_mean_2d	2291	46	-0.95	-2.75	0.84	2.66	-8.52	13.84
Levo_mean_5d	2313	46	-1.53	-4.87	1.82	2.04	15.78	19.86
Geur_houtrook_Lag0	2661	46	-1.30	-4.60	2.00	-0.99	16.47	14.49
Geur_houtrook_Lag1	2357	46	<b>-3.30</b>	<b>-6.57</b>	<b>-0.03</b>	-8.18	23.31	6.95
Roet_Lag_huidig uur	696	18	-0.66	-2.82	1.49	-0.14	11.40	11.12
Roet_Lag_vorig uur	695	18	-0.70	-2.30	0.90	-2.12	11.22	6.98
Roet_Lag_4h	696	18	-0.53	-2.21	1.15	-0.72	10.67	9.23
Roet_lag0	692	18	-0.52	-3.74	2.71	-1.21	13.52	11.09
Roet_lag1	692	18	-3.36	-6.97	0.25	18.46	-3.22	40.13
Roet_mean_2d	677	18	-3.81	-8.72	1.11	24.09	-3.66	51.84
Roet_mean_5d	689	18	-3.32	-14.75	8.11	32.99	33.32	99.31
Roet_Lag_Night	696	18	-0.25	-1.93	1.43	<b>8.85</b>	<b>1.42</b>	<b>16.29</b>

Voor betekenis van afkortingen en termen: zie tabel B6

### *Symptomen van de luchtwegen*

Tabel B8 geeft het aantal en percentage symptomen gemeld door de deelnemers in het dagelijkse dagboek weer: 14,2% voor neusklachten, 7,1% voor hoesten, 6,6% voor de LRS-combinatievariabele (een combinatie van lagere luchtwegklachten ook wel astma klachten genoemd), 5,2% voor kortademigheid na inspanning en 2,5% voor kortademigheid in rust. Zoals verwacht komen de meer astmatische klachten minder voor dan hoesten en neusklachten.

**Tabel B8: Prevalentie van dagelijkse symptomen (N = 3247)**

**Datum**  
7 maart 2022

	<b>N (%)</b>
Symptomen	562 (18.1)
Hoest (incl slijm)	219 (7.1)
Piepen	42 (1.4)
Kortademig rust	77 (2.5)
Kortademig inspanning	162 (5.2)
Neusklachten	440 (14.2)
Slapeloosheid	51 (1.6)
Wakker met kortademigheid	47 (1.5)
Influenza	168 (5.4)
Koorts	4 (0.1)
LRS (combinatie astma klachten)	203 (6.6)
Extra medicatiegebruik	50 (1.7)

Tabellen B9 t/m B13 laten de verbanden zien tussen blootstellingen gemeten op de centrale locaties en dagelijkse thuisgerapporteerde symptomen. Deze verbanden zijn gecorrigeerd voor temperatuur, relatieve luchtvochtigheid, pollentelling en duur van de deelname aan het onderzoek. Verdere correctie voor zelfgerapporteerde “luchtweginfectie” in het dagboek veranderde de effectschattingen niet. De verbanden tussen blootstelling en symptomen worden uitgedrukt in odds ratio’s (OR; in de samenvatting ‘risico’ genoemd). In deze studie gebruikten we het verschil tussen een dag met relatief lage concentratie en een relatief hoge concentratie om de OR in uit te drukken. Wanneer bijvoorbeeld gekeken wordt naar de houtrookmarker levoglucosan gemeten op dezelfde dag als het gerapporteerde medicijngebruik (tabel B9 levoglucosan\_lag0), dan blijkt dat op dagen met relatief veel levoglucosan er 1.19 keer meer medicatie voor luchtwegklachten werd gebruikt.

Voor alle geanalyseerde symptomen waren de OR’s meestal hoger dan 1 (wat betekent dat op dagen met hogere luchtverontreiniging er meer klachten waren). Voor kortademigheid in rust en extra medicatie gebruik waren deze verbanden zeer consistent met een aantal OR’s significant groter dan 1 (tabel B9). Voor neusklachten waren ook enkele van de aanvullende metingen met de roetmonitor in IJburg en Bergen significant (tabel B13). Hoewel de OR’s voor neusklachten niet significant waren voor waargenomen houtrook en levoglucosan (tabel B11), ondersteunen ze wel de bevindingen van de extra metingen gedaan in IJburg en Bergen. Dit suggereert dat er mogelijk ook een verband is tussen blootstelling aan houtrook en neusklachten. Voor de symptomen LRS (een combinatie van lagere luchtwegklachten), hoest en kortademigheid na inspanning waren alle odds ratios groter dan 1, maar niet statistisch significant (tabel B10 en B11).

**Tabel B9: Verbanden tussen blootstelling aan houtrook, kortademigheid tijdens rust en extra medicijngebruik**

Blootstellingsindicator	Aantal observaties	Kortademig rust				Extra medicijngebruik luchtwegklachten			
		Aantal cases	OR	LCI	UCI	Aantal cases	OR	LCI	UCI
Levogluconan_lag0	2797	70	1.12	0.97	1.30	46	<b>1.19</b>	<b>1.07</b>	<b>1.33</b>
Levo_lag1	2801	68	<b>1.15</b>	<b>1.01</b>	<b>1.32</b>	48	1.02	0.78	1.35
Levo_mean_2d	2637	63	<b>1.20</b>	<b>1.04</b>	<b>1.39</b>	45	<b>1.21</b>	<b>1.03</b>	<b>1.43</b>
Levo_mean_5d	2651	67	1.15	0.65	2.03	43	1.58	1.00	2.51
Geur_houtrook_lag0	3055	76	1.22	0.44	3.38	50	1.43	0.55	3.73
Geur_houtrook_lag1	2680	68	0.96	0.55	1.70	48	1.09	0.53	2.24

Aantal observaties = totaal aantal waarnemingen aanwezig voor blootstelling en symptomen. Aantal cases: aantal waarnemingen van de klacht. OR is het relatieve risico (in samenvatting 'risico' genoemd) op een klacht van een dag met hoge houtrook vergeleken met een dag met lage houtrookblootstelling. LCI en UCI (in de samenvatting respectievelijk 'laagste risico' en 'hoogste risico' genoemd) geven de onzekerheid weer in de schattingen (het zogenaamde 95% betrouwbaarheidsinterval). Lag0 = huidige dag, Lag1 = vorige dag, mean\_2d = gemiddelde van dezelfde dag en vorige dag, mean\_5d = gemiddelde van dezelfde dag en de vorige vier dagen. **Vetgedrukt p<0.05.**

**Tabel B10: Verbanden tussen blootstelling aan houtrook, symptomen van de lagere luchtwegen, en hoesten**

Blootstellingsindicator	Aantal observaties	LRS				Hoest			
		Aantal cases	OR	LCI	UCI	Aantal cases	OR	LCI	UCI
Levogluconan_lag0	2797	186	1.03	0.87	1.24	197	1.14	0.89	1.45
Levo_lag1	2801	184	1.09	0.92	1.29	199	1.10	0.92	1.32
Levo_mean_2d	2637	174	1.07	0.85	1.35	184	1.19	0.91	1.56
Levo_mean_5d	2651	180	1.13	0.64	2.01	192	1.33	0.78	2.29
Geur_houtrook_lag0	3055	201	1.05	0.76	1.46	219	0.00	0.00	0.00
Geur_houtrook_lag1	2680	179	0.88	0.54	1.43	196	0.00	0.00	0.00

Voor betekenis van afkortingen en termen: zie tabel B9; LRS = combinatie van lage luchtwegklachten



**Tabel B11: Verbanden tussen blootstelling aan houtrook, neusklachten, piepen op de borst, en kortademigheid na inspanning**

Datum  
7 maart 2022

Blootstellings-indicator	Aantal observaties	Neusklachten				Piepen op de borst				Kortademigheid na inspanning			
		Aantal cases	OR	LCI	UCI	Aantal cases	OR	LCI	UCI	Aantal cases	OR	LCI	UCI
Levo_lag0	2797	394	1.08	0.94	1.25	37	0.91	0.62	1.35	148	1.02	0.82	1.27
Levo_lag1	2801	392	1.03	0.88	1.20	37	1.13	0.88	1.44	146	1.07	0.89	1.28
Levo_mean_2d	2637	367	1.09	0.89	1.32	33	1.07	0.72	1.59	139	1.04	0.80	1.36
Levo_mean_5d	2651	370	1.03	0.70	1.51	34	1.47	0.60	3.64	144	0.98	0.56	1.70
Geur_lag0	3055	437	1.17	0.92	1.48	42	0.81	0.46	1.45	160	1.04	0.81	1.34
Geur_lag1	2680	392	1.17	0.89	1.54	34	0.75	0.39	1.43	140	0.88	0.52	1.48

Voor betekenis van afkortingen en termen: zie tabel B9

**Tabel B12: Verbanden tussen blootstelling aan houtrook, wakker worden door kortademigheid en slapeloosheid**

Blootstellings-indicator	Aantal observaties	Wakker worden door kortademigheid				Slapeloosheid			
		Aantal cases	OR	LCI	UCI	Aantal cases	OR	LCI	UCI
Levogluosan_lag0	2797	46	1.03	0.73	1.45	45	1.10	0.83	1.46
Levo_lag1	2801	46	<b>1.18</b>	<b>1.09</b>	<b>1.28</b>	46	0.82	0.65	1.03
Levo_mean_2d	2637	46	1.08	0.84	1.37	43	0.97	0.66	1.45
Levo_mean_5d	2651	46	<b>1.34</b>	<b>1.03</b>	<b>1.75</b>	45	0.85	0.31	2.33
Geur_houtrook_lag0	3055	46	1.46	0.68	3.10	51	1.15	0.27	4.91
Geur_houtrook_lag1	2680	46	0.68	0.30	1.54	47	1.30	0.69	2.46

Voor betekenis van afkortingen en termen: zie tabel B9

**Tabel B13: Verbanden tussen blootstelling aan houtrook gemeten als roet met de roetmonitor in IJburg en Bergen, en neusklachten, symptomen van de lagere luchtwegen (LRS), en hoesten**

Blootstellings-indicator	Aantal observaties	Neusklachten				LRS				Hoesten			
		Aantal cases	OR	LCI	UCI	Aantal cases	OR	LCI	UCI	Aantal cases	OR	LCI	UCI
Roet_lag0	1140	82	1.04	0.91	1.19	34	1.03	0.63	1.70	37	0.77	0.40	1.47
Roet_lag1	1140	84	1.15	1.00	1.33	35	1.14	0.65	2.02	37	0.66	0.21	2.06
Roet_mean_2d	1119	82	1.18	0.99	1.41	34	1.12	0.53	2.33	37	0.66	0.21	2.07
Roet_mean_5d	1139	83	1.34	0.73	2.45	35	1.48	0.42	5.25	37	0.67	0.07	6.24
Roet_Lag_Night	1146	83	1.12	1.07	1.18	34	1.04	0.82	1.32	37	0.83	0.51	1.37

Voor betekenis van afkortingen en termen: zie tabel B9; Lag\_Night = afgelopen nacht (22:00 – 7:00)