



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport

In dit nummer

---

Luchtverontreiniging en sterfte onderzocht  
bij 7 miljoen Nederlanders

---

Inademen houtrook niet gezond

---

Einde Europese studie langdurige  
blootstelling aan luchtverontreiniging

---

Oxidatief potentieel als indicator voor de  
schadelijke fractie van fijn stof?

---

Inzichten piekblootstelling aan ultrafijn stof  
in verkeer

---

Ziekteverwekkers reizen per fijn stof

---

Verbetering index app Luchtkwaliteit

---

Stadslucht kan nog schoner

---

Specifieke bronnen van fijn stof bekeken  
vanuit gezondheid

---

# Nieuwsbrief

## *Luchtverontreiniging en gezondheid*

december 2014

# Luchtverontreiniging en sterfte onderzocht bij 7 miljoen Nederlanders

Het RIVM heeft met behulp van nationale sterftestatistieken van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) van 7 miljoen Nederlanders het verband tussen langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging en de kans om voortijdig te sterven onderzocht.



## Luchtverontreiniging per woonadres

Het RIVM en het Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS) van de Universiteit Utrecht hebben het verband tussen langdurige blootstelling aan fijn stof (PM<sub>10</sub>) en stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) en sterfte in Nederland onderzocht. De onderzoekers hebben gebruik gemaakt van gegevens over de totale sterfte en sterfte door hart- en vaatziekten, luchtweg-aandoeningen en longkanker. In het onderzoek zijn alle Nederlanders opgenomen die in 1 januari 2004 ouder dan 30 jaar waren en toen al minstens vijf jaar op hetzelfde adres woonden. Deze mensen (het cohort) zijn gevolgd tot eind 2010, dus gedurende 7 jaar. De gegevens zijn gekoppeld aan andere data van het CBS, zoals leeftijd, geslacht, burgerlijke staat en woonadres (niet gekoppeld aan personen; versleuteld). Op basis van de versleutelde woonadressen zijn vervolgens gegevens over PM<sub>10</sub> en NO<sub>2</sub> uit 2001 aan de woonadressen van de cohortdeelnemers gekoppeld. Ook zijn geaggregeerde buurt- of wijkenmerken toegevoegd, zoals stedelijkheidsgraad en sociaaleconomische data.

## Fijn stof en stikstofdioxide beide oorzaak sterfte

Zowel PM<sub>10</sub> als NO<sub>2</sub> bleken beide, onafhankelijk van elkaar, in verband te staan met de totale sterfte en sterfte door luchtwegaandoeningen of longkanker. Een verband met sterfte door hart- en vaatziekten werd alleen gevonden met PM<sub>10</sub>. Het gezondheidsrisico liep evenredig met de blootstelling op; er zijn geen aanwijzingen gevonden voor een niveau waaronder geen extra risico op voortijdige sterfte optreedt. De laagste concentraties PM<sub>10</sub> en NO<sub>2</sub> bedroegen rond de 20 µg/m<sup>3</sup> (microgram per kubieke meter). De omvang van de gevonden gezondheidseffecten is vergelijkbaar met de resultaten van de recente grote Europese studie naar de effecten van langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging (ESCAPE: European Study of Cohorts for Air Pollution Effects. Zie ook het artikel “Einde Europese studie langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging” in deze nieuwsbrief.). De omvang van de Nederlandse studie is echter zo’n 20 maal groter dan het ESCAPE-onderzoek.

### Uniek aantal deelnemers onderzoek

In de studie is ook onderzocht of de effecten van luchtverontreiniging verschillen tussen mannen en vrouwen, tussen mensen met een verschillende sociaaleconomische status, tussen stad en platteland en tussen mensen ouder of jonger dan 65 jaar. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen de genoemde groepen gevonden. Een belangrijke tekortkoming van het werken met grootschalige registratie-data is dat vaak geen informatie beschikbaar is over leefstijlfactoren die ook bijdragen aan eerder genoemde ziekten, zoals roken, overgewicht en alcoholgebruik. Op basis van gegevens met deze factoren uit vragenlijstonderzoeken die door verschillende GGD'en in de periode 2003-2005 zijn afgenomen in diverse Nederlandse gemeenten, wordt het onwaarschijnlijk geacht dat de resultaten hierdoor vertekend zijn. Met het onderzoek beschikt Nederland op internationaal niveau over het grootste cohort (deelnemers aan het onderzoek) waarin verbanden tussen sterfte en gegevens over de luchtkwaliteit op het woonadres zijn onderzocht.

### Uitbreiding en verdieping onderzoek

Het RIVM werkt samen met het IRAS verder aan de gebruikte methodiek. Zo worden onder andere de effecten van andere omgevingsfactoren dan luchtverontreiniging onderzocht, zoals de invloed van geluid en groen in de leefomgeving. Daarnaast wordt onderzocht of het ook mogelijk is om gezondheidseffecten op andere punten dan sterfte te kunnen onderzoeken, zoals medicijngebruik. In principe is het mogelijk om in de toekomst de effecten van specifieke deeltjes in luchtverontreiniging te onderzoeken die mogelijk meer invloed op de gezondheid hebben, zoals roet en ultrafijne deeltjes in luchtverontreiniging. Ook kan gericht gekeken worden naar stedelijke omgevingen, waar een opsomming van blootstellingen aan verschillende milieufactoren optreedt. De methodiek leent zich ook om de invloed van maatregelen op de gezondheid ter verbetering van de luchtkwaliteit te evalueren.

### Referentie:

Fischer P, Marra M, Ameling C, Hoek G, Beelen R, Hoogh de K, Breugelmans O, Kruize H, Janssen NAH, Houthuijs D. **Air pollution and Mortality in the Netherlands - The Dutch Environmental Longitudinal Study (DUELS)**. Provisionally accepted.

## Inademen houtrook niet gezond

**Dat houtrook ongezond is, lijkt geen twijfel. De vraag is vooral hoeveel houtrook een mens moet inademen voordat nadelige gezondheidseffecten ontstaan. Wat is hierover bekend? De samenstelling van de door houtstook veroorzaakte luchtverontreiniging varieert sterk. Deze variatie komt ook terug in de mate van (geur)hinder en gezondheidseffecten die mensen al dan niet bewust ervaren.**



### Fijnstofdeeltjes

De meeste kennis is verzameld over de fijnstofdeeltjes in houtrook en er is veel minder bekend over het grote aantal andere chemische stoffen. Ruwweg bestaat het stof uit roet en anorganische as met een grote variatie in vorm, grootte, oplosbaarheid en chemische samenstelling. Deze verschillen in fysische en chemische eigenschappen zijn van invloed op de hinder en toxiciteit: het beïnvloedt de plek in de luchtwegen en longen waar de stoffen terechtkomen, de mate waarin ze weer worden opgeruimd en de omvang en mate van het schadelijke effect. Daarnaast zijn tal van gasvormige componenten in houtrook aanwezig, die bekend staan om hun irriterende eigenschappen voor de luchtwegen en verantwoordelijk zijn voor de typische geur. Dit laatste leidt er toe dat gezondheidseffecten door blootstelling aan houtrook niet alleen aan fijn stof kunnen worden toegeschreven. Sterker nog, het is onbekend in welke mate welke onderdelen van houtrook nu zorgen voor welk soort toxiciteit.

### Onderzoeksbevindingen

De uitkomsten van verschillende onderzoeken naar het effect van het stoken van hout op de gezondheid zijn divers. In enkele bevolkingsonderzoeken in het buitenland wordt houtrook geassocieerd met meer ziekenhuisopnamen voor hart- en vaataandoeningen en luchtwegklachten en een verslechterde longfunctie. Andere studies laten geen relatie met gezondheidseffecten zien. Studies waarbij vrijwilligers onder gecontroleerde omstandigheden gedurende twee uur zijn blootgesteld aan houtrook tonen aan dat bij inademen sprake is van milde ontstekingen in de longen. Daarbij zijn geen nadelige effecten op de longfunctie gemeten. Wel blijkt dat deze kortdurende blootstelling kan leiden tot een verhoging van bloedstolling en vermindering van de hartfunctie. Onderzoek in proefdieren (muizen en ratten), waarbij het wel mogelijk is om de effecten van langdurige inademing van houtrook te bestuderen, laat zien dat min of meer dezelfde effecten optreden en dat tevens de longfunctie vermindert. Verder blijkt dat het fijn stof in houtrook ook in verband kan worden gebracht met verergering van allergische reacties en verminderde weerstand tegen infecties.

### Gezondheidsrisico

Bovenstaande geeft een beeld van de mogelijke gezondheidseffecten die op kunnen treden, maar zeggen nog niets op de kans (risico) dát ze optreden. Hiervoor moet ook worden gekeken naar de mate en duur van de blootstelling. Deze blootstelling is niet of nauwelijks bekend en vanwege het episodische en plaatselijke karakter van houtrook moeilijk vast te stellen. Bovendien is de samenstelling van de rook telkens anders. Die samenstelling wordt in hoge mate bepaald door het stookgedrag en de keuze voor de brandstof. En juist de in het houtrookmengsel aanwezige vaste en gasvormige stoffen bepalen of iemand al dan niet direct merkbaar last heeft. Tegelijkertijd is het vrijwel onmogelijk om de effecten van houtrook te onderscheiden van andere vormen van luchtverontreiniging. Daar komt bij dat bij houtrook niet alleen sprake is van klinisch meetbare effecten, maar dat ook (geur)hinder en irritatie een rol spelen. Dit wordt dan zeer waarschijnlijk niet door het fijn stof veroorzaakt, maar door gasvormige stoffen zoals aldehydes.

### Onzekerheid

Bij elk onvolledig verbrandingsproces komen stoffen vrij die bij een zekere blootstelling zullen leiden tot gezondheidsschade. Hierin schuilt dan ook de onzekerheid: voor veel stoffen geldt dat het lichaam tot op zekere hoogte wat kan verwerken. Onduidelijk is wat dat voor de blootstelling aan houtrook betekent. Uit het tot dusver verrichte onderzoek blijkt weliswaar dat inademen van houtrook niet gezond is, maar er is nog niet bekend bij welke hoeveelheden ingeademde rook nadelige gezondheidseffecten optreden. Beter voorlichting aan stoker en gehinderde zou op korte termijn al effectief kunnen zijn om de last van en gezondheidseffecten door blootstelling aan houtrook te minimaliseren.

### Extra informatie:

Dit artikel maakt onderdeel uit van het thema Houtstook in het tijdschrift Milieu van oktober 2014, nr. 6.

#### Platform Houtstook

Op verzoek en met financiering van het ministerie van Infrastructuur en Milieu, Directie Veiligheid en Risico's, is het RIVM gestart met de oprichting van een Platform Houtstook. Het platform heeft als doel belangrijke stakeholders bij elkaar te brengen en de maatschappelijke dialoog over de overlast door houtstook te faciliteren.

# Einde Europese studie langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging

**ESCAPE (European Study of Cohorts for Air Pollution Effects); de grote Europese studie naar de effecten van langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging wordt binnenkort afgerond. ESCAPE richtte zich op vier belangrijke gezondheidseffecten van luchtverontreiniging; geboorte-uitkomsten, cognitieve ontwikkeling (proces van leren) en luchtwegaandoeningen bij kinderen, luchtwegaandoeningen bij volwassenen, hart- en vaatziekten bij volwassenen en tot slot kanker en sterfte.**



Wij gaan kort in op de belangrijkste bevindingen per gezondheidseffect:

## **Effecten geboorte en leervermogen van en luchtwegaandoeningen bij kinderen**

Vrouwen die tijdens de zwangerschap in hogere mate zijn blootgesteld aan luchtverontreiniging, hebben een hogere kans dat hun baby beperkt groeit in de baarmoeder en geboren wordt met een laag geboortegewicht. Ook bleek luchtverontreiniging, met name stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>), een verband te hebben met een vertraagde psycho-motorische ontwikkeling tijdens de kinderjaren. Daarnaast blijkt er een verband te zijn tussen hogere blootstelling en een hogere kans op longontsteking bij hele jonge kinderen en vermin-

derde longfunctie bij schoolgaande kinderen. Bij longontsteking leek de hoeveelheid zink in het stof een rol te spelen. Een verband tussen allergische gevoeligheid en astma en de mate van blootstelling aan luchtverontreiniging kon niet worden aangetoond.

## **Luchtwegaandoeningen bij volwassenen**

Ook de longfunctie van volwassenen bleek af te hangen van de mate van blootstelling aan luchtverontreiniging. Bij dit gezondheidseffect lijkt overgewicht een extra risicofactor. Chronische bronchitis en Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) onder volwassenen kunnen niet direct in verband worden gebracht met de mate van blootstelling.

### **Hart- en vaatziekten bij volwassenen**

Zowel het optreden van hersen- als hartinfarcten bleek gerelateerd aan de niveaus van de deeltjes in luchtverontreiniging. Een verband is gevonden tussen bloeddruk en hypertensie (chronisch verhoogde bloeddruk) van een persoon en de hoeveelheid verkeer in de buurt van zijn of haar woonadres.

### **Kanker en sterfte**

Zowel het voorkomen van sterfte (alle doodsoorzaken samen) als het ontstaan van longkanker bleken gerelateerd aan de mate van langdurige blootstelling aan luchtveront-

reiniging. Sterfte aan luchtwegaandoeningen (anders dan longkanker) en aan hart- en vaatziekten bleken niet gerelateerd met de blootstelling aan luchtverontreiniging.

Naar verwachting zullen in de nabije toekomst nog meer publicaties over het ESCAPE-onderzoek verschijnen. De belangrijkste boodschap van de studie is dat bij waarden onder de huidige grenswaarden voor fijn stof en NO<sub>2</sub>, gezondheidseffecten door blootstelling aan luchtverontreiniging aantoonbaar zijn. Dit betekent dat een lagere grenswaarde en het verminderen van de totale blootstelling een positief effect zullen hebben op de gezondheid.

### **Toelichting ESCAPE-project**

ESCAPE werd gecoördineerd door professor B. Brunekreef van het Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS) van de Universiteit Utrecht. Deelnemers aan de studie kwamen uit Scandinavië, het Middellandse Zeegebied en West- en Midden-Europa. Het RIVM heeft kennis ingebracht over luchtverontreiniging en geluid. Daarnaast hebben wij lokale centra in Nederland ondersteund bij het maken van geluidberekeningen.

De basis van ESCAPE was dat het onderzoek gebruik maakte van bestaande of lopende gezondheidsonderzoeken, waarbij al veel gezondheidsgegevens van de deelnemers waren verzameld. Dit betekent ook dat er al veel informatie van de deelnemers bekend was (bv. leeftijd, geslacht, rookgedrag, gewicht, beroep, woonadres) en niet opnieuw verzameld hoefde te worden. Per locatie bestond een lokale onderzochte groep uit enkele duizenden tot tienduizenden deelnemers. Een onderzochte groep in Oostenrijk bestond zelfs uit meer dan honderdduizend deelnemers.

In ESCAPE zijn aan het woonadres van alle deelnemers gegevens over de concentraties luchtverontreiniging gekoppeld (via geografische informatiesystemen) en bij een deel ook geluidgegevens. Hiertoe zijn eerst lokale metingen uitgevoerd. Met behulp van statistische berekeningen kon vervolgens per locatie gekeken worden of er een verband was tussen de blootstelling aan luchtverontreiniging of aan geluid en de onderzochte gezondheidseffecten. Het opstellen van de rekenmodellen voor de berekeningen gebeurde met vooraf vastgestelde standaarden. Een sterk punt bij deze studie was dan ook dat vervolgens voor de gezondheidsmaten een overall analyse kon worden uitgevoerd. Hierdoor konden nog preciezere uitspraken over de verbanden tussen luchtverontreiniging en gezondheid worden gedaan, dan al mogelijk was op basis van een afzonderlijke onderzoekslocatie (met vele duizenden deelnemers per locatie).

Meer informatie over ESCAPE: [www.escapeproject.eu](http://www.escapeproject.eu).

# Oxidatief potentieel als indicator voor de schadelijke fractie van fijn stof?

Het RIVM, IRAS en andere organisaties zijn op zoek naar een goede indicator voor de schadelijke fractie van fijn stof. Gedacht is aan het zogenaamde oxidatief potentieel van fijn stof. Dat is een maat voor het oxiderend vermogen van fijn stof en het vermogen om reactieve zuurstofverbindingen te vormen.



## **Van experimenteel naar observationeel**

Grenswaarden voor fijn stof zijn gebaseerd op de massa van de deeltjes. Fijn stof is echter een complex mengsel met deeltjes van verschillende grootte en chemische samenstelling, wat dan ook verschillend bijdraagt aan het effect op de gezondheid van mensen. Binnen de toxicologie zijn aanwijzingen dat het oxidatieve potentieel van fijn stof een goede indicator zou zijn voor de schadelijke fractie van fijn stof. Oxidatieve stress speelt namelijk een belangrijke rol in het veroorzaken van gezondheidsschade. Dit is echter nog niet bevestigd in epidemiologisch onderzoek.

## **Vrijwilligers**

Het RIVM onderzocht samen met onder andere het IRAS de effecten van het oxidatief potentieel van fijn stof op de gezondheid. Hiervoor zijn 31 gezonde, niet-rokende, jonge vrijwilligers gedurende vijf uur blootgesteld aan luchtverontreiniging. Dit gebeurde op vijf verschillende locaties: een ondergronds treinstation, twee verschillende drukke wegen, een veehouderij en een locatie in de stad die niet

direct wordt beïnvloed door wegen. Tijdens de periode van blootstelling spanden de vrijwilligers zich in om de hoeveelheid ingeademde lucht te verhogen. De gezondheid van hart, bloedvaten en longen werden voorafgaand aan het experiment, tijdens, direct na, twee uur erna en in de ochtend gemeten. Tijdens de blootstelling werd ter plekke de luchtverontreiniging gemeten, waaronder fijn stof, deeltjesaantallen en stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>).

## **Verbanden met oxidatief potentieel**

Het oxidatief potentieel van fijn stof werd na het experiment op drie verschillende manieren bepaald. Het oxidatief potentieel van fijn stof stond in verband met maten voor ontstekingen in de luchtwegen en neus. Vergelijkbare effecten werden echter ook gevonden met de fijnstofmassa, deeltjesaantallen en NO<sub>2</sub>. Rekenmodellen waarin de effecten van het oxidatief potentieel werden gecorrigeerd voor de effecten van de andere bestanddelen, lieten geen eenduidig beeld zien. Er werden namelijk alleen consistente verbanden met ontstekingen in de neus en luchtwegen

gevonden als metingen op de locatie met veruit de hoogste meetwaarden aan oxidatief potentieel (namelijk het ondergronds treinstation) buiten beschouwing werden gelaten. Voor de longfunctie en verschillende stoffen in het bloed die de effecten op hart- en bloedvaten voorspellen, is geen verband met het oxidatief potentieel aangetoond. Dit terwijl voor deze gezondheidseffecten wel een verband met NO<sub>2</sub>, organisch koolstof, sulfaat en nitraat werd gevonden.

#### Wel of geen meerwaarde als indicator?

De studie geeft weinig ondersteuning voor een meerwaarde van het meten van het oxidatief potentieel van fijn stof ten opzichte van andere, meer gangbare indicatoren. Er zijn echter alleen acute effecten bij gezonde vrijwilligers onderzocht. Het RIVM en de Universiteit Utrecht onderzoeken momenteel of het oxidatief potentieel mogelijk wel een

betere voorspeller is van effecten van langdurige blootstelling. Hierbij wordt gekeken naar verbanden van onder andere effecten op de luchtwegen van kinderen en de relatie met vervroegde sterfte.

#### Referentie:

Janssen NAH, Strak M, Yang A, Hellack B, Kelly FJ, Kuhlbusch TAJ, Harrison RM, Brunekreef B, Cassee FR, Steenhof M, Hoek G. **Associations between three specific a-cellular measures of the oxidative potential of particulate matter and markers of acute airway and nasal inflammation in health adults.** *Occup Environ Med*; in press. doi: 10.1136/oemed-2014-102303.

## Inzichten piekblootstelling aan ultrafijn stof in verkeer

Voor veel mensen levert het dagelijkse woon-werkverkeer over de weg een groot deel van de totale blootstelling aan luchtverontreiniging, met inbegrip van de ultrafijne deeltjes in het mengsel van luchtverontreiniging. Toch is er nog weinig informatie over de gevolgen van deze piekblootstelling voor de gezondheid. In recent Amerikaans onderzoek heeft men de invloed op acute oxidatieve stress in de luchtwegen en veranderingen in de hartfunctie tijdens verblijf in het verkeer onderzocht. Dit gebeurde door controle en wijziging van de samenstelling van de lucht met gezuiverde lucht.



#### Zuivering lucht in de auto

21 jonge volwassenen werden twee keer gedurende een rit van 1,5 uur in een personenauto in de ochtendspits gevolgd. In de auto werden gemiddeld 40.000 deeltjes per milliliter lucht gemeten en ongeveer 12 µg/m<sup>3</sup> fijn stof (PM<sub>2,5</sub>). Bij een van de twee ritten kregen de proefpersonen gezuiverde lucht via een ademhalingsstoestel. Door deze zuivering werd de blootstelling aan ultrafijne deeltjes met 99% verminderd en de hoeveelheid PM<sub>2,5</sub> in de lucht tot 10% teruggebracht. Op de foto toont een onderzoeker hoe de

proefpersonen werden uitgerust met het ademhalingsstoestel en apparatuur om de luchtkwaliteit te meten.

#### Aantal deeltjes relevant voor oxidatieve stress

Direct na de autoritten werden een aantal indicatoren voor de gezondheid gemeten. De belangrijkste observatie was dat het aantal deeltjes (waaronder ultrafijn stof) waaraan de proefpersonen zijn blootgesteld, voorspellend was voor de mate van oxidatieve stress. De duur dat een persoon verbleef in het verkeer, heeft echter geen invloed gehad op de hartfunctie.

#### Buffercapaciteit van het lichaam

Verhogingen van indicatoren van oxidatieve stress in uitgeademde lucht zijn een aanwijzing dat vooral de ultrafijne deeltjes acute veranderingen in ons lichaam kunnen veroorzaken. In welke mate dit zal leiden tot echt schadelijke effecten of wat de capaciteit van het lichaam is om met deze piekblootstellingen om te gaan, is nog

niet eenduidig vastgesteld. Het onderzoek bevestigt eerdere bevindingen van het RIVM en de Universiteit van Edinburgh dat een proefpersoon snel herstelt van de gevolgen van eenmalige hoge blootstelling. Toch is het aannemelijk dat bij herhalende piekblootstellingen deze bufferende capaciteit afneemt. Kortom, over de blootstelling aan ultrafijn stof en het effect op de gezondheid is nog veel onduidelijk, behalve dat het niet gelijk kan worden gesteld aan blootstelling aan PM<sub>2,5</sub>.

#### Referentie:

Laumbach RJ, Kipen HM, Ko S, Kelly-McNeil K, Cepeda C, Pettit A, Ohman-Strickland P, Zhang L, Zhang J, Gong J, Veleeparambil M, Gow AJ. **A controlled trial of acute effects of human exposure to traffic particles on pulmonary oxidative stress and heart rate variability.** *Particle and Fibre Toxicology* 2014, 11 :45



## Ziekteverwekkers reizen per fijn stof

De samenstelling van fijn stof speelt een grote rol bij het ontwikkelen van gezondheidsproblemen. Micro-organismen maken deel uit van fijn stof en sommigen kunnen infecties veroorzaken. Hoeveel en welke soorten micro-organismen in fijn stof voorkomen, is nog nauwelijks bekend. Een belangrijke reden hiervoor is dat de apparatuur waarmee metingen van micro-organismen in de lucht worden uitgevoerd, niet altijd geschikt zijn. Het RIVM heeft daarom een verkennend onderzoek uitgevoerd om metingen van micro-organismen in de lucht te verbeteren.



### Micro-organismen en fijn stof

Delen van micro-organismen waaronder allergenen en endotoxines (resten van bacteriën) komen in fijn stof voor. Maar ook intacte levende micro-organismen kunnen aanwezig zijn in fijn stof. Voorbeelden hiervan zijn bacteriën, virussen en schimmels. Sommige van deze micro-organismen kunnen infecties veroorzaken. Een aantal belangrijke ziekteverwekkers, met name veroorzakers van luchtwegziektes, kunnen zo verspreid worden door de lucht. We kennen allemaal wel Q-koorts, Legionellose en Influenza. Hoewel de meeste micro-organismen niet in lucht overleven, lukt het sommige organismen wel. Dit maakt verspreiding over grotere afstanden makkelijker. In een landbouwomgeving, bij rioolwaterzuiveringsinstallaties of bij de verbranding van biomassa (plantaardig en dierlijk restmateriaal) is een verhoogde blootstelling aan ziekteverwekkende micro-organismen mogelijk. Een goed beeld van micro-organismen in fijn stof kan studies naar volksgezondheidrisico's als gevolg van luchtvervuiling sterk verbeteren.

### Micro-organismen meten in de lucht

Micro-organismen bestuderen in lucht is lastig, vooral door de beperkingen van de verzamelapparatuur. Het is moeilijk om genoeg materiaal van voldoende kwaliteit te verzamelen. De hoeveelheden ziekteverwekkende micro-organismen kunnen zeer laag zijn, vooral in de buitenlucht. Het materiaal moet daarom sterk geconcentreerd worden om voldoende te hebben voor onderzoek. Daarnaast zijn er verschillende eisen aan de apparatuur voor het verzamelen van levende ziekteverwekkers of bij het meten van specifieke onderdelen van de micro-organismen. In het verkennende RIVM-onderzoek genaamd ISPAM (Innovative Sampling for Particulate Aerosols for Microorganisms) is gekeken of apparatuur wat geschikt is voor het verzamelen van grote hoeveelheden fijn stof ook gebruikt kan worden voor het bestuderen van micro-organismen. Naast het verzamelen van veel stof is het daarnaast mogelijk om te kijken in welke grootteklassen van fijn stof (grof, fijn of ultrafijn) de micro-organismen zitten. Deze grootteklassen geven waardevolle informatie over de blootstelling van

mensen. Kleinere deeltjes verspreiden zich verder en dringen bij inademing tot diep in de longen. Dit laatste heeft grote consequenties voor infectierisico's, want alleen ziekteverwekkers die de diepere luchtwegen bereiken, vormen een infectierisico.

### Micro-organismen rond boerderijen

Binnen het ISPAM-project is fijn stof verzameld nabij een varkens- en een kippenboerderij. In alle grootteklassen van het fijn stof werden de zogenaamde indicatormicroben Staphylococcus en E. coli gevonden. E. coli was nog niet eerder gekweekt vanuit luchtmonsters. De aantallen Staphylococci waren aanzienlijk hoger dan die gemeten met standaard apparatuur voor het verzamelen van luchtmonsters. In het materiaal dat bovenwinds van de stallen verzameld was, werden geen E. coli en veel lagere hoeveelheden Staphylococci gemeten. De metingen lieten ook zien dat het grootste deel van de gemeten micro-organismen zich bevond in de grootste fijnstofklasse

(PM<sub>2,5-10</sub>) en het kleinste deel in de kleinste klasse (PM<sub>0,1-2,5</sub>). In het nog voortgaande onderzoek wil het RIVM onderzoeken welke micro-organismen er nog meer allemaal in fijn stof zitten (het 'microbioom'). En tevens of er verschillen zijn tussen de micro-organismen in de verschillende groottefracties, waaronder mogelijk ziekteverwekkers.

### Betere schattingen blootstelling

De nieuwe meetmethodes kunnen blootstellings-schattingen verbeteren. Vooral door gegevens over de grootte van de stofdeeltjes waarop pathogenen (ziekteverwekkers van biologische oorsprong) zich bevinden en door betere mogelijkheden om te meten of pathogenen nog leven wanneer ze verspreid worden door de lucht. Dit zal de kwantitatieve risicoschattingen verbeteren van gezondheidsbedreigingen vanuit de lucht, bijvoorbeeld de gezondheidseffecten van zoönosen (infectieziekten die overdraagbaar zijn van dier op mens).

## Verbetering index app Luchtkwaliteit

Het RIVM werkt samen met de GGD Amsterdam een luchtkwaliteitsindex uit die een betere duiding kan geven aan de informatie die wordt gepresenteerd in de app Luchtkwaliteit en op de website van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (<http://www.lml.rivm.nl/>).



### Verbeterpunt

De app geeft de actuele waarde (per uur of gemiddeld over 24 uur) van drie componenten (stikstofdioxide, fijn stof en ozon) op een door de gebruiker geselecteerd meetstation. De duiding van de waarden en handelingsperspectieven zijn echter te beperkt. Dit blijkt na raadpleging van experts op het gebied van luchtkwaliteit en potentiële gebruikers van de app. Om deze reden hebben de GGD'en aan het RIVM gevraagd om een index te

maken die de luchtkwaliteit weergeeft in één getal.

### Positief voor de gezondheid

De duiding wordt in klassen van luchtkwaliteit gegeven op basis van schattingen over blootstelling en gezondheidseffecten. Bij ieder van deze klassen worden adviezen gegeven (bv. over het uitstellen van inspannende activiteiten), voor zowel de algemene bevolking als gevoelige groepen (bv. ouderen of astmapatiënten). Het belangrijkste doel is om mensen de mogelijkheid te geven hoge blootstelling aan luchtverontreiniging zoveel mogelijk te beperken en daarmee negatieve gezondheidseffecten te voorkomen.

### Nieuwe versie app

Het rapport met een voorstel voor verbetering van de luchtkwaliteitsindex komt binnenkort uit. De adviezen in het rapport zijn bedoeld voor de makers van de app, namelijk DCMR Milieudienst Rijnmond, de GGD

Amsterdam en het RIVM. De adviezen worden meegenomen in een nieuwe versie van de app en in de bijbehorende informatie op diverse websites. Andere adviezen zijn het gedetailleerder kunnen modelleren (een bepaalde situatie schetsen in een rekenprogramma) van luchtverontreiniging en het toevoegen van informatie over roet.

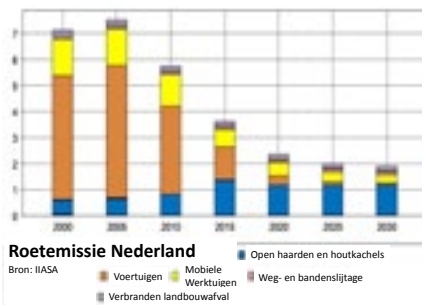
### App luchtkwaliteit

De app geeft de actuele gemeten waarden op luchtmeetstations in Nederland en de mate van gemeten luchtverontreiniging. Daarnaast wordt een verwachting voor de volgende dag gegeven en kan worden teruggekeken naar de concentraties van de afgelopen dagen. Het is ook mogelijk om een persoonlijk waarschuwniveau in te stellen voor als de luchtverontreiniging bepaalde waarden dreigen te overschrijden. De app is gratis verkrijgbaar via Google Play en de Apple Store.

# Stadslucht kan nog schoner

Vrijwel overal in Nederland wordt inmiddels voldaan aan de Europese grenswaarden voor luchtkwaliteit. Toch zijn er nog steeds risico's voor de gezondheid en kan de luchtkwaliteit dus verder verbeterd worden. De Europese Unie heeft vastgesteld dat de risico's tot een aanvaardbaar niveau moeten worden teruggebracht. Maar hoe doen we dat?

## Advies WHO verlengt leven



Fijn stof is een van de bestanddelen van luchtverontreiniging. Aangezien volgens de Volksgezondheid Toekomst Verkenning driekwart van de ziektelast door luchtverontreiniging aan fijn stof toe te wijzen is, concentreren wij ons daar op voor dit artikel. Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) bestaat er voor fijn stof geen veilige grenswaarde. Voor nu adviseren zij te streven naar 10 µg/m<sup>3</sup> fijn stof in de lucht. Als wij het bestaande luchtbeleid en het voorgestelde nieuwe klimaat- en energiebeleid (onder andere 40% minder uitstoot van koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>)) volledig uitvoeren, kan in 2030 vrijwel overal in Nederland de advieswaarde van de WHO worden gehaald. Dat zou de gemiddelde levensverwachting met 3 maanden per persoon verlengen. En daarnaast het ziekteverzuim door blootstelling aan fijn stof met een derde verminderen.

## Luchtbeleid

Het luchtbeleid zorgt grotendeels voor vermindering van de uitstoot van verkeer. De uitstoot van fijn stof door verkeer zal tussen 2010 en 2020 halveren en de uitstoot van roet zal in deze periode vrijwel verdwijnen. Vooral de blootstelling van mensen aan fijn stof langs wegen en in steden zal verminderen. De bronnen van fijn stof die in 2030 overblijven, zijn onder andere houtstook, scheepvaart en landbouw.

## Wat moet ervoor gebeuren?

Van belang is dat fabrikanten, overheden, inspectiediensten en de Europese Commissie zorgen dat in de praktijk wordt voldaan aan de nieuwe normen voor de uitstoot van voertuigen en dat oudere voertuigen uit het straatbeeld verdwijnen. Bij APK-keuringen moet worden gekeken of de roetfilters en katalysatoren in auto's goed werken. Klimaat- en energiebeleid zijn van belang om te bevorderen dat oude apparaten en ketels in huis worden vervangen door schone en efficiënte exemplaren. Het gebruik van fossiele energie (bv. aardgas en steenkool) voor het verwarmen van ruimtes en het opwekken van energie kan ook verder teruggedrongen worden.

## Lokale maatregelen

Lokale fijnstofuitstoot in steden draagt beperkt bij aan de totale ziektelast, dus lokale maatregelen alleen zijn onvoldoende. Internationaal beleid blijft belangrijk. Een stad kan ervoor kiezen om aanvullend beleid op te stellen om de luchtkwaliteit sneller te kunnen verbeteren. Bijvoorbeeld door bij aanbesteding en vergunningverlening eisen te stellen aan de uitstoot van mobiele werktuigen. Of door gezonde mobiliteit (fietsen en lopen) en elektrisch rijden te bevorderen. Het ene gebied in een stad is soms schoner dan een ander gebied. Om die scheve verdeling te verminderen, is het belangrijk dat de gemiddelde blootstelling in de stad niet omhoog gaat. Anders neemt de totale ziektelast toe. Het instellen van milieuzones kan een goede maatregel zijn.

## Roet en ammoniak

Roet is een schadelijk bestanddeel van fijn stof. Als voertuigen in de praktijk aan de nieuwe emissienormen voldoen, zal de uitstoot van roet sterk afnemen. Dit komt doordat roet maar 10% uitmaakt van de fijnstofconcentraties, dus is roetbeleid alleen onvoldoende om de WHO-advieswaarde te halen. De stofdeeltjes ammoniumnitraat en ammoniumsulfaat, welke in de lucht worden gevormd uit onder andere de ammoniakuitstoot vanuit de landbouw, zullen het belangrijkste bestanddeel van fijn stof zijn in 2030 en de helft van de blootstelling aan fijn stof in steden bepalen. De blootstelling van mensen is in het voorjaar, tijdens het uitrijden van mest, hoger dan de advieswaarde van de WHO. Bovendien zal het lastig zijn om met alleen het bestaande beleid de advieswaarde te halen in Zuid- en Oost-Nederland, doordat daar meer vee aanwezig is. Aanvullend beleid voor ammoniak is dus niet alleen nodig voor de bescherming van Natura2000-gebieden, maar ook voor de volksgezondheid, zelfs in steden.

## Referenties:

Europese Commissie (2013). Impact Assessment accompanying the Clean Air Programme for Europe.  
WHO (2005). WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005.

# Specifieke bronnen van fijn stof bekeken vanuit gezondheid

De uitstoot van verkeer is de afgelopen decennia sterk verminderd en de EU grenswaarde voor fijn stof wordt nagenoeg overal gehaald. De overheid wil daarom weten welke bronnen nu nog gericht aangepakt kunnen worden met het oog op verdere verbetering van de gezondheid. Het RIVM heeft een zogenaamde inhalatiestudie uitgevoerd ter ondersteuning van de besluitvorming. In deze studie is onderzocht wat de mate van schadelijkheid is van fijn stof afkomstig van specifieke bronnen, zoals rem en bandenslijtage, dieselmotoren, landbouwhuisdieren en houtstook.



## Bronnen van fijn stof

Het van verkeer afkomstige fijn stof komt niet alleen uit de uitlaat maar ook door slijtage van remmen en banden. De uitstoot via auto-uitlaten is sterk afgenomen door een continue verbetering van de motortechnologie en nabehandeling door filters en katalysatoren. Daardoor is het aandeel van slijtagemateriaal van remmen, banden en wegdek aan fijn stof de laatste jaren toegenomen. Wat dit betekent voor de gezondheid is grotendeels onbekend. Het is wel bekend dat remstof veel koper bevat wat bij inademen kan leiden tot ontstekingen in de longen. De uitstoot

van landbouwhuisdieren zoals kippen en varkens en houtstook zijn heel lokaal (zie ook het artikel "Inademen houtrook niet gezond" in deze nieuwsbrief). Er is ook nog weinig bekend over de nadelige effecten op de gezondheid bij het inademen van fijn stof afkomstig van deze twee bronnen. Bij houtstook is het belangrijk dat de stookcondities goed zijn, zodat volledige verbranding plaatsvindt waardoor de uitstoot van schadelijke stoffen aanzienlijk vermindert. Voor landbouwhuisdieren geldt dat er niet alleen sprake is van ammoniak maar ook van allerlei ander stof inclusief micro-organismen. Ook dit maakt onderdeel uit van fijn stof (zie ook het artikel "Ziekteverwekkers reizen per fijn stof" in deze nieuwsbrief).

## Inhalatiestudie

Het RIVM heeft fijn stof van een reeks specifieke bronnen verzameld, waaronder fijn stof van een moderne houtkachel bij goede en wat minder goede verbrandingscondities en bij het

gebruik van verouderde kacheltechnologie. Muizen zijn een aantal uur blootgesteld aan fijn stof van een specifieke bron door het in te ademen. Vervolgens zijn de effecten op vooral de longen onderzocht. Momenteel worden de resultaten van deze studie uitgewerkt en zal spoedig duidelijk worden op welke bronnen het beleid zou kunnen inzetten om vanuit gezondheidskundig oogpunt de uitstoot van fijn stof te verminderen. Uit analyses van het oxidatief potentieel (zie ook het artikel "Oxidatief potentieel als indicator voor gezondheidseffecten fijn stof?" in deze nieuwsbrief) bleek al dat vooral remslijtage met een hoog kopergehalte veel reactiever was dan bijvoorbeeld dieselroet of wegdekslijtage.

Deze nieuwsbrief is een publicatie van het beleidsondersteunende project 'Luchtverontreiniging en gezondheid'. Dit project wordt uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu. Het doel is beleidsdirecties, professionals en overige geïnteresseerden te informeren over gegevens uit de wetenschap over dit onderwerp.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
www.rivm.nl

december 2014

**Redactie:**

Flemming Cassee  
Paul Fischer  
Miriam Gerlofs-Nijland  
Ingmar Janse  
Nicole Janssen  
Ingrid van Kuilenburg  
Rob Maas

**Contact:**

tel nr 030 - 274 3804  
e-mail: [dmg@rivm.nl](mailto:dmg@rivm.nl)

*De zorg voor morgen begint vandaag*