



Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Ministerie van VROM
Directie Klimaatverandering en Industrie (IPC 650)
T.a.v. Drs H. Bolscher (directeur)
Postbus 30945
2500 GX 'S GRAVENHAGE

Onderwerp

Verwachte gezondheidseffecten van roetfilters per saldo positief.

Geachte heer Bolscher,

Datum

16 april 2007

Ons kenmerk

050/07 MGO FC/Fc

Blad

1/5

Behandeld door

F.R. Cassee

Centrum voor Milieu-

Gezondheid onderzoek

Tel 030 274 2406

Fax 030 274 4448

f.cassee@rivm.nl

Bijlagen

1

Kopie aan

Mw. Dr. K. de Witte

Dr. K. Krijgsheld

Dr. P. van Zoonen

Dr. ir. R.D. Woittiez

In de media is aandacht gevraagd voor de mogelijke gezondheidsrisico's van ultra fijne deeltjes die ontstaan door toepassing van retrofit-roetfilters op dieselmotoren van personenauto's. Op 24 maart 2007 is in het NRC Handelsblad hierover een artikel geplaatst en op 16 april is in een groot aantal regionale dagbladen ook aan deze materie aandacht geschonken. In deze artikelen wordt gemeld dat de omstandigheden in zo'n filter „ideaal” zijn voor de vorming van zeer kleine (ultrafijn), giftige deeltjes die kanker en genetische beschadigingen kunnen veroorzaken. Deze deeltjes zouden ontstaan in het roetfilter en er niet door worden tegengehouden.

De centrale vraag is echter welke gezondheidsrisico's gepaard gaan met deze verandering in samenstelling van de stoffen die na een retrofit-roetfilter alsnog door een uitlaat in de lucht terecht komen. In dit rapport geven wij aan dat het RIVM het toepassen van retrofit-roetfilters niet als een zorgwekkende ontwikkeling beschouwt. Wel blijkt dat de kennis over de mogelijke ongewenste neveneffecten op de volksgezondheid nader onderzoek vereist.

Om die vraag te beantwoorden is een risico-evaluatie nodig. Niet alleen voor de deeltjes maar voor de samenstelling van het hele uitlaatmengsel. Per slot van rekening willen we weten wat het netto effect is van het toepassen van retrofit-roetfilters en niet alleen het effect van het afvangen van roet. Een dergelijke analyse van de gezondheidsrisico's van de bijproducten van retrofit-roetfilters voor dieselloertuigen is tot op heden nog niet gepubliceerd. Bij de risico-evaluatie gaat het om het beantwoorden van een aantal deelvragen:

1. Welke hoeveelheid van deeltjes wordt in de lucht gebracht en tot welke concentraties leidt dit; welke hoeveelheid deeltjes wordt door de filters verwijderd en welke concentratie reductie geeft dit en wat zijn de rest emissies in aard en samenstelling?
2. In welke mate worden mensen feitelijk blootgesteld (in contact) met die emissies?
3. Wat is de hoeveelheid (dosis) van de emissies, waaronder de 'zeer kleine' deeltjes, die in de luchtwegen en longen terecht komt?
4. Wat is de toxiciteit van de deeltjes en welke gezondheidseffecten heeft die dosis?
5. Bij hoeveel mensen treden de gezondheidseffecten op en wat is de ernst en duur van die effecten?

De antwoorden van die vragen moeten dan afgezet worden tegen antwoorden op verwachte positieve bijdragen van de retrofit-filters.

Een dergelijke analyse over de volle breedte is voor zo ver bekend nog niet uitgevoerd. Kan daarom nog geen voorlopig oordeel geveld worden? Ja, op basis van de huidige inzichten kan dat wel. Het voorlopige oordeel luidt dat verwachte gezondheidseffecten van de introductie van retrofit-roetfilters voor dieselauto's per saldo positief zijn.

Hieronder lopen wij stapsgewijs de onderdelen van de risico-evaluatie langs:

Welke hoeveelheid van ultrafijne deeltjes wordt in de lucht gebracht en tot welke concentraties leidt dit?

Deeltjes en ultrafijne deeltjes ontstaan bij de normale verbrandingsprocessen in benzine en dieselmotoren. De fijne deeltjes met diameter kleiner dan 2,5 micrometer worden door de filters verwijderd. De door de Nederlandse overheid gestimuleerde retrofit filters behalen daarbij een geschatte maximale effectiviteit van 30 %. Het oxidatieproces verandert de samenstelling van het uitlaatgasmengsel. Naast een toename van stikstofdioxide wordt melding gemaakt van een verhoogd aantal zeer kleine deeltjes die een (semi-) vluchtig karakter hebben. Het is een misverstand als er gedacht wordt dat het (alleen) om zeer fijn roet gaat.

Netto wordt de gewichthoeveelheid fijn stof gereduceerd door de filters. Het aandeel (in gewicht en aantal) ultrafijne deeltjes kan toenemen. Ook verandert de samenstelling van die deeltjes. Cruciaal wordt dan de vraag bij 4: wat is de toxiciteit van de fijne en van de ultrafijne deeltjes.

In welke mate zijn mensen feitelijk blootgesteld (in contact) met die concentraties?

Over blootstelling van mensen aan fijn stof is veel bekend. Verhoogde blootstelling aan verkeegerelateerd fijn stof treedt vooral op binnen de eerste paar honderd meter rond verkeersaders en bij de verkeersdeelnemers zelf. De fijn stof deeltjes zijn klein genoeg om ook gemakkelijk in het binnenmilieu door te dringen.

Over blootstelling aan ultrafijne deeltjes is veel minder bekend. Deze blootstelling is ook veel moeilijker te meten. De ultrafijne deeltjes blijven een relatief korte tijd in de lucht alvorens samen te klonteren en aan te groeien tot grotere deeltjes of te verdampen. Ze blijven dus tot een kleiner gebied beperkt. Netto worden er dus minder mensen blootgesteld aan verhoogde niveaus van ultrafijne deeltjes dan aan de fijne deeltjes. Het is dus belangrijk om te bepalen welke groepen mensen wanneer en waaraan worden blootgesteld.

Wat is de dosis van de ultrafijne deeltjes in de luchtwegen en longen?

Modelberekeningen laten zien dat verreweg de meeste van de hier bedoelde zeer kleine deeltjes (<0,2 µm) na inademen achter blijven in het lichaam. Als regel geldt dat hoe kleiner het deeltje, hoe groter de kans dat deze diep de longen kan binnendringen. In absolute hoeveelheid (massa) is de dosis van het ultrafijne stof klein. Wanneer we de dosis uitdrukken in termen van de aantallen deeltjes is deze veel groter. De dosis-effect relaties zijn evenwel gebaseerd op de massa en niet op aantallen deeltjes.

Wat is de toxiciteit van de deeltjes en welke lokale en systemische gezondheidseffecten heeft die dosis?

Hoewel veel nog onbekend is over de specifieke toxische eigenschappen van fijn stof, zijn wij van mening dat er bewijs is dat zeer fijn stof per gram massa (<0,2 µm) als toxischer gezien kan worden dan grotere deeltjes.

Over de toxiciteit van de zeer kleine deeltjes die na passage door een retrofit-roetfilter worden uitgestoten is echter relatief weinig bekend. Zowel fysische als chemische

Datum

16 april 2007

Ons kenmerk

050/07 MGO FC/Fc

Blad

3/5

eigenschappen spelen een rol in de toxiciteit. Voor de goede orde, we spreken hier over de toxiciteit in de mens, en niet over potentiële toxiciteit zoals die buiten het lichaam in (in vitro) testsystemen bepaald kan worden. Ook al zijn de stoffen die uit de uitlaat komen zeer toxisch, dan nog is het mogelijk dat ze door veranderingen in de lucht hun toxiciteit verliezen en op moment dat ze worden ingeademd al veel van hun schadelijke potentie hebben verloren. De specifieke mechanismen die tot gezondheidseffecten leiden door fijn stof, zijn nog maar beperkt begrepen. Oxidatieve stress, ontstekingsreacties, immunologische reacties en directe interacties met hersenen en hart zijn enkele voorbeelden waarvan bekend is dat die kunnen optreden na blootstelling aan veelal zeer hoge kortdurende blootstellingen. Kankerverwekkende eigenschappen lijken maar een beperkte rol te spelen, al laten die zich moeilijk adequaat onderzoeken in de mens.

Bij hoeveel mensen treden effecten op?

Iedereen ademt lucht in waar fijn stof in zit. Op basis van sterftecijfer en omvang van de populatie is berekend dat ook fijn stof de levensduur verkort. Roet is onderdeel van het fijn stof en een recent nog niet gepubliceerd onderzoek van het RIVM heeft aangetoond dat dit verband ook geldt voor roet (zwarte rook). Ook lijken bestaande ziekten te worden verergerd. Voor de meeste van die effecten zijn er geen duidelijke drempelwaardes te onderkennen. Dit betekent dat bij een reductie van de niveaus van fijn stof en roet door roetfilters een proportionele daling van het aantal mensen met gezondheidseffecten verwacht mag worden.

Wat is er wel bekend over rol van retrofit-roetfilters op de toxiciteit van de emissie?

- Verschillende onderzoeksgroepen (University of Southern California, University of California Los Angeles, VTT Technical Research Centre of Finland) hebben aangetoond dat er een hoger oxidatief potentieel is van de emissies bij dieselloertuigen voorzien van een retrofit-roetfilter, wanneer dit op massabasis wordt uitgedrukt. Echter, in absolute zin is de reactiviteit van het mengsel wel degelijk afgenomen. Dit is dan ook consistent met het onderzoek naar de mutageniteit van de verschillende soorten emissies: het gebruik van een oxidatiekatalysator plus deeltjes filter zorgt voor afname van de mutageniteit van de rest stoffen die uit de uitlaat komen ten opzichte van het gebruik van alleen een oxidatie katalysator. Het grootste deel van de mutagene activiteit zit dus in de fractie met de deeltjes en niet in de fractie met de semi-vluchtige componenten die gemakkelijker door een retrofit-roetfilter heengaan. (Kado et al., 2005; Erkkilä et al., 2004).
- De Californische onderzoeksgroep heeft metingen verricht in tunnels waarbij een scheiding was aangebracht tussen zwaar en licht (bijna alles benzine) verkeer. De afmetingen van de meeste deeltjes in beide tunnels liggen tussen de 15-20 nanometer. Deze dragen nagenoeg niet bij aan de massa. Circa 70 % van de emissies van het vrachtverkeer bestond uit roet. Door de gegevens met metingen van 7 jaar eerder te vergelijken konden de onderzoekers vaststellen dat de totale fijnstofmassa weliswaar was gedaald, maar dat de aantallen deeltjes waren toegenomen. Dit effect wordt toegeschreven aan het duidelijk hogere percentage vrachtwagens, die met een roetfilter zijn uitgerust, naast het feit dat de verouderde voertuigen met relatief grote uitstoot steeds minder voorkomen. (Geller et al., 2005).
- Franse onderzoekers van het Franse Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) te Rouen laten zien dat de reactiviteit van de emissie na passage door een oxidatie katalysator (onderdeel van zowel bij retrofit als bij in de fabriek gemonteerde systemen) per massa verhoogd is. Hoewel er ook effecten op hartfalen in een zeer gevoelig diermodel werden gemeten, zijn deze effecten subtiel en duiden mogelijk op aanpassingreacties. Onder bepaalde 'rijomstandigheden' wordt een toename van het stikstofdioxide (NO₂) gehalte gemeten. Biologische testsystemen laten een verband zien tussen toxiciteit en de verhouding NO₂ en NO_x en laten

Datum

16 april 2007

Ons kenmerk

050/07 MGO FC/FC

Blad

4/5

tegelijktijd geen grote effecten zien van de deeltjes zelf. Dit duidt erop dat als er al een schadelijker mengsel zou ontstaan, dat dit dan niet gezocht moet worden in de zeer kleine deeltjes die door het filter heen komen. Door de WHO is aangegeven dat de NO₂ concentraties waar de mens aan wordt blootgesteld zelf niet zullen leiden tot gezondheidseffecten. NO₂ moet worden beschouwd als een indicator voor stoffen die niet worden gemeten. Ook geven ze aan dat het soort filter een belangrijke invloed heeft op de toxiciteit van de emissies. Het onderzoek is echter nog niet afgerond en gepubliceerd.

- Onderzoek uitgevoerd bij het Amerikaanse Lovelace Respiratory Research Institute, Albuquerque, NM (McDonald et al, 2004) laat zien dat in dierstudies waarbij gebruik werd gemaakt van brandstoffen met een laag zwavelgehalte en een keramisch roetfilter met katalysator ontstekingen in de longen na inhalatie van dieselmotoremissies bijna volledig konden worden voorkomen. De conclusie van de onderzoekers is dat de toepassing van deze techniek een duidelijk voordeel voor de gezondheid oplevert. Deze conclusie kan niet generaliseerd worden vanwege de aanzienlijke variatie in technologieën om de dieselmotoremissies te reduceren en de condities waarbij wordt getest. Zo is bekend dat er grote verschillen en effectiviteit zijn tussen gebruik in stadsomgeving en een snelweg waarbij continue kan worden gereden.

Per saldo

Op grond van bovengenoemde overwegingen achten wij per saldo het verwachte gezondheidseffect van retrofit-roetfilters positief. Dit ondanks de aanzienlijke onzekerheden die gepaard gaan met een voorlopige risico-evaluatie. Er zijn aanwijzingen dat de door retrofit-roetfilters nieuw gevormde verontreinigingen veel toxischer zijn dan de stoffen uitgestoten door een dieselauto zonder filter. Hoewel de uitworp van deze verontreinigingen door retrofit-roetfilters mogelijk kan toenemen zal de gezondheidsbalans toch positief zijn en de hoeveelheid fijnstof uitgedrukt als massa afnemen. Bij de huidige inzichten van de WHO wordt reductie van de massaconcentratie van fijn stof nog steeds als een 'no regret' benadering gezien. Vanuit die optiek is een toename van aantallen ultrafijne deeltjes minder relevant dan een afname van de totale massa van de deeltjes.

Het vervolg

Het zal uit het voorgaande duidelijk zijn dat wij de toename van schadelijke gezondheidseffecten op de volksgezondheid door toepassen van roetfilters niet waarschijnlijk achten, uitsluiten kunnen we het overigens niet.

Duidelijk is dat de gegevens over de nadelige effecten zeer beperkt zijn. Er is nog slechts weinig onderzoek gedaan om deze nadelen (en ook de voordelen) goed in kaart te brengen. Het RIVM is betrokken bij internationaal onderzoek naar de gezondheidseffecten van dieselmotoremissies en de effecten van het gebruik van filters. De verwachting is dat de komende tijd meer zicht komt op de gezondheidsschade – of winst door het gebruik van roetfilters. Gezien de hoge kosten van dergelijk onderzoek is een goede internationale afstemming aan de orde, waaraan vanuit Nederland het RIVM deel zal nemen.

Hoogachtend,



Dr. ir. R.D. Woittiez
Directeur sector Milieu en Veiligheid

Datum

16 april 2007

Ons kenmerk

050/07 MGO FC/fc

Blad

5/5

Referenties:

- Erkkilä et al., Evaluating exhaust emission performance of urban buses using transient heavy-duty chassis dynamometer. Proceedings 10th Diesel Engine Emission Reduction Conference, Aug 28- Sept 2, 2004 Coronado, CA.
http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/resources/proceedings/2004_deer_presentations.html.
- Geller et al., Physicochemical and redox characteristics of particulate matter (PM) emitted from gasoline and diesel passenger cars. *Atmospheric Environment* 40 (2006) 6988–7004.
- Geller et al., Measurements of Particle Number and Mass Concentrations and Size Distributions in a Tunnel. *Environment/Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 8653-8663
- Kado et al., Emissions of Toxic Pollutants from Compressed Natural Gas and Low Sulfur Diesel-Fueled Heavy-Duty Transit Buses Tested over Multiple Driving Cycles. *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 7638-7649.
- McDonald et al., Effects of low sulfur fuel and a catalyzed particle trap on the composition and toxicity of diesel emissions. *Environmental Health Perspectives* 112 (2004) 1307-1312.