



Fijn stof: komt het een keer goed?

Gezondheidsschade door luchtverontreiniging wordt voor driekwart geweten aan fijn stof. De huidige aanpak stuit op een aantal beperkingen. Gezien de ernst van dit gezondheidsprobleem is er dringend behoefte aan een meer robuust beleid, gericht op de afzonderlijke, chemisch verschillende fracties in fijn stof en rekening houdend met klimaatdoelstellingen.

1952 was het jaar van de beruchte London-smog die ook in ons land zijn slachtoffers eiste. Luchtverontreiniging werd in die tijd

gekend aan de niveaus van (zwarte) rook en zwaveldioxide. Beide componenten werden beschouwd als indicatoren voor de luchtkwaliteit, want men wist wel dat de chemische werkelijkheid gecompliceerder was. De kennis was echter nog beperkt en wat er was werd nog niet toegepast voor beleid.

Vanaf de jaren zestig ontstond gaandeweg een completer beeld van luchtverontreiniging. Na de parlementaire goedkeuring van de Wet inzake de Luchtverontreiniging in 1970 kon vervolgens een luchtbeleid voor de gasvormige componenten worden ontwikkeld.

Beleid voor de deeltjesvormige luchtverontreiniging moest echter wachten: pas begin

Joop van Ham

Joop van Ham (joop@vanhamdg.eu) werkte bij TNO. Na zijn pensionering bleef hij o.m. actief als secretary-general van EFCA; in die functie volgt hij het EU lucht- en klimaatbeleid en de ontwikkelingen in het wetenschappelijke onderzoek, initieert hij beleidsadviezen aan de Europese Commissie en publiceert erover.

jaren zeventig kwam een nauwkeuriger maat beschikbaar dan de rookmeting: PM_{10} , deeltjes met een diameter kleiner dan 10 micron. Het vergde daarna nog langer dan een decennium voordat dosis-effectrelaties over voortijdige sterfte waren vastgesteld. De chemische samenstelling van deeltjes, die bepalend is voor de toxiciteit en, afhankelijk van de bron, aanzienlijk kan verschillen, bleef daarbij echter buiten beschouwing. Dat is niet zonder betekenis: terugdringen van de $PM_{10}/PM_{2,5}$ -emissies zal zeker de voortijdige sterfte verminderen, maar de mate waarin hoeft niet gelijk op te gaan met de emissiebeperking. En, niet onbelangrijk: voor een maat als $PM_{10}/PM_{2,5}$ is het minder duidelijk welke bron je bij voorkeur zou moeten bestrijden.

Fijn stof en klimaat

Er is inmiddels veel informatie over de samenstelling van fijn stof. Zware metalen en natuurlijk de zwarte rook, roet dus. Die laatste component is om een andere reden opnieuw in beeld gekomen.

Uit metingen aan de *Asian Brown Cloud* is duidelijk geworden dat die zich gedraagt als een broeikasgas en de roetfractie van het fijn



Foto: Joop van Ham

stof (*black carbon*) is daar primair verantwoordelijk voor; '*brown carbon*' dus, al draagt het bruine NO₂ ook bij aan de kleur. Daarmee kwam er een extra argument beschikbaar voor de aanpak van roet. Dit nieuwe inzicht kreeg aanvankelijk echter geen gevolg: bij de klimaatonderhandelingen had men aan CO₂ de handen vol. Het idee dat door een geïntegreerde benadering van klimaat- en luchtbeleid voordeel kon worden behaald (*co-benefits*) ging echter niet verloren (zie kader).

Is een roetbeleid haalbaar?

In 2007 startte EFCA, samen met het Duitse EFCA-lid GUS en het Karlsruhe Institute of Technology een serie symposia over *Ultrafine*



Co-benefits

De co-benefitsbenadering kwam op de agenda van het Global Air Pollution Forum (GAP Forum), in 2004 mede-opgericht door de IUAPPA*, en door de samenwerking van het Forum met UNEP trok het ook daar de aandacht. In 2008 wijdden zowel IUAPPA (Stockholm) als EFCA** (Parijs) een conferentie aan het '*co-benefits*' thema. In 2010 stuurde EFCA een *Policy Initiative* naar de Europese Commissie met aanbevelingen om de '*One atmosphere*'-benadering in de Europese wetgeving te laten doorklinken. Daar is weinig mee gedaan en recent heeft de Commissie de aangekondigde herziening van de Richtlijn voor luchtkwaliteit afgeblazen. Hierdoor zal Europa het nog jaren moeten doen met een Richtlijn waarin iedere verwijzing naar klimaatbeleid ontbreekt. De CLRTAP*** gaf samen met het GAP Forum de aanzet tot een gezaghebbende studie over de z.g. '*short-lived climate forcers*' (SLCFs; kortlevende broeikasgassen), die in 2011 door UNEP en WMO werd uitgebracht. Behalve roet zijn dat ozon en methaan.

* IUAPPA = International Union of Air Pollution Prevention and Environmental Protection Associations

** EFCA = European Federation of Clean Air and Environmental Protection Associations

*** CLRTAP = Convention on Long-range Transboundary Air Pollution; ressorteert onder de United Nations Economic Commission for Europe

particles (UFP). Het gebrek aan aandacht voor de zeer kleine deeltjes (30-200 nanometer), maar ook de onvrede over de bestaande maten voor deeltjesvormige luchtverontreiniging, PM₁₀/PM_{2,5}, 'container'-begrippen waarvan onduidelijk is wat er gemeten wordt, waren belangrijke drijfveren. Op een zitting, gewijd aan deze '*metrics*'-problematiek tijdens UFP-3 in 2011, werd het voorstel gedaan om *Black Carbon Particles (BCP)* in gebruik te nemen als een extra indicator, naast PM. Diverse lokale Europese studies pleiten daarvoor, maar de basis voor de aanbeveling was een omvangrijk RIVM-overzicht van het bestaande epidemiologisch onderzoek naar effecten van *Black Carbon Particles*, in 2012 ook als WHO-publicatie uitgebracht. De belangrijkste bevinding was dat diverse gezondheidseffecten op korte termijn, zoals ziekteverzuim of hart- en vaatklachten sterker correleren met de concentratie roet in de lucht dan met die van PM₁₀ of PM_{2,5}. Voor effecten op langere termijn, met name een hogere sterfte na langdurige blootstelling, is dan eveneens een hogere correlatie te verwachten. Het beperkte aantal onderzoeken liet daarover echter nog geen conclusie toe.

Niettemin zijn er goede redenen voor een roetbeleid. PM staat voor een mengsel van zowel toxische (o.m. roet) als vrij onschuldige fracties (bijv. zeezout). De toxiciteit van roet is bewezen en is hoger dan die van PM₁₀ of PM_{2,5}. Selectief terugdringen van de emissies van

roet biedt dan meer zekerheid voor bescherming van de gezondheid dan de huidige grenswaarden voor PM₁₀/PM_{2,5}. Bovendien is dat beter uitvoerbaar, omdat de bronnen goed bekend zijn; dat verhoogt dan weer het draagvlak voor maatregelen.

In een Policy Initiative in 2012 aan de Commissie heeft EFCA deze redenering onderbouwd en verbonden met de co-benefits die een roetbeleid heeft voor de klimaatdoelstellingen. In hetzelfde jaar won de '*One Atmosphere*' benadering aan momentum door de oprichting van de *Climate and Clean Air Coalition*. Deze richt zich expliciet op de kortlevende broeikasgassen, black carbon, ozon en methaan, sindsdien aangeduid als *SLCPs: Short-lived Climate Pollutants*. Het secretariaat van de Coalition wordt gevoerd door UNEP en de EU behoort tot de eerste leden.

Een roetbeleid bleek op dit moment echter niet haalbaar. Verhoogde mortaliteit is alleen aangetoond voor PM_{2,5} en PM₁₀. Voor de (Brusselse) beleidsmakers is juist die verhoogde mortaliteit het anker in de beleidsontwikkeling: de externe kosten werden in 2010 geschat op € 330-940 miljard, gebaseerd op het VOLY-concept (*Value Of a Life Year*). Die waarde wordt in belangrijke mate bepaald door de uitkomsten van onderzoek naar '*willingness to pay*': Europeanen werd gevraagd hoeveel ze over hadden voor schone lucht als die hun leven met een jaar zou

verlengen. Dat leverde een waarde op tussen € 20.000 en het € 56.000.

Year-of-Air voorstellen

In de recente voorstellen van de Commissie blijven PM_{2,5} en PM₁₀ de indicatoren voor deeltjesvormige luchtverontreiniging in het luchtkwaliteitsbeleid; zoals al gezegd wordt de Richtlijn Luchtkwaliteit niet herzien. Dat wil niet zeggen dat er geen beweging is in Brussel; het nieuws zit echter in de voorstellen voor het brongericht beleid.

Allereerst wordt voorgesteld dat de EU het vernieuwde Gothenburg Protocol van 2012 ratificeert. Dat houdt in dat de EU zich verplicht de aanbevelingen daarin in haar wetgeving te verankeren zodat ze bindend worden. Het tweede voorstel, de herziening van de NEC-Richtlijn (*NEC = National Emissions Ceilings*), hangt daarmee samen en bevat verlaagde emissieplafonds per lidstaat ten opzichte van 2005 in 2020 en 2030. Aan de componenten SO₂, NO_x, VOS en NH₃ zijn in het Gothenburg Protocol plafonds voor PM_{2,5} toegevoegd. De Commissie stelt voor in de NEC Richtlijn ook plafonds voor methaan op te nemen. In tabel 1 staan de percentages reductie voor ons land en voor de EU als geheel.

Een substantieel deel van deze reducties wordt gerealiseerd door bestaand beleid, zoals de energietransitie en de regelgeving voor het wegverkeer. Ter verdere ondersteuning daarbij is ook een voorstel voor een Richtlijn voor de uitstoot door middelgrote verbrandingsinstallaties (1-50 MW) aan het pakket toegevoegd. De reducties tot 2030 moeten mogelijk worden door aanvullende wetgeving; plannen daarvoor worden genoemd in een nieuwe *Thematic Strategy*

on Air Pollution, de beleidsagenda voor de komende periode; daarin wordt black carbon genoemd en wordt de mogelijkheid van strengere grenswaarden voor luchtkwaliteit op termijn niet uitgesloten. Hoe dat vorm zal krijgen is nu nog vrij vaag.

Onduidelijke gezondheidsrisico's

Het is verleidelijk om te concluderen dat het EU-luchtbeleid misschien niet snel genoeg gaat, maar in ieder geval de zaken onder controle heeft. Het beleid berust op de kennis over gezondheidseffecten die gecanoniseerd is door WHO Europe en die begin 2013 nog eens getoetst is in samenspraak met het Amerikaanse *International Health Institute*. De Commissie is er ook duidelijk over dat de huidige PM-grenswaarden onvoldoende bescherming bieden. Met het bestaande beleid zou de voortijdige sterfte van 406.000 Europeanen in 2010 kunnen dalen naar 340.000 in 2020 en naar 327.000 in 2030; met aanvullend beleid zijn het er in 2030 nog altijd 237.000. Driekwart daarvan wordt toegeschreven aan fijn stof; het andere kwart aan ozon. Laten we aannemen dat de concentraties van PM₁₀/PM_{2,5} in 2030 inderdaad voldoende gedaald zijn. Maar waar praten we over als we het over PM hebben? Het ene PM-deeltje is het andere niet. Hoe robuust zijn de prognoses dan eigenlijk?

Wetenschappelijke voortgang¹

Het afgelopen jaar was EFCA betrokken bij verschillende conferenties over de fijnstof-

¹ In het bestek van dit artikel wordt de recente informatie samengevat zonder referenties naar bronnen. Die zijn beschikbaar in een kort geleden verschenen artikel in *EFCA Newsletter nr. 20 (april 2014)*. De *EFCA Newsletter* is te vinden op www.efca.net.

problematiek. Nieuwe bevindingen die daar werden gepresenteerd doen twijfel rijzen of de huidige aanpak wel adequaat is.

Tenminste drie fracties van het fijn stof kunnen bijdragen aan zijn toxiciteit: roet, organisch koolstof en zware metalen. Metalen in lucht worden al heel lang gemeten en veel EU-landen hadden er al specifiek beleid voor. Voor de beide andere is geen specifiek beleid.

Roet wordt wel gemeten in meetnetten, maar niet in de gehele EU; de meetmethode heeft een vergelijkbare kwaliteit als die voor PM, maar is niet internationaal gestandaardiseerd. Voor organisch koolstof, in de atmosfeer veelal geadsorbeerd aan roet, bestaat een werkende meetmethode die het ontwikkelingsstadium bijna voorbij is, maar nog niet rijp voor de markt. Wel is de methode, *Time-of-Flight Massaspectrometrie*, al toegepast in diverse onderzoeken. Bijzondere verdienste is dat de chemisch verschillende sub-fracties van primair en secundair organisch aerosol (POA en SOA) apart kunnen worden bepaald. Het mechanisme voor de vorming van secundair aerosol is hetzelfde als dat voor het ontstaan van zomersmog, waarbij ozon wordt gevormd wanneer NO_x en VOS onder invloed van zonlicht met elkaar reageren; met primair aerosol in de rol van VOS. De vorming van secundair aerosol is ook experimenteel bevestigd door simulatie van het proces in een smogkamer; daarin wordt bijvoorbeeld verdund uitlaatgas bestraald met kunstmatig zonlicht.

Het primair organisch aerosol wordt net als roet gevormd bij verbranding. Het bestaat uit een aantal verschillende, half-vluchtige polycyclische aromatische koolwaterstoffen

Tabel 1. Voorgestelde emissiereducties in 2020 en 2030 in procenten ten opzichte van 2005 voor Nederland en de EU

Verontreiniging	Emissies in Nederland (kton) 2005	Reductie in Nederland (%)		Reductie in EU (%)	
		2020	2030	2020	2030
SO ₂	65	28	59	59	81
NO _x	346	45	68	42	69
VOS	140	8	34	28	52
NH ₃	177	4	24	6	27
PM _{2,5}	19,5	37	38	22	51
Methaan		-	33	-	33

(PAK) waarvan sommige bewezen carcinogenen zijn. De PAK worden grotendeels als gas geëmitteerd; in de koelere buitenlucht condenseren ze op het oppervlak van aanwezige deeltjes; op roetdeeltjes worden altijd PAK gevonden.

Dieselveertuigen zijn een belangrijke bron van roet en de WHO heeft dieseluitlaatgassen officieel als carcinogeen bestempeld. Uit (bio)chemisch onderzoek is gebleken dat het secundair aerosol, dat zich gedurende de dag vormt, veel toxischer is dan de primaire emissie. Een hypothese is dat zich op het PAK-huidje rond deeltjes reactieve, oxiderende stoffen (*reactive oxidative species*) vormen. Inademing van deze deeltjes zou de oorzaak zijn van het benauwde gevoel dat wel als 'oxidatieve stress' wordt aangeduid. De ultrafijne en agressieve SOA-deeltjes (30-170 nm) kunnen via de longen in de bloedbaan terecht komen en daar inwendige ontstekingen initiëren die bijvoorbeeld tot hartklachten zouden kunnen leiden. De verwevenheid van de fijnstofproblematiek met het optreden van zomersmog impliceert dat aanpak van beide nodig is om fijn stof effectief te bestrijden.

Biobrandstoffen

Er is nog een ontwikkeling die hier vermeld moet worden. Er is al enige tijd ongerustheid over de effecten van biobrandstoffen. Nieuw onderzoek bevestigt dat daar alle reden voor is. Een vergelijking van de vorming van secundaire aerosolen bij bestraling van verdunde uitlaatgassen van fossiele brandstoffen en biobrandstoffen liet zien dat biobrandstoffen veel toxischer aerosolen produceren dan fossiele brandstoffen. Bij pure biodiesel was het verschil met fossiele diesel zelfs een factor 100; in mengsels is het verschil kleiner. Ook bij bio-ethanol en benzine is er een vergelijkbaar, maar kleiner effect.

Wat moet er gebeuren?

Het beeld dat zich nu ontvouwt is dat het Europese beleid weliswaar de PM-emissies in termen van kilotonnen met succes zal weten te verminderen, maar dat de gezondheidsrisico's niet in dezelfde mate verminderen, omdat de toxiciteit van de resterende emis-

sies mogelijk toeneemt. Zoals eerder gezegd is een op fracties gerichte benadering effectiever. Zo is het ook bij de gasvormige luchtverontreiniging gegaan, waarvoor ooit SO₂ de enige indicator was.

De gewenste verbetering van de luchtkwaliteit zal hoe dan ook door brongerichte maatregelen moeten worden verwezenlijkt; op het technische vlak is gelukkig veel voortgang geboekt. De DPF-technologie (*diesel particle filter*) heeft zich verder ontwikkeld en de branche, verenigd in de VERT-associatie, biedt voor voertuigen en installaties systemen aan die behalve deeltjes ook de gasvormige PAK-emissies grotendeels wegvangen. Ook hier hebben twee Zwitserse instituten, AFHB en EMPA, de weg bereid met ontwikkeling en certificering van deze systemen.

In Zwitserland zijn dpf's al sinds de jaren '90 verplicht voor de machinerie die gebruikt wordt in de tunnelbouw. Door het associatieverdrag met de EU maakt Zwitserland echter deel uit van de gemeenschappelijke markt en dat verhinderde een vroege toepassing in het Zwitserse wegverkeer.

Niettemin blijft het de vraag of de DPF-technologie voldoende effect zal sorteren. Ook benzinemotoren stoten roet en PAK uit, minder

weliswaar, maar de Euro5/6-regulering stelt geen eisen die voor dit deel van het wagenpark DPF-technologie vergt.

Wat in ieder geval zal moeten gebeuren, is het bijstellen van de onderzoekagenda. De hierboven genoemde nieuwe bevindingen komen uit onderzoek van groepen in Californië, Zwitserland en Australië. Voor het dit jaar gestarte onderzoekprogramma Horizon 2020 is in totaal € 80 miljard gevoteerd. Het geld is er dus wel; hopelijk biedt de ambtelijke sturing vanuit 28 lidstaten ruimte om het thema van de fractie-voor-fractiebenadering in alle detail te onderzoeken.

Het belangrijkste is de erkenning dat een robuust fijnstofbeleid niet mogelijk is zonder een fractie-bij-fractiebenadering. Dat vereist allereerst systematische monitoring van roet en organisch koolstof. Zonder meetgegevens is er geen epidemiologisch onderzoek mogelijk en komen er geen dosis-responsrelaties en specifieke mortaliteitsgegevens voor de toxische fracties. Een institutie als de WHO zal dan niet bewegen en een PM_{2,5}/PM₁₀-beleid blijven aanbevelen. Die status quo betekent dat de effectiviteit van het luchtkwaliteitsbeleid voor fijn stof in de EU tot na 2030 onduidelijk blijft.

