

Dossier 'Fijn stof'

1 Stof: hoe en wat

Colofon

RIVM-dossier 'Fijn stof', hoofdstuk 1, 'Stof: hoe en wat'.

Versie 1 © RIVM, Bilthoven, januari 2013.

Bij de samenstelling van de teksten in het Dossier 'Fijn stof' is in belangrijke mate gebruik gemaakt van teksten uit de volgende publicaties:

- Buijsman, E. (2007) *Een boekje open over fijn stof*. Tinsentiep, Houten.
- Buijsman, E., Beck, J.P., Van Bree, L., Cassee, F.R., Koelemeijer, R.B.A., Matthijsen, J., Thomas, R. & Wieringa K. (2005) *Fijn stof nader bekeken*. Rapport 500037008, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Matthijsen, J. & Koelemeijer, R.B.A. (2010) *Beleidsgericht onderzoeksprogramma fijn stof. Resultaten op hoofdlijnen en beleidsconsequenties*. Rapport 500099013, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.
- Velders, G.J.M., Aben, J.M.M., Jimmink, B.A., Geilenkirchen, G.P., Van der Swaluw, E., De Vries, W.J., Wesseling, J. & Van Zanten, M.C. (2012) *Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland: Rapportage 2012*. Rapport 680362002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Indicatoren uit het Compendium voor de Leefomgeving.

Deze publicatie is samengesteld door E. Buijsman (Planbureau voor de Leefomgeving), F.R. Cassee, P.H. Fischer, R. Hoogerbrugge, R.J.M. Maas, E. van der Swaluw en M.C. van Zanten (allen Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu) met bijdragen van J.P.J. Berkhout, J. Matthijsen, W. Mol, W.L.M. Smeets en K. van Velze (Planbureau voor de Leefomgeving) en K.R. Krijgsheld (Ministerie van Infrastructuur en Milieu). Een aantal gegevens is verkregen dankzij de vriendelijke medewerking van D. de Jonge (GGD Amsterdam), P. Kumm, J.J.H. van den Elshout en Y. Stokkermans (DCMR Milieudienst Rijnmond), M.P. Keuken (TNO-Verkeer en luchtkwaliteit), M. Hermans (provincie Limburg), F. Fierens (IRCEL-CELINE), E. Roekens (Vlaamse Milieumaatschappij) en U. Dauert (Umweltbundesamt).

Bij de productie van de afbeeldingen zijn M.J.L.C. Abels-van Overveld, J.F. de Ruiter en R. de Niet van het Redactie Productie Team van het Planbureau voor de Leefomgeving bijzonder behulpzaam geweest.

Afbeelding voorpagina Torben Soettrup/iStock.

1 Stof: hoe en wat

Dit onderdeel van het Dossier 'Fijn stof' behandelt de chemische en fysische aspecten van fijn stof. Hierbij komen aan de orde welke bestanddelen (en in welke verhouding) fijn stof (PM_{10}) en de fijnere fractie van fijn stof ($PM_{2,5}$) kent. Ook zal kort worden ingegaan op fysische aspecten van stof als aantal deeltjes en de massa. Een begrippenlijst van veel voorkomende termen uit het fijnstofdossier sluit dit onderdeel af.

De belangrijkste constatering uit dit onderdeel zijn:

- Fijn stof is opgebouwd uit een groot aantal stoffen. Het belangrijkste onderdeel in massatermen (~40%) is het secundaire anorganische aerosol. Dit bestaat uit ammonium, nitraat en sulfaat.
- Een tweede belangrijke bijdrage (25-30%) komt van elementair koolstof en koolstofhoudende verbindingen.
- Kleinere bijdragen komen van zeezout, bodemstof en metalen.
- Tegenwoordig kan bijna 90% van de fijnstofmassa worden verklaard uit de bijdragen van de hiervoor genoemde groepen van stoffen.
- De totale massa van stof in lucht wordt grotendeels bepaald door de deeltjes met een diameter vanaf 0,2 μm .

Stof

Met stof in lucht wordt niets anders bedoeld als de verzameling van alle vaste en vloeibare deeltjes in de lucht. Vroeger werd dit soms ook wel aangeduid met termen als 'aerosolen' of 'zwevende deeltjes'. Een van de meest gebruikte termen als het gaat over stofvormige luchtverontreiniging, is tegenwoordig echter fijn stof, vaak afgekort tot PM_{10} . 'PM' komt uit het Engels en staat voor 'Particulate Matter'. De '10' is een indicatie voor de grootte van de stofdeeltjes (in μm) die tot PM_{10} behoren.^{1, 2, 3}

De benaming 'Fijn stof' is een van manieren waarop een deel van de stofvormige luchtverontreiniging kan worden beschreven. Andere onderdelen en begrippen van stofvormige luchtverontreiniging zijn onder andere: de fijnere fractie van fijn stof, ultrafijn stof, grof stof, totaal stof, zwarte rook, roet, black carbon, elemental carbon, organic carbon. Ook worden allerhande afkortingen gebruikt, zoals PM_{10} , BC en EC/OC. Een verklarende woordenlijst is onderdeel van deze tekst; deze is aan het eind te vinden vinden (-> *Lijst van termen uit het dossier 'Fijn stof'*).

Uit het voorgaande blijkt dat voor wat er aan stof in de lucht voorkomt, vele benamingen in omloop zijn. Niettemin kan alles grofweg op twee manieren worden bekeken. Stof kan chemisch worden beschouwd: dan gaat het erom uit welke chemische bestanddelen het is opgebouwd. Stof kan echter ook fysisch worden bekeken: het gaat dan om bijvoorbeeld de grootte en de vorm van de deeltjes en het aantal deeltjes.

De chemische kant van stof

Als stof chemisch wordt bekeken, dan gaat het over de chemische samenstelling. Bestanddelen die in stof in de lucht kunnen voorkomen, zijn onder andere anorganische zouten (zoals ammoniumsulfaat, ammoniumnitraat, natriumchloride), silicaten, zuren (zoals zwavelzuur), zware metalen (zoals arseen, lood, nikkel), water, koolstof, maar ook een groot arsenaal aan organische stoffen, waaronder polycyclische aromatische koolwaterstoffen en andere producten van onvolledig verlopen verbrandingsprocessen. In feite kan (fijn) stof vrijwel alles bevatten dat als luchtverontreiniging wordt geproduceerd (en daaruit in de atmosfeer kan ontstaan). Daarnaast zijn er veel natuurlijke processen die ook stof in de lucht veroorzaken, zoals bosbranden, opspatten van zeewater, vulkaanuitbarstingen en opwaaien van bodembestanddelen.

Een meer gedetailleerde bespreking van de bronnen van stof in de lucht en de sterktes ervan komen elders aan de orde (-> 2. Emissies).

De diverse vormen van stof zoals er hiervoor al een aantal zijn genoemd, zijn in chemisch opzicht niet altijd eenduidig te definiëren. Het gaat meestal om een mengsel van een (groot) aantal stoffen met uiteenlopende chemische eigenschappen. In beeldende termen is stof te vergelijken met een soort rommeldoos waarin zich materialen van zeer verschillende afmetingen en chemische samenstelling bevinden. Daarnaast verschilt ook de schadelijkheid van de verschillende bestanddelen voor de menselijke gezondheid sterk.

Recent onderzoek naar de chemische samenstelling van fijn stof in Nederland heeft geleid tot een sterk verbeterd inzicht in de samenstelling ervan (voor een overzicht zie Schaap et al, 2010). Volgens de meest recente inzichten bestaat fijn stof in de lucht bestaat uit bestanddelen die deels van natuurlijke oorsprong zijn en deels in de atmosfeer zijn gekomen door menselijk handelen; dit laatste wordt ook wel betiteld als antropogeen. Fijn stof (PM_{10}) bestaat gemiddeld voor 75-80 % uit antropogene bestanddelen; voor de fijnere fractie van fijn stof ($PM_{2,5}$) is dit 85-90 %. Op zwaar belaste locaties, zoals binnenstedelijke wegen, ligt het antropogene aandeel in PM_{10} boven de 80% (Schaap et al, 2010). Deze percentages liggen hoger dan eerdere schattingen (Buijsman et al., 2007; Visser et al., 2001); de oorzaak hiervan ligt vooral in verbeterde inzichten en de beschikbaarheid van meer meetgegevens.

De belangrijkste bestanddelen van fijn stof (PM_{10}) en de fijnere fractie van fijn stof ($PM_{2,5}$) zoals die op basis van metingen zijn bepaald, vormen in aflopende mate van belangrijkheid (Schaap et al, 2010; zie ook afbeeldingen 1.1 en 1. 2):

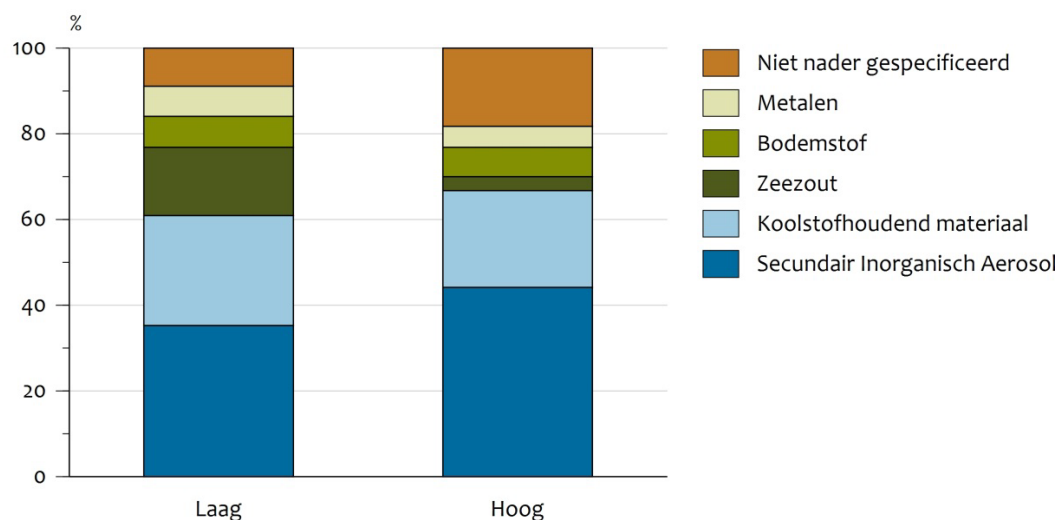
- **Secundair anorganisch aerosol.** Dit bestaat voornamelijk uit ammoniumsulfaat en ammoniumnitraat. Deze bestanddelen zijn vrijwel geheel van antropogene oorsprong en worden in de atmosfeer gevormd uit de luchtverontreinigende gassen zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak. Bij situaties met verhoogde concentraties is het vooral dit deel van het stof waarvan de concentratie (sterk) toeneemt. Een klein deel van het secundair anorganisch aerosol is van natuurlijke oorsprong (1-6%) of komt van buiten Europa (~10%).
- **Koolstof en koolstofbevattende stoffen.** Dit gaat vooral om elementair koolstof (EC) en organische verbindingen. De deeltjesvormige koolstofverbindingen kunnen van natuurlijke of antropogene oorsprong zijn. Elementair koolstof in Nederland is vrijwel geheel van antropogene oorsprong en komt als deeltjes vrij bij verbrandingsprocessen. Een belangrijk deel van de organische stoffen in de lucht wordt veroorzaakt door antropogene emissies van Vluchtige Organische Stoffen bij het gebruik van oplosmiddelen, bij productieprocessen, bij het gebruik van vaste en vloeibare brandstof en van het verkeer. Natuurlijke emissies leveren ook een bijdrage, onder andere van bomen en planten. Verder komen (grove) organische stofdeeltjes vrij bij landbouwactiviteiten in stallen en op het veld. Dit soort deeltjes kunnen ook van natuurlijke oorsprong zijn. De bijdrage van koolstof en koolstofbevattende stoffen is groter in de stedelijke omgeving.
- **Zeezoutaerosol.** Zeezout bestaat voor 85% uit natriumchloride ('keukenzout') met daarnaast kleine bijdragen van magnesium-, calcium-, en kaliumverbindingen. Zeezoutaerosol is van natuurlijke oorsprong en ontstaat in de lucht door verdamping van opgespat zeewater. Dat is ook de reden dat deze bijdrage afneemt met toenemende afstand tot de kust.
- **Bodemstof.** Bodemstof is zowel van antropogene als van natuurlijke herkomst. Landbouwactiviteiten (eggen, ploegen, oogsten) en opwerveling door verkeer geven in Nederland en Europa de belangrijkste bijdragen aan bodemstof in PM_{10} (Schaap et al. 2009; Denier van der Gon et al. 2010). De bijdrage door winderosie in Europa lijkt niet of nauwelijks van belang. Zo speelt Saharastof alleen in incidentele gevallen een rol (Schaap et al. 2010). Bodemstof bestaat voornamelijk uit oxiden van silicium, aluminium, calcium, ijzer en kalium.

- **Metalen.** De metalen die geen onderdeel uitmaken van het bodemstof komen vrij bij verschillende soorten slijtageprocessen en bij de metaalindustrie. Het bestanddeel metalen is als volledig antropogeen te beschouwen. De aanwezigheid van metalen in fijn stof kunnen daarom worden gekoppeld aan specifieke antropogene bronnen. Bijvoorbeeld: zink wijst op autobandenslijtage, koper op remslijtage, en cadmium op vuilverbranding en cement-productie. De bijdrage van deze groep neemt sterk toe in de stedelijke omgeving.
- **Niet gespecificeerd.** Dit bestanddeel is het verschil tussen de totale, gemeten PM_{10} - (of $PM_{2,5}$ -) concentratie en de som van de hiervoor genoemde bestanddelen. Dit deel kan verschillen per locatie en de hoogte van de fijnstofconcentratie. Dit deel bedraagt – gemiddeld – tegenwoordig nog slechts 12% van de totale fijnstofmassa.

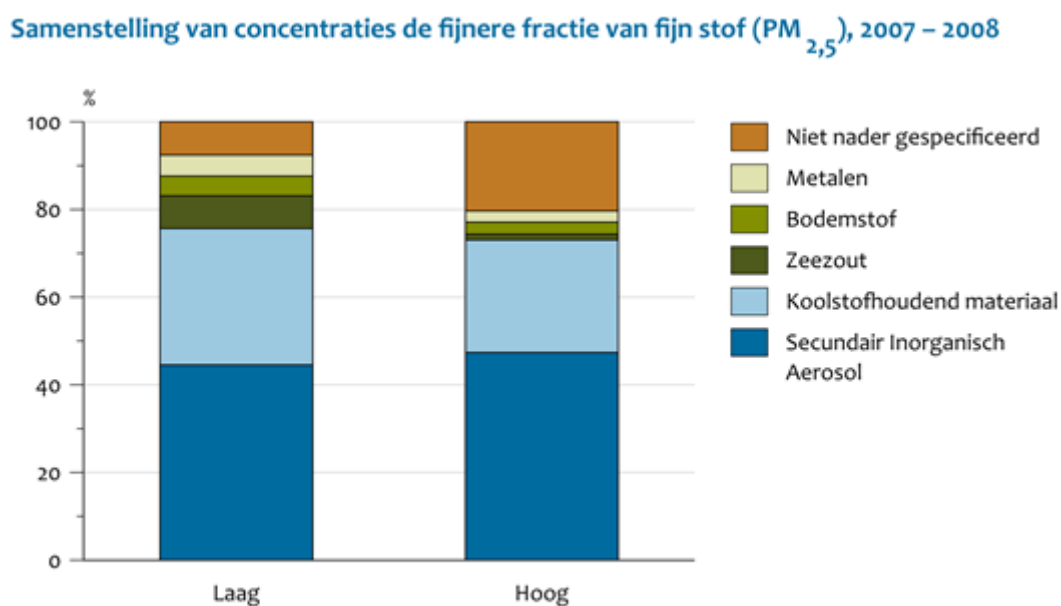
De samenstelling van PM_{10} en die van $PM_{2,5}$ lijken sterk op elkaar (afbeelding 1.1, 1.2). De aandelen secundair anorganisch aerosol en de totale hoeveelheid aan koolstofhoudend fijn stof zijn dominant. Samen dragen ze twee derde bij aan de PM_{10} - en 80% aan de $PM_{2,5}$ -concentraties. Van deze twee is het secundair anorganisch aerosol het meest dominant. Het grove deel fijn stof, dat zijn de deeltjes met een diameter van 2,5 tot 10 μm , was rijk aan deeltjes, die door mechanische processen in de lucht terechtkomen. Toch is nog ongeveer een derde deel in de fijnere fractie van fin stof afkomstig van bodemstof, metalen en zeezout. De bijdragen kunnen echter variëren afhankelijk van de locatie en van de tussen dagen met hoge dan wel lage fijnstofconcentraties. Deze verschillen zijn het gevolg van de nabijheid van bronnen van fijn stof in combinatie met het weer.

De samenstelling van PM_{10} en $PM_{2,5}$ verandert als de hoogte van de concentraties verandert (afbeelding 1.1, 1.2). Hoge fijnstofconcentraties blijken voor een belangrijk deel het gevolg van een toename van het aandeel van het secundair anorganisch aerosol. Bij PM_{10} -concentraties boven 30 $\mu g/m^3$ kan het relatieve aandeel van dit bestanddeel oplopen tot 50 procent. Ook het relatieve aandeel van het bestanddeel 'niet nader gespecificeerd' neemt toe tot ongeveer 20 procent. Dit is een aanwijzing voor de aanwezigheid van water in het bestanddeel 'niet nader gespecificeerd', dat wil zeggen water dat is gebonden aan het secundaire anorganische aerosol. De antropogene bijdrage neemt toe en de bijdrage door zeezout neemt af. Hoge PM_{10} -concentraties komen vooral voor bij aanvoer van lucht uit oost- en zuidoostelijke richtingen en als er – langere tijd – geen regen is gevallen.

Samenstelling van concentraties fijn stof (PM_{10}), 2007 – 2008



Afbeelding 1.1 Gemiddelde samenstelling van fijn stof (PM_{10}) bij 'lage' fijnstofconcentraties (links, concentratie < $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en bij 'hoge' fijnstofconcentraties (rechts, concentratie > $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).⁴



Afbeelding 1.2 Gemiddelde samenstelling van de fijnere fractie van fijn stof ($PM_{2,5}$) bij 'lage' fijnstofconcentraties (links, concentratie < $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en bij 'hoge' fijnstofconcentraties (rechts, concentratie > $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).⁵

Een veel voorkomend begrip in het dossier fijn stof is het zogeheten verbrandingsaerosol. Hiermee worden deeltjes bedoeld die vrijkomen bij verbrandingsprocessen. Verkeer, houtverbranding en energieopwekking uit fossiele brandstoffen zijn typische bronnen van verbrandingsaerosol. De bronnen van verbrandingsaerosol in Nederland zijn vrijwel geheel antropogeen. De chemische samenstelling van verbrandingsaerosol hangt samen met de bron en kan per bron verschillen. Verbrandingsaerosol bestaat over het algemeen voor het grootste deel uit koolstofhoudend fijn stof en voor een klein deel uit zware metalen zoals nikkel en vanadium. Nikkel en vanadium komen vooral vrij bij verbranding van olie (in de petrochemie en scheepvaart). Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) zijn koolstofverbindingen die onderdeel uitmaken van verbrandingsaerosol. Bij koolstofhoudend fijn stof wordt vaak een onderscheid gemaakt in elementair koolstof (EC) en organisch koolstof (OC). De verhouding tussen het aandeel EC en OC verschilt per bron. Roet is een belangrijk deel van het verbrandingsaerosol. Roet kent geen vaste, chemische samenstelling, maar bestaat uit een (wisselend) mengsel van elementair en organisch gebonden koolstof. Verbrandingsaerosol wordt in verband gebracht met negatieve gezondheidseffecten (-> 4. Effecten).

Een ander gerelateerd begrip is het verkeersgerelateerde aerosol. Dit is aerosol dat vrijkomt bij het verkeer. Deels is dit verbrandingsaerosol, maar er zijn ook bijdragen van de slijtage van remmen en banden en de slijtage van het wegdek. Verbrandingsemissies worden gekenmerkt door een groot aantal deeltjes met een diameter van minder dan $0,1 \mu\text{m}$, de ultrafijne deeltjes of het ultrafijn stof. Deze deeltjes zijn zo klein dat ze nauwelijks tot de massa van bijvoorbeeld $PM_{2,5}$ of PM_{10} bijdragen. De verhouding van het aantal deeltjes en de massa hangt onder andere af van de verbrandingscondities (temperatuur en druk), het type brandstof (aardgas, benzine, diesel, olie, kolen en hout) en eventuele nabehandeling van emissies (bijvoorbeeld een roetfilter bij auto's). De diameter van de uitgestoten deeltjes ligt tussen 5 en 400 nm ⁶ dus in of nabij het ultrafijne gebied. Deze deeltjes zijn vooral opgebouwd uit met name elementair koolstof, organische verbindingen, zwavelzuur, salpeterzuur, metalen en metaaloxiden (Hensema et al., 2009). Vanwege hun geringe massa wordt dit deel van het stof meestal uitgedrukt in aantal deeltjes per volume-eenheid. Het ultrafijn

stof staat onder verdenking, omdat het zeer diep in de longen kan doordringen en zelfs in de bloedbaan kan belanden.

De fysische kant van stof

Een van de meest gebruikte termen als het gaat over stofvormige luchtverontreiniging, is fijn stof, vaak afgekort tot PM_{10} . Fijn stof is een fysische karakterisering van stof, want het zegt iets over de maximale grootte van de stofdeeltjes (in micrometer). 'PM' komt uit het Engels en staat voor 'Particulate Matter'. De '10' is een indicatie voor de maximale grootte van de stofdeeltjes (uitgedrukt in micrometers) die tot PM_{10} behoren. PM_{10} is een van de (fysische) maten waarin de Europese Unie de luchtkwaliteitsnormen voor stofvormige luchtverontreiniging heeft gegoten.

Vaak wordt gezegd dat PM_{10} de deeltjes omvat met een diameter van 10 μm of minder. Strikt genomen is echter dit niet helemaal waar (-> *Bijlage: Lijst van termen uit het dossier 'Fijn stof'*). Andere, vergelijkbare fysische maten zijn $PM_{2,5}$, de fijnere fractie van fijn stof, PM_1 en $PM_{0,1}$, ultrafijn stof. Al deze aanduidingen zeggen dus helemaal niets over de chemische samenstelling, maar alleen over de afmetingen van de stofdeeltjes. De 'Lijst van termen uit het dossier 'Fijn stof' ' geeft onder andere een overzicht van deze overwegend fysisch gerichte termen.

Stof in de lucht bestaat uit deeltjes van zeer uiteenlopende groottes. De deeltjes kunnen een diameter hebben van 0,001 μm (of minder) tot vele tientallen μm .⁷ Bij hoge concentraties kan stofvormige luchtverontreiniging soms ook duidelijk zichtbaar zijn (afbeelding 1.3). Niet alle deeltjes komen echter evenveel voor. Bovendien is er een samenhang met tijd, plaats en bron. Een manier om het gehele scala aan afmetingen van de deeltjes uit te drukken is de deeltjesgrootteverdeling (afbeelding 1.4). Hieruit blijkt dat schone lucht relatief veel grote deeltjes bevat. Verontreinigde lucht, zoals in steden, bevat verhoudingsgewijs (erg) veel kleine deeltjes. Dit alles heeft veel te maken met de wijze waarop de deeltjes zijn ontstaan (zie voor een verdere uitleg -> 2. *Emissies*). Wel is het zo dat de aantallen deeltjes voor deeltjes met diameter boven 2 μm voor maritieme, continentaal-regionale en stedelijke locaties elkaar (gemiddeld) weinig ontlopen.

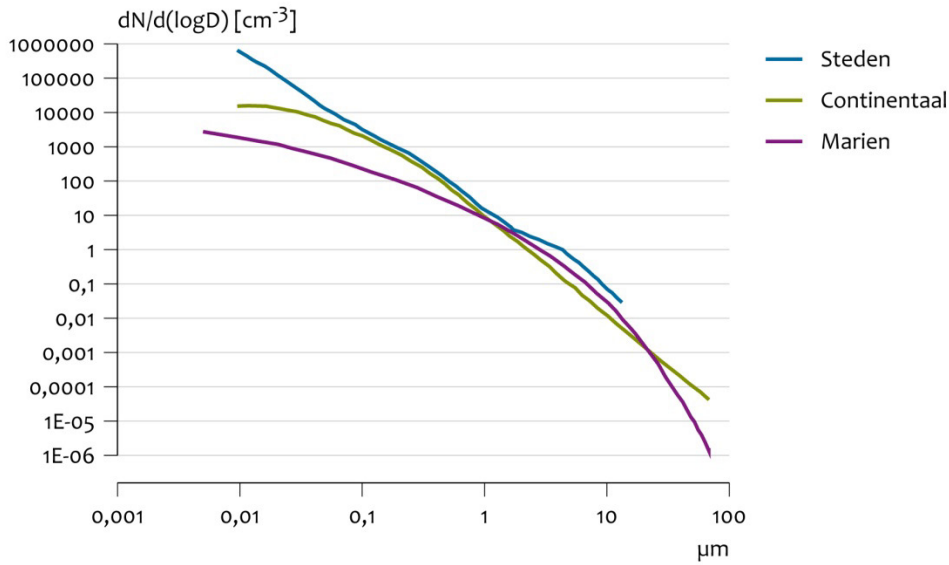
Niet alleen de deeltjesgrootteverdelingen verschillen dus per locatie, ook het totaal aantal deeltjes loopt sterk uiteen. In het algemeen geldt dat boven in de lucht boven zee de minste deeltjes voorkomen, namelijk in de orde van 10^3 per cm^3 . Boven land neemt dit toe tot 10^4 en in steden tot 10^5 of meer.⁸ Dit laatste kan tijdens periodes met verhoogde luchtverontreiniging overigens nog veel hoger liggen. Het totaal aantal deeltjes wordt in alle gevallen gedomineerd door de deeltjes met een diameter van 0,2 μm en minder (afbeelding 1.5).

Het aantal deeltjes zegt overigens niet veel over de totale massa. Kleine deeltjes hebben een relatief geringe massa en zullen ondanks hun grote aantal niet veel aan de totale massa bijdragen. Dit betekent dat de totale massa van het stof in de lucht grotendeels wordt bepaald door de deeltjes met een diameter vanaf 0,2 μm . De kleinere deeltjes dragen meestal weinig aan de massa bij.



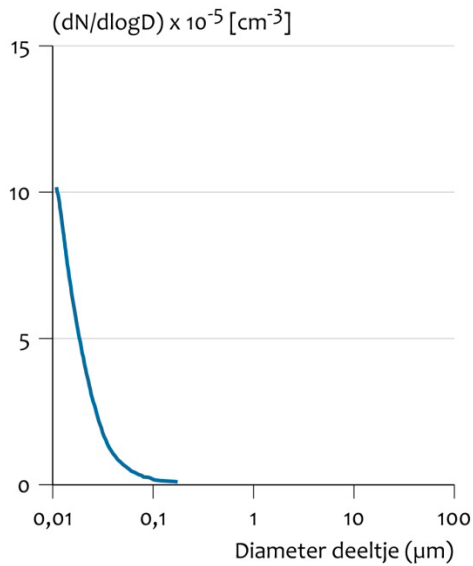
Afbeelding 1.3 In het verleden was stofvormige luchtverontreiniging vaak en veel in het dagelijks leven waar te nemen, zoals hier bij een vrachtwagen in de jaren zestig. Foto collectie E. Buijsman.

Deeltjesgrootteverdeling in verschillende situaties

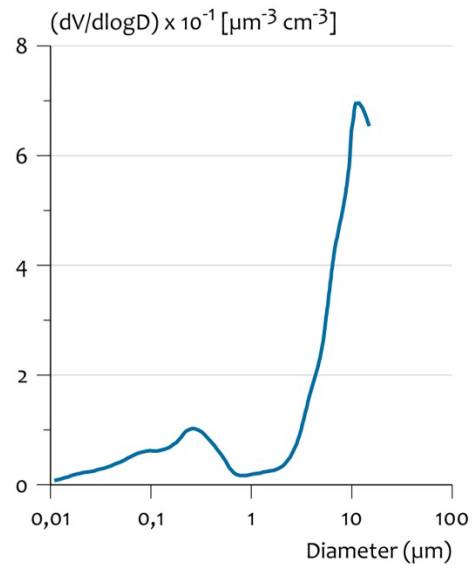


Afbeelding 1.4 Deeltjesgrootteverdeling van stofdeeltjes in lucht voor een mariene omgeving (blauw), continentaal-regionaal (rood) en in steden (zwart). In steden blijkt het aantal deeltjes zeer sterk verhoogd. De beide assen zijn logaritmisches ingedeeld. Bron: Wallace & Hobbs, 2006.

Deeltjesgrootteverdeling



Volumeverdeling



Afbeelding 1.5 Verdeling van het aantal stofdeeltjes (links) en het volume van de stofdeeltjes (rechts) in relatie tot de diameter. Als het volume evenredig wordt verondersteld met de massa dan kan worden gesteld dat er zijn relatief weinig grote deeltjes (diameter > 0,2 μm) zijn, maar dat die weinige deeltjes wel de massa bepalen. Bron: Seinfeld, 1986.

Literatuur

- Buijsman, E., Beck, J.P., Bree, L. van, Cassee, F.R., Koelemeijer, R.B.A., Matthijsen, J., Thomas, R., & Wieringa, K. (2005) *Fijn stof nader bekeken*. Rapport 500037008, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven & Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Denier van der Gon, H.D. & Hulskotte, J. (2010) Methodologies for estimating shipping emissions in the Netherlands. Rapport 500099012, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.
- Hensema, A., Keuken, M., Kooter, I., Verbeek, R. & Van Vugt, M. (2009) Ultrafijn stof: kleine deeltjes met grote gevolgen? Tijdschrift Lucht, februari 2009, nummer 1, 13-18.
- Matthijsen, J. & Koelemeijer, R.B.A. (2010) Beleidsgericht onderzoeksprogramma fijn stof. Resultaten op hoofdlijnen en beleidsconsequenties. Rapport 500099013, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.
- Schaap, M., Manders, A.M.M., Hendriks, E.C.J., Cnossen, J.M., Segers, A.J.S., Denier van der Gon, H.A.C., Jozwicka, M., Sauter, F., Velders, G., Matthijsen, J. & Builtjes, P.J.H. (2009) Regional modelling of particulate matter for the Netherlands. Rapport 500099008, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.
- Schaap, M., Weijers, E.P., Mooibroek, D., Nguyen, L., & Hoogerbrugge, R. (2010) Composition and origin of Particulate Matter in the Netherlands. Rapport 500099007, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.
- Seinfeld, J.H. (1986) Atmospheric chemistry and physics of air pollution. Wiley, New York.
- Visser, H., Buringh, E. & Van Breugel, P.B. (2001) Samenstelling en herkomst van fijn stof in Nederland. Rapport 650010029, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Wallace J.M. & Hobbs, P.V. (2006) Atmospheric science. An introductory survey. Elsevier, Amsterdam.
- Weijers, E.P., Sahan, E., Ten Brink, H.M., Schaap, M., Matthijsen, J., Otjes, R.P. & Van Arkel, F. (2010) Contribution of secondary inorganic aerosols to PM₁₀ and PM_{2.5} in the Netherlands; measurement and modelling results. Rapport 500099006, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.

Lijst van termen uit het dossier 'Fijn stof'

Aerodynamische diameter Bij deeltjes die niet zo regelmatig zijn gevormd, zoals stofdeeltjes, is het moeilijk om van een diameter te spreken. Om dit probleem te omzeilen wordt een definitie gebruikt die iets zegt over het gedrag van een deeltje in lucht. Dit is het begrip aerodynamische diameter. De aerodynamische diameter is de diameter van een bolvormig deeltje met een dichtheid van 1 gram per cm^3 dat in de omgevingslucht hetzelfde gedrag vertoont als het (onregelmatig gevormde) stofdeeltje waar het om gaat.

Aerosol(en) Algemene uitdrukking voor vaste en vloeibare stoffen in lucht; niet nader gespecificeerd.

Antropogeen Veroorzaakt door menselijk handelen. Antropogene bronnen zijn de tegenhanger van natuurlijke bronnen.

BC Zie 'Black carbon'.

Black carbon Zwartgekleurd koolstofhoudend stof; methodebepaalde grootte. Dit betekent dat 'Black carbon' datgene is dat met de blackcarbonmethode wordt gemeten. Black carbon is daardoor niet eenduidig fysisch of chemisch te duiden. Black carbon is een belangrijk bestanddeel van zwarte rook. Black carbon is overigens niet te verwarren met 'Carbon black'.

Carbon black Industrieel bulkchemicaal; bestaat grotendeels uit elementair koolstof. Vooral gebruikt bij productie van rubber (90%) en als pigment (9%). Niet te verwarren met 'Black carbon'.

EC Elemental carbon; zie 'Elemental carbon'.

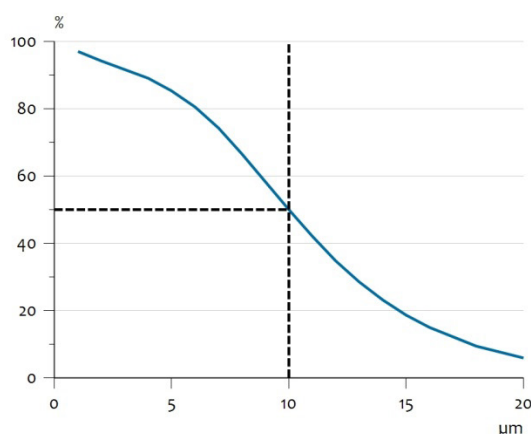
EC/OC Elemental carbon/organic carbon; zie bij 'Elemental carbon' en 'Organic carbon'.

Elemental carbon Aanduiding voor elementair koolstof. De grootte is echter methodebepaald, dat wil zeggen dat 'Elemental carbon' datgene is dat met een EC- of een EC/OC-meting wordt bepaald.

Feinstaub Duitstalige uitdrukking voor fijn stof én de fijnere fractie van fijn stof.

Fijn stof (PM_{10}) Meestal omschreven als de 'deeltjes met een diameter van 10 μm of minder'. Strikt genomen is dit onjuist. De juiste omschrijving is: 'Deeltjes die een op grootte selecterende inlaat als omschreven in de referentiemethode voor bemonsteren en meten van PM_{10} passeren met een efficiencygrens van 50 % bij een aerodynamische diameter van 10 μm '. De uitdrukking voor fijn stof in de Verenigde Staten is 'small particles'. In het Duits is de uitdrukking 'Feinstaub'. In de Verenigde Staten worden met 'fine particles' de deeltjes bedoeld met een diameter van 2,5 μm of minder.

Afvangst van een PM_{10} -voorafscheider



Grafische uitleg van het begrip van PM_{10} . Deeltjes met een diameter van 10 μm worden in de aanzuiging van het meetapparaat met 50% efficiëntie bemonsterd. Kleinere deeltjes met een hogere efficiëntie naarmate ze kleiner worden; grotere steeds minder naarmate ze groter worden. Hieruit blijkt dat bij deeltjes met een diameter beneden 10 μm niet volledig worden bemonsterd (en dus gemeten), maar dat daarentegen ook deeltjes met een diameter met een diameter boven 10 μm deels kunnen worden bemonsterd. Eenzelfde uitleg is van toepassing op begrippen als $\text{PM}_{2,5}$ en PM_{10} . De curves kunnen dan wel een andere vorm hebben.

Fijnere fractie van fijn stof ($PM_{2,5}$) Meestal omschreven als de 'deeltjes met een diameter van 2,5 μm of minder'. Strikt genomen onjuist; de juiste omschrijving is: 'Deeltjes die een op grootte selecterende inlaat als omschreven in de referentiemethode voor bemonsteren en meten van $PM_{2,5}$ passeren met een efficiencygrens van 50 % bij een aerodynamische diameter van 2,5 μm '. De uitdrukking voor de fijnere fractie van fijn stof in de Verenigde Staten is 'fine particles'. De Europese Unie gebruikt in haar Engelstalige publicaties de term 'finest particulates'. In Duitsland wordt $PM_{2,5}$ met dezelfde term aangeduid als PM_{10} , 'Feinstaub'. Daarnaast wordt in Duitsland voor $PM_{2,5}$ ook wel de term 'lungengängiger Staub' gebruikt om aan te geven dat dit soort stof diep in de longen kan doordringen. In Engelstalige landen wordt als symbool voor de fijnere fractie van fijn stof $PM_{2,5}$ gebruikt.

Fine particles Engelstalige uitdrukking voor $PM_{2,5}$. Zie ook bij 'Fijnere fractie van fijn stof'.

Finest particulates Engelstalige uitdrukking voor $PM_{2,5}$. Zie ook bij 'Fijnere fractie van fijn stof'.

Grof stof Gewoonlijk het stof met een diameter boven 10 μm .

Grovere fractie van fijn stof ($PM_{2,5-10}$; ook wel $PM_{10-2,5}$). Het deel van het fijn stof met een diameter tussen 2,5 en 10 μm .

$PM_{0,1}$ Zie 'Ultrafijn stof'.

PM_1 Deeltjes die een op grootte selecterende inlaat passeren met een efficiencygrens van 50 % bij een aerodynamische diameter van 1 μm . Geen gangbare, korte, taalkundige uitdrukking beschikbaar. 'De fijnste fractie van fijn stof' zou als (ongelukkig) alternatief kunnen worden overwogen.

$PM_{2,5}$ Zie 'Fijnere fractie van fijn stof'.

$PM_{2,5-10}$ Zie 'Grovere fractie van fijn stof'.

PM_{10} Zie 'Fijn stof'.

$PM_{10-2,5}$ Zie 'Grovere fractie van fijn stof'.

PNC Particle Number Concentration. Het aantal deeltjes per volume-eenheid.

OC Zie 'Organic carbon'.

Organic carbon Aanduiding voor organisch gebonden koolstof. De grootte is echter methodebepaald, dat wil zeggen dat 'Organic carbon' datgene is dat met een OC- of een EC/OC-meting wordt bepaald.

Roet Zichtbare vorm van stofvormige luchtverontreiniging, veelal zwart. De zwarte kleur komt door de aanwezigheid van elementair koolstof en/of teerachtige stoffen die het gevolg zijn van onvolledig verlopen verbrandingsprocessen. De grootte 'roet' is in de atmosferische chemie methodebepaald, dat wil zeggen roet is datgene dat met een meetmethode voor roet wordt bepaald. Roet is daardoor niet eenduidig fysisch of chemisch te duiden. Duits: Ruß; Engels: Soot.

Rook Zichtbare vorm van stofvormige luchtverontreiniging; niet nader gespecificeerd. Engels: smoke.

SIA Secondary Inorganic Aerosol. Secundair anorganisch aerosol overwegend bestaande uit ammonium, nitraat en sulfaat. In de lucht gevormd uit de primaire vromen van luchtverontreiniging ammoniak, stikstofoxiden en zwaveldioxide.

Stof Algemene term voor de verzameling van alle vaste en vloeibare deeltjes in de lucht; niet nader gespecificeerd.

TCM Total Carbonaceous Matter. Koolstofhoudend stof, gewoonlijk bestaande uit elementair koolstof en organisch gebonden koolstof.

Totaal stof In principe al het stof in de lucht. Methodebepaalde grootte, dat betekent dat wat er met de totaalstofmeting werd gemeten, hangt af van de apparatuur en de omstandigheden. Totaal stof of, in het Engels Total Suspended Particulates (TSP), is een begrip van vroeger. In tegenstelling tot wat het begrip doet vermoeden, is 'totaal stof' niet het totaal aan in de lucht voorkomend stof. In de praktijk bleek het bereik van de deeltjes die werden bemonsterd, af te hangen van de windrichting en de windsnelheid tijdens de monsterneming. Dit betekende dat in feite een selectie op grootte plaatsvond die in de tijd kon veranderen en waarvan de grens niet bekend was. Afhankelijk van de omstandigheden kon de bovengrens ergens in het gebied van 20 tot 50 μm liggen. Engels: Total Suspended Particulates of Total Suspendend Particles (TSP).

Total Suspendend Particles Zie 'Totaal stof'.

Total Suspended Particulates Zie 'Totaal stof'.

TSP Total Suspendend Particles, soms ook Total Suspended Particulates; zie 'Totaal stof'.

UFP Ultrafine Fine Particles. Engelstalige uitdrukking ultrafijn stof. Zie ook bij $PM_{0,1}$.

Ultrafijn stof Meestal omschreven als de 'deeltjes met een diameter van 0,1 μm of minder'. Zie ook bij $\text{PM}_{0,1}$.

Verbrandingsaerosol Deeltjes die vrijkomen bij verbrandingsprocessen. De chemische samenstelling van verbrandingsaerosol is niet eenduidig en hangt samen met de bron en kan per bron verschillen. Verbrandingsaerosol bestaat over het algemeen voor het grootste deel uit elementair en organisch gebonden koolstof (zie ook 'Elementair koolstof', 'Organisch koolstof' en 'Roet') en voor een klein deel uit zware metalen zoals nikkel en vanadium, metaaloxiden en zuren.

Verkeersgerelateerd aerosol Deeltjes die vrijkomen bij het verkeer. Bestaat deels uit verbrandingsaerosol, maar kent ook bijdragen van de slijtage van remmen en banden, van de slijtage van het wegdek en van opgewerveld bodemstof.

Zwarte rook De grootte 'zwarte rook' is in de atmosferische chemie methodebepaald. Dat betekent dat zwarte rook datgene is dat wordt gemeten met de zwarteroekmethode. Zwarte rook is daardoor niet eenduidig fysisch of chemisch te duiden. Zwarte rook bestaat grotendeels uit deeltjes met een diameter van 4,5 μm of minder. Zwarte rook ontstaat bij onvolledig verlopende verbrandingsprocessen en bij bepaalde vormen van slijtage. Het begrip 'zwarte rook' heeft zijn oorsprong in de jaren zestig, toen een groot deel van de stofvormige luchtverontreiniging afkomstig was van kolenstook. Dit deel van het stof was grotendeels zwart. Black carbon is waarschijnlijk een belangrijk bestanddeel van zwarte rook.

Zwevende deeltjes Algemene, verouderde term voor stofvormige luchtverontreiniging; niet nader gespecificeerd. Werd vroeger als begrip in de wetgeving gebruikt.

Noten

¹ Er is al jarenlang discussie over de juiste schrijfwijze: fijn stof of fijnstof. Voor beide schrijfwijzen valt iets te zeggen. Vooral nog wordt in deze publicatie voor de notatie fijn stof gekozen, in navolging van Van Dale (2005).

² μm = micrometer = 10^{-6} meter.

³ PM_{10} wordt vaak omschreven als de 'deeltjes met een diameter van 10 μm of minder'. Dit is onjuist. Zie bij de 'Lijst van termen uit het fijnstofdossier' voor een juiste definitie. De juiste definitie is, zeker voor niet-ingewijden, niet onmiddellijk intuïtief te doorgronden. Daarom wordt vaak volstaan met de genoemde, sterk verkorte beschrijving.

⁴ Gemiddeldes op basis van metingen op drie regionale locaties, een locatie in de stedelijke achtergrond en een locatie in een verkeersrijke straat in 2007/2008. De resultaten mogen echter als representatief voor Nederland worden gezien en zijn bevestigd door latere metingen (zie bijvoorbeeld Schaap et al., 2009; Weijers et al., 2010).

Relatieve bijdragen van bestanddelen van PM_{10} bij lage ($<30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) respectievelijk hoge ($>30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) fijnstofconcentraties.

Bestanddeel	Laag	Hoog
	%	%
Secundair anorganisch aerosol	35	44
Koolstof en koolstofhoudende stoffen	26	23
Zeezout	16	3
Bodemstof	7	7
Metalen	7	5
Niet nader gespecificeerd	9	18

⁵ Gemiddeldes op basis van metingen op drie regionale locaties, een locatie in de stedelijke achtergrond en een locatie in een verkeersrijke straat in 2007/2008. De resultaten mogen echter als representatief voor Nederland worden gezien en zijn bevestigd door latere metingen metingen (zie bijvoorbeeld Schaap et al., 2009; Weijers et al., 2010).

Relatieve bijdragen van bestanddelen van $\text{PM}_{2,5}$ bij lage ($<30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) respectievelijk hoge ($>30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) fijnstofconcentraties.

Bestanddeel	Laag	Hoog
	%	%
Secundair anorganisch aerosol	45	47
Koolstof en koolstofhoudende stoffen	31	26
Zeezout	7	1
Bodemstof	4	3
Metalen	5	3
Niet nader gespecificeerd	8	20

⁶ 1 nm = 1 nanometer = 10^{-9} meter.

⁷ 1 μm = 1 micrometer = 10^{-6} meter.

⁸ $\times 10^6$ voor het aantal deeltjes per m^3 .