

Interpretatie van vroegtijdige sterfte door luchtverontreiniging

Anne Knol, Karel van Velze, Paul Fischer, Eva Kunseler, Leendert van Bree

Het aantal doden door luchtverontreiniging is niet identificeerbaar. Hierdoor kan het rapporteren van aantallen extra sterfgevallen door luchtverontreiniging leiden tot foutieve interpretaties. Daar komt bij dat ooit iedereen zal sterven. Er kan dus feitelijk geen sprake zijn van 'extra sterfte'. Het is dan ook betekenisvoller om de gezondheidsmaat 'gewonnen of verloren (gezonde) levensjaren' te gebruiken.

Introductie

Bij de beoordeling van de mogelijke gezondheidseffecten door blootstelling aan milieufactoren is de keuze van gezondheidsmaten en hun betekenis belangrijk. Het Milieu en Natuur Planbureau (MNP; nu Planbureau voor de Leefomgeving, PBL) en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) gebruikten daarvoor tot nu toe indicatoren als 'aantallen vroegtijdige sterfgevallen', 'Disability Adjusted Life Years' (DALYs; totale sterfte- en ziektelast) en soms ook 'verloren levensjaren'. Ook instanties als de Wereld Gezondheids Organisatie (WHO) en de Europese Unie hanteerden deze gezondheidsmaten. Het gebruik van en de communicatie over deze maten vereist echter een zorgvuldige interpretatie en presentatie.

Enkele jaren geleden berekende het RIVM¹ dat er ten gevolge van langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging per jaar ca. 18.000 mensen vroegtijdig zouden overlijden. Dit getal heeft nogal wat opzien gebaard in de media en duikt nog regelmatig op in publicaties. Ook internationaal zijn vergelijkbare berekeningen gedaan. Zo werd voor de drie landen Oostenrijk, Zwitserland en Frankrijk berekend dat jaarlijks ca. 40.000 mensen vroegtijdig overlijden door fijn stof²; voor de toenmalige 25 EU landen werd een aantal van 200.000 geschat³. De WHO schatte in 2007 dat luchtverontreiniging 3.600 vroegtijdige cardiopulmonaire sterfgevallen per jaar veroorzaakt in de stedelijke gebieden van Nederland⁴.

Recent zijn enkele wetenschappelijke publicaties verschenen waarin wordt gepleit om de rapportage van het aantal vroegtijdige sterfgevallen te vervangen door het gemiddelde aantal verloren levensjaren in de populatie⁵⁻⁸. Hoewel mathematisch niet fout, geeft het presenteren van aantallen vroegtijdige doden geen goed beeld van de werkelijkheid en leidt gemakkelijk tot verkeerde conclusies. De 18.000 doden ten gevolge van langdurige blootstelling aan fijn stof die voor Nederland zijn genoemd, behoeven daarmee enige uitleg en nuancering.

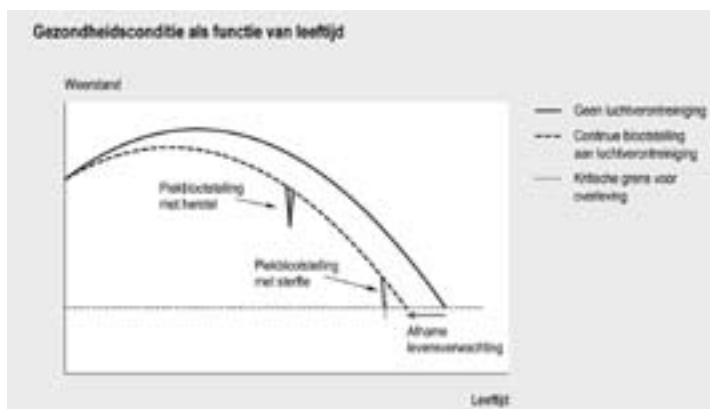
OVER DE AUTEURS

Drs. Anne Knol (anne.knol@rivm.nl) en **ir. Paul Fischer** zijn onderzoekers bij het Centrum voor Milieu-Gezondheid Onderzoek van de sector Milieu en Veiligheid van het RIVM; **drs. Karel van Velze**, **drs. Eva Kunseler** en **dr. Leendert van Bree** zijn werkzaam bij team Leefomgevingskwaliteit van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Sterfteberekeningen

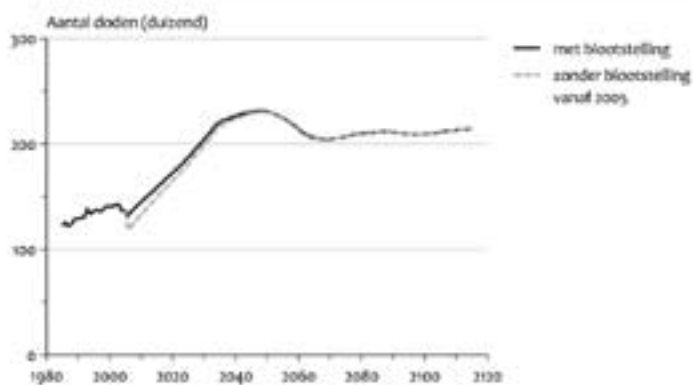
Bij schattingen van aantallen voortijdige sterfgevallen ten gevolge van langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging wordt gebruik gemaakt van epidemiologische studies. Hierin worden over een langere periode meerdere bevolkingsgroepen gevolgd, die worden blootgesteld aan verschillende niveaus van luchtverontreiniging. Door de sterftecijfers tussen deze groepen te vergelijken kunnen uit deze gegevens zogenaamde relatieve risico's worden berekend, die een indicatie geven van de verhouding tussen het sterfterisico in de ene populatie vergeleken met dat risico in de andere lager blootgestelde populatie. Met deze relatieve risico's kan vervolgens het aantal personen geschat worden dat vroegtijdig sterft door blootstelling aan luchtverontreiniging. Dergelijke berekeningen voor Nederland geven aan dat jaarlijks ca. 18.000 vroegtijdige sterfgevallen in verband zouden kunnen staan met langdurige blootstelling aan fijn stof.

Het getal 18.000 suggereert echter dat het hier gaat om aanwijsbare personen die vroegtijdig sterven door (*alleen*) blootstelling aan fijn stof, terwijl alle andere overlijdensgevallen juist *niet* door fijn stof zouden worden veroorzaakt. Het is echter onmogelijk om, in tegenstelling tot bijvoorbeeld verkeersslachtoffers waarbij de relatie tot de doodsoorzaak duidelijk is, luchtverontreiniging als een unieke doodsoorzaak te identificeren. In werkelijkheid is het zo dat iedereen fijn stof inhaleert en ieders gezondheid ook een beetje wordt beïnvloed door die blootstelling. Vergelijkbaar hiermee wordt ieders gezondheid ook

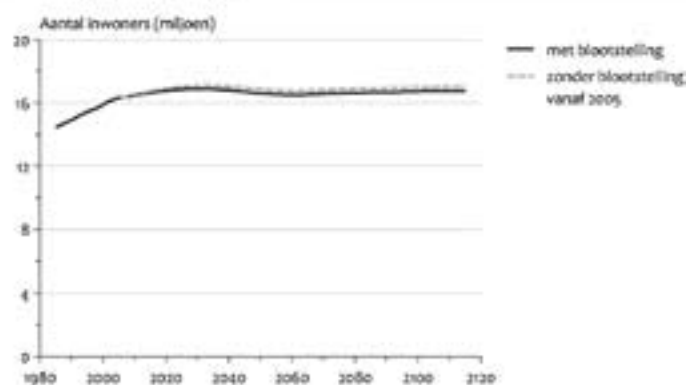


Figuur 1. Gezondheidsconditie ('weerstand') van de gemiddelde Nederlander als functie van de leeftijd. Geschatte afname van levensverwachting door blootstelling aan luchtverontreiniging (als voorbeeld) zijn overdreven om effecten beter zichtbaar te maken (bewerkt naars).

Sterfte aan fijnstof



Effect van fijnstof op de populatie



Figuur 2. Verloop in sterfte (links) en bevolkingsomvang (rechts) na totale reductie van fijnstofniveau. Startbevolking is de Nederlandse bevolking in 2005. Op de x-as staat het aantal jaar na het startjaar uitgezet.

een beetje beïnvloed door bijvoorbeeld dieet, fysieke (in)activiteit en woonomstandigheden. Wel is het zo dat niet iedereen even vatbaar is voor de effecten van fijn stof; mensen met astma of ouderen zijn waarschijnlijk gevoeliger dan gezonde volwassenen.

In figuur 1 is met de gestippelde lijn de gezondheidsconditie ('weerstand') van de gemiddelde Nederlander geschetst als functie van de leeftijd en bij continue blootstelling aan luchtverontreiniging. Tussentijds herstel na piekblootstelling is mogelijk; echter, bij een overschrijding van de kritische grens voor overleving overlijdt de betrokkene. Als door middel van een interventie de fijnstofniveaus zouden dalen (ononderbroken lijn in de figuur), zal dit dus voor de gehele populatie leiden tot een kleine verlaging van de (leeftijdsspecifieke) sterftekans. Hoeveel later men daardoor overlijdt is niet per individu vast te stellen, en ook niet om hoeveel individuen het gaat. Alleen een totale verschuiving in leeftijdsspecifieke sterftekans, en diensgevolge een kleine toename aan levensverwachting, is statistisch waar te nemen.

Interpretatie aantal sterfgevallen

Bij subtiele veranderingen in langdurige blootstelling aan fijn stof treden geen abrupte veranderingen op in aantallen doden. Zoals al aangegeven is wel sprake van afname in levensverwachting. Het getal '18.000' kan worden geïnterpreteerd als het aantal doden dat theoretisch minder zou worden 'geteld' in de statistieken nadat één jaar lang de concentratie PM10 zou zijn terug gebracht naar o

(overigens op zich een onrealistisch uitgangspunt) en als geen rekening wordt gehouden met de latentietijd van dergelijke effecten. De (hypothetische) reductie in sterfte is het gevolg van een verschuiving in de overlevingscurve (en de hieraan gerelateerde sterftekans) van de volledige populatie. Het gaat hier dan ook om 'statistische doden'; het getal zegt niets over wie er al dan niet gestorven is, en het zegt ook weinig over sterfte in de volgende jaren. Immers, doordat er in het eerste jaar minder mensen zullen overlijden, zal de populatie iets vergrijzen en zullen in latere jaren weer meer mensen overlijden. Als resultante hiervan zal de populatie in het volgende jaar iets groter zijn en zal alleen al hierdoor het berekende aantal vroegtijdige sterfgevallen in het tweede jaar weer wat toenemen, ondanks de gelijk-blijvende (fictieve) nieuwe blootstellingsituatie. De jaren daarop zal dit proces zich herhalen totdat op een gegeven moment een nieuw evenwicht zal ontstaan met een populatie die gemiddeld net ietsje ouder wordt dan voor de interventie, en daarom met een net iets grotere bevolkingsomvang. In figuur 2 is dit proces geïllustreerd. Duidelijk te zien is hoe de sterfte daalt in het eerste jaar na het terugbrengen van de luchtverontreinigingniveaus en hoe in de volgende jaren de sterfte langzaam toeneemt totdat uiteindelijk een nieuw evenwicht ontstaat.

Sterftereductie na interventies?

Beleidsmaatregelen die resulteren in afname van fijnstofconcentraties leiden niet tot het voorkómen van sterfte, maar slechts tot uitstel van sterfte, waardoor de gemiddelde levensverwachting van



de populatie iets toeneemt. Alleen bij acute en forse veranderingen in blootstellingniveaus zijn direct zichtbare effecten in sterftestatistieken te verwachten. Bij kleine veranderingen in langdurige blootstellingniveaus zijn effecten op de sterftestatistieken veel genuanceerder.

Dit fenomeen is ook bekend uit de literatuur. Er zijn voorbeelden uit onder andere Dublin⁹ en Utah Valley¹⁰ waarbij plotselinge substantiële fijnstofreducties direct werden gevolgd door afname van het aantal jaarlijkse sterfgevallen. Na een verbod op de kolenverkoop in Dublin bleek dat er de eerste drie jaar na de maatregel sprake was van een afname van de jaarlijkse sterfte. Deze observatie werd gezien als het directe effect van de maatregel. Echter ook hier geldt weer dat uiteindelijk ook de destijds 'niet-gestorvenen' zullen overlijden en er dus na verloop van tijd weer sprake zal zijn van een toename van de sterfte waarbij uiteindelijk iedereen - maar ten gevolge van de maatregelen sommigen iets later - zal overlijden.

Wat is het alternatief?

De toename in levensverwachting, ofwel het 'net ietsje ouder' dat de populatie gemiddeld zal worden als luchtverontreinigingniveaus afnemen, kan worden uitgedrukt in een populatie-gemiddelde winst aan levensjaren (of verlies, bij verhoogde concentraties). Deze schattingen zijn van eenzelfde orde grootte als resultaten die gerapporteerd worden in een recente studie van Pope en anderen¹¹, waarin een gergelijking is gemaakt tussen de gemiddelde levensverwachtingen van Amerikaanse populatie in 2 verschillende perioden met verschillende fijn stof concentraties. Aangezien aantallen doden en daarmee individuele winst aan levensjaren niet in te schatten is, is populatie-gemiddeld verlies of winst aan levensjaren de enige relevante maat voor dergelijke lange-termijn effecten. Omdat het populatie-gemiddelde resultaat ook afhangt van de leeftijdsopbouw van de populatie, levert – desgewenst – beschouwing van de verandering van de levensverwachting bij de geboorte een leeftijdsonafhankelijke indicator. Voor effecten op ziekte wordt een gerelateerde gezondheidsmaat gebruikt, de DALY (Disability Adjusted Life Years), waarin ook ongezonde levensjaren door ziekte worden verdisconteerd. Een hieraan gerelateerde en populaire maat in relatie tot communicatie over (ongezonde) voeding en leefstijl is 'je echte leeftijd'.

In 1997 berekende Brunekreef¹² wat de afname in de levensverwachting van de Nederlandse bevolking zou zijn, onder de aanname dat door reductie van fijnstofniveaus de sterfte afneemt met een factor 1.1 per 10 µg/m³ PM_{2,5} (dit komt overeen met een reductie van circa 20 µg/m³ PM₁₀). Er werd toen geschat dat de gemiddelde levensverwachting met 1,1 tot 1,5 jaar zou toenemen ten gevolge van de reductie in de fijnstofniveaus. In een vergelijkbare berekening van het PBL en het RIVM is gebruik gemaakt van een dynamisch ziektemodel waarmee de toename van de gemiddelde levensverwachting bij een reductie in de PM₁₀ niveaus van 27 µg/m³ is geschat. Deze berekening gaf een toename van de gemiddelde levensverwachting van dezelfde orde grootte weer, namelijk 1,09 jaar. Verschillen in bevolkingsopbouw en in de gehanteerde relatieve risico's en PM₁₀-niveaus zijn de belangrijkste oorzaak van de onderlinge geringe afwijkingen. Indien een vergelijkbare reductie gerealiseerd zou kunnen worden, zou dit derhalve voor de Nederlandse populatie kunnen leiden tot een gemiddelde winst aan levensjaren van circa één tot anderhalf jaar.

Het uitdrukken van sterfte door luchtverontreiniging in verlies aan levensjaren in plaats van in aantallen extra sterfgevallen heeft ook consequenties voor het *monetarisieren* (in geld uitdrukken) van

dergelijke effecten. Waar aantallen sterfgevallen in het algemeen in geld worden uitgedrukt door deze te vermenigvuldigen met een schatting van de waarde van een statistisch leven ('value of a statistical life'), is het voor verlies aan levensjaren nodig om schattingen van de waarde van een statistisch levensjaar ('value of a statistical life year') te gebruiken. Indien - zoals bij langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging - een relatief gering aantal levensjaren wordt verloren door een groot aantal mensen, zal de monetarisering van deze effecten lager uitpakken als gebruik wordt gemaakt van de (waarde van) verloren levensjaren, dan wanneer voor alle sterfgevallen de 'waarde van een statistisch leven' wordt opgeteld.

Conclusie

Het rapporteren van aantallen vroegtijdige sterfgevallen kan leiden tot foutieve interpretaties omdat de bijbehorende verschuiving in de overlevingscurve niet te vertalen is naar identificeerbare doden. Dergelijke aantallen kunnen op hun best effecten van (ingrijpende) luchtkwaliteitsmaatregelen op de relatief korte termijn beschrijven. Op de lange termijn neemt ten gevolge van de schonere lucht de gemiddelde levensverwachting iets toe. Omdat uiteindelijk iedereen zal overlijden, maar iets later door verbeterde luchtkwaliteit, is de gezondheidsmaat 'gewonnen (gezonde) levensjaren' betekenisvoller.

Referenties

1. Knol, A.B. and B.A.M. Staatsen (2005). Trends in the environmental burden of disease in the Netherlands, 1980-2020. RIVM-report 500029001. Bilthoven, 2005.
2. Künzli, N, R. Kaiser, S. Medina, M. Studnicka, O. Chanel, P. Filliger, M. Herry, F. Horak Jr, V. Puybonnieux-Texier, P. Quenel, J. Schneider, R. Seethaler, J.C. Vergnaud, H. Sommer (2000). Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: an European assessment. *The Lancet*, Vol 356 (September 2, 2000), 795-801.
3. CAFE (2005). CAFE CBA: Baseline Analysis 2000 to 2020. AEA Technology report: AEAT/ED51014/Baseline Scenarios, Issue 5: 1- 112. Didcot, April 2005.
4. WHO (2007). Country profiles of environmental burden of disease – the Netherlands. Available at http://www.who.int/quantifying_ghimpacts/national/countryprofile/netherlands.pdf
5. Rabl, A. (2006). Analysis of air pollution mortality in terms of life expectancy changes: relation between time series, intervention and cohort studies. *Environ. Health*. 1: 1-11.
6. Brunekreef B, Miller BG, Hurley JF. (2007). The brave new world of lives sacrificed and saved, deaths attributed and avoided. *Epidemiology*. 2007 Nov;18(6):785-8.
7. Milieubalans (2008). Planbureau voor de Leefomgeving. Gezondheidsmaten: aantallen doden of verloren levensjaren, 173-174.
8. Miller, B.G. and J.F. Hurley (2006). Comparing estimated risks for air pollution with risks for other health effects. IOM Research Report TM/06/01. Edinburgh.
9. Clancy L, Goodman P, Sinclair H et al. (2002) Effect of air pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *Lancet*; 360: 1210-1214
10. Pope CA et al. (1996). Particulate pollution and health: a review of the Utah Valley experience. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*,6:23-34.
11. Pope et al. Fine-Particulate Air Pollution and life Expectancy in the United States. *N Engl J Med* 2009;360 (4):376-386
12. Brunekreef, B. (1997). *Occupational and Environmental Medicine* 54: 781-784.