

Ed Buijsman

'De moordende mist'. De ramp in de Maasvallei bij Luik in 1930

Het gebied langs de Maas ten zuiden van Luik was vóór de Tweede Wereldoorlog zwaar geïndustrialiseerd. Zeer stabiele weersomstandigheden zorgden begin december 1930 voor een ongekennde ophoping van luchtverontreiniging in de Maasvallei. In enkele dagen overleden 63 mensen, een sterfte die werd toegeschreven aan de extreme luchtverontreiniging. Deze gebeurtenissen zijn de geschiedenis ingegaan als de eerste gedocumenteerde luchtverontreinigingsramp. Onderstaande bevat een terugblik op een tijd waarin luchtverontreiniging nog in een andere orde van grootte werd beschreven.

Terugblik op een vergeten ramp

De luchtkwaliteit in Nederland is in de afgelopen decennia spectaculair verbeterd. Luchtverontreiniging in Nederland gaat tegenwoordig alleen nog maar over stikstofdioxide (NO₂) en fijn stof (PM₁₀), omdat voor deze stoffen nog niet overal wordt voldaan aan de Europese regelgeving.¹ Zwaveldioxide (SO₂), de klassieke vorm van luchtverontreiniging uit de jaren 1950 en 1960, is al lang onder controle. Zelfs in het zwaarst belaste gebied in Nederland, het Rijnmondgebied, liggen de jaargemiddelde concentraties van zwaveldioxide tegenwoordig onder de 20 µg/m³.² Dat was veertig tot vijftig jaar geleden wel anders. Uit metingen blijkt dat destijds in stedelijke gebieden jaargemiddelde concentraties in de orde van enkele honderden µg/m³ de normaalste zaak van de wereld waren.³ En het is aannemelijk dat de concentraties voor die tijd nog hoger zijn geweest.⁴ Informatie over luchtverontreiniging voor 1960 is echter alleen overgeleverd voor situaties waarin de luchtverontreiniging extreme vormen aannam. Dat geldt onder andere voor de beruchte smogepisode in Londen in 1952. Maar al eerder, in december 1930, had zich in de Maasvallei ten zuiden van Luik een luchtverontreinigingsramp van tot dan toe ongekennde omvang en met dodelijke slachtoffers voorgedaan.

Engis is een oud industriestadje aan de oever van de Maas 10 kilometer ten zuidwesten van Luik. Het is een naargeestige omgeving met oude huizen en deels vervallen industrie; het ademt de sfeer van vervlogen tijden. In Engis is de enige herinnering te vinden aan de dramatische gebeurtenissen die zich in deze omgeving 80 jaar geleden hebben afgespeeld. In december 1930 werd dit gebied getroffen door zulke ernstige luchtverontreiniging dat mensen aan de gevolgen ervan zijn overleden. In het centrum van Engis staat een standbeeld van een

1 Planbureau voor de Leefomgeving, *Milieubalans 2009* (Bilthoven 2009) 95-97.

2 R. Beijl e.a., *Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2008* (Bilthoven 2009) 16, 96-97. 1 µg = 1 microgram = 1 miljoenste gram.

3 E. Buijsman, 'Meten waar de mensen zijn', *Tijdschrift Lucht 1* (2009) 26-30.

4 Zie bijvoorbeeld P. Brimblecombe, *The big smoke. A History of Air Pollution in London Since Medieval Times* (Londen 1987) 154, over de slechte luchtkwaliteit in een aantal stedelijke gebieden in Engeland.

jonge vrouw als symbool voor de slachtoffers van deze ramp. Hoe erg de luchtverontreiniging was, is echter niet bekend. Er werden destijds geen metingen uitgevoerd. Wel is er direct na de ramp een onderzoek ingesteld naar de mogelijke oorzaken van de ramp. Dit laatste maakte deze luchtverontreinigingsramp tot de eerste die in een aantal opzichten redelijk is gedocumenteerd.

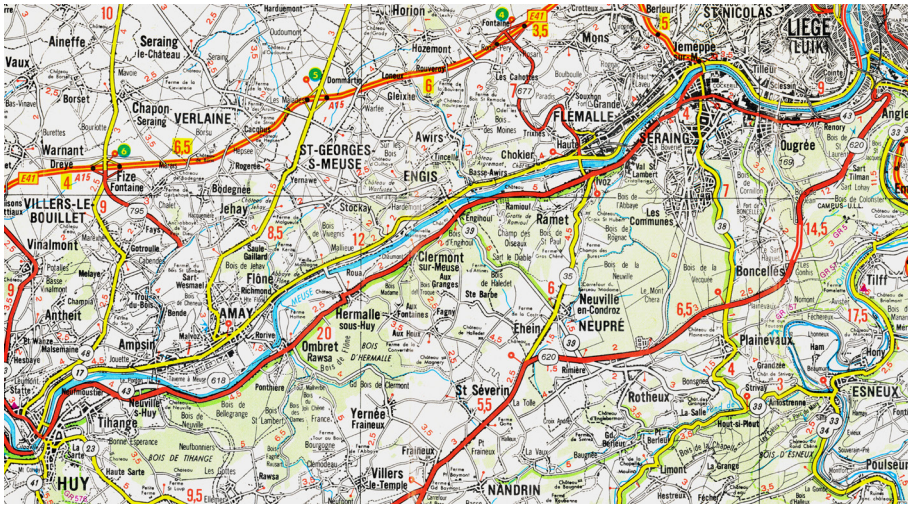
Een rampzalige samenloop van omstandigheden

De rivier de Maas loopt tussen Huy en Luik door een dal van gemiddeld een kilometer breed. Het dal wordt begrensd door heuvels tot 100 meter boven het Maasdal. Al vóór de Tweede Wereldoorlog was deze streek zwaar geïndustrialiseerd. In de periode van 1 tot 5 december 1930 zorgde een hogedrukgebied boven centraal Europa voor stagnerende lucht en dichte mist in grote delen van Europa. Een zwakke tot zeer zwakke oostelijke wind dreef de luchtverontreiniging uit de stad Luik en van de industrie in de omgeving van Luik het nauwe Maasdal zuidwaarts van Luik in. Hier kwam de luchtverontreiniging van de industrieën in de vallei stroomopwaarts en van de huisverwarming in de dorpen nog bij. Dit leidde in het Maasdal tot een cumulatie van luchtverontreiniging. Bovendien was er een temperatuurinversie op een hoogte van 70 tot 80 meter, waardoor de lucht in de vallei opgesloten zat. Vanaf 3 december vertoonden veel bewoners van dit gebied ernstige problemen met hun ademhalingsorganen. Op 4 en 5 december verergerden de klachten. Er traden zelfs sterfgevallen op. Op 6 december veranderde het weer. Er stak een flinke wind op en de luchtverontreiniging werd verdreven. De luchtverontreinigingsepisode was voorbij. Er bleken 63 mensen te zijn overleden.⁵

De berichtgeving

Direct na de ramp, op 6 december, verschenen de eerste berichten in de Belgische kranten. *Le Peuple* kwam op de voorpagina met 'Une catastrophe extraordinaire endeuille la vallée de la Meuse depuis Jemeppes à Engis' en de *L'Indépendance Belge* met 'Trente neuf personnes meurent mystérieusement à Engis et Flémalle'. *De Standaard* volgde op 7 december met 'De Maasvallei, de Vallei van den Dood' en op 8 december met 'Doodende mist in de Maasvallei'. Maar al snel drong ook tot buiten België door welke ramp zich had afgespeeld. De Amerikaanse krant *The Evening Independent* bracht op 6 december het nieuws onder de kop 'Mysterious fog in Meuse valley', de Londense *The Times* opende met 'Over forty deaths in Belgium' en de Australische *Sydney Morning Herald* sprak van 'Fog of death'. De *New York Times* kopte op 7 december met 'Fog brought death only to old and ill' met als ondertitel 'Peasants still in terror'. De Franse *Le Matin* kwam op 7 december

5 J. Firket, 'Sur les causes des accidents survenus dans la vallée de la Meuse, lors des brouillards de décembre 1930', *Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique* 11 (1931) 683-734. De integrale rapportage werd enkele jaren later in een boek over de luchtverontreinigingsproblematiek nog een keer ongewijzigd uitgebracht; zie G. Batta e.a., *Les problèmes de pollution de l'atmosphère* (Parijs 1933) 253-335.



De Maasvallei tussen Huy en Luik waar zich begin december 1930 een ramp voltrok.
Kaart: Michelin.

slechts met een klein berichtje met als kop 'Le brouillard fait des victimes en Belgique'. Het Franse communistische dagblad *L'Humanité* bracht het nieuws op 8 december op de voorpagina: 'Un brouillard mortel descend sur neuf villages et tue près de 70 personnes'. De Australische *Canberra Times* sprak op 8 december over 'The breath of death'. De berichtgeving over de ramp zou in veel kranten nog een aantal dagen doorgaan. Ook Nederlandse kranten kwamen met nieuws over de ramp. Zo sprak het *Rotterdamsch Nieuwsblad* op 6 december over 'De doodende mist' en *Het Vaderland* op 7 december zelfs over 'De moordende mist'.⁶ De artikelen

6 In 1930 onder andere op 6 december: 'Over forty deaths in Belgium', *The Times*; Mysterious fog in Meuse valley, *The Evening Independent*; Scores die, 300 stricken by poison fog in Belgium-Panic grips countryside, *The New York Times*; Le brouillard fait des victimes en Belgique, *Le Matin*; De doodende mist, *Rotterdamsch Nieuwsblad*. Op 7 december: Fog brought death only to old and ill, *The New York Times*; Le brouillard mortel de Liège, *Le Matin*; Un brouillard descend sur neuf villages et tue près de 70 personnes, *L'Humanité*; De moordende mist, *Het Vaderland*. Op 8 december: Belgian fog, *The Times*; The breath of death, *The Canberra Times*; Le brouillard homicide des environs de Liège, *Le Matin*; 'Brouillard mortel!' Répètent les enquêteurs; mais des faits nouveaux permettent de répondre: 'gaz empoisonnés', *L'Humanité*; Le brouillard mortel de la Meuse était vraisemblablement chargé des vapeurs industrielles nocives, *Le Matin*; De doodende mist, *Rotterdamsch Nieuwsblad*. Op 9 december: The deaths in Belgium, *The Times*; The Belgian deaths in the fog, *The Times*; Le mystère du brouillard qui tue nest pas encore éclairci, *Le Matin*; Il se conforme que ce sont des émanations toxiques provenant d'une usine qui ont tué 80 personnes et milliers d'animaux, *L'Humanité*; De doodende mist, *Rotterdamsch Nieuwsblad*. Op 10 december: Meuse valley deaths, *The Times*; Les enquêteurs envisagent l'hypothèse d'un gaz asphyxiant rependu volontairement, *L'Humanité*; De doodende mist, *Rotterdamsch Nieuwsblad*; De doodende mist in de Maasvallei, *Rotterdamsch Nieuwsblad*. Op 11 december: L'enquête avance lentement et la nature de gaz n'est pas encore déterminée, *L'Humanité*. Op 12 december: Belgian fog deaths, *The Times*; Brouillards mortels et industries de guerre, *L'Humanité*. Op 13 december: De doodende in ziek makende mist, *Rotterdamsch Nieuwsblad*. Op 15 december: Poison fog, *Time*; De doodelijke mist, *Rotterdamsch Nieuwsblad*. En in 1931 onder andere nog op 26 april: Het nevel-ongeval bij Luik, *Het Vaderland*. Op 20 mei: De giftige gassen in de Maasvallei, *Het Vaderland*. Op 14 oktober: Het moordende gas in het Maasdal, *Het Vaderland*. Op 17 oktober: Fog deaths in the Meuse valley, *The Times*.

weerspiegelden op dat moment duidelijk het gebrek aan kennis over de oorzaak en de precieze gevolgen van de ramp in de Maasvallei. Misschien juist daarom was de berichtgeving vaak apocalyptisch van toon, met in Engelstalige bladen het gebruik van termen als 'menace' en 'terror'.

Met enige vertraging volgde een aantal artikelen in meer wetenschappelijke periodieken, waarin echter vrijuit gespeculeerd werd over de oorzaken van de ramp.⁷

De afloop

De weersverandering op 6 december maakte een eind aan de episode. De mist was verdreven en de ziekteverschijnselen behoorden tot het verleden. Wel zouden enige mensen die tijdens de episode ernstig ziek waren geworden, alsnog overlijden. Op 6 december bezocht koningin Victoria, de vrouw van koning Albert van België, het rampgebied. Eveneens op 6 december gelastte de procureur van de koning in Luik een onderzoek naar de gebeurtenissen. Er werd een commissie ingesteld die de opdracht kreeg om de toedracht van de ramp te onderzoeken.⁸ De commissie hield eerst gesprekken met artsen en patiënten. Hieruit bleek dat de eerste effecten op 3 december waren opgetreden. De mist ging toen overigens al zijn derde dag in; het was ook de dag waarop de mist het ergst was. Een snelle toename van het aantal ziektegevallen volgde in de nacht van 3 op 4 december. Het hoogtepunt was op 4 en 5 december. Op 4 december was de mist vrijwel net zo erg als de voorgaande dag; op 5 december trad een verbetering in. Meer dan 60 doden op deze twee dagen werden toegeschreven aan de extreme omstandigheden.⁹ Het aantal doden werd beschreven als 10,5 maal de gebruikelijke sterfte in dit gebied.¹⁰ Het dorp Engis was het zwaarst getroffen (tabel 1). Verder werd vastgesteld dat de ernstige ziektebeelden in de gehele Maasvallei ongeveer op hetzelfde tijdstip begonnen waren. Ook werd geschat dat mogelijk enkele honderden mensen zich met min of meer ernstige klachten aan de luchtwegen bij artsen

7 J. Alexander, 'The fatal Belgian fog', *Science* 73 (1931) 96-97; A. Alke, 'Nebelkatastrophen', *Münchener Medizinische Wochenschrift* 78 (1931) 160; F. Bertyn, 'Sur le brouillards de la vallée de la Meuse', *Annales de Gembloux* 37 (1931) 20-33; G. Fenner, 'Zur Nebelkatastrophe im Industriegebiet südlich von Lüttich', *Chemiker-Zeitung* 55 (1931) 69-70; A. Lambrette e.a., 'Zur Nebelkatastrophe im Industriegebiet in der Nähe von Lüttich', *Chemiker-Zeitung* 55 (1931) 260; W. Storm van Leeuwen, 'Die Nebelkatastrophe im Industriegebiet südlich von Lüttich', *Münchener Medizinische Wochenschrift* 78 (1931) 49-50; [*idem*,] 'Schwefeldioxyd- oder Flußsäure-Vergiftung? Die Nebelkatastrophe im Industriegebiet von Lüttich', *Archives of Toxicology* 2 (1931) 69-70; F. Wolters, 'Die Nebelkatastrophe im Maastal südlich von Lüttich', *Journal of Molecular Medicine* 10 (1931) 785-788.

8 Het was een zware commissie die bestond uit J. Firket, hoogleraar pathologische anatomie en forensische geneeskunde, J. Bovy, forensisch deskundige, M. Schoofs, hoogleraar toxicologische analyse, M. Delahu, hoogleraar aan de universiteit van Luik voor zijn meteorologische deskundigheid en J. Mage en G. Batta, beiden deskundigen in de industriële chemie.

9 Overigens kwamen latere publicaties met enigszins andere aantallen; de reden hiervan is niet duidelijk. J. Firket, 'Fog along the Meuse', *Transactions of the Faraday Society* 32 (1936) 1192-1197, noemde zelf later 63 doden, een aantal dat in eerdere publicaties ook al was genoemd. Zie ook bijvoorbeeld Storm van Leeuwen, 'Die Nebelkatastrophe'; [*idem*,] 'Schwefeldioxyd- oder Flußsäure-Vergiftung?' en Wolters, 'Die Nebelkatastrophe'.

10 Firket, 'Sur les causes des accidents', 684.

Tabel 1. Het dodental tijdens de luchtverontreinigingsepisode van 1-5 december 1930 in de Maasvallei ten zuiden van Luik

Plaats (linkeroever)	Aantal doden		Aantal doden	Plaats (rechteroever)
Jemeppe	9		12	Seraing
Flémalle-Grande	5	↑	7	Yvoz-Ramet
Flémalle-Haute	9			
Engis	14	Maas	0	Clermont
Amay	4		0	Ombret
Ampsin	0	↑		
Huy	0		0	Hermalle

Bron: Firket, 'Sur les causes des accidents', 688. De opmaak van de tabel is grotendeels overeenkomstig de originele publicatie. De pijlen geven de stroomrichting van de Maas aan. De afstand tussen Jemeppe en Huy bedraagt hemelsbreed 22 kilometer.

onder behandeling hebben gesteld. Sommige kranten maakten ook melding van overlijden van enkele tientallen stuks vee.¹¹

De commissie constateerde dat er grote overeenkomsten in de klachten van de slachtoffers waren. Veel voorkomende symptomen waren: irritatie in de keel, overmatig tranende ogen, schorheid, ademnood, hoesten, pijn bij het slikken en in het algemeen astma-achtige klachten. Minder vaak werden misselijkheid en overgeven genoemd. Bij degenen die waren overleden, werd vastgesteld dat er weinig tijd – vaak slechts enkele uren – lag tussen het optreden van de eerste klachten en het overlijden.¹² De leeftijd van de overledenen lag tussen de 20 en 89 jaar. Het merendeel van de overledenen was echter op gevorderde leeftijd; de gemiddelde leeftijd lag op 62 jaar.¹³ Veelal hadden de slachtoffers al chronische hart- of longklachten. Jonge kinderen leken het minst getroffen.

Op gezag van de onderzoekscommissie werden van 7 tot 11 december secties verricht bij tien mensen van wie men veronderstelde dat ze mogelijk door de luchtverontreiniging waren overleden. Dit onderzoek leerde dat vooral de ademhalingsorganen waren aangetast; de symptomen van de overledenen kwamen hiermee overeen. Niettemin bleek het onmogelijk op basis van de secties een duidelijke oorzaak aan te wijzen.

Het eindrapport van de commissie verscheen eind 1931. Het bleek onmogelijk een definitieve verklaring te geven. Als meest waarschijnlijke oorzaak voor de catastrofe gaf de commissie de samenloop van omstandigheden aan, waarbij stagnerende weersomstandigheden hadden geleid tot een ongekende ophoping van luchtverontreiniging. Het was waarschijnlijk zwaveldioxide geweest dat de problemen had veroorzaakt. De commissie meende bovendien dat een deel van het zwaveldioxide (SO₂) waarschijnlijk in het nog schadelijker

¹¹ *Het Vaderland*, 6 december 1930.

¹² Firket, 'Sur les causes des accidents'.

¹³ B. Nemery e.a., 'The Meuse valley fog of 1930: an air pollution disaster', *The Lancet* 201 (2001) 704-708.

zwavelzuur (H_2SO_4) was omgezet. De commissie wilde niet uitsluiten dat er lokaal mogelijk ook een additioneel effect van het bijzonder giftige en bijtende waterstoffluoride (HF) geweest was. Andere chemische stoffen kon de ramp zeker niet worden aangerekend. Ook de mogelijkheid dat de problemen door de emissie van een onbekend agens van een enkele bron waren veroorzaakt, sloot de commissie nadrukkelijk uit.¹⁴

Een reconstructie

Luchtverontreiniging was in de Maasvallei, net zoals in andere industriegebieden, een kenmerkende bijkomstigheid van industriële activiteit. In de negentiende eeuw werden rokende schoorstenen zelfs gezien als een teken van vooruitgang en welvaart. Toch werd luchtverontreiniging al vroeg ook als een probleem gezien. Zo geeft Brimblecombe een uitvoerige beschrijving van luchtverontreiniging in Engeland, waarvan de geschiedenis – en dan met name in Londen – teruggaat tot in de veertiende eeuw.¹⁵ De soms erbarmelijke situatie in Londen bijvoorbeeld is uitvoerig gedocumenteerd.¹⁶ Meteorologische analyses hebben aangetoond dat alleen al in de tweede helft van de negentiende eeuw zich in Londen minstens vijf luchtverontreinigingsepisodes moeten hebben voorgedaan.¹⁷ Op basis van sterftestatistieken is geconcludeerd dat tijdens elk van die episodes een oversterfte van 600 tot 1.600 mensen kan zijn opgetreden.

De luchtverontreinigingsramp in de Maasvallei in 1930 is waarschijnlijk niet de eerste van zijn soort in deze streek geweest. Onderzoek op basis van meteorologische gegevens leerde dat zich in de veertig jaar voorafgaand aan de ramp in 1930 zeker negen maal vergelijkbare omstandigheden in de Maasvallei nabij Luik hadden voorgedaan.¹⁸ In vier jaren hiervan hielden de omstandigheden zo lang aan dat vergelijkbare niveaus van luchtverontreiniging als in 1930 voorgekomen zouden kunnen zijn.¹⁹ In één geval, namelijk in januari 1911, zijn hier inderdaad aanwijzingen voor. Dieren zouden tijdens deze episode overleden zijn, terwijl ook mensen ernstig te lijden zouden hebben gehad, mogelijk ook met fatale gevolgen.²⁰ In de berichtgeving over de episode van 1930 werd in enkele krantenartikelen verwezen naar doden tijdens de eerdere episode van 1911.²¹ Matignon wees erop dat soortgelijke omstandigheden als bij Luik mogelijk al in januari 1800 in het noordelijker gelegen Maastricht waren opgetreden.²² Een beschrijving hiervan

14 Firket, 'Sur les causes des accidents', 717-727.

15 P. Brimblecombe, 'London air pollution 1500-1900', *Atmospheric Environment* 11 (1977) 1157-1162; [idem,] *The big smoke*.

16 J. Evelyn, *Fumifugium* (Londen 1661).

17 W.W. Holland e.a., 'Exposure to particulate pollution: mortality in adults', *American Journal of Epidemiology* 110 (1979) 554-579.

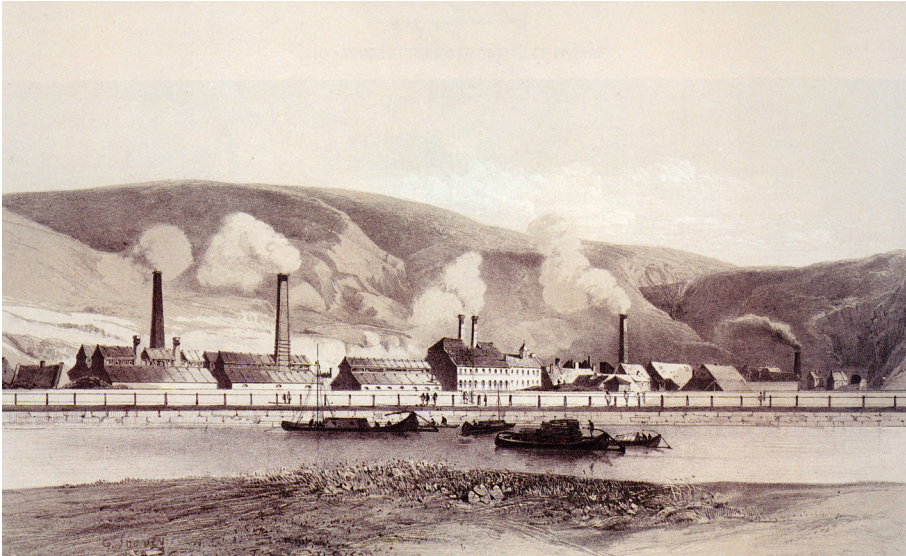
18 Firket, 'Sur les causes des accidents', 704.

19 Het gaat om de jaren 1901, 1911, 1917 en 1919. In sommige jaren was de industriële activiteit echter gering door de oorlog (1917) of de nasleep ervan (1919).

20 F. Bertyn, 'Le brouillard et le bétail', *Annales de Gembloux* 23 (1913) 153-173.

21 *The Evening Independent*, 6 december 1930; *Het Vaderland*, 7 december 1930.

22 C. Matignon, 'Sur les brouillard nocifs', *Comptes Rendus* 195 (1932) 633-635.



De zink- en loodfabrieken van de S.A. de Corphalie bij Huy. Bron: Bart van der Hertten, Michel Oris en Jan Rogiers, Nijver België. Het industriële landschap omstreeks 1850 (Antwerpen-Brussel 1995).

door Paissé duidt inderdaad op een soortgelijke situatie met dagenlang aanhoudende dichte mist, zware luchtverontreiniging door kolengebruik en ernstige gezondheidsklachten.²³

Al aan het eind van de negentiende eeuw was de schadelijke werking van bepaalde vormen van luchtverontreiniging – ook op de menselijke gezondheid – bekend en was er ook al inzicht in de herkomst van luchtverontreiniging.²⁴ Bovendien was er al een zeker besef van de verspreiding van luchtverontreiniging.²⁵ De ramp in de Maasvallei was echter in zekere zin uniek, omdat voor de eerste maal werd getracht na een dergelijk ernstig incident een directe relatie te leggen tussen het veronderstelde (hoge) niveau van luchtverontreiniging en de geconstateerde verschijnselen.

Meteorologische omstandigheden

Vanaf 30 november bouwde zich boven Midden-Europa een krachtig hogedrukgebied op. Het hogedrukgebied zorgde voor stabiel weer met weinig wind in een gebied dat reikte van Polen, Duitsland, Nederland, België tot en met Engeland.

23 M. Paissé, 'Sur le brouillard qui a eu lieu à Maestricht le 14 nivôse, an 8', *Annales de Chimie* 34 (1800) 217-221.

24 Zie bijvoorbeeld R.A. Smith, *Air and Rain* (Londen 1872); M.A. Ladureau, 'L'acide sulfureux dans l'atmosphère de Lille', *Annales de Chimie et de Physique* 29 (1883) 427-433; C.P. Mabery, 'An examination of the atmosphere of a large manufacturing city', *Journal of the American Chemical Society* 17 (1895) 105-122.

25 Zie bijvoorbeeld H. Ost, 'Der Kampf gegen schädliche Industriegase', *Zeitschrift für angewandte Chemie* 20 (107) 1689-1693; W. Liesegang, 'Über die Verteilung schwefelhaltiger Abgase in freier Luft', *Gesundheits-Ingenieur* 54 (1931) 705-709.

Aanvankelijk was er zware bevolking met de in dit jaargetijde niet ongebruikelijke mist. De mist bleek in sommige gebieden, waaronder in de Maasvallei, hardnekkig. De temperaturen waren overdag net boven nul; 's nachts tien graden lager. Dit weertype hield aan tot en met 5 december, waarna het hogedrukgebied snel in betekenis afnam. Op 5 december werd nog in grote delen van Europa dichte tot zeer dichte mist gemeld.²⁶ Op 6 december echter zorgde een diepe depressie uit het noorden voor totaal ander weer met een flinke wind, waardoor de luchtverontreiniging (en de mist) in de Maasvallei snel was verdwenen.

Van 1 tot 5 december was er in de Maasvallei slechts een zwakke wind uit richtingen tussen oost en oostzuidoost, met een windsnelheid van meest minder dan 3 km per uur; van 2 tot en met 4 december zelfs van 1 km per uur.²⁷ Een hardnekkige inversie hield de luchtlaag in de Maasvallei opgesloten. De inversiehoogte bedroeg 70 tot 80 meter. De schoorstenen hadden alle een hoogte die onder de 70 meter lag.²⁸ De luchtverontreiniging in het gebied kon dus niet verticaal ontsnappen. De oostelijke wind zorgde ervoor dat sterk verontreinigde lucht uit het industriegebied in de omgeving van Luik het dal werd ingedreven. Ooggetuigen zouden later verklaren dat de rook uit de schoorstenen van de fabrieken in de Maasvallei niet omhoog ging, maar werd neergeslagen.²⁹ Deze waarneming komt overeen met de boven geschetste omstandigheden en duidt op bijzonder slechte verspreidingscondities met zogeheten fumigatie.

De bronnen en de aard van de luchtverontreiniging

Het gebied rondom en ten zuiden van Luik was in 1930 zwaar geïndustrialiseerd. De onderzoekscommissie die de gebeurtenissen in de eerste week van december onderzocht, presenteerde een imposante lijst van uiteenlopende industrieën. Hieronder bevonden zich vier hoogovencomplexen annex cokesfabrieken, een staalfabriek, vier staalfabrieken, vier elektriciteitscentrales, zes glasfabrieken, drie complexen van kalkbranderijen, drie zinksmelterijen, een kruisfabriek, een zwavelzuurfabriek en een kunstmestfabriek. Ook heeft de onderzoekscommissie geïnventariseerd welke chemicaliën door deze fabrieken in de lucht werden gebracht. Het ging om een zeer diverse verzameling van chemicaliën, waaronder bekende vormen van luchtverontreiniging als zwaveldioxide (SO₂), stikstofoxiden (NO, NO₂), ammoniak (NH₃), stof en roet, maar ook een breed scala organische stoffen. Voor de kwantitatief belangrijkste stoffen werd een soort emissieregistratie verricht.³⁰ Hierin waren ook de emissies door huishoudens in betrokken. Emissies door verkeer en transport werden daarentegen niet geschat.

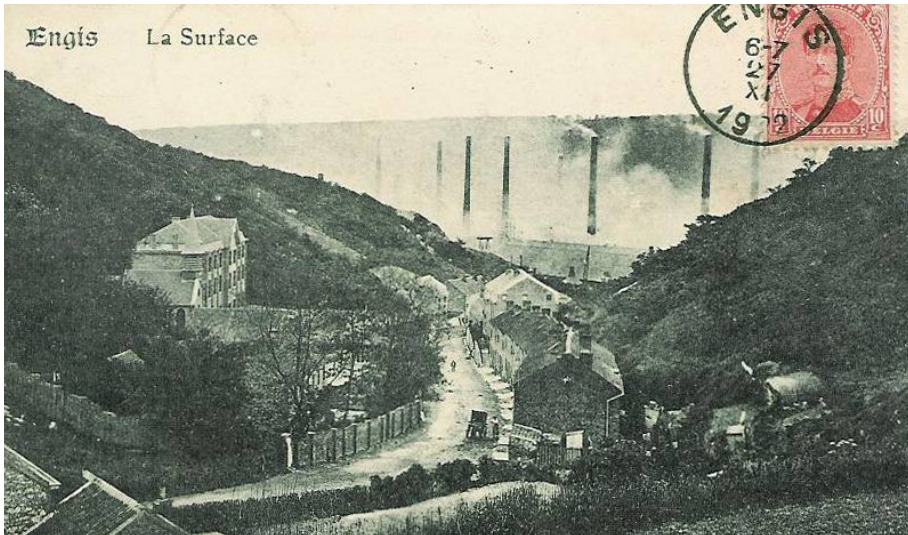
26 Zo meldt *Het Vaderland* in zijn editie van 6 december 1930 over zware mist in Londen ('... zoo zwaar, als in geen jaren is voorgekomen') en op de Elbe ('zulk een dikken mist, dat de geheele scheepvaart stil lag').

27 Firket, 'Sur les causes des accidents', 701. In sommige krantenartikelen was zelfs sprake van windstil weer.

28 *Ibidem*.

29 In krantenartikelen werden ook ooggetuigen opgevoerd die uitspraken deden over de kleur van de 'mist'. Beschrijvingen repten van bruin, oranje en geel. Zie ook F. Flury, 'Die Todesursache bei der Nebelkatastrophe im Maastal', *International Archives of Occupational and Environmental Health* 7 (1936) 117-125.

30 Zie voor een overzicht bijlage 1.



De rokerige fabrieken in het Maasdal bij Engis, ansichtkaart z.d. Bron: <http://delcampe.net>

De emissie-inventarisatie leert dat de fabrieken 50 ton zwaveldioxide per dag in de lucht brachten. Huishoudens voorzagen destijds grotendeels met kolenstook in de benodigde warmte.³¹ Dit leverde ook nog eens 20 ton zwaveldioxide per dag op. De commissie merkte bij dit laatste op dat het om een conservatieve schatting ging.³² Daarnaast zorgden twee fabrieken voor een emissie van 2,5 ton fluor per dag. De stofemissies in het gebied waren enorm: ruim 200 ton per dag. Hiervan was 183 ton toe te schrijven aan één fabriek. Deze lag in Hermalle ten zuidwesten van Engis.

Er is wel beweerd dat dit gebied in de periode waarin de ramp plaatsvond, het zwaarst geïndustrialiseerde gebied in Europa was.³³ Volgens de huidige inzichten klopt dat waarschijnlijk niet, zoals blijkt uit de HYDE-database (History Database of the Global Environment, een databank onder auspiciën van het Planbureau voor de Leefomgeving, Ministerie van Infrastructuur en Milieu). Deze bevat schattingen van emissies van zwaveldioxide vanaf 1890. De emissies van zwaveldioxide kunnen in 1930 als een goede benadering voor de omvang van de industriële activiteit (en van de grootte van de stedelijke agglomeraties) worden beschouwd.³⁴ Dit leert dat het gebied bij Luik pas op plaats 23 staat in de ranglijst

31 Kolen was in dit gebied in ruime mate voorhanden; de streek rond Luik was van oudsher een belangrijk kolenwinningsgebied.

32 Men ging uit van een verbruik van 15 kilo kolen per dag per huishouden en een zwavelgehalte van de kolen van 1 procent.

33 Nemery, 'The Meuse valley fog'.

34 Deze benadering is geoorloofd, omdat steenkolen zowel in huishoudens als in de industrie verreweg de meest gebruikte energiedrager was. De emissieschattingen zijn gemaakt per gebied van 1°x1° (1° = breedte- c.q. lengtegraad). Weliswaar is dit vrij grof, maar in eerste aanleg zeker bruikbaar. Een gebied van 1°x1° komt voor de uitsnede waarin de Maasvallei ligt, overeen met 75x100 kilometer. De betreffende cel van 1°x1° strekt zich tevens uit tot het industriegebied van Zuid-Limburg.

van Europese gebieden geordend naar de omvang van de zwaveldioxide-emissies (zie bijlage 1, tabel B2). De ranglijst wordt gedomineerd door Engelse gebieden. De emissies in de Londense agglomeratie, koploper in de lijst, liggen maar liefst een factor vijf hoger ligt dan in de gridcel waarin de industrie in de Maasvallei ligt. De conclusie moet dan ook zijn dat in de Maasvallei niet alleen de dichtheid van de industrie – die zeker indrukwekkend was – een rol heeft gespeeld. Het was veel-
eer de extreme luchtverontreiniging in combinatie met de lokale topografie die aanleiding was voor de ramp.

Het niveau van de luchtverontreiniging

In latere publicaties zijn op basis van de gegevens van de onderzoekscommissie schattingen van de concentraties van een aantal componenten gemaakt.³⁵ Deze berekeningen waren gebaseerd op de emissiegegevens en de inhoud van de Maasvallei. Een eenvoudige berekening leidde tot het gewenste gegeven.³⁶ Zo kwamen onder andere schattingen van de zwaveldioxideconcentraties tot stand. Deze werden gepresenteerd als 'maximum amount which could have been reached after 1 Day of Fog', respectievelijk 'maximum amount which could have been reached after 4 Days of Fog'. Voor zwaveldioxide bedroegen deze concentraties 25 en 100 mg SO₂/m³ en voor waterstoffluoride 0,08 en 0,3 mg HF/m³.³⁷ Dit zijn extreem hoge concentraties. Deze getallen zijn in latere publicaties vaak overgenomen om de ernst van de situatie aan te geven. Het is echter de vraag hoe realistisch deze benadering is. Daarom is nagegaan of op een andere wijze een schatting van de orde van grootte van de concentraties gemaakt zou kunnen worden.

Het verloop van de concentratie van zwaveldioxide, stof en fluoride in de Maasvallei is daartoe berekend met een eenvoudig boxmodel. Hierbij is het gebied tussen Tilleur en Flone gemodelleerd. Dit is hemelsbreed een afstand van 15 kilometer. Er is een uniforme breedte van de Maasvallei van 1.000 meter verondersteld. In de lengterichting is het traject verdeeld in cellen van 250 meter. De hoogte is gesteld op 80 meter op basis van de gerapporteerde hoogte van de inversielaag. Voor de periode 1 tot en met 3 december is een windsnelheid van 0,8 m/s genomen; voor 4 en 5 december 0,3 m/s genomen. Dit zijn de officieel opgegeven waarden voor deze periode.³⁸ De emissiegegevens zijn ontleend aan de oorspronkelijke publicatie.^{39,40}

35 Firket, 'Fog along the Meuse', 1195.

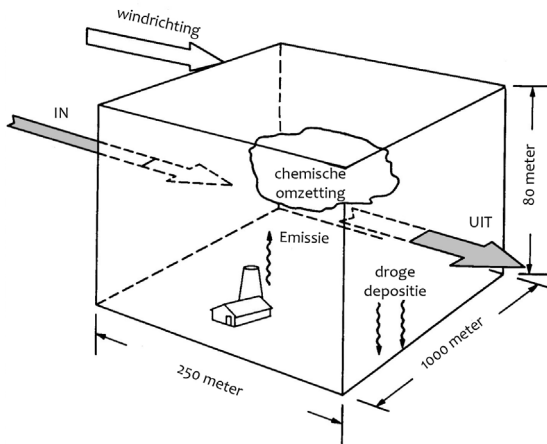
36 De commissie beschouwde de Maasvallei van Huy tot 'a point near Liège' als een doos, waarvan de lengte 25 kilometer bedroeg. Met een hoogte van 80 meter – de veronderstelde inversiehoogte – en een breedte van het Maasdal van 1.000 meter is de inhoud van de doos bekend. Alle emissies werden vervolgens over de doos verdeeld. Er werd geen verwijdering verondersteld; de concentraties na vier dagen waren dan ook vier maal zo hoog als na een dag.

37 1 mg = 1 miligram = 1 duizendste gram.

38 Firket, 'Sur les casuses des accidents', 701.

39 *Ibidem*, tussen 710 en 711.

40 Voor de drogedepositiesnelheid van zwaveldioxide en voor waterstoffluoride is een waarde van 0,1 cm/s aangenomen; voor de chemische omzetting van zwaveldioxide een waarde van 4%/uur. De keuze van de waarde van deze invoerparameters wordt beargumenteerd in Bijlage 2.

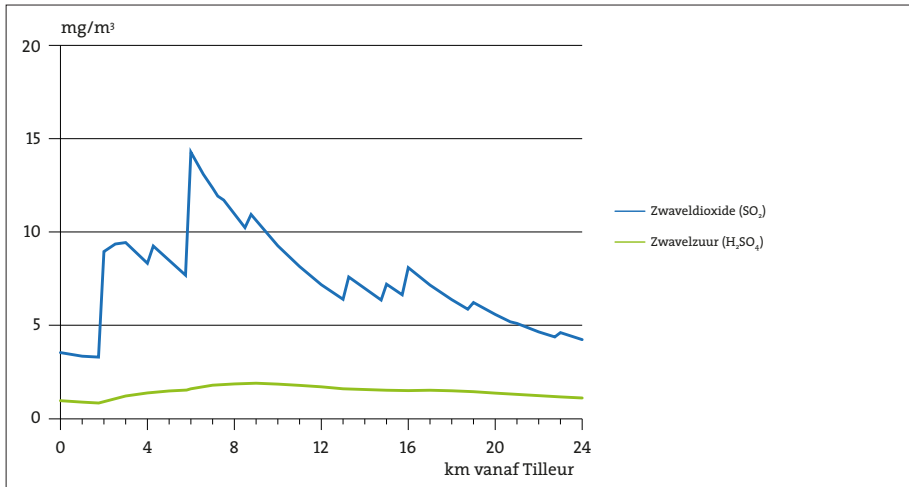


Het boxmodel waarmee luchtconcentraties zijn berekend. De emissie in de cel (box) wordt verondersteld onmiddellijk homogeen over de inhoud van de cel verdeeld te zijn. Luchtverontreiniging uit de vorige cel komt de cel in ('IN'). In de cel wordt luchtverontreiniging omgezet ('chemische omzetting') en aan het aardoppervlak verwijderd ('droge depositie'). Ook wordt luchtverontreiniging naar de volgende cel getransporteerd ('UIT').⁴⁰

Het blijkt dat de daggemiddelde concentraties van zwaveldioxide in de periode 1 tot en met 3 december 5-10 mg/m³ en op 4 en 5 december 5-15 mg/m³ geweest kunnen zijn. Het verloop in de concentraties weerspiegelt in grote lijnen de ligging van de industriële bronnen. De geringe snelheid van verwijdering door droge depositie en omzetting leidt tot aan Engis door de bijdragen van de bronnen in de opeenvolgende cellen tot aan Chokier tot een cumulatie van zwaveldioxide. Ondanks de geringe omzettingssnelheid van zwaveldioxide in zwavelzuur ontstaan er toch hoge concentraties van zwavelzuur in de orde van 0,5-1,5 mg/m³. Dit kan volledig worden toegeschreven aan de bijzonder hoge concentraties van zwaveldioxide. Na Chokier neemt de concentraties van zwaveldioxide en zwavelzuur geleidelijk aan weer af.

Om te onderzoeken hoe gevoelig de uitkomsten zijn voor de waarde van de modelparameters, zijn tevens berekeningen gemaakt met andere waarden. De keuze ervan is voor de meteorologische omstandigheden gebaseerd op de beschrijving door Firket.⁴¹ Hierbij zijn vooral de windsnelheid en de hoogte van de inversie laag belangrijke parameters. Verhoging van de windsnelheid en de inversiehoogte leidt tot lagere concentraties. De keuze van de snelheid van de chemische omzetting is gebaseerd op de huidige atmosferisch-chemische kennis; de onzekerheid erin is gering. De droge depositie is een belangrijk verwijderingsmechanisme. Een verandering van deze snelheid leidt echter niet tot een spectaculaire verandering van de concentraties (zie ook bijlage 3). De plaats waar de maximumconcentratie optreedt, is echter in alle varianten steeds vlak

41 Firket, 'Sur les causes des accidents', 700-701.



De concentraties van zwavedioxide nemen aanvankelijk toe tot aan Chokier (cel nummer 26-30) tot 15 mg/m³; daarna volgt een gestage afname. De concentraties van zwavelzuur tonen een veel vlakker verloop en liggen in de orde van 1-2 mg/m³.

voor Chokier. Wel kan de hoogte van de maximumconcentratie verschillen afhankelijk van de gekozen modelparameters. Deze analyse leert dat de concentraties van zwavedioxide (en zwavelzuur) hoe dan ook op een bijzonder hoog niveau gelegen moeten hebben.

Voor waterstoffluoride is de situatie eenvoudiger, omdat er maar twee bronnen van deze stof in het gebied zijn. Een fabriek in Flémalle en een in Engis. De precieze locaties zijn niet bekend, maar in de nabijheid van de fabriek in Flémalle zou de concentratie opgelopen kunnen zijn tot 1 mg/m³. Volgens sommige krantenberichten was de fabriek in Engis echter al geruime tijd gesloten. Voor stof is de situatie nog simpeler. Er zijn drie bronnen: een in Seraing, een kleine in Engis en een uitzonderlijke in Hermalle. De aard van de laatste bron is niet bekend, maar met een emissie van 183 ton per dag geeft dit in de onmiddellijke omgeving een – naar de huidige maatstaven – onvoorstelbare stofconcentratie van 100 mg/m³.⁴²

Het model dat is gebruikt om de concentraties te berekenen, is eenvoudig van opzet. Zo wordt verondersteld dat geëmitteerde stoffen onmiddellijk homogeen over de betreffende cel worden verspreid. In werkelijkheid duurt dit enige tijd. Dit gevoegd bij het al genoemde verschijnsel van fumigatie kan ertoe geleid hebben dat – zeker gedurende korte periodes – op grondniveau veel hogere concentraties kunnen zijn voorgekomen.

42 Volgens de huidige Europese regelgeving mag de jaargemiddelde fijnstofconcentratie niet meer dan 40 µg/m³ bedragen. Een daggemiddelde concentratie van 50 µg/m³ mag op niet meer dan 35 dagen per jaar worden overschreden. Zie ook het *Compendium voor de Leefomgeving* <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nlo237>.

Een aspect dat in eerdere publicaties tot nu toe geen aandacht heeft gekregen, zijn de niet gerapporteerde emissies. De omvangrijke emissies van zwaveldioxide duiden op een fors gebruik van fossiele brandstof, dat – gezien de aard van het gebied en de tijd waarin zich een en ander afspeelt – grotendeels uit kolen zal hebben bestaan.⁴³ Dat betekent dat naast de emissie van zwaveldioxide ook een aanzienlijke emissie van stof in de vorm van roetachtige bestanddelen moet hebben plaatsgevonden.⁴⁴ Latere metingen van dit soort stof tijdens smogperiodes hebben aangetoond dat de concentraties ervan in dezelfde orde van grootte kunnen liggen als de concentraties van zwaveldioxide.⁴⁵ Een soortgelijke waarneming werd gedaan tijdens de Europese smogepisode van december 1962.⁴⁶ Dit betekent dat tijdens de episode in de Maasvallei de concentratie van verbrandingsgerelateerde stof in de orde van enkele tot tientallen mg/m³ kan hebben bedragen.

Er is weinig vergelijkingsmateriaal voor de concentraties aan zwaveldioxide in de Maasvallei in december 1930. De beruchte smogepisode in Londen in december 1952 gaf daggemiddelde zwaveldioxideconcentraties tot 2 mg SO₂/m³ te zien.⁴⁷ Naar schatting 4.000 mensen lieten hierbij het leven.⁴⁸ In december 1962 was er een smogepisode in grote delen van Europa.⁴⁹ In Rotterdam bereikten de daggemiddelde zwaveldioxideconcentraties een niveau van 1,6 mg SO₂/m³; in het Ruhrgebied kwamen de concentraties tot 4,0 mg SO₂/m³ en in Londen zelfs tot 4,6 mg SO₂/m³.⁵⁰

De oorzaak van de ramp

Volgens Firket bedroeg de normale sterfte in Engis 65 personen per jaar.⁵¹ De meerdere sterfgevallen op 4 en 5 december werden daarop aan de luchtverontreiniging toegeschreven. In de publicatie van de onderzoekscommissie wordt voor

43 S. Mylona, 'Sulphur dioxide emissions in Europe 1880-1991 and their effect on sulphur concentrations and depositions', *Tellus* 48B (1996) 662-689.

44 In de jaren 1960 zou hiervoor de grootheid 'zwarte rook' in zwang komen. Zie OECD, *Methods of measuring air pollution*, (Parijs 1964). Voor die tijd was het een niet goed gedefinieerde grootheid die in Engelstalige gebieden kon worden aangeduid met 'smoke' of 'soot'. Zie bijvoorbeeld A.R. Meetham, *Atmospheric pollution; its origins and prevention*, 3th revised edition (Londen 1964) 143.

45 Brimblecombe, *The big smoke*, 124, geeft een schatting van de concentraties van zwaveldioxide en 'smoke' tijdens smogepisodes in Londen vanaf 1873.

46 L. Burema e.a., *Luchtverontreiniging en volksgezondheid in Rotterdam*, (Rotterdam 1964).

47 Brimblecombe, *The big smoke*, 168.

48 F. Godlee, 'Air pollution. I: From pea souper to photochemical smog', *British Medical Journal* 303 (1991) 1459-1461.

49 Het Algemeen Nederlands Persbureau maakte op 5 en 6 december 1962 melding van de ernstige situatie in Londen. De concentraties in Rotterdam en omstreken waren eveneens hoog, maar over Nederland werd alleen bericht over mist en de hinder voor het verkeer. Zie anp.kb.nl; geraadpleegd op 5 april 2010.

50 Burema e.a., *Luchtverontreiniging en volksgezondheid*, 16.

51 Firket, 'Sur les causes des accidents', 684. Dit lijkt een hoog getal. Op een bevolking van 3.759 betekent dit een sterfte van 17,3% op jaarbasis. Volgens het Nederlandse Centraal Bureau voor de Statistiek bedroeg de sterfte in Nederland in 1930 9,1%; dat is dus een factor twee lager dan in Engis. Mogelijk duidt de hogere sterfte in Engis op de in zijn algemeenheid slechte omstandigheden in Engis (of in dit gebied).

het gehele gebied een op deze wijze berekend dodental van 60 gegeven.⁵² Het is echter denkbaar dat er meer dan 60 doden zijn gevallen. Het getal van 60 geldt alleen voor 4 en 5 december. Het is heel wel mogelijk dat al eerder mensen zijn overleden. In ieder geval is bekend dat ook na 5 december nog oversterfte optrad. Het ging hier om mensen die in de dagen vóór 6 december al symptomen hadden ontwikkeld, maar die blijkbaar met enige vertraging zijn overleden.⁵³

Veel publicaties hebben de uitzonderlijke sterfte in het dorp Engis benadrukt dat met 14 doden de meeste slachtoffers telde. Dit gegeven krijgt nog meer betekenis als het niet absoluut wordt uitgedrukt maar wordt gerelateerd aan het inwonertal (tabel 2). Dan wordt echter ook een ander fenomeen zichtbaar. De relatieve sterfte nam namelijk in zuidwestelijke richting toe en bereikte in Engis het hoogtepunt. Daarna volgde weer een afname.

Er waren aanvankelijk zeer uiteenlopende speculaties over de oorzaak van de ramp. In krantenartikelen werden vele deskundigen van uiteenlopende disciplines opgevoerd, die een veelheid van oorzaken aangaven: giftige gasen uit een begraven Duitse munitiedump,⁵⁴ moerasgassen,⁵⁵ blauwzuurgas,⁵⁶ een uitbarsting van malaria,⁵⁷ giftige afvalgassen van een lokale zinkfabriek,⁵⁸ een gaswolk van ammoniak,⁵⁹ arseenverbindingen,⁶⁰ zand uit de Sahara,⁶¹ een onbekend influenzavirus,⁶² niet nader benoemde giftige afvalgassen van nabijgelegen fabrieken,⁶³ dodelijke gasen uit de staart van een uiteengevallen komeet,⁶⁴ giftige gasen van een vulkaanuitbarsting, of zelfs de pest.⁶⁵ Er werd ook nog geopperd dat mensen waren doodgegaan aan natuurlijke oorzaken,⁶⁶ of dat het overlijden te wijten was aan de invloed van een gewone, stevige winterse mist.⁶⁷ De overheid hield het aanvankelijk op de laatste verklaring.

Gezondheidskundige evaluatie

De secties op een aantal slachtoffers van de ramp gaven overeenkomstige resultaten. Er was sprake van ernstige aantasting van de slijmvliezen van de

52 *Ibidem*, 688.

53 Flury, 'Die Todesursache', 118: 'Spätere Todesfälle sind ganz vereinzelt vorgekommen, selbst noch bis in den Januar hinein'.

54 *The Evening Independent*, 6 december 1930.

55 *The New York Times*, 7 december 1930.

56 *Ibidem*.

57 *Ibidem*.

58 *Ibidem*; *Het Vaderland*, 7 december 1930.

59 *Ibidem*.

60 *The New York Times*, 7 december 1930.

61 *The Canberra Times*, 8 december 1930.

62 *Ibidem*.

63 *Het Vaderland*, 11 december 1930.

64 *Time*, 15 december 1930.

65 Professor Haldane (Cambridge University) in *The Manchester Guardian* van 6 december 1930.

66 *The New York Times*, 7 december 1930; *The Manchester Guardian*, 8 december 1930.

67 *The Evening Independent*, 6 december 1930.

Tabel 2. Sterfte in de gemeenten in de Maasvallei op 4 en 5 december 1930

Plaats	Inwoners	Doden	Relatieve sterfte	Vanaf Tilleur
	<i>aantal</i>	<i>aantal</i>	<i>doden/ 10.000 inwoners</i>	<i>km</i>
Seraing	45.133	12	2,7	1,5
Jemeppe	13.905	9	6,5	1,5
Flémalle-Grande	5.840	5	8,6	3,5
Flémalle-Haute	6.074	9	15	5,5
Yvoz-Ramet	3.786	7	19	6,5
Engis	3.759	14	37	9,5
Amay	6.353	4	6,3	15

Bronnen: inwoners: Volkstelling 1930. Gegevens ter beschikking gesteld door de Dienst Volkstelling, afdeling Statistiek en Economische Informatie; Brussel, doden: Firket 'Sur les causes des accidents'.

N.B. Tilleur ligt op de linker Maasoever tegenover Seraing.

ademhalingsorganen. Stof was bovendien tot zeer diep in de longen doorgedrongen. Andere organen waren niet aangetast. Toxicologische analyse van het bloed leverde niets op. Opvallend was dat er bij hen die overleden waren, slechts enkele uren verlieden tussen de verschijning van de eerste symptomen en het tijdstip van overlijden. Er was uit de secties geen eenduidige verklaring af te leiden. Niettemin constateerde de onderzoekscommissie dat de geconstateerde verschijnselen zeker niet strijdig waren met de inwerking van zwaveldioxide (en zwavelzuur).⁶⁸ Een aanvullend schadelijk effect van waterstoffluoride kon echter op sommige plaatsen zeker niet worden uitgesloten. De onderzoekscommissie sloot uit dat de lage temperatuur en de mist tot overlijden had geleid, een standpunt dat door anderen al eerder naar voren was gebracht.⁶⁹

Er was rond 1930 nog geen milieuhygiënisch of gezondheidskundig toetsingskader om de waargenomen concentraties van de luchtverontreiniging te beoordelen. Het zou tot in de jaren 1960 duren, voordat wetenschappelijk onderbouwde criteria voor luchtverontreiniging geformuleerd zouden worden.⁷⁰ Sinds

68 Als de problemen inderdaad door zwaveldioxide werden veroorzaakt, zouden deze misschien op een eenvoudige wijze te voorkomen of te verlichten zijn geweest. Een flesje met huishoudammonia zou heel effectief geweest zijn. Zwaveldioxide (en het omzettingsproduct zwavelzuur) heeft een zuur karakter. Veel van de schadelijke werking kan opgeheven worden door het zuur te neutraliseren, bijvoorbeeld door aan een flesje met ammonia te ruiken. Deze eenvoudige remedie was (onbedoeld) tijdens de smogepisode in Londen in 1952 waargenomen. Tijdens deze smogepisode was er een dierentoonstelling. Veel dieren werden ziek, naar men aannam door de luchtverontreiniging; enkele stierven zelfs, andere werd afgemaakt. Opvallend was dat de problemen minder waren bij schapen en varkens. Men schreef dit later toe aan de hokken waarin deze dieren verbleven. Deze hokken werden minder goed schoongehouden dan hokken van ander vee. Daardoor bleef de mest langer liggen; dit leverde ammoniak op. Het ammoniak neutraliseerde vervolgens de zure mistdruppels. Zie Brimblecombe, *The big smoke*, 123 en Meetham, *Atmospheric pollution*, 231.

69 Storm van Leeuwen, 'Die Nebelkatastrophe'; [*idem.*] 'Schwefeldioxyd- oder Flußsäure-Vergiftung?'

70 Voor Nederland zie vooral L.J. Brasser e.a., *SO₂ – in welke mate toelaatbaar?*, Werkrapport G 300, Instituut voor Gezondheidstechniek TNO (Delft 1966).



De milieuramp in het Maasdal kostte 14 inwoners van Engis het leven. Hier wordt één van hen naar zijn laatste rustplaats begeleid. Bron: <http://delcampe.net>

de jaren 1970 zijn op dit terrein de adviezen van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) maatgevend. Zo heeft de WHO een aantal malen richtlijnen opgesteld voor de maximaal toelaatbare concentraties van zwaveldioxide.⁷¹ De huidige Europese regelgeving voor de luchtkwaliteit – en in navolging daarvan ook de Nederlandse – is grotendeels gebaseerd op de adviezen van de WHO.⁷² Volgens de huidige inzichten dient bij een kortdurende blootstelling van tien minuten een concentratie van $500 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ niet overschreden te worden. Voor blootstelling gedurende 24 uur mag een waarde van $125 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ niet overschreden worden. De WHO tekent hier overigens bij aan dat er nog steeds grote onzekerheid bestaat of zwaveldioxide wel het verantwoordelijke agens is. Mogelijk is het een surrogaat voor ultrafijn stof of een andere gecorreleerde stof.

71 De eerste richtlijnen dateren van 1979; zie WHO, *Sulfur oxides and suspended particulate matter*. Environmental Health Criteria 8, (Genève 1979). Voor de meest recente inzichten zie WHO, *WHO Air Quality Guide Lines Global Update 2005* (Genève 2005).

Zie http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_aqg/en/. Geraadpleegd op 2 april 2010.

72 Zie bijvoorbeeld EU, 'Richtlijn 2008/50/EG van het Europees Parlement en de Raad van 20 mei 2008 betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa', *Publicatieblad van de Europese Unie* L 152, 1-44.

Afsluiting

Haldane was de eerste die wees op de uitzonderlijke dimensie van het ramp in de Maasvallei: 'If a similar concentration of similar products of combustion were to occur in the air of any large town in this country, the deaths would be numbered not in tens but in thousands'.⁷³ Firket maakte vervolgens daadwerkelijk een kwantitatieve vergelijking en wel met Londen. De sterfte tijdens de luchtverontreinigingsramp in de Maasvallei op 4 en 5 december was 10,5 maal zo hoog als normaal. Firket becijferde dat als een dergelijke ramp in Londen zou plaatsvinden, er 3.200 doden zouden vallen.⁷⁴ Haldane en Firket hadden een vooruitziende blijk, want de smogepisode die twintig jaar later – december 1952 – in Londen zou plaatsvinden, zou 4.000 mensen het leven kosten.⁷⁵

Een aantal onderzoekers heeft betoogd dat de sterfte het gevolg van emissies van waterstoffluoride zou kunnen zijn geweest.⁷⁶ Anderen hebben dat bestreden.⁷⁷ Het kan zeker niet worden uitgesloten dat waterstoffluoride mede een rol heeft gespeeld. De streek had namelijk zeker te leiden van een overmatige fluoridebelasting. Zo meldde Strom van Leeuwen: 'Glasbirnen elektrischer Lampen rascher an Durchsichtigkeit verlieren als sonst üblich (glasätzende Wirkung der Flußsäure?)'.⁷⁸ Het belangrijkste argument dat waterstoffluoride als hoofdschuldige uitsluit, zijn de identieke en gelijktijdig optredende klachten die zich in een groot deel van de Maasvallei voordeden. Het is niet waarschijnlijk dat de twee bronnen – die ook nog eens vijf kilometer van elkaar aflagen – dit veroorzaakt zouden kunnen hebben. Bovendien zou volgens een aantal krantenartikelen de fabriek in Engis al enige tijd gesloten zijn.

Als meest aannemelijke verklaring voor de dood van de 63 mensen hebben diverse onderzoekers de werking van hoge concentraties zwaveldioxide gegeven. De concentraties die – zelfs in conservatieve schattingen – toch dagenlang boven de vijf mg/m³ gelegen kunnen hebben, lijken hier wel aanleiding toe te geven. Maar mogelijk moet de verklaring toch elders gezocht worden. Er waren waarschijnlijk tevens hoge concentraties verbrandingsgerelateerd stof aanwezig. Daarin kan ook de oorzaak gelegen hebben. Er is namelijk een ver-

73 J.S. Haldane, 'Atmospheric pollution and fogs', *The British Medical Journal* 1 (1931) 366-367. Haldane doelt met 'this country' op het Verenigd Koninkrijk.

74 Firket, *Fog along the Meuse*, 1192.

75 Londen, waaronder we Greater London verstaan, had in het begin van de jaren 1930 8,1 miljoen inwoners. In het begin van de jaren 1950 waren dit er 8,2 miljoen. Wel moet hierbij worden aangetekend dat de concentraties in Londen maximaal ongeveer 2 mg SO₂/m³ bedroegen. Dit is dus lager dan berekend voor de Maasvallei in december 1930. Allix maakte eenzelfde soort berekening voor Lyon. Dat leverde op dat 410 doden het gevolg zouden kunnen zijn. Zie A. Allix, 'A propos des brouillards Lyonnais. 4. Le brouillard mortel de Liège et les risqué pour Lyon', *Les Études* 8 (1932) 133-144. In Lyon zou zich nooit een vergelijkbare smogepisode als in de Maasvallei voordoen.

76 Zie bijvoorbeeld K. Roholm, 'The fog disaster in the Meuse valley, 1930: a fluorine intoxication', *The Journal of Industrial Hygiene & Toxicology* 19 (1936) 126-137.

77 J. Mage e.a., 'Le rôle de l'acide fluorhydrique dans la nocivité du brouillard de la Meuse en 1930', *Chimie et Industrie* 30 (1933) 787-788.

78 Storm van Leeuwen, 'Die Nebelkatastrophe'; *idem*, 'Schwefeldioxyd- oder Flußsäure-Vergiftung?'

gelijkbare situatie als die in Londen tijdens de smogepisode van december 1952. Hierbij gingen hoge concentraties van zwaveldioxide (tot 3,7 mg/m³) gepaard met hoge concentraties aan 'smoke' (tot 4,4 mg/m³).⁷⁹ Hierbij was de oversterfte 4.000.⁸⁰ De episode in december 1962 in Londen ging gepaard met vergelijkbare concentraties van zwaveldioxide maar de concentraties van 'smoke' waren nu een factor drie lager dan in 1952. De oversterfte was echter een factor tien lager. Hieruit wordt duidelijk dat 'smoke' een belangrijke verklarende variabele zou kunnen zijn voor de mate van oversterfte. De conclusie moet dan ook zijn dat niet zwaveldioxide, maar verbrandingsgerelateerd stof of zwaveldioxide in combinatie met verbrandingsgerelateerd stof de oorzaak van de oversterfte in de Maasvallei in 1930 moet zijn geweest. De schadelijke bijdrage van het verbrandingsroet moet dan mede mogelijk worden gezocht in de aanwezigheid van (hoge concentraties) zwavelzuur dat uit de zeer hoge concentraties zwaveldioxide is ontstaan aan het oppervlak van de roetdeeltjes.

Het aantal overledenen tijdens de ramp in de Maasvallei is gebaseerd op een schatting van de oversterfte. Hierbij is uitgegaan van de gemiddelde sterfte, waarbij echter geen rekening is gehouden met de seizoensvariatie in de sterfte.⁸¹ De sterfte is in de wintermaanden hoger, zodat de berekende oversterfte van 63 mensen een overschatting zou kunnen zijn. Aan de ander kant is al opgemerkt dat het aantal van 63 alleen gebaseerd is op de doden op 4 en 5 december. Het is echter aannemelijk dat al daarvoor en zeker ook daarna nog mensen door de extreme luchtverontreiniging zijn overleden. Het precieze aantal zal waarschijnlijk nooit gegeven kunnen worden.

Er zou nog geruime tijd na de ramp een nasleep van gerechtelijke procedures zijn. Incidenteel zou hierover in de kranten nog bericht worden.⁸² Uiteindelijk is uit de ramp weinig lering getrokken. De schadelijkheid van luchtverontreiniging en de mogelijkheid van een ongekeerde cumulatie van luchtverontreiniging tijdens bijzondere meteorologische omstandigheden zou nog lang genegeerd worden. De luchtverontreinigingsramp in Donora in de Verenigde Staten in 1948 en vooral die in Londen in 1952 waren nodig, voordat er sprake zou zijn van een begin van een serieuze aanpak van luchtverontreiniging en de ontwikkeling van een wettelijk kader.

79 Brimblecombe, *The big smoke*, 124. De oversterfte bedroeg naar schatting 4.000 mensen.

80 P. Drinker, 'Problems of air pollution in great cities', *Zeitschrift für Präventivmedizin* 2 (1957) 358-272. Overigens kwamen Bell e.a. ('Reassessment of the lethal London fog of 1952: Novel indicators and chronic consequences of acute exposure to air pollution', *Environmental Health Perspectives* 109 (2001) 389-394) bij een heranalyse tot een oversterfte van 12.000.

81 In Nederland is de sterfte in de wintermaanden enkele tientallen procenten hoger dan in de zomermaanden. De sterfte wordt echter sterk beïnvloed door meteorologische omstandigheden.

82 Zo zou volgens *The Times* van 22 augustus 1931 een aantal fabrieksdirecteuren zwaar gestraft zijn.

Dankwoord

Paul Van Herck, Dienst Volkstelling, Statistiek en Economische Informatie, Brussel, voorzag in de gegevens over de bevolkingsaantallen in 1930. Frank de Leeuw, Centrum voor Milieukwaliteit van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, en Hans van Jaarsveld waren bijzonder behulpzaam bij de modelmatige schatting van de concentraties.

Bijlage 1 Emissies

Tabel B1. Emissies van luchtverontreinigende stoffen in de Maasvallei ten zuiden van Luik volgens Firket (1931) ¹⁾

Plaats	Zwaveldioxide		Fluor ²⁾	Stof ²⁾	Overig ²⁾
	huisbrand	industrie			
	<i>kg/dag</i>				
Luik	8.985				
Angleur--Kinkempois	818				
Ougrée-Sclessin	1.451	10.848		11.532	H ₂ S: 20
Tilleur	464	1.654			
Seraing	3.119	14.523		9.100	H ₂ S: 10
Jemeppe	1.047	149			
Val Saint-Lambert	429	1.992			NO ₂ : 230
Flémalle-Grande, Flémalle-Haute, Chokier	959	9.217	2.300 ³⁾		H ₂ S: 230
Aigremont		392			
Ramet	80				
Engis	312	1.674	200	735 ⁴⁾	NO ₂ : 2.120 SO ₃ : 134
Ehein	14				
Clermont sur Huy	66				HNO ₃ : 146
Hermalle sur Huy	114	2.939		183.072	
Flone	20	2.289			
Ombert-Hansa	89				
Amay	538	2.973			
Ampsin	229				
Corphalie		1.095			
Neuville sur Huy	11				
Tihange	152				
Huy	1.141				
	<i>ton/dag</i>				
Totaal	20	50	2,5	205	-

1) De onderzoekscmissie presenteerde veel emissies in m³. Deze zijn omgerekend naar gewichtshoeveelheden bij 0° C en 1,01325.10⁵ Pa.

2) Het gaat in alle gevallen om industriële emissies.

3) Als waterstoffluoride (HF).

4) Gespecificeerd als 'poussière d'oxyde de zinc' (zinkoxide, ZnO).

Tabel B2. Industriële emissies van zwaveldioxide in 1930 (HYDE, 2010)

Rang-nummer	Gridcel (x, y) ¹⁾	Emissie van zwaveldioxide	Agglomeratie	
		<i>10⁶ kg SO₂/jaar</i>		
1	0	51	578	Londen
2	-1	51	528	Londen
3	-3	53	488	Manchester
4	-2	52	462	Birmingham
5	13	52	432	Berlijn
6	-1	53	430	Lincolnshire
7	-2	53	418	Sheffield/Leeds
8	2	48	286	Parijs
9	12	51	282	Leipzig/Dresden
12	4	50	258	Brussel/Charleroi
13	0	49	185	Le Havre
14	-4	56	177	Perth/Dundee
15	-4	51	175	Cardiff
16	-2	51	161	Oxford
17	4	45	144	Lyon
18	-2	54	144	Newcastle
19	-5	55	141	Glasgow
20	7	51	125	Dortmund
21	5	43	123	Marseille
22	-3	52	122	Wolverhamton
23	5	50	118	Luik ²⁾
24	-4	40	117	Madrid
25	-2	50	110	Southampton
26	12	50	110	Karlovy Vary
27	16	48	100	Wenen
28	6	49	96	Metz/Luxemburg
29	13	51	91	Dresden
30	-3	51	89	Bristol

1) Aanduiding van de linkeronderhoek van de gridcel, waarbij x en y staan voor de lengtegraad respectievelijk breedtegraad. Een positief getal bij de lengtegraad duidt op oosterlengte; een negatief op westerlengte.

2) Firket (1931) geeft voor de Maasvallei tussen Luik en Huy een emissie van 26.106 kg SO₂/jaar.

Bijlage 2 Atmosferisch-chemische processen

Zwavel dioxide in de lucht kan op een aantal manieren worden omgezet of verwijderd. De belangrijkste routes zijn:⁸³

- 1) droge depositie op bodem, water of vegetatie;
- 2) omzetting met het hydroxylradicaal (OH); dit leidt via een aantal reacties tot zwavelzuur;
- 3) omzetting door ozon in de waterfase;
- 4) omzetting door waterstofperoxide in de waterfase;
- 5) omzetting door zuurstof in de waterfase;
- 6) gekatalyseerde omzetting met zuurstof in de waterfase;
- 7) omzetting aan het oppervlak van vaste deeltjes.

De droge depositie van zwavel dioxide (reactie 1) hangt af van een aantal karakteristieken van het receptoroppervlak.⁸⁴ Belangrijke factoren zijn bijvoorbeeld de vochtigheidsgraad van het oppervlak en, in het geval van vegetatie, de toestand van de huidmondjes en dus van het tijdstip van de dag. Daarnaast kan de aanwezigheid van onder andere ammoniak een belangrijke rol spelen. De mist in de Maasvallei in december 1930 zal de bodem zeker vochtig hebben gemaakt. Toch zal de droge depositie van zwavel dioxide waarschijnlijk gering zijn geweest. De bodem in dit gebied was door de jarenlange depositie van zwavel dioxide zeer zuur.⁸⁵ Hierbij werd opgemerkt dat vee in dit gebied door de zure bodem daarom niet kon worden gehouden. Ammoniak – dat zuurneutraliserend werkt – was niet of nauwelijks aanwezig, zo is af te leiden uit de emissie-inventarisatie. Biologische activiteit zal door de lage temperaturen en geringe lichthoeveelheid afwezig of gering zijn geweest. De drogedepositiesnelheid is daarom op een (geringe) waarde van 0,1 cm/s gesteld.

De luchtverontreinigingsramp in de Maasvallei vond begin december plaats. De fotochemische activiteit is in december minimaal en daarmee is ook de beschikbaarheid van OH-radicalen minimaal. Dit zal nog versterkt worden door de mist. De oxidatie van zwavel dioxide door het OH-radicaal (reactie 2) zal dan ook onder deze omstandigheden van weinig betekenis zijn. Niettemin zal door de uitzonderlijk hoge concentraties van zwavel dioxide toch veel zwavelzuur gevormd kunnen worden. Zwavelzuur heeft een grote affiniteit voor water. De hoge luchtvochtigheid betekent dan ook dat er waterdruppeltjes met zwavelzuur zullen ontstaan. Ook de roetdeeltjes die het gevolg zijn van de verbranding van grote hoeveelheden kolen, zullen zwavelzuur adsorberen (zie ook onder bij reactie 7).

Belangrijke omzettingen van zwavel dioxide kunnen echter ook in de waterfase optreden (reacties 3 en 4). Maar ook hier geldt dat de reacties waarbij fotochemische activiteit is vereist waaronder die met ozon en waterstofperoxide waarschijnlijk van weinig betekenis zullen zijn.⁸⁶ In de winter zijn concentraties van waterstofperoxide in de orde van 0,02 ppb waargenomen.⁸⁷ Bij mist zal, door de nog mindere lichthoeveelheid, de concentratie nog lager zijn. De concentratie is daarom op 0,01 ppb gesteld. Dit resulteert in een omzettingssnelheid van 4 %/uur.

De ongekatalyseerde reactie van zwavel dioxide met zuurstof (reactie 5) en de omzettingsreactie met zuurstof (reactie 6) die gekatalyseerd wordt door bepaalde metaalionen, is van weinig betekenis.⁸⁸

De reactie op het oppervlak van vaste deeltjes (reactie 7) is bijzonder snel. De reactie komt echter ook weer snel tot stilstand, omdat het beschikbare oppervlak binnen korte tijd geheel bezet is. Niettemin zullen deze deeltjes echter wel zwavelzuur bevatten.

83 D. Möller, 'Atmospheric hydrogen peroxide: Evidence for aqueous-phase formation from a historic perspective and a one-year measurement campaign', *Atmospheric Environment* 43 (2009).

84 M.L. Wesely e.a., 'A review of the current status of knowledge on dry deposition', *Atmospheric Environment* 34 (2000) 2261-2282.

85 Storm van Leeuwen, 'Die Nebelkatastrophe'; [*idem.*] 'Schwefeldioxyd- oder Flußsäure-Vergiftung?'

86 Zie ook D. Lillis e.a., 'Production and removal of aerosol in a polluted layer: Model evaluation and fog effect on PM', *Atmospheric Environment* 33 (1999) 4797-4816.

87 Möller, 'Atmospheric hydrogen peroxide', 5923-5936.

88 *Ibidem.*

Bijlage 3 Gevoeligheidsanalyse

Tabel B3. Verandering in de berekende concentraties op 4 en 5 december in afhankelijkheid van de waarde van modelparameters

Parameters	Concentratie	
	Range ¹⁾	Gemiddeld ²⁾
	<i>mg SO₂/m₃</i>	
Basissituatie ³⁾	5-17	12
Beginconcentratie x 2	8-17	13
Beginconcentratie x 0,5	3-14	9
Droge depositie x 2	5-15	10
Droge depositie x 0,5	5-18	14
Omzettingssnelheid x 2	5-10	15
Omzettingssnelheid x 0,5	5-13	18
Windsnelheid x 2	5-9	12
Windsnelheid x 0,5	5-25	15
Inversiehoogte +20 meter	5-15	11
Inversiehoogte -20 meter	5-12	14

1) Laagste waarde en hoogste waarde, berekend over alle gridcellen.

2) Gemiddelde over de concentratie van alle gridcellen.

3) Beginconcentratie 5 mg SO₂/m₃, drogedepositie 0,1 m/s, omzetting 4%/uur, windsnelheid 0,28 m/s [= 1 km/uur], inversiehoogte 80 meter, celgrootte 250 meter.