



rivm

Rapport 680704011/2010

D. Mooibroek | R. Beijk | R. Hoogerbrugge

Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2009



RIVM Rapport 680704011/2010

Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2009

D. Mooibroek (Redactie), Centrum voor Milieumonitoring
R. Beijl, Centrum voor Milieumonitoring
R. Hoogerbrugge, Centrum voor Milieumonitoring

Contact:
Dennis Mooibroek
Centrum voor Milieumonitoring
dennis.mooibroek@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Directoraat-Generaal Milieubeheer, in het kader van project 680704 'Rapportage Luchtkwaliteit'.

© RIVM 2010

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Rapport in het kort

Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2009

De concentraties van de stoffen die het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) in Nederland in de lucht meet zijn in 2009 weinig veranderd ten opzichte van voorgaande jaren. Dit komt mede doordat de weersomstandigheden, die van invloed zijn op de luchtkwaliteit, niet substantieel afwijken van eerdere jaren. Incidenteel deden zich wel hoge concentraties voor. Dit blijkt uit de meetresultaten over 2009 van het LML, dat het RIVM beheert. De afgelopen jaren is een fors deel van de het LML vernieuwd. Daarnaast is ook de samenwerking met andere meetinstanties geïntensiveerd. De meetresultaten van het LML en andere meetinstanties staan weergegeven in het Jaaroverzicht Luchtkwaliteit, dat een overzicht geeft van de gemeten en deels berekende luchtkwaliteit.

De stikstofdioxideconcentraties blijven de laatste jaren nagenoeg constant. Op het merendeel van de meetlocaties in straten waar het verkeer in hoge mate bijdraagt aan deze concentratie, ligt de jaargemiddelde concentratie boven de EU-norm. In voorgaande jaren was dat ook het geval. De EU-normen voor fijnstofconcentraties zijn op geen enkele LML-metlokatie in 2009 overschreden. De fijnstofconcentraties (PM₁₀) zijn vergelijkbaar met voorgaande jaren maar vertonen over een langere periode een dalende tendens. In 2009 waren er geen dagen met ernstige smog door ozon, oftewel er waren geen concentraties boven de Europese alarmpremie.

Trefwoorden:

Luchtkwaliteit, Meetnet, fijnstof, PM₁₀, NO₂, ozon, fijn stof, stikstofdioxide, ammoniak, monitoring, jaaroverzicht

Abstract

Air quality in the Netherlands in 2009

Measurements made by the Dutch National Air Quality Monitoring Network (LML) demonstrate that the concentrations of atmospheric pollutants measured in 2009 are not markedly different from those of preceding years. This lack of change can be partly explained by the weather conditions in recent years, which have not changed substantially. Sporadic high concentrations of pollutants did occur, as indicated by the measurement results for 2009 from the LML, which is managed by the RIVM. The last few years have seen a renewal of a substantial part of the LML, and collaboration with other monitoring networks has been intensified. The measurements of the LML and other monitoring networks are presented in the “Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2009”, which provides an overview of measured and partially modeled air quality.

The nitrogen oxide concentrations have remained stable during the last few years. Exceedance of the EU limit value for the annual average occurred in 2009 at the majority of traffic-dominated monitoring sites. Similar behavior was found in previous years. There was no exceedance of the limit values for particulate matter (PM₁₀) at any of the monitoring sites in 2009. The concentrations of particulate matter in 2009 are comparable to those of previous years but show, over the longer term, a descending trend. Ozone levels above the EU alert threshold (smog alert) were not observed in 2009.

Key words:

Air quality, monitoring, ozone, particulate matter, nitrogen dioxide, ammonia, year's overview, results, monitoring.

Voorwoord

Het Centrum voor MilieuMonitoring (CMM) van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) presenteert in dit rapport het jaaroverzicht luchtkwaliteit over het kalenderjaar 2009. De beschrijving van de luchtkwaliteit is tot stand gekomen op basis van metingen uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) in combinatie met externe meetdata en aanvullende modelberekeningen. De presentatie van de luchtkwaliteitsresultaten in dit jaaroverzicht geschiedt grotendeels aan de hand van Europese regelgeving met gebruikmaking van trendfiguren, concentratiekaarten en tabellen. De belangrijkste waarnemingen zijn bij deze weergave aangegeven. Voor de meer interpretatieve beschouwingen wordt op de betreffende plekken verwezen naar andere publicaties van het RIVM en die van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Bij het tot stand komen van het Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2009 zijn de auteurs bijgestaan door diverse RIVM-medewerkers, waarvoor dank. Directe bijdragen zijn geleverd door:

dr. J.P. Wesseling
dr. E. van der Swaluw
ing. P.L. Nguyen
dr. ir. W.A.J. van Pul
drs. ing. J.P.J. Berkhout
dr. T.L. Hafkenscheid
ing. C. van Zwol

Daarnaast hebben verschillende andere mensen nuttige feedback en suggesties geleverd. Hiervoor gaat dank uit naar onder andere: P.H. Fischer, G.J.M. Velders¹, J. Matthijsen¹, J.A. van Jaarsveld¹, D. de Jonge², K. Krijgsheld³, J. Wijmenga³.

¹ Planbureau voor de Leefomgeving

² GGD Amsterdam

³ Ministerie van VROM

In het jaaroverzicht 2009 is gebruikgemaakt van aanvullende meetgegevens en berekeningen, waarvoor dank uitgaat naar de volgende organisaties:

Dienst Onderzoek en Advies, provincie Limburg
Dienst Onderzoek, provincie Noord-Holland
Directie Ruimte, Milieu en Water, provincie Zeeland
Milieu-informatie en Monitoring, DCMR Milieudienst Rijnmond
Afdeling Luchtonderzoek, Cluster Leefomgeving, GGD Amsterdam
Afdeling Luchtkwaliteit en Europese Duurzaamheid, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)

Inhoud

Lijst van tabellen en figuren	8
Inleiding	11
1 Europese wetgeving en Nederlandse luchtkwaliteit	13
1.1 Europese wetgeving	13
1.2 Implementatie EU-richtlijn in Nederlandse wetgeving	16
1.3 Regime-indeling in Nederland	17
1.4 Uitvoering van de meetverplichtingen	19
1.5 Additionele meetstations in het LML	23
2 Meteorologie en smogbulletins	27
2.1 Klimatologie 2009: zonnig, warm en vrij droog	27
2.2 Zomersmog in 2009: weinig smog door ozon	27
2.3 Smog door vuurwerk	29
3 Stikstof(di)oxiden en fijn stof	31
3.1 NO ₂ en NO _x : kenmerken en normering	31
3.2 NO ₂ en NO _x : concentraties en overschrijdingen	32
3.3 Fijn stof: kenmerken en normering	38
3.4 Fijn stof: concentraties en overschrijdingen	40
3.5 Zwarte rook: kenmerken en concentraties	44
4 Fotochemische luchtverontreiniging	47
4.1 Ozon (O ₃): kenmerken en normering	47
4.2 Ozon (O ₃): concentraties en overschrijdingen	48
4.3 (Zeer) Vluchtige organische stoffen (VOS): kenmerken	52
5 Verzurende en vermestende luchtverontreiniging	55
5.1 Depositie van zuur	55
5.2 Depositie van stikstof	57
5.3 Ammoniak (NH ₃): kenmerken en concentraties	58
5.4 Depositie verzurende en vermestende componenten in regenwater	59
5.5 Zwaveldioxide (SO ₂): kenmerken en normering	60
5.6 Zwaveldioxide (SO ₂): concentraties en overschrijdingen	60
6 Benzo[a]pyreen en zware metalen	65
6.1 Benzo[a]pyreen: kenmerken en normering	65
6.2 Benzo[a]pyreen: concentraties en overschrijdingen	66
6.3 Zware metalen: kenmerken en normering	68
6.4 Zware metalen: concentraties en overschrijdingen	69
6.5 Depositie van zware metalen in regenwater	71
7 Koolmonoxide, benzeen en fluoride	73
7.1 Koolstofmonoxide (CO): kenmerken en normering	73
7.2 Koolstofmonoxide (CO): concentraties en overschrijdingen	74
7.3 Benzeen (C ₆ H ₆): kenmerken en normering	76
7.4 Benzeen (C ₆ H ₆): concentraties en overschrijdingen	76

7.5	Fluoriden: kenmerken en normering	77
7.6	Fluoriden: concentraties en overschrijdingen	78
	Literatuur	81
Bijlage A	Berekeningsmethode en onzekerheden	87
Bijlage B	Depositiekentallen van verzurende en vermestende stoffen	101
Bijlage C	Concentratiekentallen per station (2009)	103

Lijst van tabellen en figuren

Tabellen

Tabel 1	Overzicht van Europese grenswaarden en alarmdrempels.	14
Tabel 2	Overzicht Europese (dochter)richtlijnen	17
Tabel 3	Geografische indeling van Nederland t.b.v. de Kaderrichtlijn Lucht.	17
Tabel 4	Regime-indeling per zone en agglomeratie voor verschillende componenten.	18
Tabel 5	Aantal verplichte meetstations in de zones en agglomeraties per stof	20
Tabel 6	De meetlocaties in het LML (2009) per gemeten component.	21
Tabel 7	Operationele metingen ten behoeve van derden	24
Tabel 8	Ozon smogsituaties (met matige of ernstige smog) zomerhalfjaar 2009.	28
Tabel 9	Overzicht groepering vluchtige organische stoffen (VOS)	89
Tabel 10	Overzicht groepering zeer vluchtige organische stoffen (Z-VOS)	90
Tabel 11	Overzicht van meet- en modelonzekerheden	97
Tabel 12	Kentallen van de concentratieverdeling van stikstofdioxide	104
Tabel 13	Kentallen van de concentratieverdeling van stikstofoxiden	107
Tabel 14	Kentallen van de concentratieverdeling van fijn stof (PM10)	109
Tabel 15	Kentallen van de concentratieverdeling van fijn stof (PM2,5)	112
Tabel 16	Kentallen van de concentratieverdeling van ammoniumaerosol	114
Tabel 17	Kentallen van de concentratieverdeling van nitraataerosol	114
Tabel 18	Kentallen van de concentratieverdeling van sulfaataerosol	114
Tabel 19	Kentallen van de concentratieverdeling van zwarte rook	115
Tabel 20	Kentallen van de concentratieverdeling van ozon	116
Tabel 21	Jaargemiddelde en maximum concentratie van vluchtige organische stoffen	118
Tabel 22	Kentallen van de concentratieverdeling van ammoniak	119
Tabel 23	Kentallen van de natte depositie verdeling van ammonium, nitraat en sulfaat	119
Tabel 24	Kentallen van de concentratieverdeling van zwaveldioxide	120
Tabel 25	Kentallen van de concentratieverdeling van benzoapyreen (B[a]P) in PM10	122
Tabel 26	Kentallen van de concentratieverdeling van arseen in PM10	122
Tabel 27	Kentallen van de concentratieverdeling van cadmium in PM10	123
Tabel 28	Kentallen van de concentratieverdeling van nikkel in PM10	123
Tabel 29	Kentallen van de concentratieverdeling van lood in PM10	124
Tabel 30	Kentallen van de concentratieverdeling van zink in PM10	124
Tabel 31	Kentallen van de concentratie van As, Cd, Pb en Ni in regenwater	125
Tabel 32	Kentallen van de concentratieverdeling van koolstofmonoxide	126
Tabel 33	Jaargemiddelde en maximum concentratie van benzeen	127

Figuren

Figuur 1	Overzicht van Nederland	25
Figuur 2	Smogdagen door ozon en zomerse dagen in de afgelopen jaren	28
Figuur 3	NO ₂ : ruimtelijke verdeling normoverschrijding voor kortdurende blootstelling	32
Figuur 4	NO ₂ : verdeling 18 na hoogste uurwaarde per zone en agglomeratie	33
Figuur 5	NO ₂ : ontwikkeling 18 na hoogste uurwaarde voor kortdurende blootstelling	33
Figuur 6	NO ₂ : ruimtelijke verdeling jaargemiddelde concentratie	34
Figuur 7	NO ₂ : verdeling jaargemiddelde concentratie per zone en agglomeratie	34
Figuur 8	NO ₂ : ontwikkeling jaargemiddelde concentratie	35
Figuur 9	NO _x : ruimtelijke verdeling jaargemiddelde concentratie	36
Figuur 10	NO _x : verdeling jaargemiddelde concentratie in zones en agglomeraties	36
Figuur 11	NO _x : langdurende blootstelling van ecosystemen	37
Figuur 12	NO _x : ontwikkeling jaargemiddelde concentratie	37
Figuur 13	PM ₁₀ : ruimtelijke verdeling aantal dagen met overschrijding	40
Figuur 14	PM ₁₀ : aantal dagen met overschrijdingen in zones en agglomeraties	40
Figuur 15	PM ₁₀ : ontwikkeling van het aantal dagen met overschrijding	41
Figuur 16	PM ₁₀ : ruimtelijke verdeling jaargemiddelde concentratie PM ₁₀	41
Figuur 17	PM ₁₀ : verdeling jaargemiddelde concentratie in zones en agglomeraties	42
Figuur 18	PM ₁₀ : ontwikkeling jaargemiddelde concentraties.	42
Figuur 19	PM _{2,5} : ruimtelijke verdeling jaargemiddelde concentratie PM _{2,5} (2009).	43
Figuur 20	PM _{2,5} : ontwikkeling jaargemiddelde concentraties.	43
Figuur 21	Secundaire aerosolen: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie	44
Figuur 22	Zwarte rook: ontwikkeling van het 98-percentiel van zwarte rook	45
Figuur 23	Zwarte rook: ontwikkeling van het 50-percentiel van zwarte rook.	45
Figuur 24	O ₃ : ruimtelijke verdeling van het aantal dagen met overschrijding	48
Figuur 25	O ₃ : verdeling aantal dagen overschrijdingen maximale 8-uursgemiddelde	48
Figuur 26	O ₃ : ontwikkeling gemiddelde overschrijding van de EU-streefwaarde	49
Figuur 27	O ₃ : ontwikkeling jaargemiddelde concentratie per locatietype	49
Figuur 28	O ₃ : ruimtelijke verdeling overschrijding van de EU-norm voor vegetatie	50
Figuur 29	O ₃ : verdeling AOT40-niveaus in zones en agglomeraties	50
Figuur 30	O ₃ : ontwikkeling van de AOT40 voor de bescherming van vegetatie	51
Figuur 31	O ₃ : blootstelling van vegetatie aan ozon	51
Figuur 32	Alkanen: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie alkanen.	52
Figuur 33	Aromaten: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie aromaten.	53
Figuur 34	Gechloreerde alkanen: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie	54
Figuur 35	Z-VOS: jaargemiddelde concentratie zeer vluchtige organische stoffen	54
Figuur 36	Potentieel zuur: ruimtelijke verdeling van de depositie van potentieel zuur	56
Figuur 37	Stikstof: ruimtelijke verdeling van de depositie van stikstof	57
Figuur 38	Ammoniak: ontwikkeling jaargemiddelde concentratie op regionale locaties.	58
Figuur 39	Regenwater: ontwikkeling jaargemiddelde depositiewaarden.	59
Figuur 40	SO ₂ : ruimtelijke verdeling van kortdurende blootstelling	60
Figuur 41	SO ₂ : verdeling van de concentratieniveaus bij driedaagse overschrijdingen	61
Figuur 42	SO ₂ : kortdurende blootstelling van de bevolking	61
Figuur 43	SO ₂ : ontwikkeling van de kortdurende blootstelling	62
Figuur 44	SO ₂ : ruimtelijke verdeling jaar- en wintergemiddelde SO ₂ -concentratie	62
Figuur 45	SO ₂ : verdeling jaargemiddelde concentratie in de zones en agglomeraties	63
Figuur 46	SO ₂ : langdurende blootstelling van natuur aan SO ₂ (2009).	63
Figuur 47	SO ₂ : ontwikkeling van de jaargemiddelde SO ₂ -concentratie.	64
Figuur 48	B[a]P: jaargemiddelde concentratie benzo[a]pyreen per meetlocatie.	66

Figuur 49	Overige PAK's: jaargemiddelde concentratie per meetlocatie.	67
Figuur 50	B[a]P: ontwikkeling van de maandgemiddelde concentratie benzo[a]pyreen	67
Figuur 51	B[a]P: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie benzo[a]pyreen	68
Figuur 52	Zware metalen: jaargemiddelde concentraties	69
Figuur 53	Zware metalen: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie	70
Figuur 54	Regenwater: ontwikkeling jaargemiddelde concentratie van zware metalen.	71
Figuur 55	CO: ruimtelijke verdeling van het 98-percentiel	74
Figuur 56	CO: ontwikkeling van de maximum gemeten concentraties	75
Figuur 57	CO: ontwikkeling van de jaargemiddeldeconcentratie	75
Figuur 58	Benzeen: ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde C ₆ H ₆ -concentratie	76
Figuur 59	Benzeen: ontwikkeling van de jaargemiddelde C ₆ H ₆ -concentratie.	77
Figuur 60	Fluoride: maximale vierwekelijkse en jaargemiddelde concentratie	78
Figuur 61	Fluoride: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie fluoride	79
Figuur 62	Fluoride: accumulatie in kalkpapier	79
Figuur 63	Fluoride: ontwikkeling van de fluoride accumulatie	80
Figuur 64	Bevolkingsdichtheid Nederland in 2004 en natuurareaal in 2003	92

Inleiding

Dit jaaroverzicht geeft een globaal beeld van de Nederlandse luchtkwaliteit en de belasting van bodem en oppervlaktewater door atmosferische depositie in 2009. Het jaaroverzicht dient mede ter ondersteuning van het overheidsbeleid. In dit jaaroverzicht wordt in het bijzonder ingegaan op de stoffen waar Europese normen of streefwaarden voor gelden, zoals fijn stof, stikstofdioxide, ozon en verzurende stoffen.

De beschrijving van de luchtkwaliteit en atmosferische depositie vindt voor het grootste deel plaats aan de hand van de meetresultaten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML). Een actueel overzicht van dit meetnet wordt in dit jaaroverzicht kort samengevat. Een gedetailleerde beschrijving van dit meetnet en het daarin geïntegreerde Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling wordt gegeven in Van Elzakker (2001).

De afgelopen jaren is een fors deel van het LML vernieuwd. Voor diverse componenten, zoals fijn stof en stikstofdioxide, heeft dit, binnen de meetnauwkeurigheid, geen invloed op de resultaten. Voor andere componenten, zoals zware metalen en verzurende/vermestende componenten in luchtstof, leidt de verbetering van de methode tot een sprong in de resultaten. Om verwarring met echte concentratie veranderingen te voorkomen zijn dergelijke instrumentele sprongen in de figuren duidelijk aangegeven. Tevens is het aantal meetpunten voor PM_{2.5} uitgebreid en is de meetstrategie voor zwarte rook aangepast. Deze parameters zijn beide erg belangrijk voor de gezondheid.

Naast de vernieuwingen binnen het LML is ook de samenwerking met andere meetinstanties geïntensiveerd. Dit is te zien in de presentatie in het jaaroverzicht, voor sommige componenten zijn aanvullende meetgegevens verstrekt door gemeentelijke, provinciale of regionale instanties. Voor verschillende stoffen, bijvoorbeeld bij depositie van verzurende stoffen, worden eveneens verspreidingsmodellen toegepast om een nationaal dekkend beeld van de concentraties te verkrijgen.

In dit rapport worden luchtverontreinigende stoffen zoveel mogelijk beschreven met behulp van kaarten en grafieken die van korte toelichtende en verklarende teksten zijn voorzien. Waar mogelijk worden de normen weergegeven ter referentie. Opgemerkt dient te worden dat in dit rapport geen rekening gehouden wordt met het toepasbaarheidsbeginsel (artikel 5.19 lid 2 van de Wet milieubeheer). Hierdoor kunnen, op basis van *modelberekeningen*, overschrijdingen in de figuren worden weergegeven waar mogelijk het toepasbaarheidsbeginsel niet van toepassing is. Blootstelling van mensen wordt niet voor alle stoffen weergegeven in de gevallen dat representatieve concentraties niet voorhanden zijn. Hierbij gaat het om de resultaten van de stoffen als stikstofdioxide en fijn stof, waar de wegbijdragen niet bij zitten. Daarnaast wordt er ook geen rekening gehouden met het en blootstellingscriterium (artikel 65 en 22 van de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007). Mogelijk zal dit middels de monitoringstool (in het kader van het National Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit) in een volgend jaaroverzicht wel opgenomen worden. Om een snelle indruk te krijgen van de overschrijdingen van *gemeten* concentraties door het LML of gelijkaardige meetnetten, zijn de overschrijdingen van grenswaarden in de tabellen met roodtinten aangegeven.

Getracht is alle informatie te verwerken en te presenteren aan de hand van de meest recente inzichten en beschikbare data. Hierdoor kan het zijn dat sommige (gewijzigde) gegevens afwijken van die in eerdere publicaties. Indien voor een figuur data van 2009 ontbreken, zijn data tot en met 2008 opgenomen.

Leeswijzer

In dit jaaroverzicht wordt in hoofdstuk 1 het Europees en Nederlands wettelijk kader beschreven. Hierin worden overzichten gegeven van zowel de meetverplichtingen als normen voor concentraties van stoffen die volgen uit de verschillende voor 2007 vigerende Europese richtlijnen.

In hoofdstuk 2 wordt een samenvatting van het meteorologische- en smogjaar gegeven. Hierbij wordt kort de relatie tot de luchtkwaliteit in 2009 aangegeven.

De resultaten van de verschillende stoffen zijn vervolgens ingedeeld in stikstofverbindingen, fijn stof en zwarte rook (Hoofdstuk 3), de fotochemische stoffen ozon en (zeer) Vluchtige Organische Stoffen (VOS) (Hoofdstuk 4), verzurende en vermestende luchtverontreiniging (Hoofdstuk 5), benzo[a]pyreen en zware metalen (Hoofdstuk 6) en koolstofmonoxide, benzeen en fluoride (Hoofdstuk 7). In de bijlagen staat een beschrijving van methoden inclusief een overzicht van onzekerheden (Bijlage A), evenals de tabellen met kentallen van de gemeten stoffen (Bijlage B en C).

1 Europese wetgeving en Nederlandse luchtkwaliteit

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste kenmerken van de Kaderrichtlijn Luchtkwaliteit 96/62/EG, de bijbehorende dochterrichtlijnen en de implementatie in de Nederlandse wetgeving besproken. Deze zijn van belang voor de systematische beoordeling van de luchtkwaliteit in Nederland en de daaruit voortvloeiende eisen die aan het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) van het RIVM worden gesteld.

1.1 Europese wetgeving

1.1.1 Historisch

Op 27 september 1996 werd de Europese Kaderrichtlijn Luchtkwaliteit 96/62/EG van kracht. Deze richtlijn markeerde het begin van een nieuw tijdperk op het gebied van de regelgeving voor de luchtkwaliteit in de Europese Unie (EU, 1996). Europees milieubeleid is ontwikkeld in de jaren 70 en heeft in het begin van de jaren 80 geresulteerd in Europese regelgeving. De kaderrichtlijn geeft echter een nieuw en samenhangend algemeen Europees kader voor de beoordeling en het beheer van de luchtkwaliteit. De Kaderrichtlijn Luchtkwaliteit en de dochterrichtlijnen definiëren een aantal belangrijke begrippen die in de volgende paragrafen toegelicht worden.

In de dochterrichtlijnen worden de luchtkwaliteitseisen voor specifieke stoffen gedefinieerd. Naast kwaliteitseisen worden ook de (smog) informatie- en alarmdrempel gedefinieerd. Er zijn vier dochterrichtlijnen, waarin voor de verschillende componenten normen zijn gedefinieerd. De grenswaarden en (plan)drempels geldend voor 2009 zijn per stofsoort weergegeven in Tabel 1. Een overzicht van de vier dochterrichtlijnen met betreffende stoffen en uiterlijke datum voor implementatie in de nationale wetgeving van EU-lidstaten is gegeven in Tabel 2.

1.1.2 Nieuwe Europese richtlijn (2008)

Op 28 maart 2008 is door het Europese Parlement en Council een nieuwe Europese richtlijn voor het verbeteren van de luchtkwaliteit aangenomen. De nieuwe richtlijn moet de huidige regelgeving vereenvoudigen en nieuwe beleidsinzichten in de regelgeving verwerken. De nieuwe richtlijn vervangt de oude kaderrichtlijn, de eerste drie dochterrichtlijnen en beschikking 97/101/EG. In de nieuwe richtlijn is onder andere regelgeving voor $PM_{2,5}$ opgenomen. De normen voor de verschillende stoffen uit de eerdere dochterrichtlijnen zijn in de nieuwe richtlijn vrijwel onveranderd gebleven. Wel zijn sommige tijdstippen, waarop aan bepaalde regels moet worden voldaan, en de wijze van toetsen aan de normen gewijzigd of nieuw toegevoegd. Meer informatie over de nieuwe richtlijn is te vinden in Beijck en Wesseling (2009), op <http://ec.europa.eu/environment/air/quality> en <http://www.infomil.nl>.

1.1.3 Derogatie

Omdat het Nederland niet lukte om op tijd aan de normen voor fijn stof (PM_{10}) en stikstofdioxide (NO_2) te voldoen is hiervoor uitstel aangevraagd bij de Europese Commissie. De Commissie heeft hiermee ingestemd op basis van het programma aan maatregelen dat Nederland in gang heeft gezet middels het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL). De nieuwe tijdstippen zijn respectievelijk 11 juni 2011 voor PM_{10} en 1 januari 2015 voor NO_2 waarop aan de normen moet worden voldaan. Zie ook Beijck en Wesseling (2009).

Tabel 1 Overzicht van Europese grenswaarden en alarmdrempels.

Stof	Voor bescherming (gezondheid) van	Middelingstijd	Maximaal toegestaan aantal overschrijdingen per jaar	Plandrempel 2009 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grenswaarde	Informatiedrempel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alarmdrempel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO ₂	Mens	uur	24		350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 ^(e)	500 ^(d)
SO ₂	Mens	dag	3		125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
SO ₂	Mens	jaar			20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
SO ₂	Natuur	winter			20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
NO ₂	Mens	jaar		42	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
NO _x	Natuur	jaar			30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
NO ₂	Mens	uur	18	210	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 ^(e)	400 ^(d)
PM ₁₀	Mens	dag	35		50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 ^(e)	200 ^(e)
PM ₁₀	Mens	jaar			40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
PM _{2,5}	Mens	jaar		29	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^(f)		
PM _{2,5}	Mens (GBI)	jaar			20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^(g)		
Pb	Mens	jaar			0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
C ₆ H ₆	Mens	jaar			5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
CO	Mens	8 uur			10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
O ₃	Mens	uur				180	240 ^(d)
O ₃	Mens	8 uur	25 ^(a)		120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^(b)		
O ₃	Natuur	AOT40 mei-juli			18000 $\mu\text{g}\cdot\text{uur}/\text{m}^3$ ^(c)		

Stof	Voor bescherming (gezondheid) van	Middelingsstijd	Maximaal toegestaan aantal overschrijdingen per jaar	Plandrempeel 2009 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grenswaarde	Informatiedrempeel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alarmdrempeel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
As	Mens	jaar			6 ng/m^3 ^(b)		
Cd	Mens	jaar			5 ng/m^3 ^(b)		
Ni	Mens	jaar			20 ng/m^3 ^(b)		
B[a]P	Mens	jaar			1 ng/m^3 ^(b)		
^(a) Streefwaarde, per jaar gemiddeld over drie jaar. Langetermijndoelstelling (2020) is nul overschrijdingen van de streefwaarde. ^(b) Streefwaarde. ^(c) Streefwaarde, gemiddeld over vijf jaar. De langetermijndoelstelling voor 2020 is 6 $\text{mg}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. ^(d) Alleen bij een concentratieoverschrijding van minimaal drie achtereenvolgende uren. ^(e) Geen EU-norm; drempelwaarde in Nederlandse smogregeling voor verspreiding van informatie. ^(f) Grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie waaraan vanaf 2015 moet worden voldaan en die overal van toepassing is. Analooq hieraan is een richtwaarde voor de jaargemiddelde concentratie $\text{PM}_{2.5}$ vastgesteld van 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ waaraan moet worden voldaan in 2010. Het halen van richtwaarden is een inspanningsverplichting. ^(g) De jaargemiddelde grenswaarde voor de gemiddelde blootstellingsindex (GBI), gedefinieerd als het gemiddelde van de stedelijke achtergrond concentraties in Nederland via middeling over een periode van 3 jaar. Deze grenswaarde, de zogenaamde blootstellingsconcentratieverplichting (BVC) geldt vanaf 2015.							

1.1.4 Grens- en drempelwaarden

De grenswaarden zijn concentratieniveaus die zijn vastgesteld om schadelijke gevolgen voor de volksgezondheid en ecosystemen te voorkomen of te verminderen. Concentratieniveaus beneden dit niveau dienen binnen een gestelde termijn bereikt te zijn. Voor sommige stoffen geldt voor een beperkt aantal jaren een overschrijdingsmarge. Dit is een jaarlijks dalende marge van de grenswaarde voorafgaand aan het jaar waarin uiterlijk aan de grenswaarde voldaan moet worden. Voor deze stoffen zijn in de Nederlandse wetgeving voor de betreffende jaren plandrepels afgeleid op grond van de grenswaarde en de dan geldende overschrijdingsmarge. Zie Tabel 1 voor een overzicht van deze plandrepels voor het jaar 2009.

Naast de grenswaarden zijn in de Europese (dochter)richtlijnen tevens informatie- en alarmdrepels gedefinieerd voor stoffen waar kortstondige blootstelling boven de gestelde concentratieniveaus leidt tot risico's voor de volksgezondheid. Er zijn alarmdrepels voor stikstofdioxide, zwaveldioxide en ozon. Bij overschrijding van deze drempels wordt de bevolking in samenwerking met de GGD'en geïnformeerd en geadviseerd.

1.1.5 Voorlopige beoordeling van de luchtkwaliteit

Voorafgaand aan de implementatie van de betreffende dochterrichtlijn in de nationale wetgeving wordt een voorlopige beoordeling gemaakt. In deze beoordeling wordt de luchtkwaliteit vergeleken met de in de betreffende dochterrichtlijn gegeven beoordelingsdrempels. Aan de hand van de voorlopige beoordeling wordt de benodigde meetintensiteit bepaald op een schaal van drie regimes.

1.1.6 Meetintensiteit ingedeeld in regimes

Om de meetintensiteit per stof te bepalen wordt gebruikgemaakt van beoordelingsdrempels. Dit zijn concentratieniveaus die zijn afgeleid van de grenswaarden. Aan de hand van de voorlopige beoordeling van de luchtkwaliteit en de beoordelingsdrempels wordt de meetintensiteit van een component (met uitzondering van ozon) geclassificeerd in één van de drie mogelijke regimes.

Afhankelijk van de hoogte van de concentratie ten opzichte van de beoordelingsdrempels, als bepaald in de voorlopige beoordeling, zijn drie categorieën te onderscheiden waarvoor verschillende instrumenten kunnen worden ingezet, aan te duiden als regimes. Als metingen verplicht zijn of het enige instrument vormen om de luchtkwaliteit vast te stellen, is een bepaald minimum aantal meetstations per zone of agglomeratie vereist. Dit minimum wordt bepaald door het aantal inwoners, of, in het geval van een grenswaarde voor de bescherming van ecosystemen, door het oppervlak. Overigens is het altijd toegestaan additionele instrumenten in te zetten voor de beschrijving van de luchtkwaliteit, zoals emissie-inventarisaties of verspreidingsmodellen voor luchtverontreiniging.

- *Regime 1.* De concentratie ligt boven de bovenste beoordelingsdrempel. Metingen zijn in deze situatie altijd verplicht.
- *Regime 2.* De concentratie bevindt zich tussen de onderste en de bovenste beoordelingsdrempel. Er dient gebruik te worden gemaakt van metingen, indien gewenst in combinatie met modellen.
- *Regime 3.* De concentratie ligt onder de onderste beoordelingsdrempel. Metingen zijn onder deze omstandigheden niet vereist. De luchtkwaliteit mag beschreven worden met modellen of aan de hand van objectieve ramingen.

1.1.7 Ozon uitgezonderd

Voor ozon geldt een afwijkende regeling ten opzichte van de stoffen uit de eerste twee dochterrichtlijnen. Voor ozon worden de niveaus getoetst aan de in de richtlijn vermelde langetermijndoelstelling. De afgelopen jaren zijn in alle zones en agglomeraties overschrijdingen van de langetermijndoelstelling gemeten. Het aantal benodigde meetstations is onder andere afhankelijk van het feit of de concentratie zich boven of onder de langetermijndoelstelling bevindt.

1.1.8 Zones en agglomeraties

De zones en agglomeraties zijn deelgebieden binnen de grenzen van een lidstaat met een vergelijkbaar niveau van luchtverontreiniging. Vergelijking van de concentratieniveaus met de beoordelingsdrempels levert de benodigde meetinspanning voor het betreffende gebied.

1.2 Implementatie EU-richtlijn in Nederlandse wetgeving

Na het van kracht worden van de EU-richtlijnen dienen deze binnen een vastgestelde tijd in de nationale wetgeving van de lidstaten te worden geïmplementeerd. Zie Tabel 2 voor een overzicht van deze data per richtlijn. De vier dochterrichtlijnen zijn geëffectueerd in respectievelijk het Besluit Luchtkwaliteit (Staatsblad, 2001), het Besluit Luchtkwaliteit 2005 (Staatsblad, 2005), de Regeling luchtkwaliteit ozon (Staatscourant, 2004) en de wet tot wijziging van de Wet milieubeheer (Staatscourant, 2007a).

De zones en agglomeraties in Nederland zijn gedefinieerd bij de voorlopige beoordeling in het kader van - en conform - de eerste dochterrichtlijn. De niveaus van de stoffen uit de eerste dochterrichtlijn, zwaveldioxide (SO₂), stikstofdioxide (NO₂), stikstofoxiden (NO_x), zwevende deeltjes (PM₁₀) en lood

(Pb), zijn hierbij in beschouwing genomen (Van Breugel en Buijsman, 2001). Het resultaat is een onderverdeling van Nederland in drie zones en zes agglomeraties als gepresenteerd in Tabel 3. De zones en agglomeraties zijn tevens aangegeven in het meetnetoverzicht in Figuur 1.

Tabel 2 Overzicht Europese (dochter)richtlijnen

EU-richtlijn	Gerelateerde stof(fen)	Besluitdatum	Implementatiedatum in nationale wetgeving
1999/30/EC	Zwaveldioxide, stikstofoxiden, fijn stof (PM ₁₀) en lood	22 april 1999	vóór 19 juli 2001
2000/69/EC	Benzeen en koolstofmonoxide	16 november 2000	vóór 13 december 2002
2002/3/EC	Ozon	12 februari 2002	vóór 9 september 2003
2004/107/EC	Arseen, cadmium, kwik, nikkel en benzo[a]pyreen	15 december 2004	vóór 15 februari 2007
2008/50/EC	Zwaveldioxide, stikstofoxiden, fijn stof (PM ₁₀ en PM _{2,5}), lood, ozon, benzeen en koolstofmonoxide	28 maart 2008	vóór 11 juni 2010

Tabel 3 Geografische indeling van Nederland ten behoeve van de Kaderrichtlijn Lucht.

Zones	Agglomeraties
Noord	Amsterdam/Haarlem
Midden	Rotterdam/Dordrecht
Zuid	Den Haag/Leiden
	Utrecht
	Eindhoven
	Heerlen/Kerkrade

1.3 Regime-indeling in Nederland

Middels de voorlopige beoordelingen is voor de gedefinieerde zones en agglomeraties per stof de regime-indeling bepaald. Aan de hand van deze indelingen is per gebied en stof bepaald wat de minimale meetinspanning moet zijn.

1.3.1 Regimebepaling SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀ en Pb

De eerste dochterrichtlijn (EU, 1999) handelt over lood (Pb), zwaveldioxide (SO₂), stikstofdioxide (NO₂), stikstofoxiden (NO_x) en zwevende deeltjes (PM₁₀). In de voorlopige beoordeling is vastgesteld dat voor lood overal, en voor zwaveldioxide bijna overal, regime 3 geldt. Toetsing aan grenswaarden leverde tevens op dat de grenswaarde voor het jaargemiddelde voor stikstofdioxide in veel stedelijke gebieden werd overschreden.

In mindere mate gold dit ook voor de grenswaarde voor het jaargemiddelde voor PM₁₀-concentraties. De norm voor de daggemiddelde PM₁₀-concentratie werd ten tijde van de voorlopige beoordeling overal overschreden. Voor PM₁₀ is daarom in alle gevallen sprake van een indeling in regime 1; voor stikstofdioxide is dit eveneens in de meeste gebieden het geval (Tabel 4).

1.3.2 Regimebepaling C₆H₆ en CO

De tweede dochterrichtlijn (EU, 2000) gaat over benzeen (C₆H₆) en koolstofmonoxide (CO). In de voorlopige beoordeling is vastgesteld dat de meeste zones en agglomeraties in regime 2 vallen. De zones Noord (koolmonoxide en benzeen) en Midden (benzeen) vallen in regime 3 en alleen de agglomeratie Amsterdam/Haarlem valt in het strengste regime (Folkert et al., 2002).

1.3.3 Regimebepaling O₃

De derde dochterrichtlijn (EU, 2002) betreft ozon (O₃). De ozonmeetwaarden per station voor de jaren 1997-2001 zijn in de voorlopige beoordeling getoetst aan de streefwaarden en de langetermijndoelstellingen voor de bescherming van de gezondheid van de mens en van ecosystemen. De streefwaarden werden niet overschreden. De langetermijndoelstellingen werden in alle zones en agglomeraties overschreden. Daarom geldt voor alle zones en agglomeraties een indeling in regime 1 (Hammingh et al., 2002). Daarnaast wordt meting van stikstofoxiden nodig geacht en worden metingen van een aantal organische stoffen die als precursor van ozon kunnen dienen, aanbevolen.

1.3.4 Regimebepaling B[a]P en zware metalen (Cd, Ni, Hg en As)

Uit de voorlopige beoordeling (Manders en Hoogerbrugge, 2007) van de concentraties B[a]P en zware metalen in het kader van de vierde dochterrichtlijn blijkt dat in alle gebieden de concentraties beneden de onderste beoordelingsdrempel lagen, met twee uitzonderingen. In de agglomeraties Rotterdam/Dordrecht en Amsterdam/Haarlem lagen de B[a]P-concentraties onder de streefwaarde maar boven de onderste beoordelingsdrempel. Dit leidt ertoe dat beide agglomeraties met betrekking tot het meten van B[a]P een regime-indeling van 2 is toebedeeld.

Tabel 4 Regime-indeling per zone en agglomeratie voor verschillende componenten. Regimes: 1= strengst, hoogste meetintensiteit; 3=minst streng (Van Breugel en Buijsman, 2001; Folkert et al., 2002)

Gebied	SO ₂	NO ₂	PM	Pb	C ₆ H ₆	CO	O ₃	B[a]P	zwm ¹
Zone Noord	3	1	1	3	3	3	1	3	3
Zone Midden	3	1	1	3	2	3	1	3	3
Zone Zuid	3	1	1	3	2	2	1	3	3
Agglomeratie Amsterdam/Haarlem	3	1	1	3	1	1	1	2	3
Agglomeratie Rotterdam/Dordrecht	2	1	1	3	2	2	1	2	3
Agglomeratie Den Haag/Leiden	3	1	1	3	2	2	1	3	3
Agglomeratie Utrecht	3	1	1	3	2	2	1	3	3
Agglomeratie Eindhoven	3	1	1	3	2	2	1	3	3
Agglomeratie Heerlen/Kerkrade	3	1	1	3	2	2	1	3	3

¹ Zware metalen (arseen, cadmium, nikkel en kwik)

1.4 Uitvoering van de meetverplichtingen

1.4.1 Het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit

In het Besluit uitvoering EG-kaderrichtlijn luchtkwaliteit (Staatsblad, 1998) is vastgelegd dat het RIVM zorg draagt voor de uitvoering van de meetinspanningen die volgen uit de Europese kaderrichtlijn Luchtkwaliteit en de navolgende dochterrichtlijnen. Het RIVM heeft deze inspanningen gebundeld in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML).

1.4.2 Verplicht minimaal aantal meetlocaties

De EU-richtlijnen bevatten ook regels voor de omvang van de meetinspanningen, waaronder het minimale aantal meetstations per zone en agglomeratie, afhankelijk van de regime-indeling, het aantal inwoners en het gebiedsoppervlak. Naast het aantal meetstations zijn er ook verplichtingen omtrent de verdeling van de stations per locatietype. In de gevallen dat de concentratie van PM_{10} of stikstofdioxide in een zone of agglomeratie boven de bovenste beoordelingsdrempel ligt, moet, op grond van het vereiste aantal stations op basis van het inwonersaantal, minimaal één station in de stadsachtergrond aanwezig zijn en moet er minimaal één verkeersgericht station zijn. Voor ozon wordt verder onderscheid gemaakt tussen stedelijke en voorstedelijke stations. In de zones moet er minstens één station zijn in een voorstedelijk gebied. In de agglomeraties moet bovendien minstens de helft van de stations zich in voorstedelijk gebied bevinden.

Het aantal verplichte meetlocaties per gebied en per stof is in de Nederlandse regelgeving vastgelegd in de wet tot wijziging van de Wet milieubeheer (Staatscourant, 2007a). Een overzicht van het aantal verplichte meetlocaties per gebied en per stof wordt gegeven in Tabel 5. De lidstaten zijn verplicht om een voorlopige beoordeling uit te voeren voordat de richtlijnen van kracht worden. Meer informatie over de voorlopige beoordeling van de dochterrichtlijnen, wanneer metingen de enige bron van informatie zijn, is te vinden in andere RIVM publicaties (Van Breugel en Buijsman, 2001; Folkert et al., 2002; Hammingh et al., 2002; Manders en Hoogerbrugge, 2007). Het aantal meetlocaties welke op grond van deze beoordelingen zijn vastgesteld worden in Tabel 5 tussen haakjes weergegeven. In Tabel 6 en Figuur 1 zijn voor de automatisch gemeten componenten alle locaties van de LML-meetstations weergegeven.

Tabel 5 Aantal verplichte meetstations in de zones en agglomeraties per stof op grond van de Nederlandse regelgeving. Het aantal meetstations op grond van de verlopige beoordeling is tussen haakjes vermeld. In een aantal gevallen is de Nederlandse regelgeving strenger dan de voorlopige beoordeling. Onderaan wordt naast het totaal aantal stations op grond van zowel de Nederlandse regelgeving als de voorlopige beoordeling (tussen haakjes) ook het totaal aantal operationele meetstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit in 2009 weergegeven.

Gebied	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀ ^g	PM ^g	Pb	C ₆ H ₆	CO	O ₃ ^a	B[a]P ^e	zwm ^f
<i>Zones</i>										
Noord	2 (0)	2 (0)	7 (7)	10	1 (0)	1 (0)	1 (0)	6 ^b (6)	0 (0)	0 (0)
Midden	2 (1)	8 (8)	8 (8)	13	1 (0)	4 (4)	1 (0)	7 ^b (7)	0 (0)	0 (0)
Zuid	2 (0)	3 (3)	7 (7)	10	1 (0)	3 (3)	3 (3)	6 ^b (6)	0 (0)	0 (0)
<i>Agglomeraties</i>										
Amsterdam/Haarlem	2 (1)	4 (4)	4 (4)	7	0 (0)	5 (5)	5 (5)	3 ^c (3)	1 (1)	0 (0)
Rotterdam/Dordrecht	2 (2)	4 (4)	4 (4)	6	1 (0)	2 (2)	2 (2)	3 ^c (3)	1 (1)	0 (0)
Den Haag/Leiden	2 ^b (1)	4 (4)	4 (4)	6	0 (0)	2 (2)	2 (2)	3 ^c (3)	0 (0)	0 (0)
Utrecht	2 (1)	2 (2)	2 (2)	3	0 (0)	1 (1)	1 (1)	1 ^d (1)	0 (0)	0 (0)
Eindhoven	2 (1)	2 (2)	2 (2)	3	0 (0)	1 (1)	1 (1)	1 ^d (1)	0 (0)	0 (0)
Heerlen/Kerkrade	2 (1)	2 (2)	2 (2)	2	0 (0)	1 (1)	1 (1)	1 ^d (1)	0 (0)	0 (0)
<i>Totaal vereist</i>	18 (8)	31 (29)	40 (40)	60	4 (0)	20 (19)	17 (15)	31 (31)	3 (3)	1 ^f (0)
<i>Totaal in LML (2009)</i>	20	44	41	65	6	8	21	37	5 ^h	6

^a De dochterrichtlijn voor ozon stelt als eis dat op minstens de helft van het aantal meetstations voor ozon in een zone of agglomeratie ook stikstofdioxide wordt gemeten.

^b Waarvan één voorstadstation.

^c Waarvan twee voorstadstations.

^d Is een voorstadstation.

^e Er moet tevens één B[a]P-achtergrondstation zijn.

^f Zware metalen (arsen, cadmium, nikkel en kwik); minimaal één achtergrondstation.

^g Met ingang van de nieuwe EU richtlijn geldt er een verplicht totaal aantal meetlocaties (PM₁₀ plus PM_{2,5}), met als vereiste dat de verhouding tussen het aantal PM₁₀ en PM_{2,5} locaties tussen de 0,5 en 2 ligt. In de kolom PM₁₀ is het aantal verplichte locaties voor PM₁₀ opgenomen zoals is opgenomen in de Nederlandse regelgeving conform 1999/30/EC. De kolom PM bevat het verplichte aantal locaties PM₁₀ + PM_{2,5} conform 2008/50/EC.

^h In samenwerking met GGD Amsterdam worden er metingen verricht op Wijk aan Zee (niet opgenomen in totaal).

Tabel 6 De meetlocaties in het LML (2009) per gemeten component. De rurale, stedelijke achtergrond en de verkeersbelaste meetlocaties zijn respectievelijk in groen, blauw en rood aangegeven.

Meetlocatie	SO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀	B[a]P	zwm ¹	C ₆ H ₆	NH ₃	CO	O ₃	SIA ³	NO ₂	zwr ²
107 Posterholt - Vlodropweg									*		*	
131 Vredepeel - Vredeweg	*	*	*		*		*		*	*	*	*
133 Wijnandsrade - Opfergeltstraat	*		*						*		*	*
134 Beek - Vliegveldweg												
227 Budel - Toom									*		*	
230 Biest Houtakker - Biestsestraat		*	*			*		*	*		*	*
231 Gilze Rijen - Rijksweg												
235 Huijbergen - Vennekenstraat	*		*	*			*		*	*	*	
246 Fijnaart - Zwingelspaansedijk		*										
301 Zierikzee - Lange Slikweg									*		*	
318 Philippine - Stelleweg	*		*						*		*	*
411 Schipluiden - Groeneveld	*							*	*		*	
415 Maassluis - Vlaardingsedijk ⁴						*						
432 Hoek v. Holland-Berghaven ^{4,6}			*									
434 Rotterdam - Vliegveldweg												
437 Westmaas - Groeneweg			*						*		*	*
444 De Zilk - Vogelaarsdreef	*	*	*	*			*		*	*	*	*
538 Wieringerwerf - Medemblikkerweg		*	*		*		*		*	*	*	*
620 Cabauw - Zijdeweg	*								*		*	
627 Bilthoven - Van Leeuwenhoeklaan	*				*					*		
628 De Bilt - Wilhelminapark												
631 Biddinghuizen - Hoekwantweg			*						*		*	
633 Zegveld - Oude Meije			*			*	*	*	*		*	
722 Eibergen - Lintveldseweg	*		*				*		*		*	*
732 Speuld - Garderenseweg												

Meetlocatie	SO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀	B[a]P	zwm ¹	C ₆ H ₆	NH ₃	CO	O ₃	SIA ³	NO ₂	zwr ²
738 Wekerom - Riemterdijk		*	*				*	*	*		*	*
807 Hellendoorn - Luttenbergerweg			*		*				*		*	
818 Barsbeek - De Veenen			*						*		*	
918 Balk - Trophornsterweg	*		*						*		*	
929 Valthermond - Noorderdiep	*		*				*		*	*	*	*
934 Kollumerwaard - Hooge Zuidwal	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	
137 Heerlen - Deken Nicolayestraat		*	*						*		*	
241 Breda - Bastenakenstraat		*	*						*		*	*
242 Veldhoven - Rapportlaan ⁵		(*)										
247 Veldhoven - Europalaan		*										
404 Den Haag - Rebecquestraat	*	*	*						*		*	
416 Vlaardingen - Lyceumlaan	*											
418 Rotterdam - Schiedamsevest		*	*	*				*	*		*	
441 Dordrecht - Frisostraat			*					*	*		*	
446 Den Haag - Bleriotlaan			*									
520 Amsterdam - Florapark								*	*		*	
543 Amsterdam-Overtoom ⁶			*									
643 Utrecht - Griftpark		*										
742 Nijmegen - Ruyterstraat		*						*	*		*	
820 Enschede - Espoortstraat		*										
938 Groningen - Nijensteinheerd		*						*	*		*	
136 Heerlen - Looierstraat	*	*	*					*			*	
236 Eindhoven - Genovevalaan			*					*	*		*	
237 Eindhoven - Noordbrabantlaan	*		*					*			*	
240 Breda - Tilburgseweg		*	*					*				*
433 Vlaardingen - Floreslaan		*	*		*				*		*	*
445 Den Haag - Amsterdamse Veerkade			*								*	

Meetlocatie	SO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀	B[a]P	zwm ¹	C ₆ H ₆	NH ₃	CO	O ₃	SIA ³	NO ₂	zwr ²
447 Leiden - Willem de Zwijgerlaan			*						*		*	
448 Rotterdam - Bentinckplein	*	*	*	*				*			*	*
537 Haarlem - Amsterdamsevaart			*					*	*		*	
544 Amsterdam - Prins Bernhardplein	*		*					*	*		*	
545 Amsterdam - A10 west			*									
636 Utrecht - Kardinaal De Jongweg		*	*			*		*			*	
638 Utrecht - Vleutenseweg	*					*						*
639 Utrecht - Constant Erzeijstraat			*			*		*	*		*	
641 Breukelen - Snelweg	*	*	*					*	*		*	*
728 Apeldoorn - Stationstraat						*						
741 Nijmegen - Graafseweg		*	*					*			*	
937 Groningen - Europaweg		*	*								*	

¹ Zware metalen (lood, arseen, cadmium en nikkel)
² Zwarte rook
³ Secundaire anorganische aerosolen
⁴ Deels ook industrieel belast
⁵ Station 242 Veldhoven – Rapportlaan is medio 2009 verplaatst naar een nabijgelegen locatie en is sindsdien bekend als Station 247 Veldhoven – Europalaan.
⁶ Meetresultaten worden niet meegenomen in de presentatie van trendfiguren op basis van metingen in het LML.

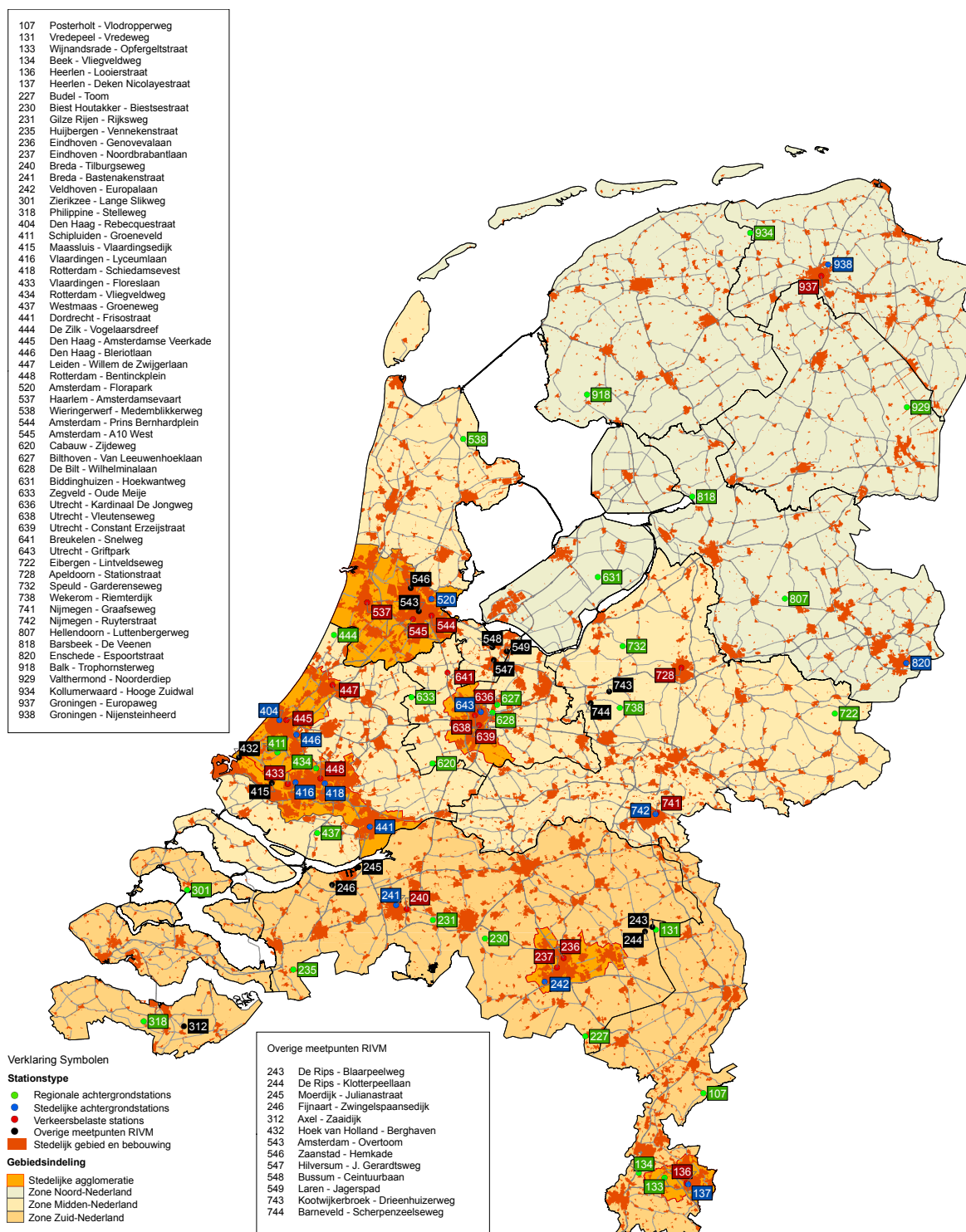
1.5 Additionele meetstations in het LML

In het kader van de wettelijke meetverplichting voert het LML luchtkwaliteitsmetingen uit op een vijftigtal stations in Nederland. De opdrachtgever is het ministerie van VROM. Daarnaast worden, veelal op verzoek van andere overheden (provincies en gemeenten), om uiteenlopende redenen aanvullende luchtkwaliteitsmetingen verricht. Het kan hierbij bijvoorbeeld gaan om specifieke monitoringprojecten, zoals de invloed van industrieterreinen en verkeer of het effect van emissiebeperkende maatregelen (gaswassers in landbouwonontwikkelingsgebieden (LOG's), roetfilters bij stadsbussen). De meetresultaten van de additionele meetstations in het LML zijn niet meegenomen in de figuren die alleen gebaseerd zijn op meetgegevens van het LML. Uitzondering hierop zijn sommige meetpunten die ook gericht zijn op versterking van de Grootschalige Concentratiekaarten Nederland (GCN). In twee situaties is LML-apparatuur opgesteld in operationele stations van regionale meetnetten (GGD-Amsterdam en DCMR-Rijnmond) ter vergelijking van meetresultaten en ter verankering van deze meetnetten in het LML. Tabel 7 geeft een overzicht.

Tabel 7 Operationele metingen ten behoeve van derden

Stationsnr	Locatie	Overheid/meetnet	Doel metingen
LML-243	De Rips-Blaarpeelweg	Provincie Noord-Brabant	Effect gaswassers in LOG's (brongericht station)
LML-244	De Rips-Klotterpeellaan	Provincie Noord-Brabant	Effect gaswassers in LOG's (achtergrondstation)
LML-245	Moerdijk-Julianastraat	Provincie Noord-Brabant	Monitoring industrie
LML-246	Fijnaart-Zwingelspaansedijk	Provincie Noord-Brabant	Achtergrond industrie; Versterking GCN
LML-312	Axel-Zaaidijk	Provincie Zeeland	Monitoring industrie
LML-319 Prov. Zeeland	Nieuwdorp - Coudorp	Provincie Zeeland	Monitoring industrie
LML-432 DCMR	Hoek v Holland-Berghaven	DCMR	Vergelijking DCMR; Verankering meetnet in LML
LML-543 (GGD-14)	Amsterdam-Overtoom	GGD-Amsterdam	Vergelijking GGD; Verankering meetnet in LML
LML-546	Zaanstad-Hembrugterrein	Provincie Noord-Holland	Versterking GCN; Verankering meetnet in LML
LML-547	Hilversum-J. Gerardtsweg	Gemeente Hilversum	Verkeersgericht
LML-548	Bussum-Ceintuurbaan	Gemeente Bussum	Verkeersgericht
LML-549	Laren-Jagerspad	Gemeente Laren	Achtergrondstation verkeer
LML-728	Apeldoorn-Stationstraat	Provincie Gelderland	
LML-742	Nijmegen-Ruyterstraat	Provincie Gelderland	
LML-743	Kootwijkerbroek-Driehuiserweg	Provincie Gelderland	Effect gaswassers in LOG's (brongericht)
LML-744	Barneveld-Scherpenzeelseweg	Provincie Gelderland	Effect gaswassers in LOG's (achtergrond)

Voor de stations LML-319, LML-432 en LML-543 staat meetapparatuur van het LML opgesteld in meetbeuizingen beheerd door respectievelijk Provincie Zeeland, DCMR en GGD-Amsterdam.



Figuur 1 Overzicht van Nederland met agglomeraties in oranje- en zones in geel schaduw aangegeven. In gekleurde boxen (groen: regionaal, blauw: stedelijk, rood: straat, zwart: ten behoeve van derden) zijn de stations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit aangegeven.

1.5.1 Beschikbaar stellen van luchtkwaliteitsinformatie

De Europese richtlijnen stellen ook publicatieverplichtingen omtrent het beschikbaar stellen van informatie over de luchtkwaliteit. Zo dient het publiek toegang te hebben tot actuele informatie over de stofconcentraties in de lucht en dient het publiek geïnformeerd te worden wanneer de concentraties de alarmdrempels overschrijden.

De actuele operationele uurmetingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit worden gepubliceerd op de website (www.lml.rivm.nl). Actuele smoginformatie wordt zowel op deze website gepubliceerd als op teletekst ([pagina 711](#)). Wanneer de alarmdrempels voor ernstige smog, zoals omschreven in Tabel 2, overschreden worden, wordt er tevens door het RIVM een persbericht verspreid conform de betreffende EU-dochterrichtlijn. Na afloop van het zomerhalfjaar wordt eveneens een smogbulletin opgesteld met een overzicht van de smogsituatie in de periode april tot en met september. Een beknopt overzicht van de smogsituaties in 2009 is opgenomen in hoofdstuk 2.

Naast metingen mogen additionele middelen als emissieregistraties en modellen gebruikt worden om de luchtkwaliteit te beschrijven en ramingen te maken. In Nederland wordt daar veelvuldig gebruik van gemaakt, onder andere voor het maken van de Grootschalige Concentratiekaarten (publicaties van het Planbureau voor de Leefomgeving, zie www.pbl.nl/gcn), voor de smogverwachtingen (op teletekst [pagina 711](#) en www.lml.rivm.nl) en voor concentratieberekeningen op lokale schaal door bijvoorbeeld lokale overheden.

2 Meteorologie en smogbulletins

De weersomstandigheden zijn van invloed op de atmosferische concentraties van stoffen. De resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen kunnen deels geduid worden met de gelijktijdige meteorologische waarnemingen. Daarom wordt een beknopt overzicht gegeven van de heersende klimatologische omstandigheden in het kalenderjaar 2009.

De klimatologische overzichten zijn voor een belangrijk deel geëxtraheerd van het KNMI.
Bron: KNMI.nl (http://www.knmi.nl/klimatologie/maand_en_seizoensoverzichten; maart 2010)

Voor wat betreft de waargenomen stofconcentraties wordt, naast de resultaten van indicatoren als jaargemiddelden en geografische verdelingen ook een overzicht gegeven van (eventuele) incidentele smogepisodes. In de meeste gevallen gaat het om smog door ozon. Een samenvatting van het smogbulletin, zoals dit op de RIVM- website wordt gepubliceerd, is eveneens in dit hoofdstuk opgenomen.

2.1 Klimatologie 2009: zonnig, warm en vrij droog

De jaargemiddelde temperatuur in De Bilt is uitgekomen op 10,5 °C en is daarmee vergelijkbaar met 2008. Met uitzondering van januari en december lag de gemiddelde temperatuur in alle maanden boven het langjarig gemiddelde. Met een gemiddelde maandtemperatuur van 0,8 °C, tegen normaal 2,8 °C, was januari 2009 de koudste maand sinds 1997. April 2009 was de op één na zachtste aprilmaand sinds het begin van de regelmatige waarnemingen in 1706, met een gemiddelde temperatuur van 12,2 °C tegen normaal 8,3 °C. Augustus was een warme maand waarin maximale temperaturen werden gemeten die op veel KNMI stations behoren tot de hoogste in de complete meetreeks.

Het jaar 2009 was een zeer zonnig jaar met gemiddeld over het land 1888 uren zonneschijn tegen 1550 uren voor het langjarig gemiddelde over het tijdvak 1971-2000. Het aantal zonuren lag hierbij hoger dan in 2008 (1794 uur). April was niet alleen warm maar ook voor wat betreft zonneschijn dit jaar een uitschieter, met maar liefst 226 zonuren tegen 162 normaal. Op de meeste plaatsen eindigde april bij de tien zonnigste aprilmaanden in ruim een eeuw.

De landelijk gemiddelde jaarsom neerslag is uitgekomen op 738 mm tegen 797 mm normaal. De hoeveelheid neerslag ligt hierbij lager dan in 2008 (828 mm). De maanden januari, april en augustus verliepen vrij droog. Juli en de maanden november en december verliepen wisselvallig en nat.

2.2 Zomersmog in 2009: weinig smog door ozon

Ieder kalenderjaar wordt voor het zomerhalfjaar (april tot en met september) een smogbulletin opgesteld om een overzicht te geven van de smogsituatie in die periode. In deze paragraaf wordt een beknopte samenvatting gegeven van de smogsituaties in het zomerhalfjaar van 2009. De volledige smogbulletins zijn te downloaden op www.lml.rivm.nl.

Gemiddeld over het hele land was het (zomer)halfjaar van 2009 warm en zonnig maar het grootste deel van de zomer liet van dag tot dag een sterk wisselend weerbeeld zien. Langere tijdvakken met warm, fraai en droog weer ontbraken en er waren tijdvakken met koel en nat weer. Er zijn maar 2 dagen met matige smog door ozon geweest; de overschrijding was bovendien zeer gering. In Europa is een trend te zien dat het aantal piekwaarden door ozon afneemt. Deze trend lijkt ook in Nederland zichtbaar.

Tabel 8 geeft een overzicht van de smogsituaties door ozon met het aantal stations, het aantal smogdagen en de ozonconcentratiehoogte in 2009.

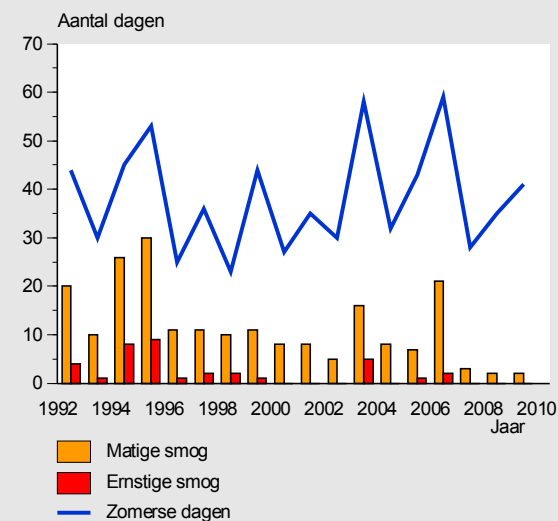
Tabel 8 Ozon smogsituaties (met matige of ernstige smog) zomerhalfjaar 2009.

Zone / Agglomeratie	Aantal stations (2009)	Aantal smogdagen (2009)	Smogniveau O ₃ (µg/m ³) (2009)
Noord	7	0	-
Midden	9	1	186
Zuid	8	2	186
Amsterdam/Haarlem	3	0	-
Den Haag/Leiden	3	0	-
Rotterdam/Dordrecht	3	0	-
Utrecht	1	0	-
Eindhoven	1	0	-
Kerkrade/Heerlen	2	1	193
Nederland	37	2	193

Figuur 2 Smogdagen door ozon en zomerse dagen in de afgelopen jaren.

Het aantal dagen waarop er sprake is van matige of ernstige smog door ozon is de laatste jaren afgenomen. In jaren met veel zomerse dagen, gedefinieerd als dagen waarop ergens in Nederland de temperatuur tenminste 25 °C is (op één van de hoofdstations van het KNMI), is er sprake van meer overschrijdingen. In 2009 waren er in totaal maar 2 smogdagen met matige smog (ozonconcentratie > 180 µg/m³). Dagen met ernstige smog (ozonconcentratie > 240 µg/m³) zijn voor het laatst voorgekomen in 2006. Het aantal zomerse dagen voor 2009 bedroeg 41 dagen.

Aantal dagen met matige en ernstige smog door ozon en het aantal zomerse dagen



2.3 Smog door vuurwerk

Bij het afsteken van vuurwerk is fijn stof (PM_{10}) de belangrijkste luchtverontreiniging die uit de verbrandingsprocessen vrijkomt. Voornamelijk in de eerste uren na de jaarwisseling treden sterk verhoogde concentraties van fijn stof op. De hoogte van de concentraties is afhankelijk van de meetlocatie (binnen of buiten stedelijk gebied, hoogte van de bebouwing). Daarnaast spelen de weersomstandigheden een rol bij de verspreiding van fijn stof. De belangrijkste factoren zijn de windsnelheid en de hoogte van de luchtlage waar de verontreiniging mengt met schone lucht (menglaaghoogte).

2.3.1 Jaarwisseling 2008/2009: ernstige smog door PM_{10}

De luchtverontreiniging door vuurwerk was op 1 januari 2009 ernstig. In het midden van Nederland (rond de lijn Den Haag – Nijmegen) werd op verschillende meetpunten ernstige smog gemeten (=daggemiddelde boven de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De hoogste daggemiddelde concentratie werd gemeten in Leiden en was $353 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In de eerste uren van het nieuwe jaar lagen in stedelijk gebied de uurgemiddelde concentraties vele malen hoger dan deze daggemiddelde waarde. De hoogste uurgemiddelde concentratie van $1874 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werd ook in Leiden gemeten. Er stond met name in het midden van Nederland tijdens de jaarwisseling van 2008/2009 zeer weinig wind. Door deze weersomstandigheden werd het stof nauwelijks verspreid en bleef het stof lang hangen. In de provincies Zuid-Holland en Utrecht is ook op rurale achtergrondstations ernstige smog gemeten. Sinds 1992/1993 is dit samen met de voorgaande jaarwisseling (2007/2008) de tweede keer in de laatste vijftien jaar dat zulke extreme condities zijn gemeten tijdens een jaarovergang.

2.3.2 Jaarwisseling 2009/2010: beperkte smog door PM_{10}

De luchtverontreiniging door vuurwerk is op 1 januari 2010 beperkt gebleven. Alleen in het eerste uur na de jaarwisseling zijn hoge concentraties fijn stof (PM_{10}) gemeten. In vergelijking met andere jaren was de maximum piekconcentratie lager en was de piek ook weer snel verdwenen. De meeste stations hadden om drie uur 's nachts weer het concentratieniveau dat enkele uren voor de jaarwisseling op de stations gemeten werd. In het grootste gedeelte van het land stond een matige en langs de kust soms krachtige noordoosten wind. Dit had een zeer gunstig effect op de verspreiding van het fijn stof. De piekconcentraties op stedelijke stations lagen tussen de 76 en $706 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (microgram per kubieke meter). De hoogste uurgemiddelde concentratie van $706 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (microgram per kubieke meter) werd gemeten in Heerlen waar de wind zwak was.

3 Stikstof(di)oxiden en fijn stof

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de concentraties van respectievelijk stikstof(di)oxiden en fijn stof. Daarnaast worden in de laatste paragraaf de resultaten van de zwarte rook metingen besproken.

3.1 NO₂ en NO_x: kenmerken en normering

Emissie van stikstofoxiden (NO_x) naar lucht vindt voornamelijk plaats bij verbrandingsprocessen. NO_x bestaat uit een mengsel van stikstofdioxide (NO₂) en stikstofmonoxide (NO). Nadelige effecten bij mens en ecosystemen van met name de fractie NO₂ treden op bij kortdurende blootstelling aan hoge niveaus en bij chronische blootstelling aan lage niveaus. Er bestaat in wetenschappelijke kringen discussie of NO₂ bij de huidige niveaus daadwerkelijk gezondheidseffecten veroorzaakt of dat NO₂ vooral een goede indicator is van het gehele mengsel van met name verkeersgerelateerde componenten in de buitenlucht. In een reeks van studies zijn de effecten van verkeersemissies onderzocht (Nitschke et al., 1999) en overzichten gepresenteerd (WHO, 2003; WHO, 2004; WHO, 2005) en deze bevestigen de nadelige invloed hiervan op de volksgezondheid. Met betrekking tot de effecten van stikstofdioxide stelt de GGD: 'De oxiderende eigenschappen van NO₂ kunnen effecten in de luchtwegen en longen veroorzaken in de vorm van vermindering van de longfunctie en afname van de weerstand tegen infecties van het longweefsel. De luchtwegklachten waarmee dit gepaard gaat, kunnen ziekenhuisopnames tot gevolg hebben. Ook is aangetoond dat blootstelling aan NO₂ bij gevoelige personen kan leiden tot een versterkte reactie op allergenen en astmatische klachten.' (GGD, 2005).

Naast directe effecten zijn er ook indirecte effecten op mens en ecosystemen. Stikstofoxiden dragen bij aan de ongewenste vorming van troposferisch ozon (zie hoofdstuk 4) en fijn stof terwijl de depositie van stikstofoxiden en atmosferische volgproducten, zoals aerosolen, een aandeel leveren in de verzuring en vermistening van bodem en oppervlaktewater (zie hoofdstuk 5, Verzurende en vermistende luchtverontreiniging).

Om de effecten voor de gezondheid te beperken zijn op Europees niveau normen vastgesteld voor de concentraties in lucht. Deze EU-normen zijn opgenomen in de Nederlandse wetgeving (Staatsblad, 2001; Staatscourant 2007a). Voor luchtkwaliteit gelden nu de regels die in Titel 5.2 van de Wet milieubeheer (Wm) opgenomen zijn. Deze titel staat dan ook bekend als de Wet luchtkwaliteit. De grenswaarden voor alle stoffen zijn in Bijlage 2 van de Wm opgenomen. Conform de Europese richtlijn moet vanaf 1 januari 2010 aan de hierin genoemde grenswaarden voor NO₂ en NO_x worden voldaan, maar bestaat de mogelijkheid om voor de jaargemiddelde grenswaarde voor NO₂ vrijstelling te krijgen tot uiterlijk 1 januari 2015. Nederland heeft van deze mogelijkheid gebruik gemaakt. Met uitzondering van de agglomeratie Heerlen/Kerkrade (waar al per 1 januari 2013 moet worden voldaan), treedt de jaargemiddelde grenswaarde voor NO₂ nu per 1 januari 2015 in werking. Zie ook paragraaf 1.1.3.

De norm voor de blootstelling van de bevolking aan piekconcentraties van NO₂, bestaat uit een grenswaarde van 200 µg/m³ voor het uurgemiddelde van NO₂, die niet vaker dan 18 maal per kalenderjaar mag worden overschreden. De norm voor langdurende blootstelling van de bevolking is de grenswaarde van 40 µg/m³ voor de jaargemiddelde NO₂-concentratie. Ter bescherming van vegetatie geldt de grenswaarde van 30 µg/m³ voor de jaargemiddelde concentratie NO_x.

3.2 NO₂ en NO_x: concentraties en overschrijdingen

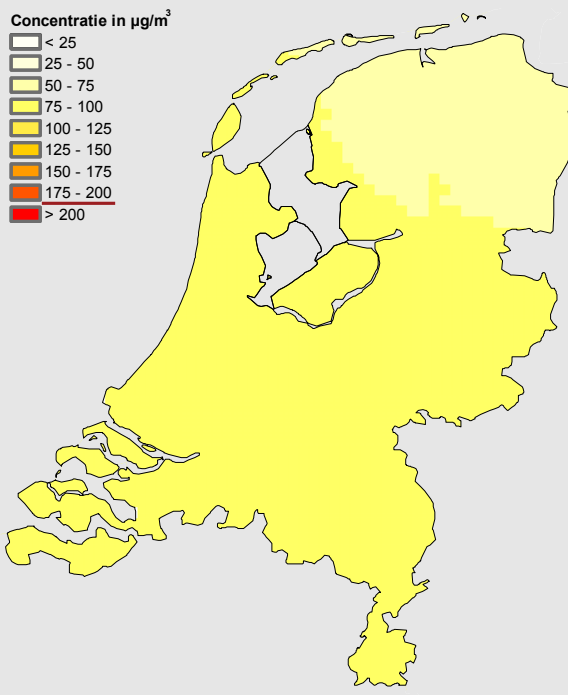
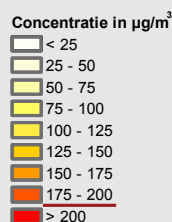
Figuur 3 NO₂: ruimtelijke verdeling van de normoverschrijding voor kortdurende blootstelling (2009).

Om een beschrijving te geven van de piekconcentraties en of er meer dan de 18 keer per jaar toegestane overschrijdingen van de uurnorm heeft plaatsgevonden is in nevenstaande kaart de op 18 na hoogste uurgemiddelde NO₂-concentratie weergegeven.

De NO₂-grenswaarde voor de uurgemiddelde concentratie is in Nederland niet boven de maximaal 18 toegelaten overschrijdingsuren uitgekomen. In 2009 bedroeg het landelijk gemiddelde niveau voor deze maat 81 µg/m³.

De hoogste waarden komen voor in de Randstad. Hoge concentraties worden in belangrijke mate beïnvloed door meteorologische omstandigheden hetgeen tot jaarlijkse verschillen kan leiden.

Op 18 na hoogste uurwaarde stikstofdioxide in 2009



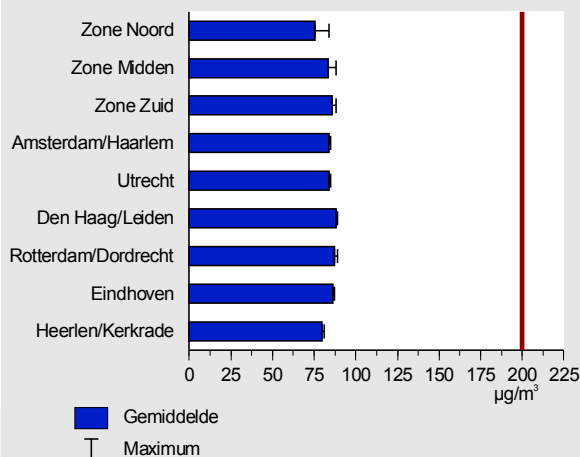
Broninformatie

- Gemeten uurgemiddelden op regionale LML-stations
- Dataselectie: 75% beschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar
- Geïnterpoleerde meetwaarden

Figuur 4 NO₂: verdeling van de op 18 na hoogste uurwaarde per zone en agglomeratie (2009).

Gemiddeld per zone of agglomeratie geldt dat de norm voor kortdurende blootstelling in geen van de zones en agglomeraties is overschreden.

Op 18 na hoogste uurwaarde stikstofdioxide in 2009 per zone/agglomeratie



Broninformatie

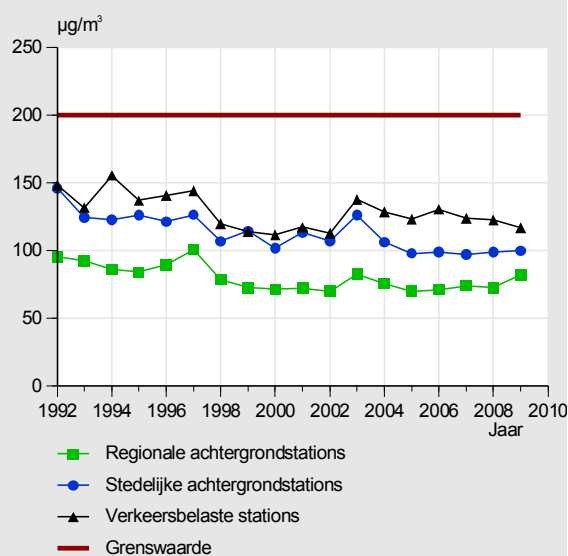
- Geïnterpoleerd grid (Figuur 3)

Figuur 5 NO₂: ontwikkeling van de op 18 na hoogste uurwaarde voor kortdurende blootstelling.

Uit de waarnemingen die in het LML worden gedaan blijkt dat in de laatste paar jaren weinig verandering zit in de hoogte van de piekconcentraties zoals deze op regionale achtergrond, stedelijke achtergrond en verkeersbelaste stations voorkomen.

Overschrijding op individuele meetlocaties, zoals op drukke verkeerslocaties, heeft zich niet voorgedaan.

Ontwikkeling van de op 18 na hoogste uurwaarde stikstofdioxide



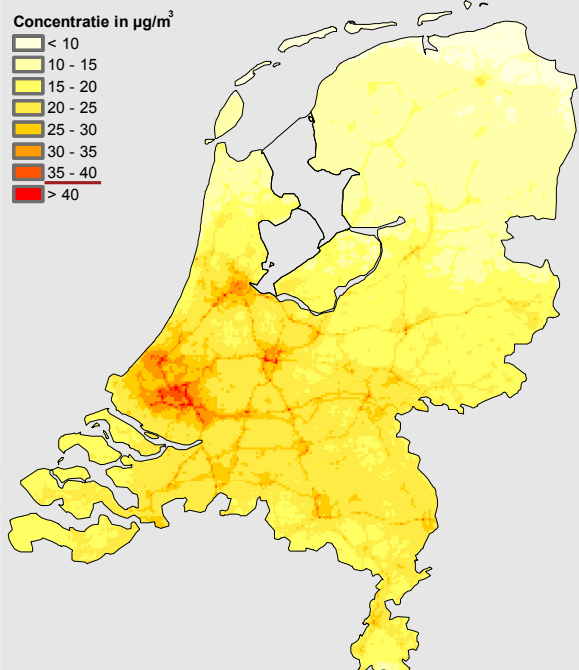
Broninformatie

- Gemeten uurgemiddelden per type LML-station
- Dataselectie: 50% beschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar

Figuur 6 NO₂: ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde concentratie (2009).

De jaargemiddelde concentratie NO₂ op basis van modelberekeningen bedroeg in 2009 gemiddeld over Nederland 18 µg/m³. De concentraties waren het hoogst in de Randstad en het laagst in het noorden van het land.

Jaargemiddelde concentratie stikstofdioxide in 2009



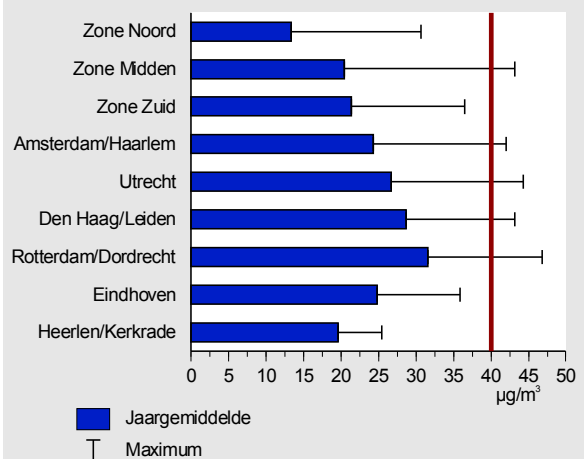
Broninformatie

- Grootchalige Concentratiekaart Nederland (Velders et al., 2010).
- Zie ook Bijlage A

Figuur 7 NO₂: verdeling van de jaargemiddelde concentratie per zone en agglomeratie (2009).

In de grafiek is de jaargemiddelde concentratie in 2009 op basis van modelberekeningen weergegeven voor elk van de vastgestelde zones en agglomeraties. Voor alle zones en agglomeraties ligt deze gemiddeld over het betreffende gebied beneden de grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie van 40 µg/m³.

Jaargemiddelde concentratie stikstofdioxide in 2009 per zone/agglomeratie



Broninformatie

- GCN-grid (Figuur 6)

Figuur 8 NO₂: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie.

De jaargemiddelde concentraties zijn voor de jaren 1992 tot en met 2009 uitgezet per locatietype; regionale achtergrond, stedelijk achtergrond en verkeersbelast. De laatste jaren is er sprake van weinig ontwikkeling in de concentratieniveaus.

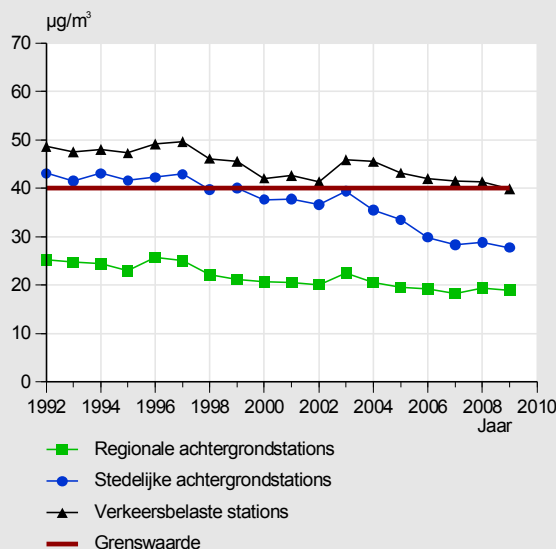
Overschrijdingen van de norm voor de jaargemiddelde concentratie van 40 µg/m³ zijn op 9 van de verkeersbelaste stations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit geconstateerd. Op regionale en stedelijke achtergrondstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit zijn geen overschrijdingen geconstateerd.

De trend in de jaargemiddelde concentraties van NO₂ is gepubliceerd in Wesseling en Beijl, 2008.

Broninformatie

- Gemeten uurgemiddelden per type LML-station
- Dataselectie: 50% databeschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie stikstofdioxide



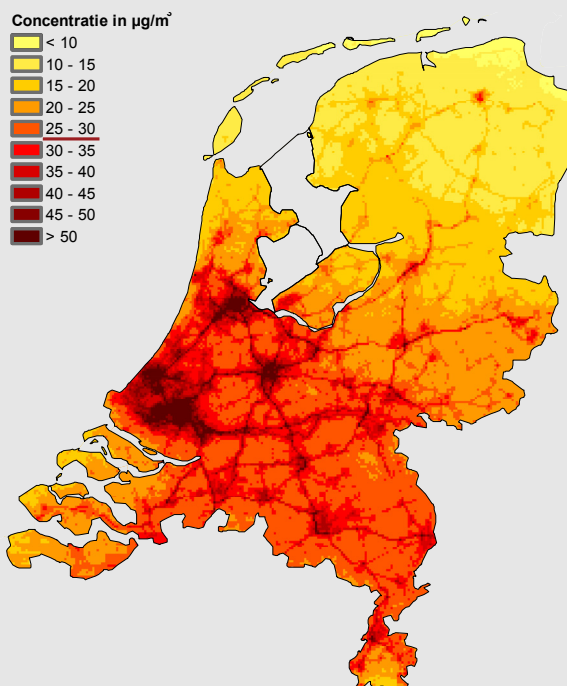
Figuur 9 **NO_x: ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde concentratie (2009).**

De jaargemiddelde concentratie NO_x, gemiddeld over Nederland in 2009 op basis van modelberekeningen, bedroeg 24 µg/m³. De concentraties waren het hoogst in de Randstad en het laagst in het noordoosten van het land. Concentraties hoger dan de grenswaarde kwamen in 2009 voornamelijk voor ten zuiden van de lijn Alkmaar-Arnhem. De grenswaarde van 30 µg/m³ is alleen bedoeld ter bescherming voor ecosystemen. Hierdoor dienen niet alle gebieden getoetst te worden (alleen enkele gebieden in het noorden van Nederland), zie ook het bijschrift van Figuur 11.

Broninformatie

- Grootchalige Concentratiekaart Nederland (Velders et al., 2010).
- Zie ook Bijlage A

Jaargemiddelde concentratie stikstofoxiden in 2009



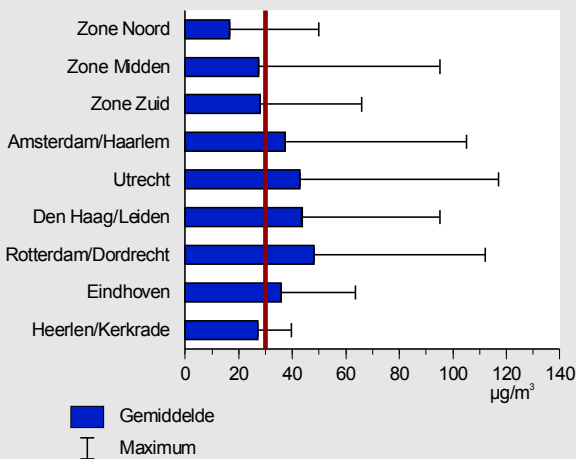
Figuur 10 **NO_x: verdeling van de jaargemiddelde concentratie in zones en agglomeraties (2009).**

In de grafiek is de jaargemiddelde concentratie van 2009 op basis van modelberekeningen weergegeven voor elk van de vastgestelde zones en agglomeraties. Vooral in de stedelijke agglomeraties liggen de concentraties dicht op of boven de grenswaarde. De grenswaarde van 30 µg/m³ is alleen bedoeld ter bescherming voor ecosystemen. Hierdoor dienen niet alle gebieden getoetst te worden (alleen enkele gebieden in het noorden van Nederland), zie ook het bijschrift van Figuur 11.

Broninformatie

- GCN-grid (Figuur 9)

Jaargemiddelde concentratie stikstofoxiden in 2009 per zone/agglomeratie



Figuur 11 NO_x: langdurende blootstelling van ecosystemen (2009).

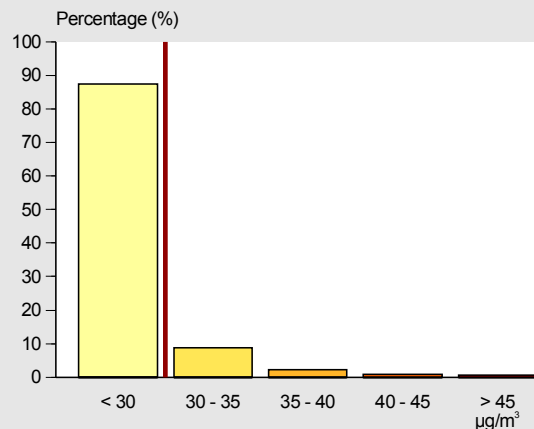
In de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit worden specifieke gebieden genoemd waar de grenswaarde van 30 µg/m³ voor NO_x van toepassing is. Deze gebieden dienen tenminste een oppervlak van 1000 km² te hebben en op een afstand van minimaal 5 km van bebouwing, inrichtingen of autosnelwegen gelegen zijn. Het betreft uitsluitend enkele regionale gebieden in het noorden van het land. In de betreffende gebieden wordt de grenswaarde niet overschreden.

Van het natuurareaal in heel Nederland (natuurareaalkaart, zie Figuur 64) werd in 2009 ongeveer 15% van het totale oppervlak blootgesteld aan NO_x-niveaus boven de norm van 30 µg/m³.

Broninformatie

- GCN-grid (Figuur 9) i.c.m. natuurareaalkaart (Figuur 64)

Blootstelling natuurareaal aan jaargemiddelde concentraties stikstofoxiden in 2009



Figuur 12 NO_x: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie.

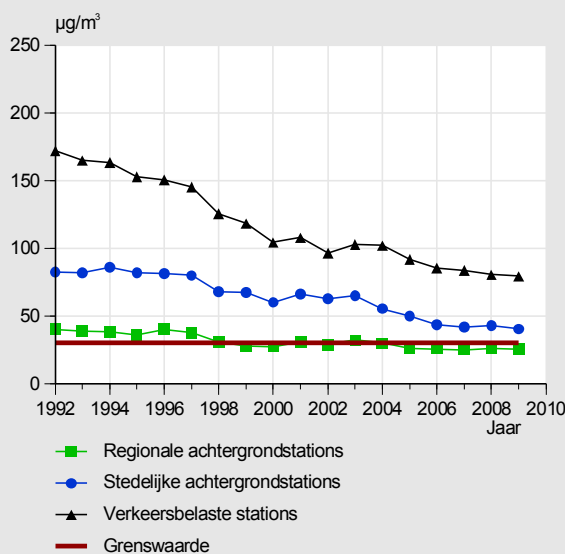
De jaargemiddelde concentratie is voor de jaren 1992 tot en met 2009 weergegeven voor de drie verschillende locatietypen.

Meer informatie over de trendmatige ontwikkeling van de jaargemiddelden, in het kader van de trend in NO₂-concentraties, is gepubliceerd in Wesseling en Beijl, 2008.

Broninformatie

- Gemeten uurgemiddelden per type LML-station
- Dataselectie: 50% databeschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie stikstofoxiden



3.3 Fijn stof: kenmerken en normering

De term PM₁₀, ook wel aangeduid met fijn stof, wordt gebruikt voor zwevende deeltjes (*Particulate Matter*) in de atmosfeer met een (aerodynamische) diameter van 10 µm of kleiner. In het geval van PM_{2,5} betreft dit een diameter van 2,5 µm of kleiner. PM₁₀ bestaat uit een primaire en een secundaire fractie. De primaire fractie wordt door direct menselijk handelen, maar ook door natuurlijke processen in de lucht gebracht. De belangrijkste door mensen veroorzaakte uitstoot komt van transport, industrie en landbouw. Belangrijke natuurlijke bronnen zijn zeezoutaerosol en opwaaiend bodemstof. Het secundaire deel wordt in de atmosfeer gevormd door chemische reacties van gassen, waar in het bijzonder ammoniak (NH₃), stikstofoxiden (NO_x), zwaveldioxide (SO₂) en vluchtige organische stoffen (VOS) een belangrijke rol spelen.

De fijnstofconcentraties in Nederland zijn opgebouwd uit de achtergrondconcentraties plus lokale bijdragen. Het grootste deel van de door mensen veroorzaakte PM₁₀-achtergrondconcentratie komt uit het buitenland. Hier bovenop komt de lokale bijdrage uit eigen land, vooral in dichtbevolkte gebieden, die leidt tot een verhoging van het concentratieniveau. De chemische samenstelling en grootteverdeling van de deeltjes die samen aangeduid worden als PM₁₀ kunnen sterk wisselend zijn.

In dit overzicht worden de normen gehanteerd voor de beschrijving van de blootstelling van de mens aan PM₁₀. De norm voor kortdurende blootstelling van de bevolking betreft een grenswaarde van 50 µg/m³ voor het daggemiddelde, die niet vaker dan 35 dagen per kalenderjaar mag worden overschreden. De grenswaarde voor langdurige blootstelling van de bevolking is 40 µg/m³ voor het jaargemiddelde. Sinds 1 januari 2005 moest aan de grenswaarden worden voldaan, maar de mogelijkheid bestaat om hiervoor vrijstelling te krijgen tot uiterlijk 11 juni 2011. Nederland heeft van deze mogelijkheid gebruik gemaakt. Deze vrijstelling geldt voor de daggemiddelde grenswaarde voor geheel Nederland, voor de jaargemiddelde grenswaarde voor de zone Midden en de agglomeraties Amsterdam/Haarlem, Utrecht en Rotterdam/Dordrecht. Zie ook paragraaf 1.1.3.

De ruimtelijke beelden van de fijnstofconcentraties zijn gebaseerd op de combinatie van gemodelleerde concentraties en de metingen in het LML. Voor de schatting van het aantal dagen overschrijding van PM₁₀-concentraties van 50 µg/m³ is gebruikgemaakt van de relatie tussen het jaargemiddelde en het aantal dagen overschrijding.

Meer informatie over de technische en maatschappelijke aspecten van fijn stof is te vinden in Fijn stof nader bekeken (Buijsman et al., 2005) en in de diverse rapporten uit het Beleidsondersteund Onderzoek PM (BOP 2010). Meer informatie over de metingen, berekeningen en onzekerheden is te vinden in PM₁₀ in Nederland (Matthijssen en Visser, 2006) en PM₁₀: Validatie en Equivalentie (Beijk et al., 2007a).

3.3.1 Gezondheidseffecten

Fijn stof wordt door de mens ingeademd en kan gezondheidseffecten veroorzaken.

Luchtverontreiniging door PM₁₀ kan in verband gebracht worden met naar schatting 1700 á 3000 jaarlijkse vroegtijdige sterfgevallen. Deze ernstige gezondheidseffecten zullen vooral voorkomen bij personen met een zwakke gezondheid. Minder zware effecten zoals verergering van luchtwegklachten kunnen echter bij de gehele bevolking – en dus bij veel mensen – optreden. De causale factor en de biologische mechanismen achter de gezondheidseffecten zijn nog onbekend (Buringh en Oppenhuizen, 2002; Knol en Staatsen, 2005; WHO, 2005), hoewel recent toxicologisch onderzoek steeds meer

inzicht verschaft. De gezondheidseffecten van langetermijnblootstelling aan fijn stof zijn mogelijk aanzienlijk groter dan die bij kortetermijnblootstelling. Geschat wordt dat de gemiddelde levensduur van de Nederlandse bevolking met circa 1 jaar verkort is ten gevolge van de huidige PM₁₀ niveaus (uitgaande van een referentiesituatie met 0 µg/m³ in de buitenlucht).

Als oorzaak voor de gezondheidseffecten kan geen enkele fractie volledig worden uitgesloten, maar sommige fracties (primair aerosol gerelateerd aan verbrandingsprocessen) lijken van groter belang te zijn voor gezondheidseffecten dan andere fracties (zeezout, secundaire aerosolen en bodemstof). Ondanks alle onzekerheden is het PM₁₀-bestrijdingsbeleid daarom gericht op kosteneffectieve maatregelen in onder andere de transport- en industriesector. Het terugdringen van secundaire deeltjes is onderwerp van het verzuringsbeleid.

3.3.2 Zeezoutcorrectie

In Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit (RBL; Staatscourant, 2007b) is vastgelegd dat natuurlijke, niet door de mens in de lucht gebrachte stoffen die bijdragen aan de PM₁₀-concentraties, buiten beschouwing worden gelaten bij het beoordelen van de luchtkwaliteit. In de RBL van 2007 is daarom voor de jaargemiddelde PM₁₀-concentratie een absolute zeezoutcorrectiewaarde per gemeente opgenomen. Voor de kortdurende blootstelling is tevens een correctie van minus 6 overschrijdingsdagen per jaar opgenomen. Beide correcties zijn van belang bij het toetsen van, onder andere, lokale projecten. De aftrek van de zeezoutbijdrage wordt daarom uitgevoerd in de modelberekeningen wanneer de lokale luchtkwaliteit bestuurlijk getoetst wordt. In dit jaaroverzicht worden uitsluitend de feitelijke meetresultaten weergegeven. Geen van de in dit jaaroverzicht gepresenteerde (meet)resultaten zijn daarom gecorrigeerd voor natuurlijke bijdragen.

3.3.3 PM_{2,5}

Recent zijn in het kader van de nieuwe kaderrichtlijn Luchtkwaliteit op diverse locaties in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) PM_{2,5}-metingen opgestart. Daarnaast heeft het Planbureau voor de Leefomgeving een eerste slag gemaakt in het opzetten van de grootschalige concentratiekaart (GCN) voor PM_{2,5}. Zowel de metingen als de gemodelleerde kaart zijn sinds 2008 in het jaaroverzicht opgenomen om een eerste indruk te geven van de concentratieniveaus in Nederland. Het gaat hier echter wel om indicatieve resultaten zonder officiële status en waar geen rechten aan ontleend kunnen worden. In een volgend jaaroverzicht zal het PM_{2,5} dossier nader beschreven worden. Meer informatie is ook te vinden in het rapport Ontwikkelingen in Luchtkwaliteit (Beijk en Wesseling, in voorbereiding), in de PM_{2,5}-assessment van Matthijsen en Ten Brink (2007), het GCN rapport (Velders et al., 2010) en Velders et al (2007).

3.4 Fijn stof: concentraties en overschrijdingen

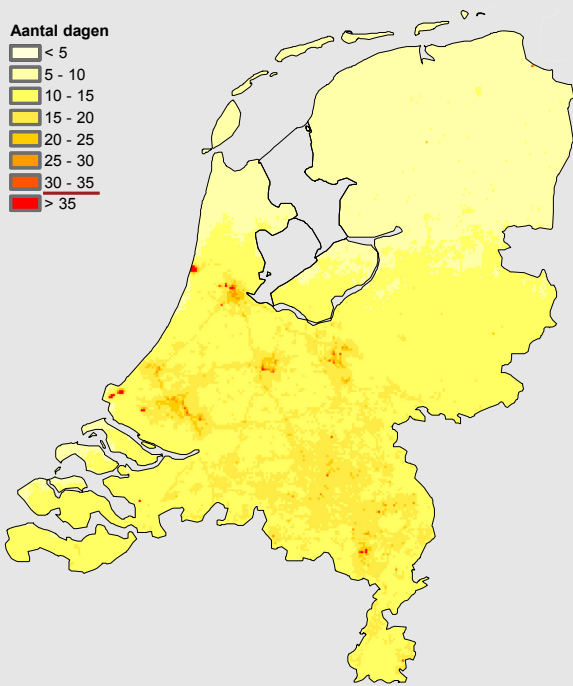
Figuur 13 PM₁₀: ruimtelijke verdeling van het aantal dagen met overschrijding van de norm voor kortdurende blootstelling van de bevolking (2009).

De grenswaarde voor de kortdurende blootstelling van de bevolking (maximale overschrijding van het daggemiddelde van 50 µg/m³) wordt vanuit het noorden naar het zuiden in toenemende mate overschreden. Deze overschrijdingen worden veroorzaakt door de toenemende invloed van bronnen in zowel Nederland als in het omringende buitenland. De grenswaarde van 50 µg/m³ voor het daggemiddelde, is op basis van modelberekeningen in 2009 slechts op een beperkt aantal locaties meer dan 35 dagen overschreden.

Broninformatie

- Grootchalige Concentratiekaart Nederland (Figuur 16)
- Omgerekend met CAR-II jaarconcentratie/dagnormoverschrijding-relatie

Aantal dagen in 2009 met maximal daggemiddelde concentratie PM₁₀ > 50 µg/m³



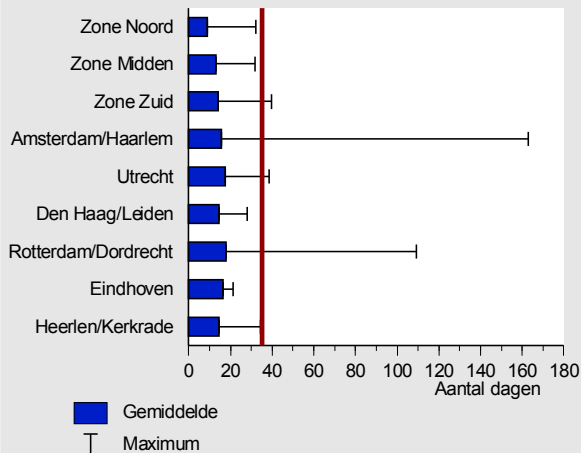
Figuur 14 PM₁₀: aantal dagen met overschrijdingen van de maximale daggemiddelde PM₁₀-concentratie in zones en agglomeraties (2009).

Het aantal dagen met overschrijdingen van de maximale daggemiddelde PM₁₀-concentratie in de zones en agglomeraties op basis van modelberekeningen ligt in 2009 in alle zones en agglomeraties, gemiddeld over de betreffende zones en agglomeraties, onder de norm van 35 dagen.

Broninformatie

- Naar dagnorm omgerekend GCN-grid (Figuur 13)

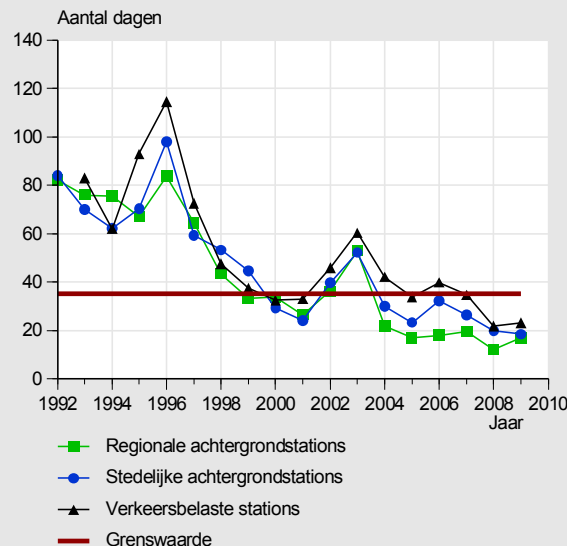
Aantal dagen in 2009 met maximaal daggemiddelde concentratie fijn stof > 50 µg/m³ per zone/agglomeratie



Figuur 15 **PM₁₀: ontwikkeling van het aantal dagen met overschrijding van de norm voor kortdurende blootstelling van de bevolking.**

Het aantal dagen met een normoverschrijding van de grenswaarde van 50 µg/m³ op basis van meetgegevens van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit vertoont een grillig verloop waarbij een langetermijndaling zichtbaar is. Sterker nog dan het verloop van de jaargemiddelde fijnstofconcentraties wordt het verloop in de PM₁₀-overschrijdingsdagen beïnvloed door meteorologische condities van jaar tot jaar.

Ontwikkeling van het aantal dagen met maximaal daggemiddelde concentratie fijn stof > 50 µg/m³



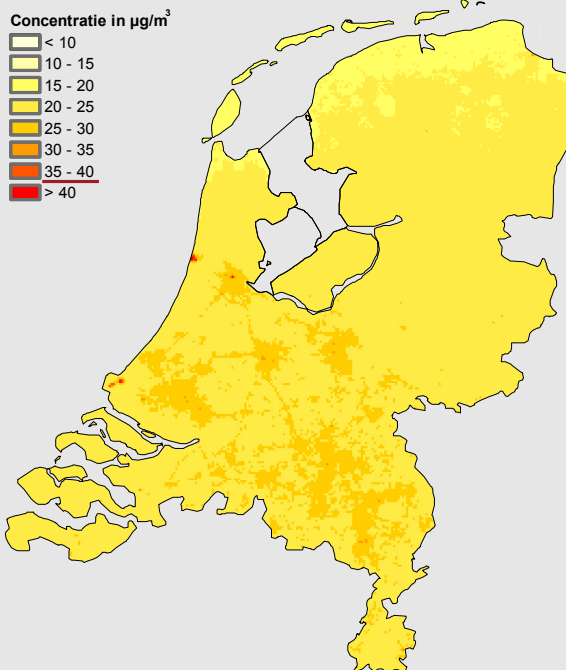
Broninformatie

- Gemeten daggemiddelden per type LML-station
- Dataselectie: 90% databeschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar

Figuur 16 **PM₁₀: ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ (2009).**

De norm voor langdurige blootstelling van de bevolking is 40 µg/m³ voor het jaargemiddelde. In 2009 bedroeg de gemodelleerde jaargemiddelde PM₁₀-concentratie, gemiddeld over heel Nederland, 23 µg/m³. De grenswaarde van 40 µg/m³ voor de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ is in 2009 op geen van de stations in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit overschreden.

Jaargemiddelde concentratie PM₁₀ in 2009



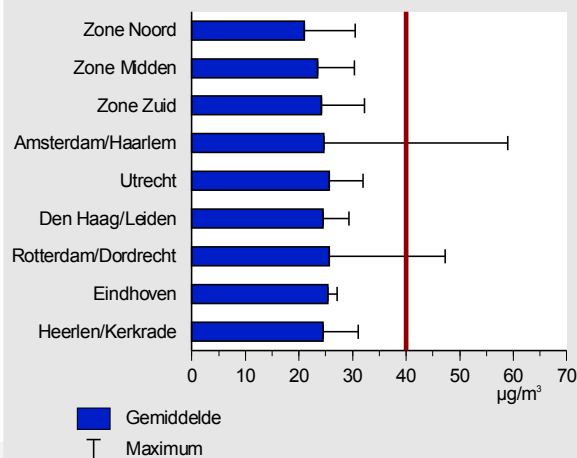
Broninformatie

- Grootchalige Concentratiekaart Nederland (Velders et al., 2010). Zie ook Bijlage A

Figuur 17 PM₁₀: verdeling van de jaargemiddelde fijn stofconcentratie in zones en agglomeraties (2009).

Het gemodelleerde jaargemiddelde van de PM₁₀-concentraties in 2009 ligt voor alle zones en agglomeraties (gemiddeld) onder de norm van 40 µg/m³.

Jaargemiddelde concentratie fijn stof in 2009 per zone/agglomeratie



Broninformatie

- GCN-grid (Figuur 16)

Figuur 18 PM₁₀: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentraties.

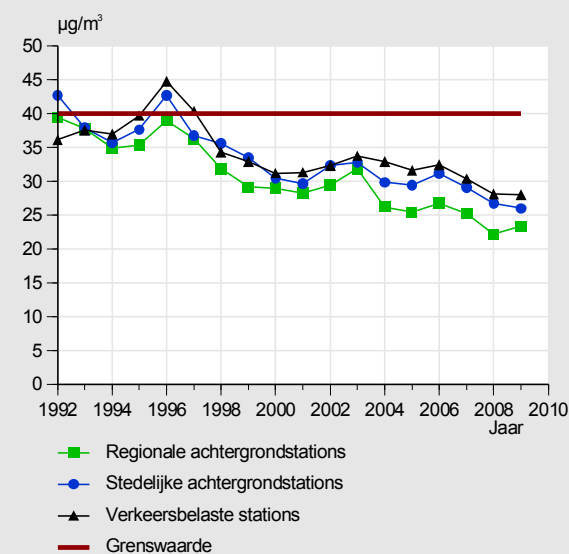
De PM₁₀-concentraties worden behalve door ontwikkelingen in emissies tevens door de meteorologische condities beïnvloed die van jaar tot jaar verschillen. Zo betrof 2003 een ongunstig meteorologisch jaar, wat tot hogere fijnstofconcentraties heeft geleid. De laatste jaren, in het bijzonder 2008, waren relatief gunstig.

De jaargemiddelde PM₁₀-concentraties zijn tot en met 2007 gebaseerd op de in 2007 gekalibreerde en gevalideerde meetdata (Beijk et al., 2007a). Doordat sommige combinaties van monitortype en locatie - zoals deze in het bijzonder voor 2003 in het meetnet voorkwamen - niet langer operationeel zijn, heeft de kalibratie van de metingen van vóór 2003 een grotere onzekerheid.

De concentraties voor 2008/2009 zijn gebaseerd op een recente kalibratie van de meetdata gebaseerd op de afspraken in de NTA (2008).

Sinds 1992 is sprake van een duidelijke daling in de fijnstofconcentraties. Vanaf 2000 is de daling minder sterk en kan met alle systematische en toevallige onzekerheden niet statistisch significant worden aangetoond.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie fijn stof



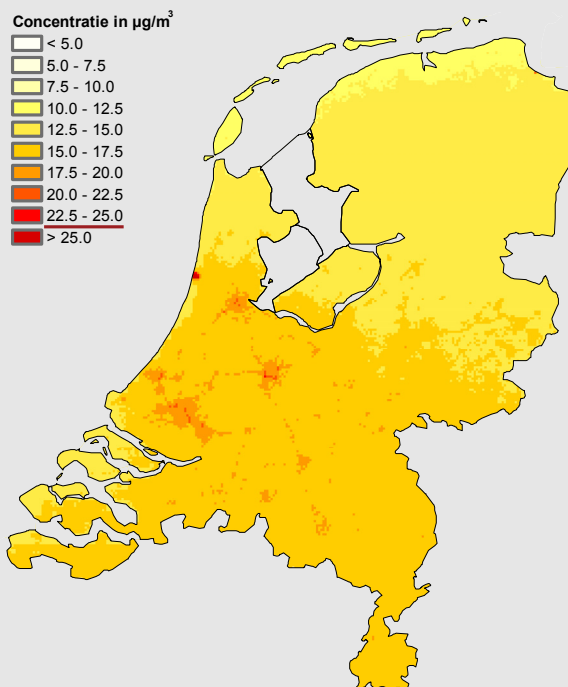
Broninformatie

- Gemeten daggemiddelden per type LML-station
- Dataselectie: 50% databeschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar

Figuur 19 PM_{2,5}: ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde concentratie PM_{2,5} (2009).

De gemodelleerde jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie over Nederland bedraagt circa 15 µg/m³ en ligt hiermee onder de grenswaarde van 25 µg/m³. Deze grenswaarde geldt vanaf 2015 en vanaf 2010 geldt dit niveau als streefwaarde. Incidenteel is er op basis van modelberekeningen toch sprake van overschrijding van de grenswaarde, met name in de agglomeratie Amsterdam/Haarlem.

Jaargemiddelde concentratie PM_{2,5} in 2009



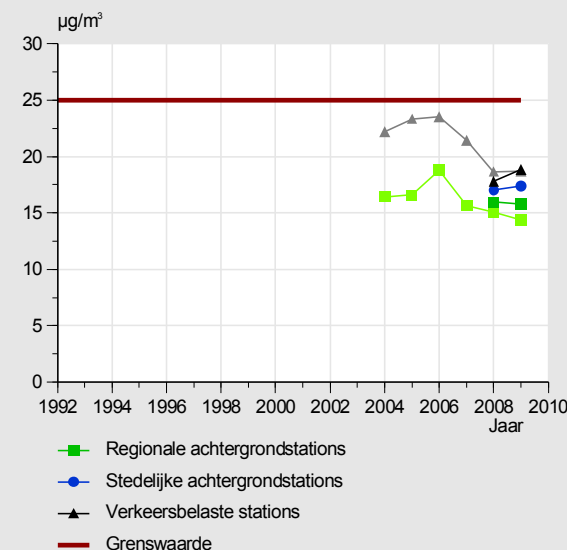
Broninformatie

- Grootchalige Concentratiekaart Nederland (Velders et al., 2010)
- Meer over GCN in Bijlage A.

Figuur 20 PM_{2,5}: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentraties.

PM_{2,5} concentraties worden in het LML op vier locaties sinds 2004 gemeten met de TEOM monitoren. Deze 4 locaties zijn de regionale achtergrondstations Vredepeel, De Zilk en Kollumerwaard en het verkeersbelaste station Vlaardingen. De metingen zijn gekalibreerd ten opzichte van de referentiemethode maar voldoen niet aan de onzekerheidseisen. Sinds 2008 wordt PM_{2,5} met de referentiemethode zelf gemeten op een groeiend aantal locaties (20 stations in 2008 en 26 stations in 2009). Het jaargemiddelde op de stadsachtergrond bepaalt de Nederlandse blootstellingsreductie opgave. Zowel in 2008 als 2009 was de gemiddelde concentratie net iets lager (niet significant) dan de grens van 18 µg/m³. Als dit over de periode 2009-2011 ook zo is dan moeten de niveaus in 2020 15 procent lager zijn.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie PM_{2,5}



Broninformatie

- Gemeten daggemiddelden per type LML-station
- Dataselectie: 50% databeschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar

Noot: De trendlijnen in een lichtere kleur geven de trend van de TEOM waarnemingen weer.

**Figuur 21 Secundaire aerosolen:
ontwikkeling van de jaargemiddelde
concentratie NH₄, NO₃ en SO₄.**

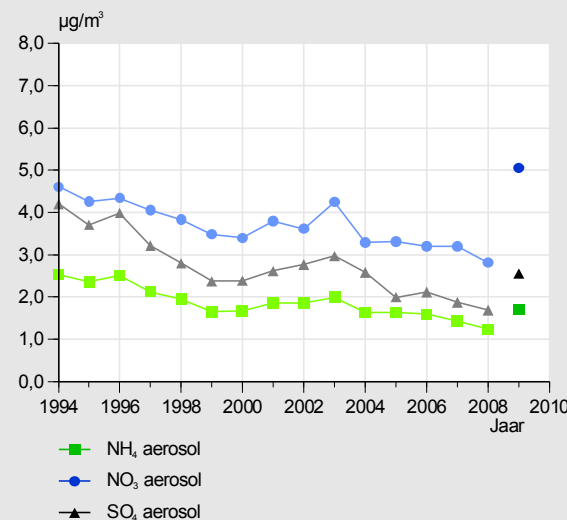
Secundaire aerosolen, bestaande vooral uit de ionen ammonium, nitraat en sulfaat, vormen een belangrijk deel van de PM₁₀- en PM_{2,5}-concentratie en ontstaan in complexe atmosferische processen uit de precursors ammoniak, zwaveldioxide en stikstofoxiden. Opgemerkt wordt dat de verandering in de voorloperstoffen niet een evenredige verandering in de concentratie van secundaire aerosolen tot gevolg heeft.

Noot: Vanwege de karakteristieken van de aerosolmeetapparatuur zijn de aerosolconcentraties gebaseerd op fijnstofdeeltjes van circa 3 µm en kleiner. Vanaf 2009 zijn de secundaire aerosolen bepaald in PM10 filters hetgeen tot aanzienlijk hogere concentraties leidt (Hafkenscheid 2010). De overgang in metingen is door het gebruik van verschillende kleurtinten weergegeven.

Broninformatie

- Gemeten dag- of weekgemiddelden op LML-stations
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie aerosolen



3.5 Zwarte rook: kenmerken en concentraties

De zwarterookmethode levert een empirische maat voor het deel van het primair aerosol dat als een zwarte substantie op een filter wordt waargenomen. Emissie van deze deeltjes, vooral roet, vindt voornamelijk plaats door wegverkeer en industrie, als gevolg van onvolledig verlopemde verbrandingsprocessen. Aan de roetdeeltjes, grotendeels bestaande uit elementair koolstof (EC), kunnen andere stoffen, waaronder polycyclische aromatische koolwaterstoffen, zijn geadsorbeerd. Zwarte rook wordt in studies naar de effecten van luchtverontreiniging op de gezondheid van de mens gehanteerd als een indicator voor de emissies van verbrandingsprocessen, vooral van verkeer (diesel) (Fischer et al., 2007). Concentraties zwarte rook zijn geassocieerd met nadelige effecten op de gezondheid en het bestanddeel zwarte rook in het PM₁₀-deeltje wordt als extra gezondheidsrelevant beschouwd. Er is een sterke correlatie tussen de zwarterookmetingen en EC-metingen aangetoond (Schaap en Denier van der Gon, 2007).

Ter bescherming van de bevolking tegen de nadelige effecten zijn in het verleden grenswaarden gesteld aan de concentraties van zwarte rook in de lucht. De grenswaarden voor het 98-percentiel (90 µg/m³) en het 50-percentiel (30 µg/m³) werden gehanteerd als norm voor kortstondige respectievelijk langdurige blootstelling. Deze grenswaarden hebben geen relatie meer met de huidige niveaus van zwarte rook (gemiddeld minder dan 10 µg/m³). In 2001 zijn in het Besluit Luchtkwaliteit (Staatsblad, 2001) de normen voor zwarte rook vervangen door PM₁₀-normen. Vanwege de relatie met de PM₁₀-concentraties en de veronderstelde relatie met nadelige effecten voor de volksgezondheid worden de resultaten van zwarterookmetingen nog steeds gepresenteerd.

Figuur 22 Zwarte rook: ontwikkeling van het 98-percentiel van zwarte rook

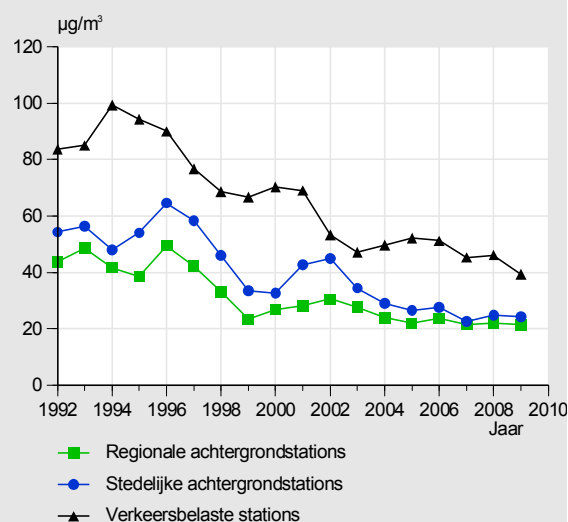
In de afgelopen tien jaar daalde het 98-percentiel niveau (de op zeven na hoogste daggemiddelde waarde per jaar) van zwarte rook op de regionale achtergrond, stedelijke achtergrond en verkeersbelaste stations met enkele procenten per jaar. De 98-percentielwaarde is gevoelig voor de van jaar tot jaar wisselende meteorologische omstandigheden, meer dan bijvoorbeeld de 50-percentielwaarde.

Noot: In 2009 heeft er een wijziging in de LML meetnetconfiguratie plaatsgevonden waardoor het aantal stedelijke achtergrond en verkeersbelaste stations is uitgebreid. Tevens zijn de resultaten van stations van DCMR en GGD Amsterdam meegenomen.

Broninformatie

- Gemeten daggemiddelden per type LML-station, stations van DCMR (1992-1993, 1996-2009) en GGD Amsterdam (vanaf 1999)
- Dataselectie: 50% databeschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar (m.u.z. de gegevens van de GGD Amsterdam waarop geen databeschikbaarheidscriteria is toegepast.)

Ontwikkeling van het 24-uurs 98-percentiel van zwarte rook



Figuur 23 Zwarte rook: ontwikkeling van het 50-percentiel van zwarte rook.

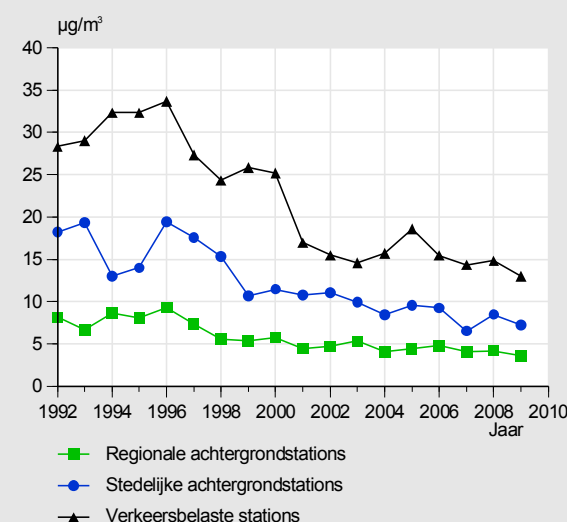
Het 50-percentiel vertoont een minder grillig beeld dan het 98-percentiel en geeft een meer gemiddelde beschrijving van de situatie. De concentraties op de verkeersbelaste stations vertonen een duidelijke afname sinds 1990.

Noot: In 2009 heeft er een wijziging in de meetnetconfiguratie plaatsgevonden waardoor het aantal stedelijke achtergrond en verkeersbelaste stations is uitgebreid. Tevens zijn de resultaten van stations van DCMR en GGD Amsterdam meegenomen.

Broninformatie

- Gemeten daggemiddelden op LML-stations, stations van DCMR (1992-1993, 1996-2009) en GGD Amsterdam (vanaf 1999)
- Dataselectie: 50% databeschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar (m.u.z. de gegevens van de GGD Amsterdam waarop geen databeschikbaarheidscriteria is toegepast.)

Ontwikkeling van het 24-uurs 50-percentiel van zwarte rook



4 Fotochemische luchtverontreiniging

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste indicatoren op het gebied van fotochemische luchtverontreiniging, met uitzondering van NO_x en NO_2 . De stikstof(di)oxiden zijn ook belangrijke componenten voor fotochemische luchtverontreiniging maar zijn al besproken in hoofdstuk 3. In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de concentraties van ozon en enkele groepen van vluchtige organische koolwaterstoffen besproken die een belangrijke rol spelen bij de vorming van ozon op nationale en Europese schaal.

4.1 Ozon (O_3): kenmerken en normering

Ozon wordt niet als zodanig door de mens in de atmosfeer gebracht. Het wordt onder invloed van zonlicht gevormd uit de precursors (voorloperstoffen) stikstofdioxiden, koolwaterstoffen, koolstofmonoxide en methaan. De complexe chemie die aan ozonvorming ten grondslag ligt, leidt er toe dat een afname in de emissie van de precursors naar verhouding een veel beperktere afname van de ozonconcentratie tot gevolg heeft.

Ozon kan door het sterk oxiderende karakter nadelige effecten hebben op de gezondheid van mensen en schade toebrengen aan vegetatie en materialen. Zowel de kortdurende blootstelling aan piekconcentraties als langdurige blootstelling aan lagere concentraties veroorzaken nadelige effecten (Knol en Staatsen, 2005).

In deze paragraaf worden normen gehanteerd als toetsingswaarden voor de beschrijving van blootstelling van mens en vegetatie aan ozon. Deze EU-normen bevatten streefwaarden en langetermijndoelstellingen die zijn gekoppeld aan verplichte emissieplafonds voor de Europese landen. Indien blijkt dat de ozondoelstellingen niet worden gehaald, dan kan ervoor worden gekozen om de emissieplafonds verder aan te scherpen. Hoge ozonconcentraties in straten en in grote steden worden gedeeltelijk omgezet door reacties met NO -emissies van verkeer. Verhoogde ozonconcentraties waaraan veel mensen worden blootgesteld zijn daarom eerder in voorstedelijke gebieden te verwachten. Dit is ook de reden dat voor het bepalen van ozonconcentraties er een verplichting is om (ook) in voorstedelijke gebieden te meten.

De vanaf 2003 geldende streefwaarde voor ozon (EU, 2002) is $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de hoogste 8-uursgemiddelde waarde per dag. In 2010 mag deze nog slechts maximaal 25 dagen per jaar worden overschreden, gemiddeld over drie jaar. Als langetermijndoelstelling wordt gestreefd naar het volledig voorkomen van overschrijdingen.

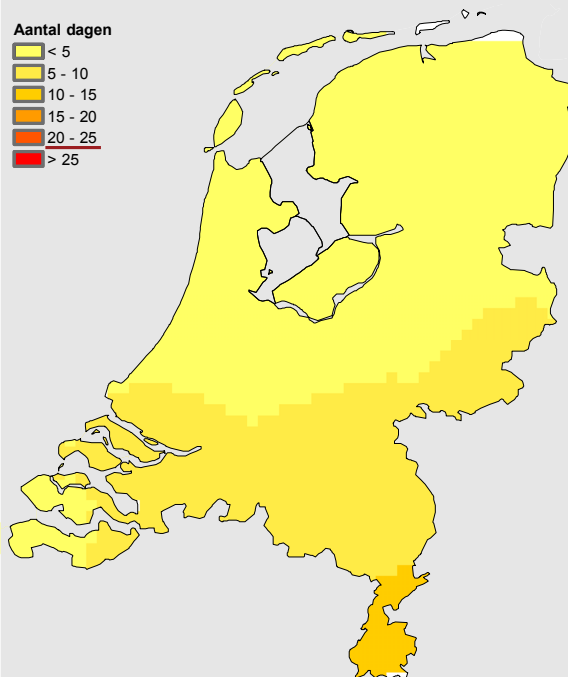
Voor de blootstelling van vegetatie is de norm gebaseerd op de zogenaamde AOT40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold). De 'threshold' (drempel) bedraagt 40 ppb ($= 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (EU, 2002). Door de Europese Unie is een streefwaarde, uitgedrukt in AOT40, van $18000 \mu\text{g} \cdot \text{uur}/\text{m}^3$ vastgesteld en een langetermijndoelstelling van $6000 \mu\text{g} \cdot \text{uur}/\text{m}^3$ over een jaar. Alleen de ozonconcentraties in de 3 zomermaanden mei – juli, van 08h00m tot 20h00m, Midden Europese Tijd (MET), worden meegenomen.

4.2 Ozon (O₃): concentraties en overschrijdingen

Figuur 24 O₃: ruimtelijke verdeling van het aantal dagen met overschrijding van de EU-streefwaarde voor kortdurende bevolkingsblootstelling (2009).

Gemiddeld over Nederland waren er 5 dagen met maximale 8-uursgemiddelde ozonconcentraties hoger dan de EU-streefwaarde voor kortdurende blootstelling van 120 µg/m³. Over alle individuele meetstations (inclusief stedelijke achtergrond en verkeersbelaste stations) varieerde in 2009 het aantal overschrijdingsdagen tussen 0 en 12. Het maximum toegestane aantal overschrijdingen conform de streefwaarde is 25 dagen per jaar.

Aantal dagen in 2009 met maximaal 8-uursgemiddelde concentratie ozon > 120 µg/m³



Broninformatie

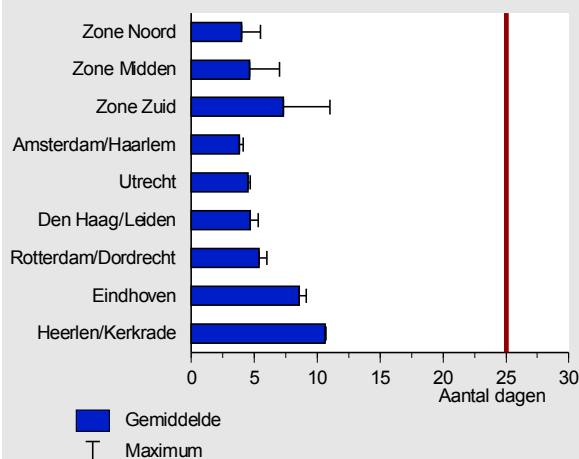
- Gemeten uurgemiddelden op regionale LML-stations
- Dataselectie: criteria conform EU-richtlijn 2002/3/EG
- Geïnterpoleerde meetwaarden

Figuur 25 O₃: verdeling van het aantal dagen met overschrijdingen van de maximale 8-uursgemiddelde ozonconcentratie in zones en agglomeraties (2009).

In de grafiek is het aantal dagen in 2009 met overschrijdingen weergegeven voor elk van de vastgestelde zones en agglomeraties.

Het gemiddelde aantal dagen met een overschrijding lag in alle zones en agglomeraties onder de in de streefwaarde opgenomen marge van 25 dagen. In alle gevallen lag deze wel boven de langetermijndoelstelling van 0 dagen.

Aantal dagen in 2009 met maximaal 8-uursgemiddelde concentratie ozon > 120 µg/m³ per zone/agglomeratie



Broninformatie

- Geïnterpoleerd grid (Figuur 24)

Figuur 26 O₃: ontwikkeling van de gemiddelde overschrijding van de EU-streefwaarde voor kortdurende bevolkingsblootstelling.

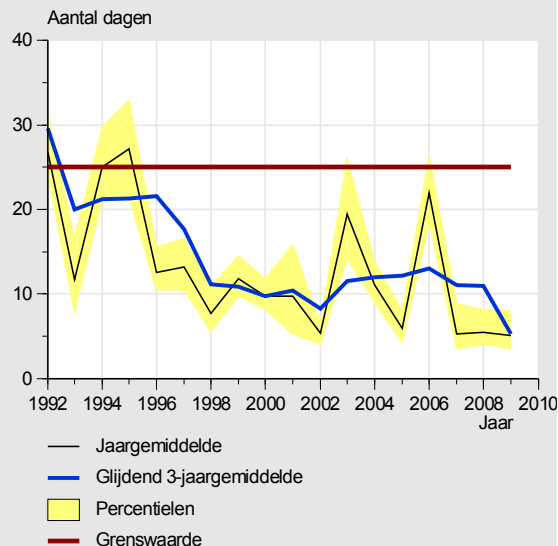
In de grafiek is het jaargemiddelde aantal dagen met een maximale 8-uursgemiddelde ozonconcentraties boven 120 µg/m³ weergegeven, gemiddeld over Nederland.

De overschrijding van de norm (maximaal 25 maal per kalenderjaar gemiddeld over 3 jaar) is sterk afhankelijk van de meteorologische omstandigheden. In jaren met veel zomerse dagen en hoge temperaturen zoals 2003 en 2006 worden veel meer overschrijdingen waargenomen dan gedurende jaren met minder zomerse dagen, zoals in 2002 en 2005. Zie ook het meteorologische jaaroverzicht op pagina 27.

Broninformatie

- Geïnterpoleerde meetwaarden per kalenderjaar
- Grids gebaseerd op gemeten uurgemiddelden op regionale LML-stations
- Dataselectie: criteria conform EU-richtlijn 2002/3/EC

Ontwikkeling van het aantal dagen met maximaal 8-uursgemiddelde concentratie ozon > 120 µg/m³



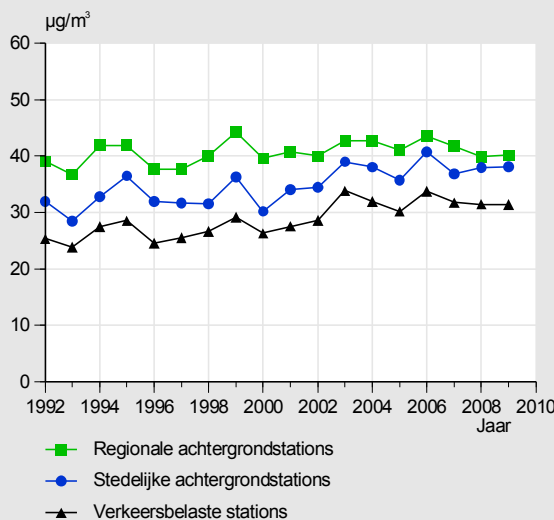
Figuur 27 O₃: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie per locatietype

De ozonconcentraties gemiddeld per jaar laat voor alle locatietypen over de afgelopen jaren een lichte stijging zien met kleine verschillen van jaar tot jaar. De stijging op de verkeersbelaste en stedelijke achtergrondstations worden voor een groot deel veroorzaakt omdat verkeer minder NO uitstoot waardoor minder ozon weggetitreerd wordt.

Broninformatie

- Gemeten uurgemiddelden per type LML-station
- Dataselectie: 50% databeschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie ozon



Figuur 28 O₃: ruimtelijke verdeling van het aantal dagen met overschrijding van de EU-norm voor vegetatie (2004-2009).

De kaart van de AOT40 is gebaseerd op geïnterpoleerde regionale waarnemingen over de jaren 2005 - 2009. De gemiddelde AOT40-waarde over Nederland bedroeg in 2009 3513 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{uur}$.

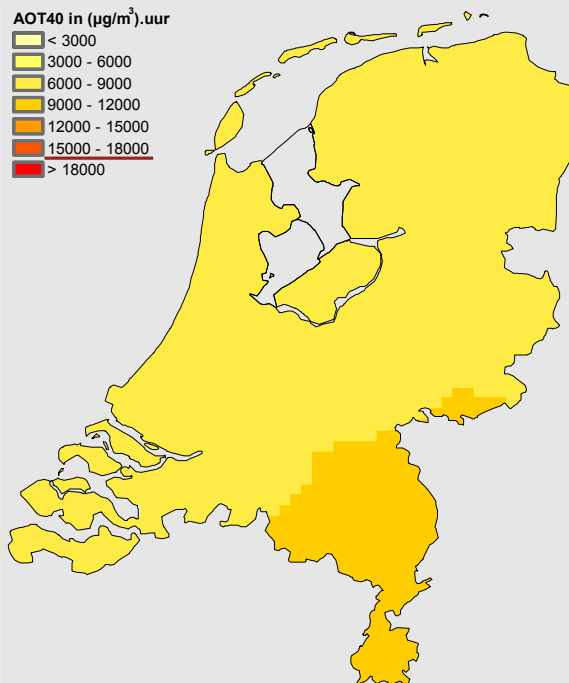
Uit de kaart blijkt dat gemiddeld over de laatste vijf jaar de streefwaarde van 18000 $\mu\text{g} \cdot \text{uur}/\text{m}^3$ in Nederland niet is overschreden.

De langetermijndoelstelling van 6000 $\mu\text{g} \cdot \text{uur}/\text{m}^3$ wordt wel in heel Nederland overschreden. Uit de berekeningen blijkt dat de absolute AOT40-waarden het laagst zijn in het noorden van Nederland.

Broninformatie

- Gemeten uurgemiddelden op regionale LML-stations
- Dataselectie: criteria conform EU-richtlijn 2002/3/EG
- Geïnterpoleerde meetwaarden

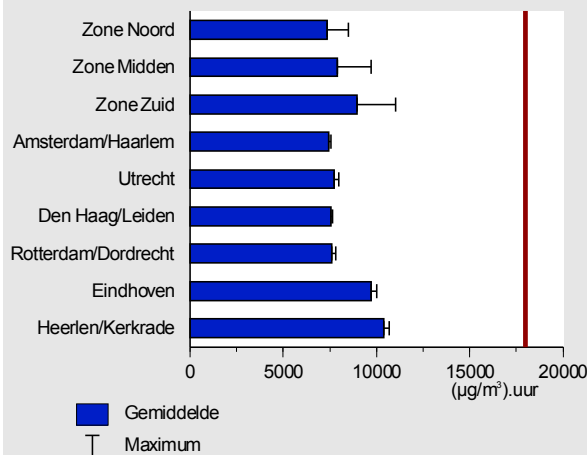
Vijf-jaarsgemiddelde AOT40 uurwaarden mei t/m juli (2005 - 2009)



Figuur 29 O₃: verdeling AOT40-niveaus in zones en agglomeraties (2009).

In de grafiek zijn de AOT40-waarden weergegeven per zone en agglomeratie voor het gemiddelde over de periode 2005-2009. De resultaten hangen nauw samen met de weersomstandigheden die zich hebben voorgedaan tijdens de zomermaanden mei, juni en juli, waarbij veel warme zonnige dagen met weinig bewolking leiden tot hogere ozonconcentraties en vice versa. Vanwege de in de betreffende maanden gunstige gemiddelde weersomstandigheden in 2005-2009 zijn er in deze periode geen overschrijdingen van de streefwaarde opgetreden.

Vijf-jaarsgemiddelde AOT40 uurwaarden mei t/m juli (2005 - 2009) per zone/agglomeratie



Broninformatie

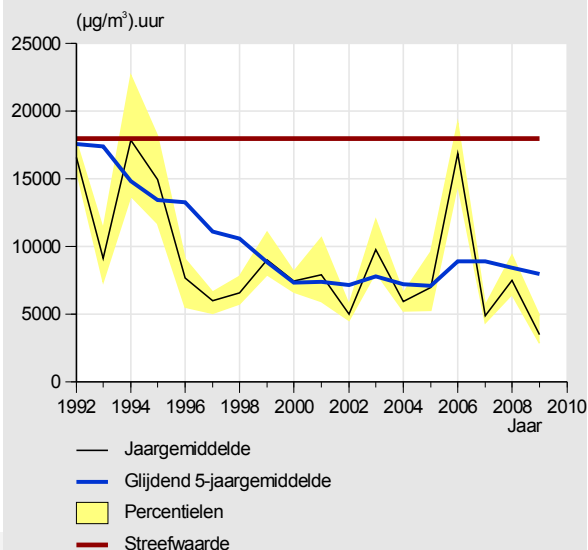
- Geïnterpoleerd grid (Figuur 28)

Figuur 30 O₃: ontwikkeling van de AOT40 voor de bescherming van vegetatie

In de grafiek zijn de jaargemiddelde en vijfjaargemiddelde AOT40-waarden weergegeven. Door het vijfjaar voortschrijdende gemiddelde te nemen worden de fluctuaties door meteorologische invloeden verminderd. Zie ook het meteorologische overzicht, het bijschrift van Figuur 29.

Noot: De toetsing van de streefwaarde vindt plaats op het glijdende vijf-jaargemiddelde.

Ontwikkeling AOT40 uurwaarden mei t/m juli (ozon)



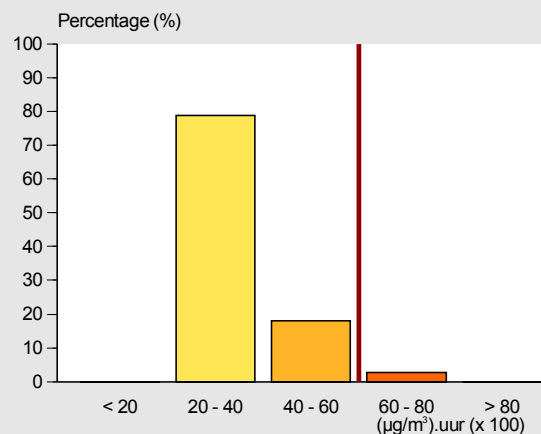
Broninformatie

- Geïnterpoleerde meetwaarden
- Grids gebaseerd op gemeten uurgemiddelden op regionale LML-stations
- Datasetselectie: criteria conform EU-richtlijn 2002/3/EC

Figuur 31 O₃: blootstelling van vegetatie aan ozon (2009)

Voor het berekenen van de blootstelling van vegetatie aan ozon is gebruikgemaakt van de ruimtelijke verdeling van de AOT40-waarden voor 2009 en van de natuurkaart, gebaseerd op (half)natuurlijke ecosystemen op het land (zie Figuur 64). De blootstelling van de natte natuur en de landbouwgewassen is hier buiten beschouwing gelaten. De streefwaarde van 18000 µg.uur/m³ wordt in 2009 in Nederland overschreden op circa 0 % van het natuurareaal. De langetermijndoelstelling (AOT40 van 6000 µg.uur/m³) wordt op circa 4% van het gehele natuurareaal in 2009 overschreden.

Blootstelling natuurareaal aan AOT40 uurwaarden mei t/m juli 2009



Broninformatie

- Geïnterpoleerd grid voor 2009 i.c.m. natuurareaalgrid (Figuur 64)

4.3 (Zeer) Vluchtige organische stoffen (VOS): kenmerken en concentraties

Vluchtige organische stoffen (VOS) leiden onder invloed van zonlicht, via chemische reacties met NO_x , tot vorming van ozon en daardoor indirect tot effecten op de volksgezondheid en ecosystemen. Daarnaast kunnen sommige van deze stoffen door hun specifieke toxische eigenschappen direct tot effecten leiden op de volksgezondheid of ecosystemen. Sommige VOS dragen bij aan het broeikaseffect of de aantasting van de ozonlaag. Tevens dragen de VOS bij aan de PM_{10} - en $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties.

Gezien de verschillende analysetechnieken, worden de VOS in twee groepen verdeeld: de zeer vluchtige organische stoffen (Z-VOS) en de gewone VOS. De Z-VOS groep bevat koolwaterstoffen: rechte of vertakte alkanen, alkenen en aromaten met aantal koolatomen tussen C2 en C8. Het meten van Z-VOS werd tot 2007 uitbesteed aan externe instituten. Sinds april 2009 wordt in het LML in eigen beheer op de lokatie Kollumerwaard dertig zeer vluchtige componenten gemeten welke zijn voorgesteld in de richtlijn 2008/50/EC.

Daarnaast werden in 2009 in het LML op 8 locaties 46 componenten gemeten uit de gewone VOS groep. Deze groep omvat de vluchtige koolwaterstoffen tussen C6 en C16, waardoor er sprake is van enige overlap met de Z-VOS groep. Bij de gemeten VOS gaan het om componenten in de groepen van alkanen, aromaten en gechloreerde alkanen.

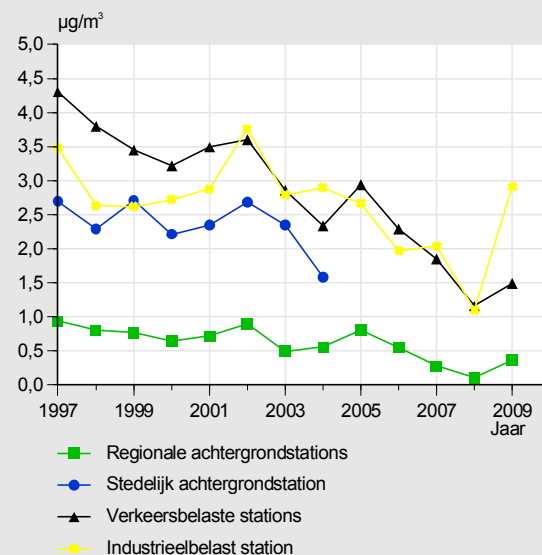
Figuur 32 Alkanen: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie alkanen.

Alkanen zijn ketens van koolstof verzadigd met waterstof, die bij toenemende ketenlengte minder vluchtig worden. Het zijn stoffen die een wat beperkte reactiviteit voor de vorming van ozon vertonen en dus minder snel afbreken. Om die reden en vanwege de emissies die hoger zijn dan van de andere VOS-componentengroepen kennen deze stoffen hogere achtergrondconcentraties.

Directe effecten op de volksgezondheid en ecosystemen zijn bij de waargenomen concentraties niet te verwachten, maar ze dragen wel bij aan ozonvorming. In vergelijking met de andere componentengroepen is de bijdrage van de industrie naar verhouding vrij groot, en van verkeer wat minder.

Alle stations laten een dalende trend zien over de gehele periode. In 2009 daarentegen lijken de niveaus weer omhoog te gaan. Het is nog onduidelijk waardoor dit komt.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie alkanen



Broninformatie

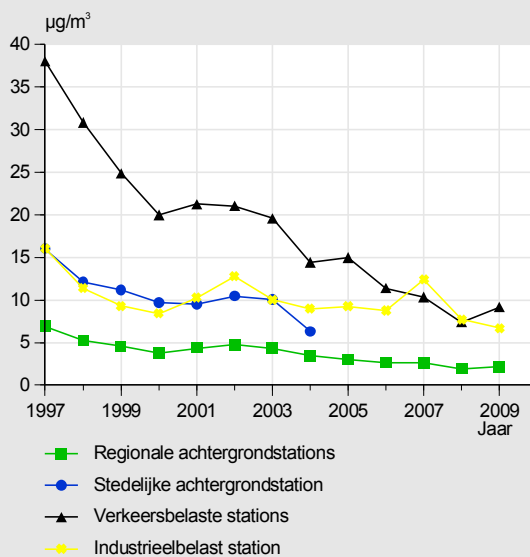
- Gemeten daggemiddelden op LML-stations
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria
- De weergave van de concentratie in de categorieën 'Stedelijk' en 'Industrieel' zijn slechts gebaseerd op één enkel station. Voor de overige categorieën worden de gemiddelde concentraties van verscheidene gelijkwaardige stations weergegeven.

Figuur 33 Aromaten: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie aromaten.

Aromaten zijn verbindingen die een benzeenring bevatten. Hieronder valt een aantal stoffen die tot nadelige effecten op de gezondheid kunnen leiden, waarvan benzeen de bekendste is; zie ook pagina 76 voor de ontwikkeling van de gemeten benzeenconcentraties. Van de VOS (vluchtige organische stoffen) die binnen het LML worden gemeten, vormen de aromaten vanwege de hogere concentraties de belangrijkste groep.

Het aandeel van verkeer in de emissie van deze stoffen is groot, hetgeen tot uitdrukking komt in de vrij sterke verhoging in straten ten opzichte van de stadsachtergrond. Vanaf het midden van de jaren 90 zijn de concentraties sterk gedaald. De laatste jaren is deze dalende trend verminderd.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie aromaten



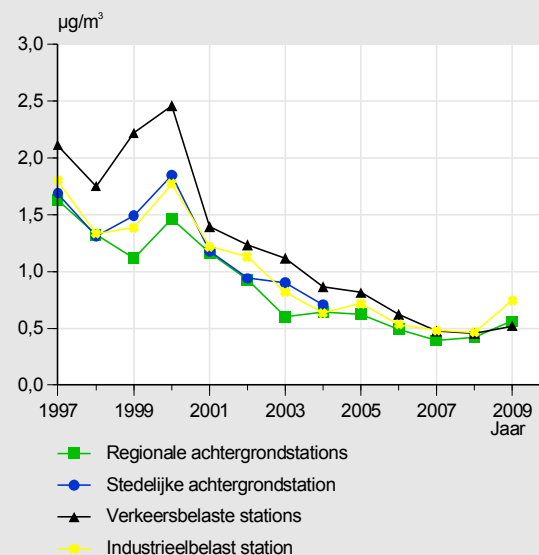
Broninformatie

- Gemeten daggemiddelden op LML-stations
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

Figuur 34 Gechloreerde alkanen: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie (2009).

In gechloreerde alkanen is op één of meerdere plaatsen een waterstofatoom vervangen door een chlooratoom. Door deze substitutie zijn deze gechloreerde alkanen minder atmosferisch reactief, waardoor zij veel langer in de atmosfeer verblijven en een relatief hogere grootschalige achtergrondconcentratie vertonen dan de andere VOS-groepen. In verband met de aantasting van de ozonlaag is het gebruik van enkele gechloreerde alkanen, zoals methylchloroform en koolstoftetrachloride, sinds enkele jaren verboden. De concentraties van gechloreerde alkanen zijn sterk gedaald in de jaren 90. De daling lijkt zich te stabiliseren in de laatste jaren. De gemeten concentraties in Nederland worden voor een steeds groter gedeelte bepaald door de bijdrage van de grootschalige achtergrondconcentratie veroorzaakt door bronnen in het buitenland. Dit is terug te zien in de verhouding van de concentraties tussen stedelijke en regionale achtergrondstations die de laatste jaren steeds kleiner is geworden. De concentraties nemen in 2008 en 2009 weer toe. De reden hiervoor is nog niet duidelijk.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie gechloreerde alkanen



Broninformatie

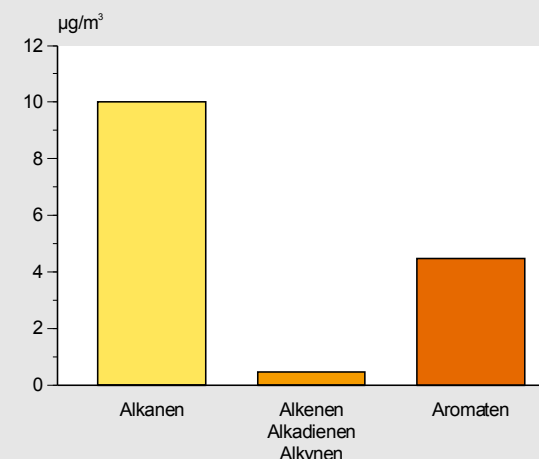
- Gemeten daggemiddelden op LML-stations
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

Figuur 35 Z-VOS: jaargemiddelde concentratie zeer vluchtige organische stoffen in 2009

Sinds april 2009 worden er op station Kollummerwaard metingen verricht aan 30 componenten uit de groep van de zeer vluchtige organische stoffen (Z-VOS). Ten behoeve van de presentatie worden deze componenten gegroepeerd. Uitgebreide informatie over de indelingen van deze groepen is te vinden in Bijlage A.

Uit de metingen van 2009 blijkt dat, net als bij de gewone vluchtige organische stoffen, de grootste bijdragen worden veroorzaakt door de groep alkanen en aromaten. Deels wordt dit veroorzaakt door het feit dat het merendeel van de concentraties van de componenten uit de groep alkenen, alkadienen en alkynen zich onder de detectielimiet bevinden.

Jaargemiddelde concentratie zeer vluchtige organische stoffen in 2009



Broninformatie

- Gemeten halfuurswaarden op Kollumerwaard-Hooge Zuidwal, jaargemiddelde afgeleid van dagwaarden.
- Dataselectie: minimaal 36 halfuurswaarden voor berekening dagwaarde.

5 Verzurende en vermestende luchtverontreiniging

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste indicatoren op het gebied van verzurende en vermestende stoffen. In de eerste paragrafen wordt ingegaan op de depositie van zuur en stikstof. Voorts wordt de luchtverontreiniging van ammoniak en zwaveldioxide behandeld.

5.1 Depositie van zuur

Overmatige depositie van zuur, in beleidstermen ‘verzuring’ genoemd, kan onder andere leiden tot een verandering van de samenstelling van de vegetatie, verminderde bosvitaliteit en achteruitgang in biodiversiteit. In de bodem en het grondwater kan verzuring leiden tot verhoogde gehalten van nitraat (NO_3^-), sulfaat (SO_4^{2-}) en aluminiumionen (Al^{3+}). Daarnaast wordt in de bodem de zuurgraad verhoogd en treedt er ophoping van stikstof (N) in organische stof op. Ook treden nadelige effecten op voor de biodiversiteit in klein oppervlaktewater, zoals vennen. De geoxideerde en gereduceerde stikstofverbindingen (NO_y respectievelijk NH_x) dragen tevens bij aan de vermesting van natuurlijke ecosystemen. De verzuringsproblematiek is, voor wat betreft het atmosferische gedeelte, nauw gerelateerd aan de problematiek van de vermesting.

Naast de al genoemde indirecte effecten van verzuring kunnen hoge concentraties van zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxiden (NO_x), ammoniak (NH_3), ozon (O_3) en hun volgproducten ook directe schade aan vegetatie, materialen en cultuurgoederen veroorzaken.

De depositie van zuur is samengesteld uit de depositie van zwaveldioxide, stikstofoxiden, ammoniak en hun atmosferische reactieproducten (aangeduid als respectievelijk SO_x , NO_y en NH_x). Gewoonlijk wordt gesproken van ‘potentieel zuur’, omdat de daadwerkelijke mate van verzuring wordt bepaald door bodemprocessen en de opname van de componenten door planten. De omvang van deze processen kan per ecosysteem verschillen. De depositie van geoxideerde zwavelverbindingen leidt in Nederland meestal volledig tot verzuring, omdat de Nederlandse bodem geheel met zwavel verzadigd is. De depositie van stikstofverbindingen daarentegen leidt maar in beperkte mate tot verzuring; de schatting is dat tenminste 20% van de potentiële verzurende stikstofdepositie ook daadwerkelijk leidt tot verzuring.

De milieukwaliteitsdoelstelling voor de atmosferische depositie van potentieel zuur is 2300 mol/ha gemiddeld voor ecosystemen in 2010 (VROM 2001). Bij dit depositieniveau zou 20% van het areaal natuur in Nederland beschermd zijn tegen negatieve effecten van potentieel zure depositie.

Figuur 36 Potentieel zuur: ruimtelijke verdeling van de depositie van potentieel zuur (2009).

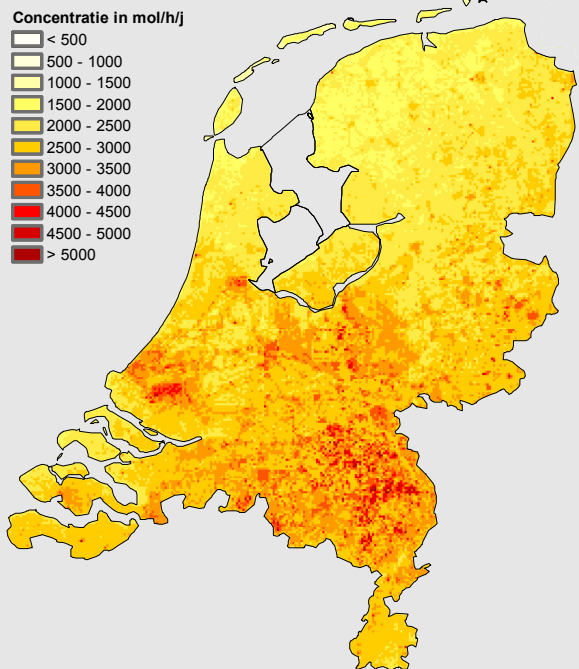
De vaststelling van de bijdrage van verschillende componenten aan verzuring (en vermesting) gebeurt op basis van een atmosferisch transport- en depositiemodel (OPS) waarbij emissie-inventarisaties van de verzurende stoffen als invoer worden gebruikt.

De berekende gemiddelde depositie van potentieel zuur was in 2009 2640 mol/ha. Regionaal verschillen de deposities sterk. Vooral in gebieden met intensieve veehouderij, zoals de Peel en de Gelderse Vallei, kunnen deposities voorkomen van tegen de 5000 mol/ha. Deze hoge depositie wordt vooral veroorzaakt door de bijdrage van de hoge ammoniakuitstoot ter plaatse. De hogere depositie van zwaveldioxide en van stikstofoxiden in het Rijnmondgebied is het gevolg van de verhoogde emissies van die stoffen in dat gebied.

De berekeningswijze van de stikstofdepositie is veranderd. Dit heeft geleid tot ca. 20% lagere stikstofdepositie gemiddeld over Nederland. Zie voor meer detail Velders et al., 2010.

Bijlage B geeft een overzicht van de depositie van potentieel zuur per verzuringsgebied en de bijdragen van zwavelverbindingen, geoxideerde en gereduceerde stikstofverbindingen.

Depositie van potentieel zuur in 2009



Broninformatie

- Depositieberekening van het PBL middels OPS. Zie ook het Milieu- en Natuurcompendium van het PBL, op internet: www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

5.2 Depositie van stikstof

Een overschot aan de voedingstoffen stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K) in het milieu wordt aangeduid met vermisting (=eutrofiëring). Ecologische processen raken door vermisting ontregeld. Gebruiksfuncties van grondwater, oppervlaktewater en bodem verminderen. Voorbeelden van effecten van vermisting zijn: vergrassing van heidevelden; achteruitgang van het aantal plantensoorten die kenmerkend zijn voor voedselarme milieumomstandigheden; overmatige algengroei in oppervlaktewateren; de stijging van de nitraatconcentratie in het grondwater. Vermisting op landbouwgronden ontstaat door het gebruik van dierlijke mest en kunstmest. In natuurgebieden is de atmosferische depositie van stikstof de enige bron van vermisting. De bijdrage van de atmosferische depositie van fosfor en kalium is verwaarloosbaar.

De doelstelling voor de depositie van stikstof is 1650 mol/ha gemiddeld voor ecosystemen in 2010. Bij dit depositieniveau zou 20% van het areaal natuur in Nederland beschermd zijn tegen negatieve effecten van stikstofdepositie.

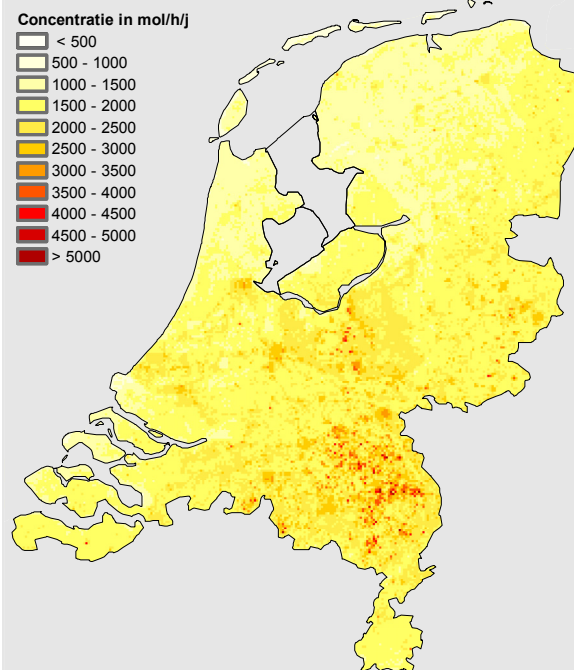
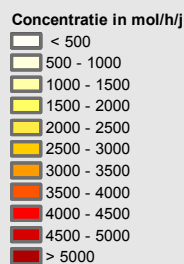
Figuur 37 Stikstof: ruimtelijke verdeling van de depositie van stikstof (2009).

De berekening van de bijdrage van verschillende componenten aan vermisting gebeurt op basis van een atmosferisch transport- en depositiemodel waarbij emissie-inventarisaties van de vermestende stoffen als invoer worden gebruikt. De landelijk gemiddelde depositie van stikstof bedroeg in het jaar 2009 1797 mol/ha. In gebieden met intensieve veehouderij, zoals de Peel, de Gelderse Vallei en de Achterhoek, komen deposities voor die op kunnen lopen tot meer dan 3000 mol/ha. Dit wordt veroorzaakt door de hoge ammoniakuitstoot ter plaatse.

De berekeningswijze van de stikstofdepositie is veranderd. Dit heeft geleid tot ca. 20% lagere stikstofdepositie gemiddeld over Nederland. Zie voor meer detail Velders et al., 2010.

Bijlage B geeft een overzicht van de depositie van stikstof per verzuringsgebied en de bijdragen van geoxideerde en gereduceerde stikstofverbindingen

Depositie van totaal stikstof in 2009



Broninformatie

▪ Depositieberekening van het PBL middels OPS. Zie ook het Milieu- en Natuurcompendium van het PBL, op internet: www.milieuenatuurcompendium.nl

5.3 Ammoniak (NH₃): kenmerken en concentraties

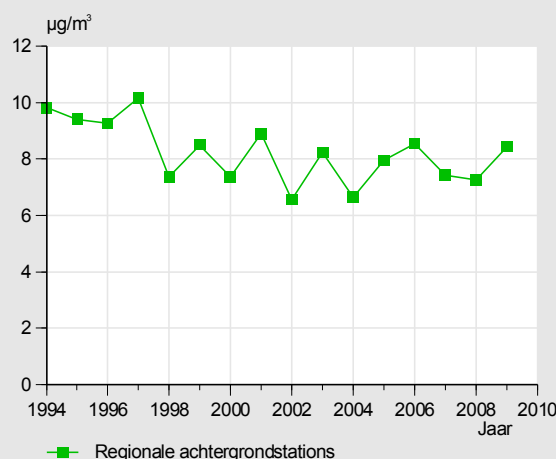
Ammoniak (NH₃) is de meest voorkomende basische component in de atmosfeer. Zure atmosferische componenten, zoals salpeterzuur (HNO₃) en zwavelzuur (H₂SO₄), worden door ammoniak geneutraliseerd onder vorming van ammoniumzouten. De depositie van ammoniak en zijn reactieproducten – samen aangeduid als NH_x – levert een grote bijdrage aan de vermisting van bodem- en oppervlaktewater én voor een deel tevens aan de verzuring van de bodem (zie paragrafen 5.1 en 5.2).

Meer informatie over de huidige stand van zaken omtrent ammoniak in Nederland en nieuwe inzichten in het rekenen aan ammoniakconcentraties is te vinden in Ammoniak in Nederland (De Haan et al., 2008) en in Het ammoniakgat: onderzoek en duiding (Van Pul et al., 2008).

Figuur 38 Ammoniak: ontwikkeling jaargemiddelde concentratie NH₃ op regionale locaties.

Vanaf het begin van de ammoniakmetingen in 1994 zijn de jaargemiddelde ammoniakconcentraties gedaald van circa 10 µg/m³ naar circa 8 µg/m³ eind jaren negentig. Vanaf ongeveer 2000 is geen significante daling meer waarneembaar. De meandering om de gemiddelde concentratie wordt voornamelijk veroorzaakt door de meteorologische variatie van jaar tot jaar.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie ammoniak



Broninformatie

- Gemeten uurgemiddelden op regionale LML-stations
- Dataselectie: 50% databeschikbaarheidscriteria per kalenderjaar

5.4 Depositie verzurende en vermestende componenten in regenwater

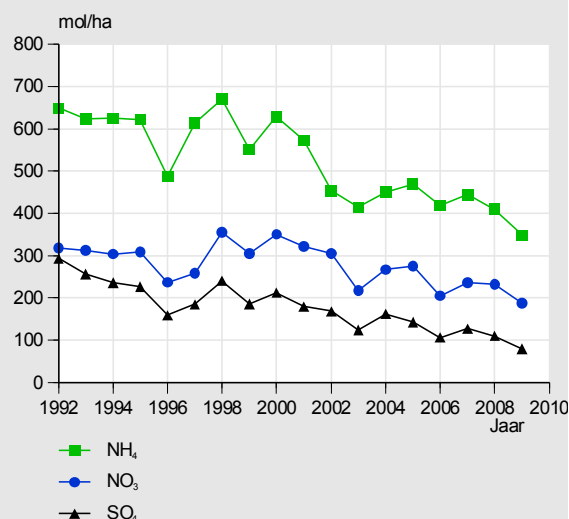
Metingen aan de kwaliteit van regenwater geven direct informatie over de natte depositie van verontreinigende stoffen over Nederland. Sinds 1978 worden er in Nederland metingen verricht door het RIVM aan de chemische samenstelling van regenwater via het Landelijk Meetnet Regenwater (LMRe). Deze metingen zijn traditioneel opgesplitst in het bepalen van de concentratie en de natte depositie van hoofdcomponenten en zware metalen. Sinds 2006 worden er nog op 11 locaties in Nederland metingen verricht aan hoofdcomponenten en op 4 van deze 11 stations worden tevens zware metalen gemeten (zie hoofdstuk 6). De monsterneming van regenwater voor analyse vindt plaats met *wet-only vangers* waarvan de opvangtrechter met een deksel is afgesloten wanneer er geen regen valt. De bemonsteringstijden van de metingen bedragen respectievelijk een week voor de zware metalen en twee weken voor de hoofdcomponenten. Uit deze monsters worden de concentraties van de chemische componenten in het regenwater bepaald. Parallel aan de monsterneming worden ook metingen van de hoeveelheid neerslag uitgevoerd waarmee de natte depositie van iedere component wordt berekend. Een uitgebreid overzicht van de trends van hoofdcomponenten en zware metalen in regenwater over de periode 1992-2004 staan beschreven in een recent RIVM rapport (van der Swaluw et al., 2010a).

De metingen welke verricht worden aan de hoofdcomponenten leveren onder andere de depositie van de componenten ammonium (NH_4), sulfaat (SO_4) en nitraat (NO_3) via neerslag zoals hierboven beschreven. Deze componenten zijn met name van belang voor de depositie van verzurende en vermestende stoffen. De metingen van zware metalen in regenwater geven aanvullende informatie welke van belang zijn voor de kritische overschrijdingswaarden zoals gesteld voor zware metalen (zie hoofdstuk 6).

Figuur 39 Regenwater: ontwikkeling van de jaargemiddelde depositiewaarden van hoofdcomponenten.

De natte depositie van ammonium, sulfaat en nitraat laten een duidelijke daling zien over de periode 1992-2009. Deze neerwaartse trends zijn voor alle drie de componenten statistisch significant. De sterkste daling is voor sulfaat, welke het gevolg is van emissiereducties in binnen- en buitenland bij bronnen als elektriciteitscentrales, raffinaderijen, industrie en verkeer.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde depositiewaarden van hoofdcomponenten in regenwater



Broninformatie

- Jaargemiddelde concentraties op basis van twee-wekelijkse concentratie bepalingen.

5.5 Zwaveldioxide (SO₂): kenmerken en normering

Emissie van zwaveldioxide (SO₂) naar de lucht vindt voornamelijk plaats bij gebruik van zwavelhoudende brandstoffen. Hoge concentraties SO₂ hebben negatieve effecten op mens, dier en plant. De atmosferische depositie van zwaveldioxide en atmosferische volgproducten dragen bij aan de verzuring van ecosystemen. Ter bescherming van de mens en ecosystemen tegen de directe effecten van blootstelling aan zwaveldioxide zijn normen vastgesteld voor de concentraties in lucht. In deze paragraaf worden normen gehanteerd voor de beschrijving van blootstelling van mens en ecosystemen aan SO₂.

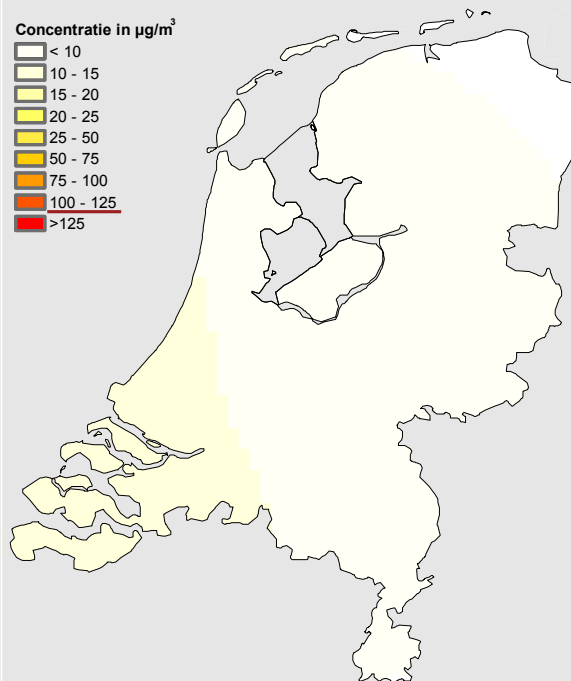
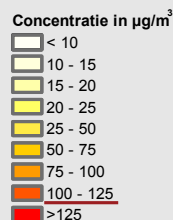
Er zijn twee normen voor de bescherming van de mens tegen de effecten van kortstondige blootstelling aan SO₂. De grenswaarde van 350 µg/m³ voor de uurgemiddelde concentratie mag niet vaker dan 24 keer per kalenderjaar worden overschreden. De grenswaarde van 125 µg/m³ voor de daggemiddelde concentratie mag niet vaker dan 3 keer per kalenderjaar worden overschreden. De norm voor de bescherming van ecosystemen tegen de effecten van chronische blootstelling is de grenswaarde van 20 µg/m³ die geldt voor het gemiddelde van het kalenderjaar en het winterhalfjaar.

5.6 Zwaveldioxide (SO₂): concentraties en overschrijdingen

Figuur 40 SO₂: ruimtelijke verdeling van kortdurende blootstelling (2009).

De grenswaarden voor de uur- en daggemiddelde SO₂-concentraties zijn in 2009 niet overschreden. Het landelijk gemiddelde SO₂-niveau dat op 3 dagen is overschreden bedroeg in 2009 circa 8 µg/m³. Op individuele meetstations varieerde dit van 4 tot 30 µg/m³. Het ruimtelijkbeeld voor 2009 is gebaseerd op geïnterpoleerde waarnemingen van regionale achtergrondstations.

Op 3 na hoogste dagwaarde zwaveldioxide in 2009



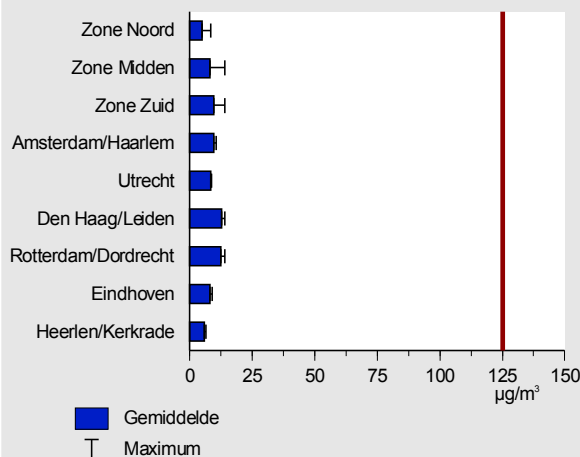
Broninformatie

- Gemeten uurgemiddelden op regionale LML-stations
- Databselectie: 75% beschikbaarheidscriteria per station / kalenderjaar
- Geïnterpoleerde meetwaarden

Figuur 41 SO₂: verdeling van de concentratieniveaus bij driedaagse overschrijdingen in de verschillende zones en agglomeraties (2009).

De concentratie SO₂ die op 3 dagen werd overschreden is voor alle zones en agglomeraties ver beneden de grenswaarde van 125 µg/m³.

Op 3 na hoogste dagwaarde zwaveldioxide in 2009 per zone/agglomeratie



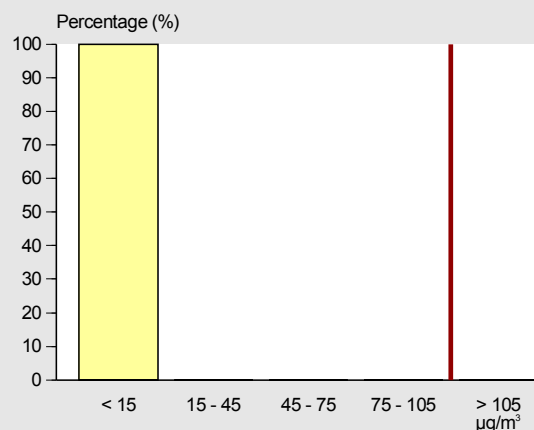
Broninformatie

- Geïnterpoleerd grid (Figuur 40)

Figuur 42 SO₂: kortdurende blootstelling van de bevolking (2009).

De normen voor kortdurende blootstelling van de bevolking wordt in Nederland op individuele meetstations van het LML al jaren niet meer overschreden. Het gemiddelde SO₂-niveau van de op drie na hoogste dagwaarde, gewogen met de bevolkingsdichtheid, bedroeg in 2009 circa 9 µg/m³. Vaak is het gemiddelde gewogen met bevolkingsdichtheid iets hoger dan het landelijk gemiddelde omdat de hogere niveaus relatief vaker optreden in gebieden met hogere bevolkingsdichtheid.

Blootstelling bevolking aan de op 3 na hoogste dagwaarde zwaveldioxide in 2009



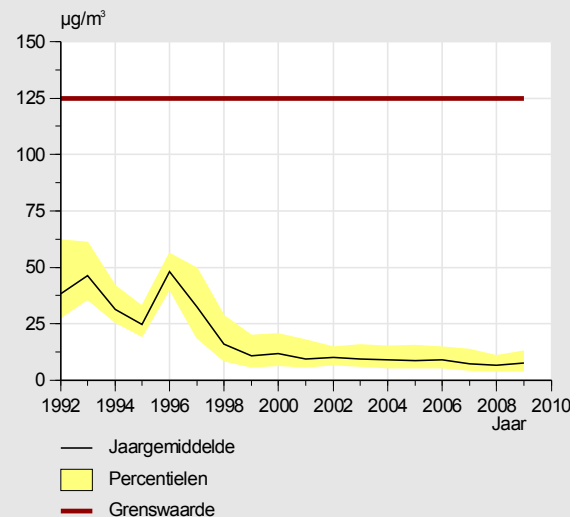
Broninformatie

- Geïnterpoleerd grid (Figuur 40) i.c.m. het bevolkingsgrid (Figuur 64)

Figuur 43 **SO₂: ontwikkeling van de kortdurende blootstelling.**

Door emissiereducerende maatregelen bij de belangrijkste bronnen van SO₂ (elektriciteitscentrales, raffinaderijen en verkeer) in binnen- en buitenland dalen sinds begin jaren 80 de piekniveaus van SO₂ (de op drie na hoogste dagwaarde). De laatste jaren lijken de niveaus zich gestabiliseerd te hebben.

Ontwikkeling van de op 3 na hoogste dagwaarde zwaveldioxide



Broninformatie

- Geïnterpoleerde meetwaarden per kalenderjaar
- Grids gebaseerd op gemeten uurgemiddelden op regionale LML-stations
- Dataselectie: 75% beschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar

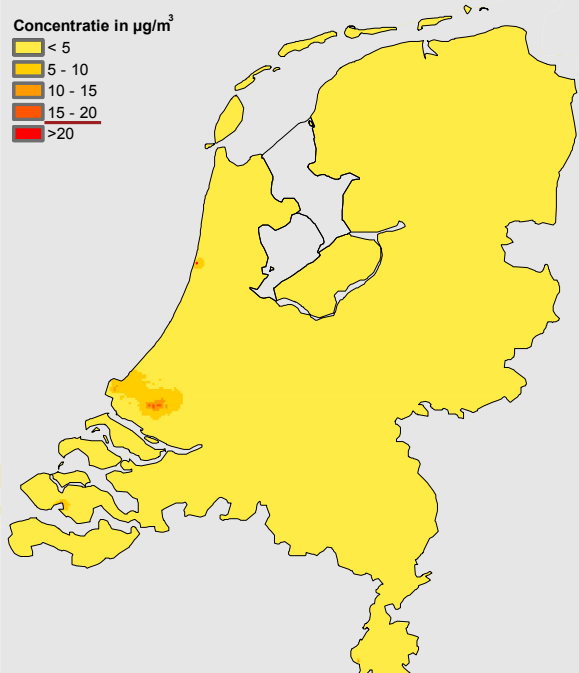
Figuur 44 **SO₂: ruimtelijke verdeling van de jaar- en wintergemiddelde SO₂-concentratie (2009).**

De jaar- en wintergemiddelde SO₂-concentratie bedroegen in 2009 respectievelijk 2 en 2 µg/m³. Weergegeven is het ruimtelijk beeld voor het jaargemiddelde gebaseerd op modelberekeningen. Het ruimtelijk beeld van het wintergemiddelde komt hiermee overeen. De hoogste niveaus werden in het Rijnmondgebied, Zeeland en in het zuidwesten van Noord-Brabant waargenomen, samenhangend met lokale industrie, scheepvaart en de nabijheid van Belgische bronnen.

Op basis van modelberekeningen zijn er incidenteel overschrijdingen voor de jaargemiddelde concentratie SO₂ waarneembaar, met name op een industriële locatie in de agglomeratie Amsterdam/Haarlem (zie ook Figuur 45).

De grenswaarde van 20 µg/m³ voor de jaar- en wintergemiddelde SO₂-concentratie is in 2009 op geen enkele station van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit overschreden.

Jaargemiddelde concentratie zwaveldioxide in 2009



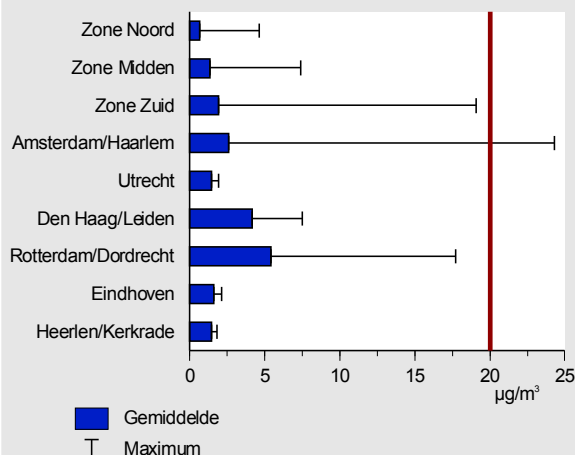
Broninformatie

- Grootchalige Concentratiekaart Nederland (Velders et al., 2010).
- Zie ook Bijlage A

Figuur 45 **SO₂: verdeling van de jaargemiddelde concentratie in de zones en agglomeraties (2009).**

De jaargemiddelde concentraties SO₂ op basis van modelberekeningen liggen gemiddeld voor alle zones en agglomeraties in 2009 ver beneden de grenswaarde van 20 µg/m³. Incidenteel kunnen plaatselijk, zoals in de agglomeratie Amsterdam/Haarlem, nabij lokale bronnen nog overschrijdingen van de jaargemiddelde concentratie plaatsvinden.

Jaargemiddelde concentratie zwaveldioxide in 2009 per zone/agglomeratie



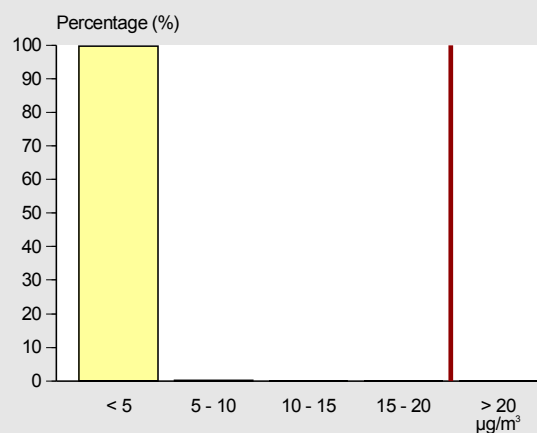
Broninformatie

• GCN grid (Figuur 44)

Figuur 46 **SO₂: langdurende blootstelling van natuur aan SO₂ (2009).**

De SO₂-concentraties waaraan de natuur in 2009 en in de winter was blootgesteld, zijn beduidend lager dan de norm van 20 µg/m³. De voor het natuurareaal gewogen gemiddelde waarde bedroeg in 2009 en in de winterperiode respectievelijk 2 en 2 µg/m³.

Blootstelling natuurareaal aan de jaargemiddelde concentratie zwaveldioxide in 2009



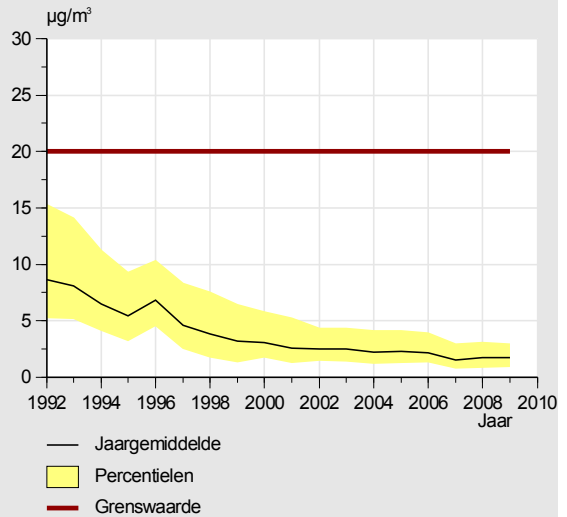
Broninformatie

• GCN grid (Figuur 44) i.c.m. het bevolkingsgrid (Figuur 64)

Figuur 47 SO₂: ontwikkeling van de jaargemiddelde SO₂-concentratie.

De ontwikkeling van de jaargemiddelde SO₂-concentratie laat over de afgelopen decennia een daling zien van ongeveer 5% per jaar. Zoals eerder vermeld komt dit door het realiseren van emissiereducties in binnen- en buitenland. Normaal gesproken zijn de SO₂-concentraties in de winter licht verhoogd ten opzichte van het gemiddelde van het jaar. In 2009 ligt de jaargemiddelde concentratie iets lager dan de wintergemiddelde concentratie. De concentratie van SO₂ hangt samen met de temperatuur. Tijdens strengere winters zijn de concentraties sterker verhoogd. Oorzaken hiervan zijn een verhoogde aanvoer door continentale windrichtingen, hogere emissies door ruimteverwarming, een meer ongunstige atmosferische verspreiding en een lagere depositie van SO₂ wanneer het aardoppervlak met sneeuw is bedekt. Hierdoor zijn de concentraties in 1996 duidelijk verhoogd ten opzichte van de omliggende jaren. Vanwege de relatief hoge temperaturen in de winter van 2009 ligt het wintergemiddelde voor die periode lager dan normaal.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie zwaveldioxide



Broninformatie

- Geïnterpoleerde meetwaarden per kalenderjaar
- Grids gebaseerd op gemeten uurgemiddelden op regionale LML-stations
- Dataselectie: 75% beschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar

6 Benzo[a]pyreen en zware metalen

6.1 Benzo[a]pyreen: kenmerken en normering

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) vormen een groep van enige honderden organische verbindingen opgebouwd uit twee of meer benzeenringen. De PAK-componenten verschillen onderling enigszins in fysisch-chemische eigenschappen en sterk in de risico's voor mens en ecosystemen. Circa 50 tot 90% van de carcinogene potentie van PAK-mengsels voorkomend in de buitenlucht kan worden toegeschreven aan de componenten benzo[a]pyreen, chryseen, fluoranteen en fenantreen. De component benzo[a]pyreen (B[a]P) geldt als gidsstof voor PAK-mengsels. De waarde voor het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) voor PAK is uitgedrukt als de jaargemiddelde B[a]P-concentratie en bedraagt 1 ng/m³. Deze waarde is gelijk aan de streefwaarde in de vierde dochterrichtlijn. Ten behoeve van de implementatie van de vierde dochterrichtlijn, met betrekking tot B[a]P, As, Hg, Cd en Ni, is een voorlopige beoordeling uitgevoerd (Manders en Hoogerbrugge, 2007). Uit deze voorlopige beoordeling kwam naar voren dat alleen in de agglomeraties Rotterdam/Dordrecht en Amsterdam/Haarlem de B[a]P-concentraties boven de onderste beoordelingsdrempel liggen (zie ook paragraaf 1.3.4). Naast het verplichte achtergrondstation zullen daarom in deze agglomeraties eveneens continu de B[a]P-concentraties gemeten worden. In de vierde dochterrichtlijn is ook opgenomen dat er naast de metingen van B[a]P ook een aantal overige PAK's op achtergrondstations worden bepaald. In 2009 zijn voor de stoffen benzo(a)antraceen, chryseen, benzo(b+j)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, indeno(1,2,3-cd)pyreen, debenzo(a,h)anthraceen en benzo(g,h,i)peryleen op regionaal achtergrond niveau en stadsachtergrond niveau een jaargemiddelde bepaald. Voor deze stoffen is in het compartiment lucht geen norm vastgesteld.

6.2 Benzo[a]pyreen: concentraties en overschrijdingen

Figuur 48 B[a]P: jaargemiddelde concentratie benzo[a]pyreen per meetlocatie.

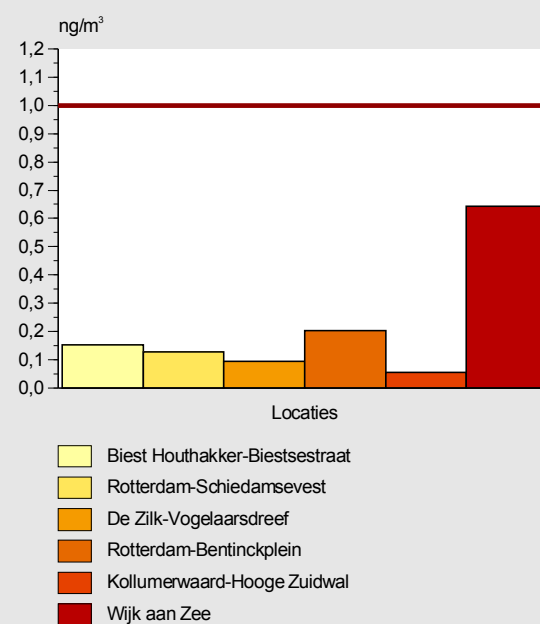
De benzo[a]pyreenconcentraties worden sterk lokaal bepaald. Hierdoor kunnen grote concentratieverschillen optreden tussen verschillende meetlocaties. Op alle stations lag de concentratie onder de Europese streefwaarde. Op station Wijk aan Zee lag het jaargemiddelde in 2009 wel boven de bovenste beoordelingsdrempel.

Noot: toetsing vindt plaats op basis van het 5-jaargemiddelde.

Broninformatie

- Gemeten daggemiddelden op LML-stations. Station Wijk aan Zee is van de Provincie Noord-Holland. Analyse op gepoolde monsters.
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

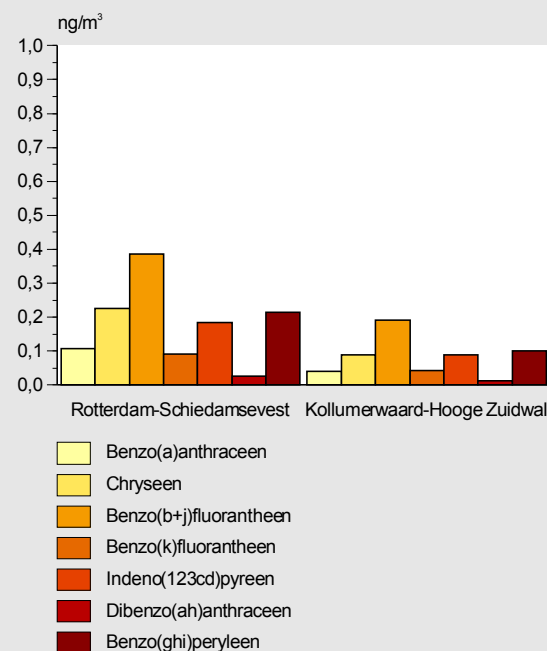
Jaargemiddelde concentratie benzo[a]pyreen in 2009



Figuur 49 Overige PAK's: jaargemiddelde concentratie per meetlocatie.

De concentraties van de overige PAK's worden net als benzo[a]pyreen sterk lokaal bepaald. Toch is het opvallend dat de verhouding regionaal/stad voor alle gemeten PAK's vrijwel gelijk is.

Jaargemiddelde concentratie overige polycyclische aromatische koolwaterstoffen in 2009



Broninformatie

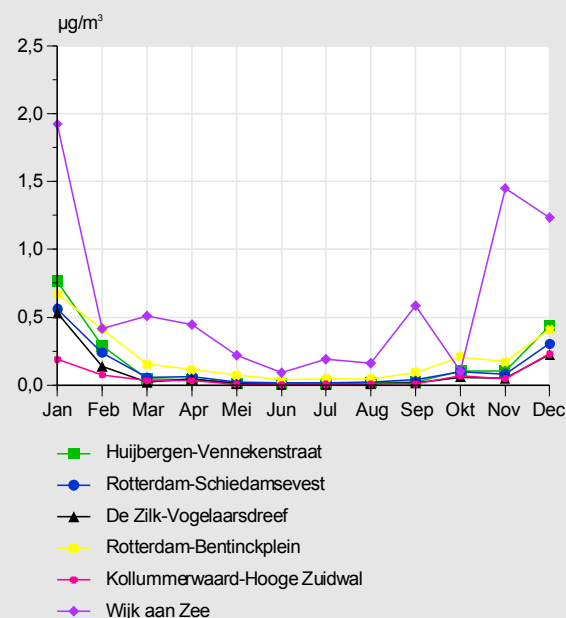
- Gemeten daggemiddelden op LML-stations. Analyse op gepoolde monsters
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

Figuur 50 B[a]P: ontwikkeling van de maandgemiddelde concentratie benzo[a]pyreen in 2009.

In de wintermaanden zijn de concentraties PAK's hoger dan in de zomermaanden. Hiernaast wordt als voorbeeld B[a]P op verschillende stations getoond. Zonlicht en de samenstelling van overige stoffen in de atmosfeer hebben een sterke invloed op de ontleding van de PAK's.

Station Wijk aan Zee ligt nabij industriële bronnen. Hierdoor verlopen de maandgemiddelden op dit station grilliger dan op de overige stations.

Ontwikkeling van de maandgemiddelde concentratie benzo[a]pyreen in 2009



Broninformatie

- Gemeten daggemiddelden op LML-stations. Station Wijk aan Zee is van de Provincie Noord-Holland. Analyse op gepoolde monsters.
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

Figuur 51 B[a]P: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie benzo[a]pyreen.

In 2009 zijn op verscheidene plekken in Nederland PAK gemeten. Van de stations van de provincie Noord-Holland (Beverwijk, Wijk aan Zee – industrieel belast) en DCMR (Rotterdam – stadsachtergrond) zijn er langjarige reeksen.

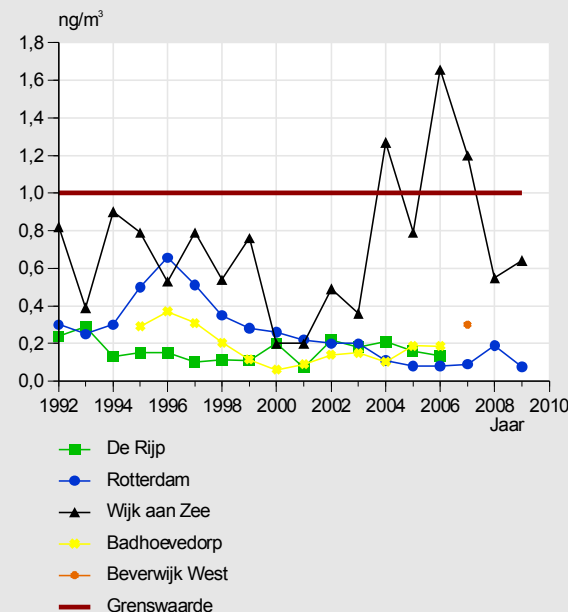
Het station van DCMR ligt op ongeveer 200 meter van het LML station Rotterdam-Schiedamsevest. Voor 2009 waren benzo[a]pyreenconcentraties goed vergelijkbaar.

Benzo[a]pyreenconcentraties worden sterk beïnvloed door de weersomstandigheden. Mede hierdoor kan de jaargemiddelde concentratie een grillig verloop vertonen. Tevens is in 2004 op alle locaties behalve die in Rotterdam de meetmethode verbeterd en is er in 2006 een verbetering in de rekenmethode geïntroduceerd.

Broninformatie

- Gemeten daggemiddelden op de betreffende stations van DCMR en Provincie Noord-Holland
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

Ontwikkeling jaargemiddelde concentratie benzo[a]pyreen



6.3 Zware metalen: kenmerken en normering

Zware metalen als arseen, cadmium, lood en nikkel worden vooral naar de lucht geëmitteerd via industrie en verkeer. Andere bronnen van deze zware metalen zijn verbrandingsprocessen bij raffinaderijen en afvalverwijdering. De uitstoot van zware metalen is vooral in de vorm van aerosolen. De depositie van zware metalen vanuit de lucht draagt ten slotte bij aan de belasting van bodem en water. Door opname via de wortels in gewassen kunnen zware metalen uiteindelijk in de voedselketen terechtkomen. Hoewel het minder van belang is dan de opname via het voedsel, worden mens en dier ook direct door inademing blootgesteld. De uitscheiding van zware metalen uit het lichaam verloopt langzaam, waardoor ophoping kan plaatsvinden. Dit kan uiteindelijk tot functiestoornissen leiden. Er zijn alleen bindende Europese grenswaarden voor luchtconcentraties van lood ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), arseen ($6 \text{ ng}/\text{m}^3$), cadmium ($5 \text{ ng}/\text{m}^3$) en nikkel ($20 \text{ ng}/\text{m}^3$) ter bescherming van de bevolking. De concentraties van lood in de lucht liggen ruim onder de Europese grenswaarde. Een voorlopige beoordeling in het kader van de 4^e dochterrichtlijn laat zien dat ook de concentraties van de zware metalen arseen, cadmium en nikkel beneden de onderste beoordelingsdrempels vallen (Manders en Hoogerbrugge, 2007).

6.4 Zware metalen: concentraties en overschrijdingen

Figuur 52 Zware metalen: jaargemiddelde concentraties (2009).

In Nederland wordt op zes locaties metaalconcentraties in lucht gemeten: Vredepeel (Limburg), Vlaardingen (Zuid-Holland), Wieringerwerf (Noord-Holland), Bilthoven (Utrecht), Hellendoorn (Overijssel) en Kollumerwaard (Groningen). In het algemeen is er een gradiënt met afnemende concentraties van zuid naar noord.

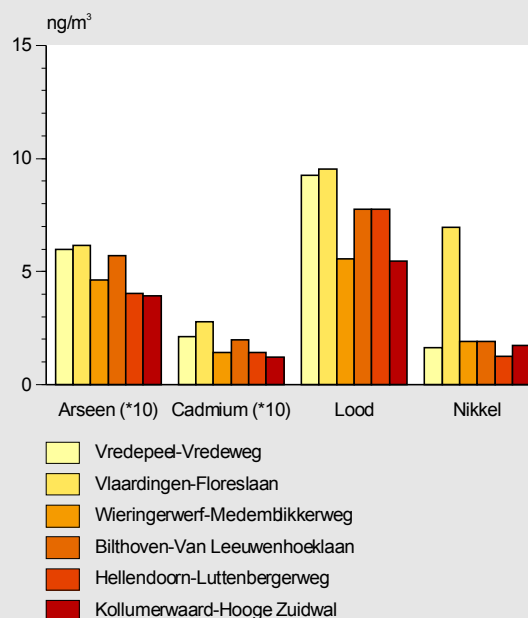
Noot: voor de presentatie in dezelfde figuur zijn de arseen- en cadmiumconcentraties vermenigvuldigd met een factor 10.

Noot: sinds 2007 zijn de metingen op Biest-Houtakker verplaatst naar Vredepeel. Daarnaast zijn er medio 2008 twee nieuwe meetpunten toegevoegd op Wieringerwerf en Hellendoorn.

Broninformatie

- Gemeten daggemiddelden op LML-stations
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

Jaargemiddelde concentratie zware metalen in 2009



Figuur 53 Zware metalen: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie lood, nikkel, cadmium en arseen.

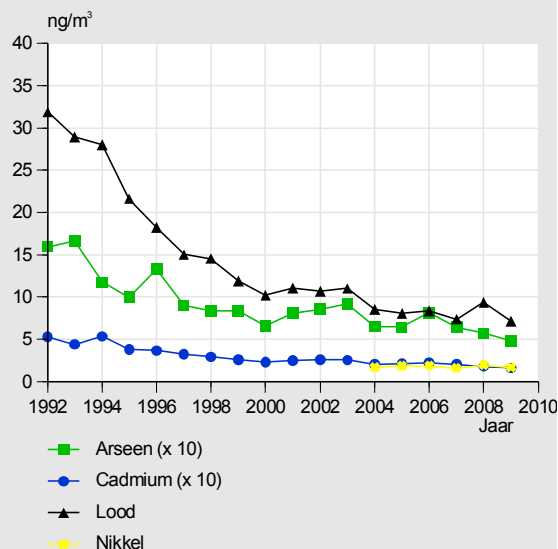
De jaargemiddelde concentraties van arseen, cadmium en lood stabiliseren de laatste jaren. In de tien jaar daarvoor vond een gestage daling plaats, waardoor de concentraties in Nederland ongeveer halveerden en lood zelfs voor meer dan tweederde afnam. De daling van arseenconcentraties tot 1995 komt voornamelijk door emissiereducties in de energiesector. De daling van de cadmiumconcentraties komt door emissiereducties in de industrie en afvalverwerking, en maatregelen in het buitenland. De daling van lood komt door een voortschrijdende afname van loodemissies door het verkeer. De metingen van nikkel zijn in het kader van de vierde dochterrichtlijn gestart in 2004. De gemeten concentraties zijn sindsdien stabiel.

Noot: voor de presentatie in één figuur zijn de arseen- en cadmiumconcentraties vermenigvuldigd met een factor 10.

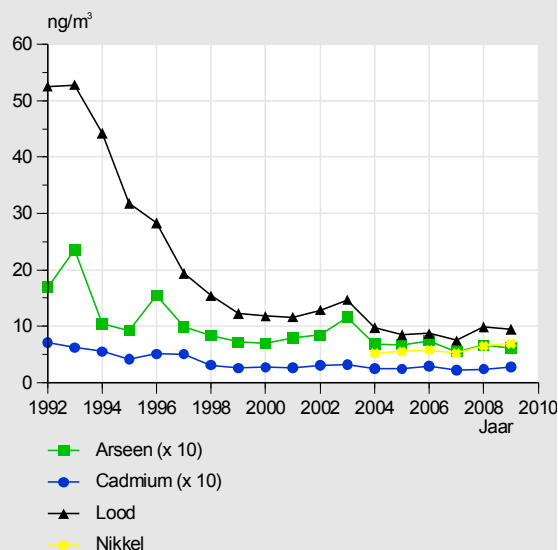
Noot: voor de presentatie van de metingen is onderscheid gemaakt tussen rurale achtergrond (boven) en verkeersbelaste meetlocaties (onder).

Noot: In 2008 zijn op twee nieuwe stations metingen van zware metalen gestart, respectievelijk Wieringerwerf en Hellendoorn. Dit heeft een kleine invloed op de verschillen tussen 2008 en voorgaande jaren.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie zware metalen op regionale achtergrondstations



Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie zware metalen op een verkeersbelast station



Broninformatie

- Gemeten daggemiddelden op regionale respectievelijk straat LML-station(s)
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

6.5 Depositie van zware metalen in regenwater

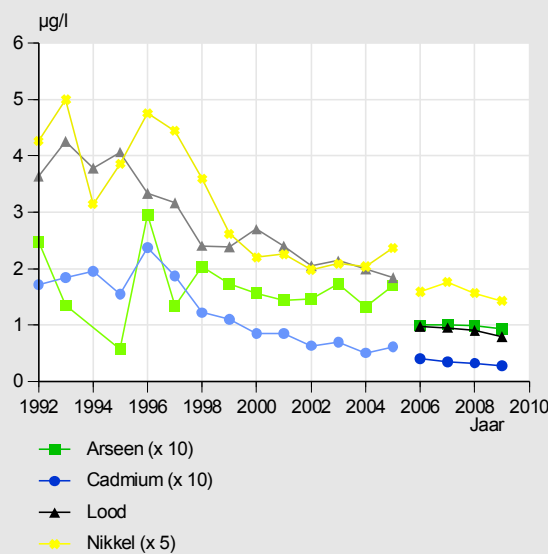
Figuur 54 Regenwater: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie van zware metalen.

De concentraties van lood en cadmium laten een duidelijk neerwaartse trend zien over de periode 1992-2009 (lichte kleurtint = periode 1992-2005; donkere kleurtint = periode 2006-2009). Dit is voor lood vooral te wijten aan de afname van emissie door het verkeer. Voor cadmium ligt de oorzaak voornamelijk bij de afname van emissie door industrie en afvalverwerking. De trend voor de componenten arseen en nikkel laten grotere schommelingen zien. Dit is onder meer te wijten aan het feit dat de gemeten waarden van de componenten dicht bij de detectiegrens liggen.

Noot: De breuk in de trend van 2005 naar 2006 voor met name lood en nikkel zijn toe te schrijven aan de overgang in de meetapparatuur in 2006 (van der Swaluw et al., 2010b, in voorbereiding).

Noot: Meer informatie over het Landelijk Meetnet Regenwater (LMRe) is te vinden in paragraaf 5.4.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie zware metalen in regenwater



Broninformatie

- Jaargemiddelde concentraties op basis van wekelijkse concentratie bepalingen

7 Koolmonoxide, benzeen en fluoride

Een aantal luchtverontreinigende stoffen voldoet grootschalig gezien aan de eisen gesteld aan de luchtkwaliteit, maar kunnen in de directe omgeving van emissiebronnen, zoals verkeerswegen of bedrijven, nog wel aanleiding geven tot overschrijdingen van normen. Dit hoofdstuk behandelt problemen met luchtverontreiniging op het lokale schaalniveau voor respectievelijk koolstofmonoxide, benzeen en fluoriden in Nederland.

7.1 Koolstofmonoxide (CO): kenmerken en normering

Koolstofmonoxide (CO) wordt voornamelijk gevormd bij onvolledig verlopende verbrandingsprocessen. Het verkeer levert het grootste aandeel in de Nederlandse emissie, in 2008 circa 61% (Compendium voor de Leefomgeving, CBS, PBL en Wageningen UR, 2010). Hoge concentraties CO hebben merkbare invloed op het zuurstofbindende vermogen van het bloed. Dit leidt tot klachten variërend van sufheid en afnemend reactievermogen tot verergering van cardiovasculaire aandoeningen. Ter bescherming van de bevolking zijn grenswaarden gesteld aan de concentraties van koolstofmonoxide in de lucht (Staatsblad, 2001).

Vanaf 13 december 2000 is een EU-norm van kracht (EU, 2000). Deze EU-norm hanteert een grenswaarde van 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het glijdend 8-uursgemiddelde. Vanaf 1 januari 2005 moet aan deze grenswaarde worden voldaan. Deze norm komt overeen met een 98-percentielwaarde van 3600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De Europese regelgeving voor luchtkwaliteit is in 2008 herzien: de norm voor koolmonoxide is hierbij niet gewijzigd.

7.2 Koolstofmonoxide (CO): concentraties en overschrijdingen

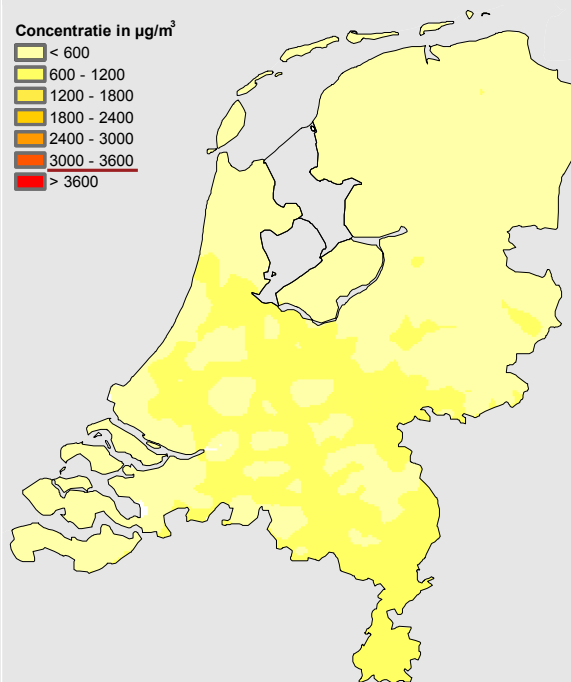
Figuur 55 CO: ruimtelijke verdeling van het 98-percentiel (2009).

Gemiddeld over Nederland bedroeg de gemodelleerde 98-percentielwaarde voor glijdende 8-uursgemiddelden in 2009 circa $541 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De concentraties zijn het laagst in het noorden van het land en het hoogst in de stedelijke gebieden in de Randstad. Overschrijdingen van de (omgerekende) grenswaarde voor het 98-percentiel CO ($3600 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in de buitenlucht kwamen in 2009 niet voor.

98-Percentiel van 8-uurswaarden koolstofmonoxide in 2009

Concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

< 600
600 - 1200
1200 - 1800
1800 - 2400
2400 - 3000
3000 - 3600
> 3600



Broninformatie

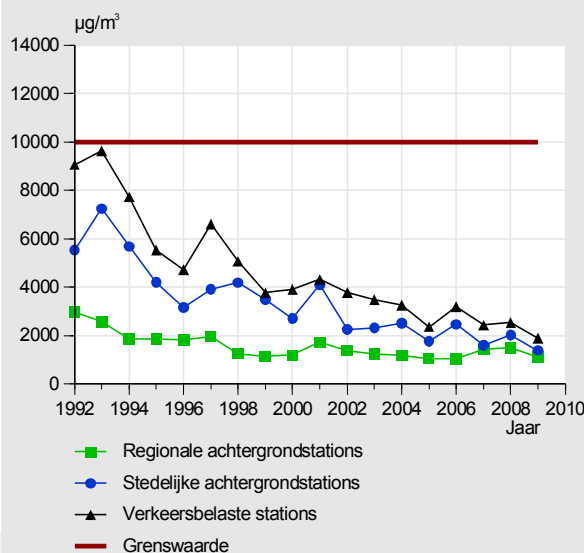
▪ Grootschalige Concentratiekaart Nederland (Velders et al., 2010).

Zie ook Bijlage A

Figuur 56 CO: ontwikkeling van de maximum gemeten concentraties.

Emissiereducerende maatregelen bij de industrie en de invoering van de katalysator in het verkeer hebben bijgedragen aan de daling. De van jaar tot jaar optredende fluctuaties worden tegenwoordig vooral veroorzaakt door wisselende meteorologische omstandigheden.

Ontwikkeling van de maximale 8-uursgemiddelde concentratie koolstofmonoxide



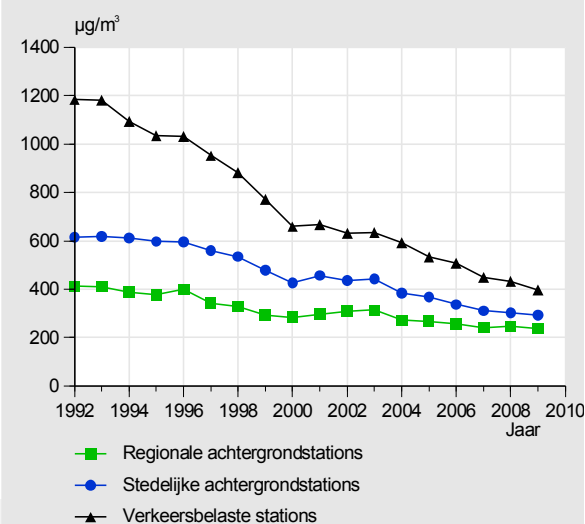
Broninformatie

- Gemeten uurgemiddelden op de betreffende drie typen LML-stations
- Dataselectie: 50% beschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar

Figuur 57 CO: ontwikkeling van de jaargemiddeldeconcentratie.

Emissiereducerende maatregelen bij de industrie en de invoering van de katalysator in het verkeer hebben bijgedragen aan de daling.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie koolstofmonoxide



Broninformatie

- Gemeten uurgemiddelden op de betreffende drie typen LML-stations
- Dataselectie: 50% beschikbaarheidscriteria per station per kalenderjaar

7.3 Benzeen (C_6H_6): kenmerken en normering

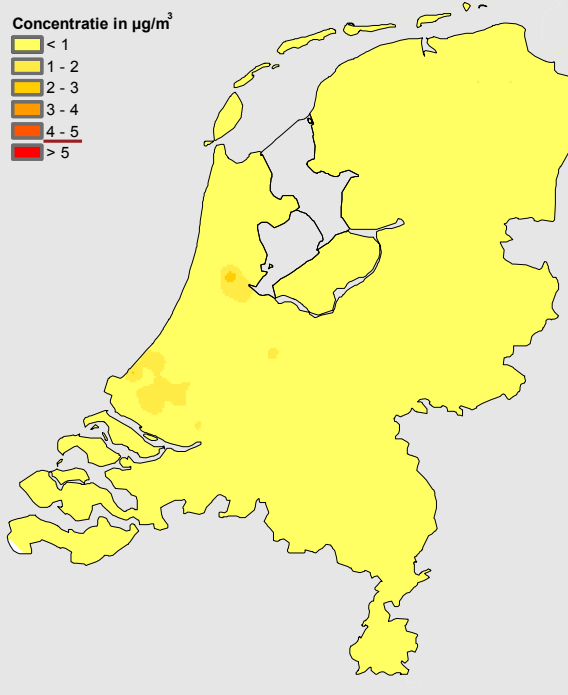
Benzeen heeft een toxische werking op het bloed en bloedvormende weefsels. Daarnaast is benzeen carcinogeen; blootstelling kan leiden tot leukemie. Benzeen is een vluchtig aromatisch bestanddeel van benzine, waardoor het wegverkeer een belangrijke bron vormt. Door de vrij lange levensduur in de atmosfeer is ruim de helft van het in Nederland voorkomende benzeen afkomstig van het buitenland. De EU-norm hanteert een grenswaarde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de jaargemiddelde concentratie. Op 1 januari 2010 moet aan de grenswaarde worden voldaan.

7.4 Benzeen (C_6H_6): concentraties en overschrijdingen

Figuur 58 Benzeen: ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde C_6H_6 -concentratie (2009).

De jaargemiddelde benzeenconcentratie over Nederland op basis van modelberekeningen bedraagt circa $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Verhoogde waarden treden vooral op in stedelijk gebied in de Randstad (Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht). De hoogste achtergrondwaarden treden op door grote puntbronnen in de haven van Amsterdam bij op- en overslag van brandstoffen en in het Rijnmondgebied bij de chemische industrie.

Jaargemiddelde concentratie benzeen in 2009



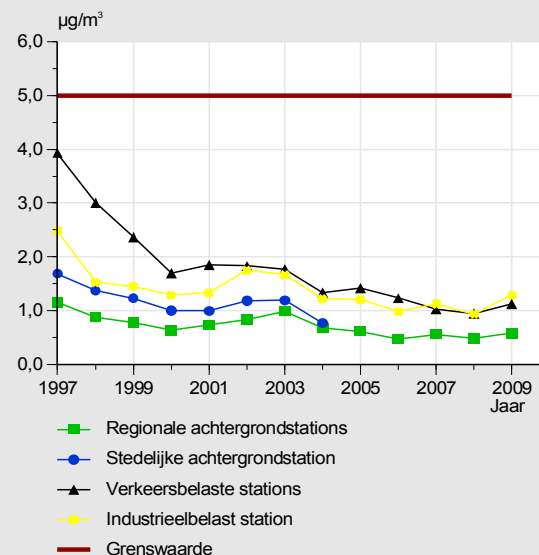
Broninformatie

- Grootschalige Concentratiekaart Nederland (Velders et al., 2010).
- Zie ook Bijlage A

Figuur 59 Benzeen: ontwikkeling van de jaargemiddelde C_6H_6 -concentratie.

De jaargemiddelde benzeenconcentratie vertoonde tot 2000 een dalende trend, die het sterkst was op verkeersbelaste stations. In de jaren daarna trad stabilisatie op. De opvallende daling sinds 1996 is vooral het gevolg van de invoering van de geregelde driewegkatalysator, technische verbeteringen van personenwagens en de verlaging van het benzeengehalte in benzine. Per 1 januari 2000 is de norm voor het benzeengehalte in benzine van 5 naar 1% verlaagd (Staatsblad, 1999). Het gemiddelde benzeengehalte in benzine lag in de jaren 90 op 2,0-2,5%.

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie benzeen



Broninformatie

- Gemeten dag- of weekgemiddelden op betreffende drie typen LML-stations
- Datasetselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

7.5 Fluoriden: kenmerken en normering

Fluoride is de verzamelnaam voor fluorbevattende anorganische verbindingen. Fluoriden worden voor circa 70% als gas (HF) geëmitteerd. Emissies komen voornamelijk vrij bij bronnen als steenfabrieken, keramische industrie, en aluminiumproductie. Emissies van fluoriden vinden plaats in een beperkt aantal gebieden in Nederland: Noordoost-Groningen, rivierengebied, Sloegebied, Rijnmondgebied en Zuid-Limburg. Aangezien HF een hoge depositiesnelheid heeft worden de hoogste concentraties en deposities nabij brongebieden gevonden.

Bij blootstelling aan hoge doses van gasvormig waterstoffluoride (HF) is de irriterende (etsende) werking op de luchtwegen het kritische effect. Voor de irriterende werking van HF op de luchtwegen heeft de WHO in 1994 een 'reference level' (beschermende waarde) van 600 µg/m³ voor een blootstelling van 1 uur afgeleid (Mennen et al., 2010, in voorbereiding).

Chronische blootstelling aan fluoriden via de lucht kan leiden tot gebits- en skeletafwijkingen (tand- en botfluorose). Voor langdurige (lees: levenslange) inhalatoire blootstelling aan fluoride heeft het RIVM – ter voorkoming van fluorose – een humaan MTR afgeleid van 1,6 µg/m³ (RIVM, 2001b).

De fluorideconcentraties worden getoetst aan het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) gebaseerd op de bescherming van de meest gevoelige flora en fauna in ecosystemen (Slooff et al., 1988), zie ook Jaaroverzicht 1998 en 1999 (RIVM, 2001a). Het betreft waarden voor daggemiddelden (0,3 µg/m³) en het jaargemiddelde (0,05 µg/m³) en een streefwaarde voor het jaargemiddelde (0,5 ng/m³) (VROM, 1999). Deze normen zijn niet officieel vastgesteld, maar worden gebruikt als richtwaarde voor de toetsing van het beleid.

In Nederland worden verschillende methoden gebruikt om fluoriden in de lucht te meten. Grofweg kunnen deze methoden worden onderverdeeld in dynamische en statische (dat wil zeggen zonder aanzuiging van lucht) methoden. Met de dynamische technieken is het mogelijk de analyseresultaten direct uit te drukken in een concentratiewaarde in lucht ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) maar is vooral geschikt voor het meten op belaste locaties. De statische methode (in Nederland wordt alleen de kalkpapiermethode gebruikt) levert geen concentratie, maar een zogenaamde immissielastwaarde op, uitgerukt in $\mu\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$. De opname van fluoriden in kalkpapier, een met calciumhydroxide geïmpregneerd filtreerpapier, is een passief proces, waarbij windsnelheid, relatieve vochtigheid en de verhouding tussen stofgebonden en gasvormige fluoriden een belangrijke rol spelen. Bij dezelfde concentratie in de lucht is de opname van fluoriden hoger bij een hogere windsnelheid en luchtvochtigheid.

Het Plant Research Instituut te Wageningen heeft een empirische formule opgesteld waarmee het vierweeksgemiddelde fluoridegehalte in kalkpapier ($\mu\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$) kan worden omgerekend naar een vierweeksgemiddelde fluorideconcentratie in de lucht ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Op basis van deze omrekening komt het MTR voor de jaargemiddelde concentratie ($0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$) overeen met een fluoridegehalte van $0,16 \mu\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$ op kalkpapier. Deze empirische formule is echter weinig kwantitatief en is gebaseerd op waarnemingen bij relatief hoge belastingsniveaus (Mennen et al., 2010, in voorbereiding)

7.6 Fluoriden: concentraties en overschrijdingen

Figuur 60 Fluoride: maximale vierweekelijkse en jaargemiddelde concentratie (2009).

Fluoridemetingen in lucht worden uitgevoerd in gebieden waar door lokale industrie een verhoogde fluoride-emissie plaatsvindt. De meetgegevens zijn daarom niet representatief voor de gemiddelde concentratie over Nederland. De MTR voor het jaargemiddelde is $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

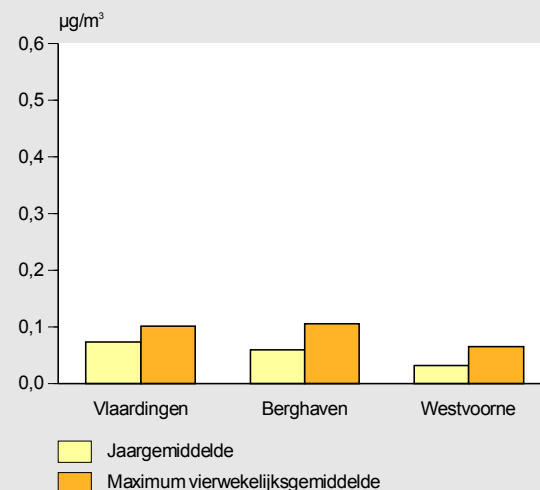
Noot: Doordat nog niet alle meetresultaten over 2009 van de provincie Zeeland beschikbaar zijn ontbreken in dit figuur de resultaten van Nieuwdorp en Sas van Gent.

Noot: Metingen op Vlaardingen, Berghaven en Westvoorne worden uitgevoerd door DCMR. Metingen op deze stations zijn uitgevoerd met kalkpapier en vervolgens omgerekend naar de concentraties in de lucht.

Broninformatie

- Gemeten vierweekelijkse gemiddelden op de betreffende meetlocaties
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

Maximale vierweekelijkse en jaargemiddelde concentratie fluoride in lucht in 2009



Figuur 61 Fluoride: ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie fluoride.

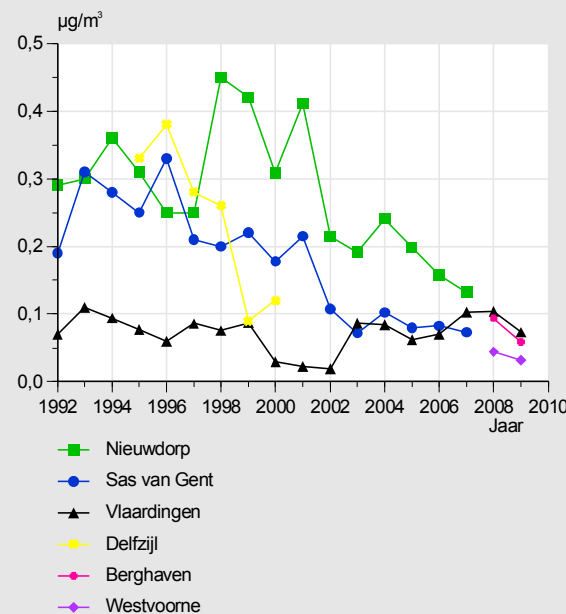
De jaargemiddelde concentraties kennen grote fluctuaties. Na een zekere daling in de jaren '90 laten de resultaten van de laatste jaren voor twee van de drie meetlocaties een zekere stabilisatie zien.

Noot: Doordat nog niet alle meetresultaten over 2009 van de provincie Zeeland beschikbaar zijn ontbreken in dit figuur, net als voor 2008, de resultaten van Nieuwdorp en Sas van Gent. De dynamische metingen bij Delfzijl zijn sinds 2001 gestopt. Op deze locatie wordt nog wel met kalkpapier gemeten. De metingen op Berghaven en Westvoorne, beiden onderdeel van DCMR, zijn sinds 2008 gestart. Op beide locaties zijn metingen uitgevoerd met kalkpapier.

Broninformatie

- Gemeten dag- en vierwekelijksegemiddelden (Vlaardingen, Westvoorne, Berghaven) op betreffende meetlocaties
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie fluoride in lucht



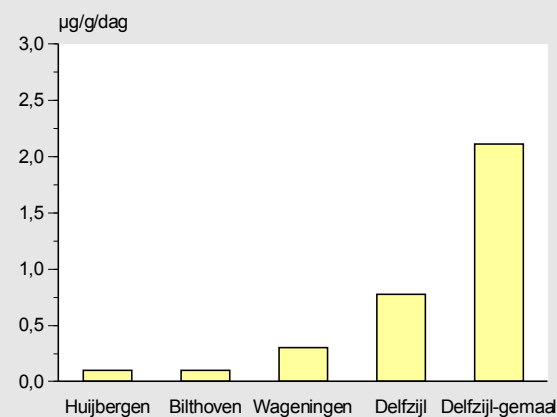
Figuur 62 Fluoride: accumulatie in kalkpapier (2009).

Op vijf plaatsen in Nederland wordt de accumulatie van fluoride in kalkpapier bepaald, als indicatie voor de depositie. De aantoonbaarheidsgrens voor bepaling van fluoriden in kalkpapieren ligt op $0,1 \mu\text{g/g/d}$. Gehalten in kalkpapieren $\leq 0,14 \mu\text{g/g/d}$ kunnen als achtergrondwaarden worden beschouwd.

De accumulatie op de onbelaste meetstations Huijbergen en Bilthoven zijn dit jaar ook lager dan de aantoonbaarheidsgrens en kunnen als achtergrondwaarden worden beschouwd. Op de meetpunten Wageningen en Delfzijl, gelegen in de nabijheid van lokale fluoride-emitterende industrie, worden licht verhoogde accumulaties gemeten. Op zeer korte afstand tot een bron (meetpunt Delfzijl-gemaal) is de accumulatie het hoogst.

Noot: Bij berekeningen van gemiddelden is voor gehalten kleiner dan de aantoonbaarheidsgrens de waarde van de aantoonbaarheidsgrens aangehouden. (worst-case gemiddelde).

Jaargemiddelde concentratie fluoride accumulatie op kalkpapier in 2009



Broninformatie

- Vierwekelijksegemiddelde accumulatie op kalkpapier
- Dataselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

Figuur 63 Fluoride: ontwikkeling van de fluoride accumulatie.

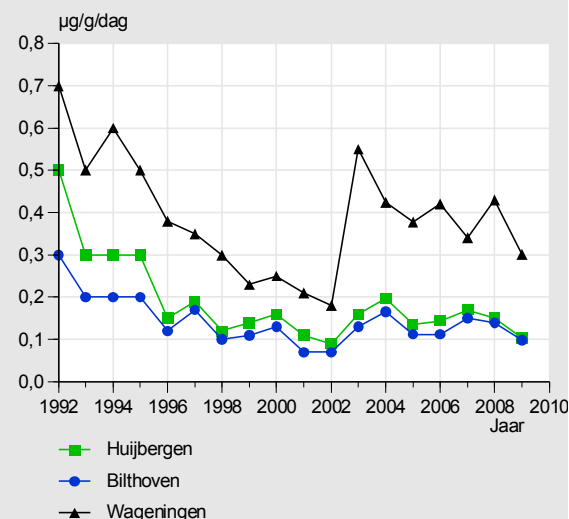
De accumulatie van fluoride in kalkpapier op het meetpunt Wageningen (belast) vertoont grote schommelingen. De accumulatie van fluoride in kalkpapier op het meetpunt Bilthoven (onbelast) vertoonde in de jaren 80 een dalende trend. Na een afname in het midden van de jaren '90 zijn de concentraties op Bilthoven en Huijbergen nagenoeg onveranderd.

Noot: Bij berekeningen van gemiddelden is voor gehalten kleiner dan de aantoonbaarheidsgrens de waarde van de aantoonbaarheidsgrens aangehouden. (worst-case gemiddelde).

Broninformatie

- Vierwekelijks gemiddelde accumulatie op kalkpapier
- Databselectie: geen databeschikbaarheidscriteria

Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie fluoride accumulatie op kalkpapier



Literatuur

- Albers, R., Beck, J., Bleeker, A., Bree, L. van, Dam, J. van, Eerden, L. van der, Freijer, J., Hinsberg, A. van, Marra, M., Salm, C. van der, Tonneijck, F., Vries, W. de, Wesselink, B., Wortelboer, R. (2001). Evaluatie van de verzuringsdoelstellingen: de onderbouwing. RIVM rapport 725501001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Asman, W.A.H. en Jaarsveld, J.A. van (1990). A variable- resolution statistical transport model applied for ammonia and ammonium. RIVM rapport 228471007, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Bal, D., Beije, H.M., Fellingner, M., Haveman, R., Opstal, A.F.J.M. van en Zadelhoff, F.J. van (2002). Handboek Natuurdoeltypen. Tweede, geheel herziene editie. EC- LNV.
- Beijk, R., Hoogerbrugge, R., Hafkenscheid, T.L., Arkel, F.T. van, Stefess, G.C., Meulen, A. van der, Wesseling, J.P., Sauter, F.J. en Albers, R.A.W. (2007a) PM₁₀: Validatie en Equivalentie. RIVM rapport 680708001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Beijk, R., Mooibroek, D., Hoogerbrugge, R. (2007b) Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2003-2006. RIVM rapport 680704002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Beijk, R., Mooibroek, D., Kassteele, J. van de, Hoogerbrugge, R. (2008) PM₁₀: Equivalence study 2006. Demonstration of equivalence for the automatic PM₁₀ measurements in the Dutch National Air Quality Monitoring Network. A technical background report. RIVM rapport 680704002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Beijk, R. en Wesseling, J.P. Ontwikkelingen in Luchtkwaliteit. RIVM rapport 680704006, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven (in voorbereiding).
- Beljaars, A.C.M. en Holtslag, A. A. M. (1990) A software library for the calculation of surface fluxes over land and sea. Environmental Software, 5, 60- 68.
- Blank, F.T. (2001). Meetonzekerheid Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML). RIVM rapport 50050870-KPS/TCM 01-3063. KEMA, Arnhem.
- BOP (2010) <http://www.pbl.nl/en/dossiers/Transboundaryairpollution/content/Netherlands-Research-Program-on-Particulate-Matter.html>
- Borowiak, A. et al. (2000) - EC Harmonization Programme for Air Quality Measurements. Intercomparison Exercises 1999/2000 for SO₂, CO, NO₂ and O₃. Rapport nr. EUR 19629 EN.
- Breugel, P.B. van en Buijsman, E. (2001). Preliminary assessment of air quality for sulphur dioxide, nitrogen dioxide, nitrogen oxides, particulate matter, and lead in the Netherlands under European legislation. RIVM rapport 725601005. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

- Buijsman, E. (1990). Mogelijke contaminatie bij het gebruik van wet-only vangers voor chemisch regenwateronderzoek. RIVM rapport 28703013. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- 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. MNP / RIVM rapport 500037008. ISBN 90-6969-124-9. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Buringh, E. en Opperhuizen, A (2002). On health risks of ambient PM in the Netherlands., RIVM rapport 650010032. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- CBS, PBL, Wageningen UR (2010). <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl>. CBS, Den Haag PBL, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.
- Elzakker, B.G. van (2001). Monitoring activities in the Dutch National Air Quality Monitoring Network in 2000 and 2001. RIVM rapport 723101055. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- EN 12341:1998. Air quality – Determination of the PM₁₀ fraction of suspended particulate matter – reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods.
- EN 14211:2005 rev 2008. Ambient air quality – Measurement method for the determination of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence.
- EN 14212:2005 rev 2008.. Ambient air quality – Measurement method for the determination of the concentration of sulphur dioxide by UV fluorescence.
- EN 14625:2005 rev 2008. Ambient air quality – Measurement method for the determination of the concentration of ozone by UV photometry.
- EN 14626:2005 rev 2008. Ambient air quality – Measurement method for the determination of the concentration of carbon monoxide by non-dispersive infrared spectrometry.
- EN 14662-2:2005. Standard method for the determination of benzene in ambient air – Part 2: Method with pumped sampling, solvent desorption and capillary gas chromatography.
- EN 14662-3:2005. Standard method for the determination of benzene in ambient air – Part 3: Method with automated gas chromatographs.
- EN 14902:2004. Ambient air quality – Standard method for the measurement of Pb, Cd, As and Ni in the PM₁₀ fraction of suspended particulate matter.
- EN 14907:2005. Ambient Air Quality – Reference gravimetric measurement method for the determination of the PM_{2.5} mass fraction of suspended particulate matter in ambient air.
- EN 15549:2008. Ambient Air Quality – Standard method for the measurement of the concentration of benzo[a]pyrene in ambient air.
- EU (1996) Richtlijn 96/62/EG van de raad van 27 september 1996 inzake de beoordeling en het beheer van de luchtkwaliteit. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen No L 296/55.

- EU (1999) Richtlijn 1999/30/EG van de raad van 22 april 1999 betreffende de grenswaarden voor zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden, zwevende deeltjes en lood in lucht. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen No L 163/41.
- EU (2000) Richtlijn 2000/69/EG van het Europese Parlement en de raad van 16 november 2000 betreffende de grenswaarden voor benzeen en koolmonoxide in lucht. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen No L 313/12.
- EU (2002). Richtlijn 2002/3 van de raad van 12 februari 2002 betreffende ozon in de lucht. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen No L 67/14
- EU (2010). Guidance to the Demonstration of Equivalence of Ambient Air monitoring Methods, version January 2010. beschikbaar op internet:
<http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/assessment.htm>.
- Fischer P.H., Marra M., Wesseling J., Cassee F.R. (2007) Invloed van de afstand tot een drukke verkeersweg op de lokale luchtkwaliteit en de gezondheid: een quick scan. RIVM briefrapport 863001005. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Folkert, R.J.M., Eerens, H.C., Odijk, M., Breugel, P.B. van en Bree, L. van (2002). Realisering EU-NO₂-normen in Nederland. Implementatie 1e EU-dochterrichtlijn. RIVM rapport 725601006A. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- GGD (2005) Informatieblad luchtkwaliteit en gezondheid - Landelijk Centrum Medische Milieukunde - september 2005. Te downloaden op (mei 2009):
http://www.ggd.nl/ggdnl/uploaddb/downl_object.asp?atoom=30647&VolgNr=169
- Haan B.J. de, Kros J., Bobbink R., Jaarsveld J.A. van, Vries W. de, Noordijk H. (2008) Ammoniak in Nederland. MNP rapport 500125003. Milieu en Natuur Planbureau, Bilthoven.
- Hafkenscheid, TH.L., 2010, Vergelijkend onderzoek van methoden voor de bepaling van ionen in buitenlucht, RIVM rapport 680708006/2010. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Hammingh, P., Folkert, R.J.M., en Smeets, C.J.P.P. (2002). Preliminary assessment of air quality for ozone in the Netherlands under EU legislation. RIVM rapport 725601008. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Jaarsveld, J.A. van (1989). Een Operationeel atmosferisch transportmodel voor Prioritaire Stoffen; specificatie en aanwijzingen voor gebruik. RIVM rapport 228603008, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Jaarsveld, J.A. van (1995). Modelling the long-term behaviour of pollutants on various spatial scales, proefschrift, Rijksuniversiteit Utrecht. ISBN 90-393-0950-7.
- Jaarsveld, J.A. van (2004). The Operational Priority Substances model. Description and Validation of OPS-PRO 4.1. RIVM rapport 500045001. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

- JGCM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement.
- Knol, A.B. en Staatsen, B.A.M. (2005). Trends in the environmental burden of disease in the Netherlands 1980-2020. RIVM rapport 500029001. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Krzyzanowski, M., Kuna-Dibbert, B., Schneider, J. (ed) (2005) Health effects of transport-related air pollution. WHO, 2005 (<http://www.euro.who.int/document/e86650.pdf>)
- Manders, A.M.M. en Hoogerbrugge, R. (2007) Heavy metals and benzo(a)pyrene in ambient air in the Netherlands. RIVM rapport 680704001. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Matthijssen J. en Visser H. (2006) PM₁₀ in Nederland. Rekenmethodiek, concentraties en onzekerheden. MNP rapport 500093005. Milieu en Natuur Planbureau, Bilthoven.
- Matthijssen, J. en Ten Brink, H.M. (2007) PM_{2,5} in the Netherlands. Consequences of the new European air quality standards, Rapport 500099001, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven
- Mennen, M.G., Groot, M., Boshuis-Hilverdink, M.E., Pul, W.A.J., Nguyen, P.L., Hogendoorn, E.A., Putten, E.M.. Emissie en verspreiding van fluoride. Inventarisatie ter onderbouwing doelgroepenbeleid. RIVM rapport (in voorbereiding)
- MNP (2008) Concentratiekaarten voor grootschalige luchtverontreiniging in Nederland. Rapportage 2008. MNP Rapport 500088002.
- Mol, W.J.A., Hooydonk, P.R. van, Leeuw, F.A.A. (2008) - European exchange of monitoring information and state of the air quality in 2006. ETC/ACC Technical paper 2008/1, June 2008. European Topic Centre on Air and Climate Change, Bilthoven.
- Nitschke, M., Smith, B.J, Pilotto, L.S, Pisaniello, D.L., Abramson, M.J. en Ruffin, R.E. (1999). Respiratory health effects of nitrogen dioxide exposure and current guidelines. Int. J. Environ. Health Res., 9:1, 39-53, 1999.
- NTA 8019:2008. Meeteisen voor meetapparatuur voor fijnstofmetingen.
- PBL (2010) Compendium voor de Leefomgeving, op internet: <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/> (Mei 2010)
- Pul, W.A.J. van, Broek, M.M.P., Volten, H., Meulen, A. van der, Berkhout, S., Hoek, K.W. van der, Wichink Kruit, R., Huijsmans, J.F.M., Jaarsveld, J.A. van, Haan, B.J. de, Koelemeijer, R. (2008) Het ammoniakgat: onderzoek en duiding. RIVM-rapport 68015002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM (2000). Milieubalans 2000, Samson bv. Alphen aan de Rijn. RIVM rapport 251701051.
- RIVM (2001a). Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 1998 en 1999. RIVM Rapport 725301006. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

- RIVM (2001b). Briefadvies inzake overschrijding van het MTR van fluoriden, 010366/01 CSR MPI/WE, Bilthoven.
- RIVM (2002). Milieubalans 2002. Het Nederlands milieu verklaard. Bijlage vergelijking emissies en concentraties. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Schaap, M. en Denier van der Gon, H.A.C. (2007). On the variability of Black Smoke and carbonaceous aerosols in the Netherlands. Atmospheric Environment. In press.
- Slooff, W., Eerens, H.C., Janus, J.A., Ros, J.P.M. (1988). Basisdocument fluoriden. RIVM rapport 758474005, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Staatsblad (1997). Nr. 459. Beschikking van de Minister van Justitie van 9 oktober 1997, houdende plaatsing in het Staatsblad van de tekst van het Besluit luchtkwaliteit koolstofmonoxide en lood (Staatsblad 1987, 34), zoals dit laatstelijk is gewijzigd bij besluit van 22 september 1997, Staatsblad 456.
- Staatsblad (1998). Besluit van 24 april 1998, houdende uitvoering van de EG-kaderrichtlijn luchtkwaliteit (Besluit uitvoering EG-kaderrichtlijn luchtkwaliteit). Staatsblad 271, 1-6
- Staatsblad (1999). Besluit van 17 december 1999, houdende uitvoering van de richtlijn 98/70/EG van het Europees parlement en de Raad van de Europese Unie van 13 oktober 1998, betreffende de kwaliteit van benzine en dieselbrandstof en tot wijziging van Richtlijn 93/12/EEG van de Raad (Besluit kwaliteitseisen brandstoffen wegverkeer). Staatsblad 566, 1-14.
- Staatsblad (2001) Nr. 269 Besluit van 11 juni 2001, houdende uitvoering van richtlijn 1999/30/EG van de Raad van de Europese Unie van 22 april 1999, betreffende grenswaarden voor zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden, zwevende deeltjes en lood in de lucht (PbEG L 163) en richtlijn 96/62/EG van de Raad van de Europese Unie van 27 september 1996 inzake de beoordeling en het beheer van de luchtkwaliteit (PbEG L 296) (Besluit Luchtkwaliteit).
- Staatsblad (2005). Besluit van 20 juni 2005 ter vervanging van het Besluit Luchtkwaliteit en tot uitvoering van richtlijn nr. 2000/69/EG van het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie van 16 november 2000 betreffende de grenswaarden voor benzeen en koolmonoxide in de lucht (PbEG L 313), (Besluit luchtkwaliteit 2005), Staatsblad 316, 1-41.
- Staatscourant (2004). Regeling luchtkwaliteit ozon, Staatscourant 224, 1-9
- Staatscourant (2007a). Wet van 11 oktober 2007 tot wijziging van de Wet milieubeheer (luchtkwaliteitseisen). Staatsblad jaargang 2007, 414, Den Haag.
- Staatscourant (2007b). Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007. Regeling van de Minister van 8 november 2007, nr LMV 2007.109578. Staatscourant Jaargang 2007, nr 220, pagina 21, Den Haag.
- Swaluw, E. van der, Asman, W.A.H., Hoogerbrugge, R. (2010a) The Dutch National Precipitation Chemistry Monitoring Network over the period 1992-2004. RIVM Rapport 680704009/2010.

- Swaluw, E. van der, Berkhout, H., Verboom, H., Stolk, A.P., Hoogerbrugge R. (2010b) A comparison of the old and new wet-only samplers of the Dutch National Precipitation Chemistry Monitoring Network. RIVM Rapport 680704012/2010 (in voorbereiding)
- Velders, G.J.M., Matthijsen, J., Aben, J.M.M., Vries, W.J. van de (2007) Large-scale PM2.5 concentration maps for the Netherlands. A preliminary analysis. Rapportage 2008. PBL Rapport 500088003.
- Velders, G.J.M., et al., (2010) Concentratiekaarten voor grootschalige luchtverontreiniging in Nederland. Rapportage 2010. PBL rapport 500088006. Bilthoven
- VROM (1999). Stoffen en normen. Samson bv., Alphen aan de Rijn.
- VROM (2001). Nationale Milieubeleidsplan 4. Een wereld en een wil, werken aan duurzaamheid. Nr 14545/176. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Wesseling, J.P., Mooibroek, D., Pul, W.A.J. van. (2007). Trends in jaargemiddelde stikstofdioxide. Milieu Dossier 2007-3, 28-30
- Wesseling, J.P. en Beijl, R. (2008) Korte-termijn trend in NO2 en PM10 concentraties op straatstations van het LML. RIVM Briefrapport 680705007/2008
- WHO (2003) Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide Report on a WHO Working Group, Bonn, Germany 13–15 January 2003 (<http://www.euro.who.int/document/e79097.pdf>, mei 2009)
- WHO (2004) Health aspects of air pollution. Results from the WHO project “Systematic review of health aspects of air pollution in Europe”. WHO, June 2004 (<http://www.euro.who.int/document/E83080.pdf>, mei 2009)
- WHO (2005) WHO Fact Sheet EURO/04/04, Berlin, Copenhagen, Rome, 14 april 2005 (<http://www.euro.who.int/document/mediacentre/fs0405e.pdf>, mei 2009)

Bijlage A Berekeningsmethode en onzekerheden

A.1 Inleiding

De in het jaaroverzicht gepresenteerde gegevens hebben veelal betrekking op meetwaarden uit het LML, die middels rekentechnieken of rekenmodellen worden vertaald naar figuren. Er zijn enkele gestandaardiseerde bewerkingsroutes waarmee vrijwel alle figuren zijn gemaakt. Deze worden hier besproken, samen met de meetonzekerheden. De toegepaste luchtkwaliteitsmodellen worden daarna toegelicht. De keuze voor de methode hangt af van de mate van kennis die aanwezig is. Het streven daarbij is steeds om de informatie zo gedetailleerd en beleidsmatig relevant weer te geven als met de beschikbare informatie mogelijk is.

A.2 Algemene berekeningswijzen

A.2.1 Metingen per locatie

Bij een deel van de componenten die in het LML worden gemeten is het landsdekkend beeld van de luchtverontreiniging met die component niet beschikbaar. Het gaat daarbij in de meeste gevallen om stoffen waar de concentratie sterk lokaal wordt bepaald. In dat geval wordt volstaan met het gegeven van (trend)figuren van de concentraties per meetlocatie. Dit geldt voor vluchtige organische stoffen (VOS), benzo[a]pyreen (B[a]P), zware metalen en fluoriden.

A.2.2 Landsdekkende meetinformatie

Indien het meetnet voldoende gedetailleerd is om een landsdekkend beeld te verschaffen en er sprake is van een relatief geringe kleinschalige variatie voor een bepaalde stof, dan wordt via lineaire interpolatie een kaart vervaardigd op basis van 5x5 km gridcellen. De gemiddelde concentratie over Nederland wordt dan berekend als het gemiddelde van de gridcellen. In enkele gevallen wordt het 10- en 90-percentiel van de gridwaarden ook toegevoegd als maat voor de ruimtelijke variatie. Voor het vaststellen van de blootstelling worden de concentraties na classificatie per gridcel gekoppeld aan de bevolkingsdichtheid of aan de oppervlakte van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) ter plekke, die beide op 1x1 km-schaal beschikbaar zijn. Via sommatie over alle gridcellen resulteert dit in de blootstelling van bevolking of natuur per concentratieklasse. De gemiddelde normoverschrijding volgt uit middeling over de gridcellen met concentraties boven de norm. In het geval van humane blootstelling is deze normoverschrijding gewogen met de bevolkingsdichtheid.

A.2.3 Grootschalige Concentratiekaarten Nederland (GCN)

Wanneer beschikbaar is er ten behoeve van de ruimtelijke concentratieverdelingen gebruikgemaakt van de Grootschalige Concentratiekaarten Nederland (GCN). Deze kaarten worden door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) – voorheen het Milieu- en Natuurplanbureau – in samenwerking met het RIVM geproduceerd en gedistribueerd. De kaarten worden opgebouwd uit modelberekeningen die gebruikmaken van geregistreerde bronnen (emissieregistratie) en worden geïkt middels de meetresultaten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM.

Een luchtverspreidingmodel is in staat om een veel gedetailleerder ruimtelijk beeld van de luchtkwaliteit te scheppen dan op basis van metingen mogelijk is. Dit volgt uit het feit dat het de invloed van meteorologie en lokale emissiebronnen, zoals stedelijke emissies, meeneemt die via metingen alleen door een zeer kostbaar fijnmazig meetnet zouden kunnen worden meegenomen. Voor een aantal stoffen (NO_x , NO_2 , PM_{10} , SO_2 , CO en benzeen) wordt met het OPS-model een landsdekkende kaart vervaardigd op basis van 1x1 km gridcellen (tot en met 2007 was dit 5x5 km). Hiervoor is gedetailleerde kennis nodig van alle emissies op nationale schaal, beschikbaar gesteld door de Emissieregistratie, en van de emissies op Europese schaal.

De modelresultaten worden jaarlijks gekalibreerd aan de hand van de metingen uit het meetnet. Voor deze kalibratie van de modelresultaten is er keus tussen twee methoden. Een van de methoden is het via een regressielijn vastleggen van de afwijking tussen model en meting, en de modelkaart met deze regressieformule bewerken. Een andere methode is het vaststellen van verschillen of quotiënten van meetnetresultaten en de modelwaarden op die meetlocaties. Deze worden geïnterpoleerd tot een landsdekkende verschil- of quotiëntkaart die dan bij de modelkaart opgeteld of ermee vermenigvuldigd wordt. De hybride kaart reproduceert op deze manieren de meetnetconcentraties op de meetlocaties, maar neemt het ruimtelijke patroon tussen deze locaties over uit de modelkaart. De depositiekaarten worden jaarlijks gekalibreerd via de als tussenstap gemodelleerde concentratiekaarten en de LML-concentratiemetingen.

Deze combinatie van model en meting levert doorgaans de meest realistische beschrijving van de luchtkwaliteit op, omdat het de sterke aspecten van meten en modelleren combineert. De methode is toegepast voor fijn stof (PM_{10}), zure depositie, stikstofdepositie, ammoniak (NH_3), stikstofoxiden (NO_x), stikstofdioxide (NO_2) en benzeen.

Voor meer informatie zie de GCN themasite van het PBL (<http://www.pbl.nl/nl/themasites/gcn/>) en de GCN publicatie van 2009 (Velders et al., 2010).

A.2.4 Berekening jaargemiddelde concentratie $\text{PM}_{2.5}$

De Europese richtlijn bevat een minimale datadekking voor het berekenen van jaargemiddelden (meestal 90%). Voor fijnstofmetingen met de referentie methode is het risico groter dat er meetseries afvallen waardoor deze eis niet gehaald wordt. Dit risico is kleiner bij de automatische metingen. Voor $\text{PM}_{2.5}$, met de referentiemethode bepaald, is daarom een procedure ontwikkeld die bij ontbrekende data toch een adequaat jaargemiddelde berekent. Hierbij wordt de concentratie op een ontbrekende dag geschat op basis van consistentie met de andere meetwaarden over Nederland. Deze procedure is toegepast op de meetreeksen van zowel RIVM als GGD Amsterdam, DCMR etc. In tabel 15 worden ter vergelijking zowel het gemiddelde op basis van de beschikbare data als het gemiddelde op basis van de aangevulde data berekend. Dit laatste jaargemiddelde is de meest nauwkeurige.

A.2.5 (Zeer) vluchtige organische stoffen (VOS)

Sinds 2002 wordt de hieronder beschreven methodiek voor de berekening van de jaargemiddelde concentraties vluchtige organische stoffen (VOS) gehanteerd. Met ingang van 2009 wordt dezelfde methodiek toegepast voor de berekening van de jaargemiddelde concentratie zeer vluchtige organische stoffen (Z-VOS). Het rekenkundig gemiddelde wordt alleen bepaald wanneer 70% van de metingen groter of gelijk is aan de detectielimiet. Indien 70% van de meetwaarden kleiner is dan de detectielimiet wordt er geen gemiddelde berekend (blanco). Wanneer het aantal meetwaarden kleiner dan de detectielimiet tussen de 30 en 70% ligt dan wordt de detectielimiet genomen als een gemiddelde. Voor de berekening van het jaargemiddelde concentratie VOS worden voor alle componenten een detectielimiet van 0,10 µg/m³ gebruikt, voor de groep Z-VOS is deze detectielimiet afhankelijk van zowel de component als de toegepaste analysetechniek.

Voor de trendfiguren van VOS in het jaaroverzicht Luchtkwaliteit worden de diverse componenten gegroepeerd in de groepen alkanen, aromaten, gechloreerde alkanen, gechloreerde aromaten en overige componenten.

Tabel 9 Overzicht groepering vluchtige organische stoffen (VOS)

Alkanen	Aromaten	Gechloreerde alkanen	Gechloreerde aromaten	Overige
n-decaan	o-xyleen	1,1,1-trichloorethaan	1,2-dichloorbenzeen	2-methylnaftaleen
n-dodecaan	2-ethyltolueen	1,1,2-trichloorethaan	1,2,3-trichloorbenzeen	limoneen
n-heptaan	1,2,3-trimethylbenzeen	1,2-dichloorethaan	1,2,4-trichloorbenzeen	naftaleen
n-hexadecaan	1,2,4-trimethylbenzeen	1,2-dichloorpropaan	1,3-dichloorbenzeen	
n-hexaan	m-xyleen	trichloormethaan	1,3,5-trichloorbenzeen	
n-nonaan	3-ethyltolueen	tetrachlooretheen	1,4-dichloorbenzeen	
n-octaan	1,3,5-trimethylbenzeen	tetrachloormethaan	chloorbenzeen	
n-pentadecaan	p-xyleen	trichlooretheen		
n-tridecaan	4-ethyltolueen			
n-undecaan	cymeen			
n-tetradecaan	benzeen			
	ethylbenzeen			
	cumeen			

Tabel 10 Overzicht groepering zeer vluchtige organische stoffen (Z-VOS)

Alkanen	Alkenen, Alkadienen en Alkynen	Aromaten
ethaan	etheen	benzeen
propaan	propeen	tolueen
i-butaan	cis-2-buteen	m+p-xyleen
n-butaan	1,3-butadieen	o-xyleen
i-pentaan	trans-2-buteen	ethylbenzeen
n-pentaan	1-buteen	1,2,3-trimethylbenzeen
2-methylpentaan	trans-2-penteen	1,2,4-trimethylbenzeen
2,2,4-trimethylpentaan	1-penteen	1,3,5-trimethylbenzeen
n-heptaan	isopreen	
n-octaan	acetyleen	
n-hexaan		

A.3 Toegepaste modellen en methoden

A.3.1 Het Operationele Prioritaire Stoffen (OPS) model

Het OPS-model is bedoeld voor de berekening van periodegemiddelde concentraties en deposities op lokale tot nationale schaal, veroorzaakt door individuele lokale bronnen tot aan geaggregeerde bronnen aan de grenzen van Europa. De middelingperiode is minimaal een maand tot aan de periode waarover meteorologische informatie operationeel beschikbaar is (circa vijftien jaar).

De bijdragen aan concentratie en depositie op een bepaalde receptor worden berekend voor alle bronnen afzonderlijk, met behulp van terugwaartse trajectorieën. Lokale (verticale) verspreiding wordt geïntroduceerd met behulp van een Gaussischepluimformulering. Het ruimtelijk vermogen van het model wordt grotendeels bepaald door de ruimtelijke gedetailleerdheid van de gebruikte emissiebestanden. Rondom een individuele puntbron kan het oplossend vermogen in de orde van 100 x 100 m zijn, op landelijke schaal is 1 x 1 km een praktische ondergrens.

Het model gebruikt de volgende (landsdekkende) meteorologische gegevens op uurbasis: windrichting en -snelheid, globale straling, temperatuur, neerslaghoeveelheid en -duur en sneeuwbedekking. Deze gegevens worden verkregen van het KNMI. Windrichting en -snelheid zijn benodigd op twee hoogten. Uit de meteorologische basisgegevens wordt een aantal secundaire parameters afgeleid met behulp van door het KNMI ontwikkelde routines (Beljaars en Holtslag, 1990).

Gemodelleerde concentraties en natte deposities van SO₂, NO_y en NH_x over Nederland zijn vergeleken met gemeten waarden uit het LML en LMRe (Van Jaarsveld, 1989; Asman en Van Jaarsveld, 1990;

Van Jaarsveld, 1995). Het blijkt dat de berekende ruimtelijke verdelingen van concentraties van deze stoffen op jaarbasis goed overeenstemmen met gemeten verdelingen (de verklaarde variantie is 0,88-0,93 voor SO₂ en NO_x), wat er op wijst dat de ruimtelijke verdelingen van de gebruikte emissies de werkelijkheid goed benaderen. Een uitstekende overeenkomst tussen berekende maandgemiddelde concentraties en gemeten waarden wijst er met name op dat de invloed van meteorologische factoren op de verspreiding goed wordt gesimuleerd. Voor een uitvoeriger beschrijving van het OPS-model wordt verwezen naar Van Jaarsveld (1989) en Van Jaarsveld (1995) en meer recent Van Jaarsveld (2004).

A.4 Toegepaste kaarten

A.4.1 Blootstelling natuur

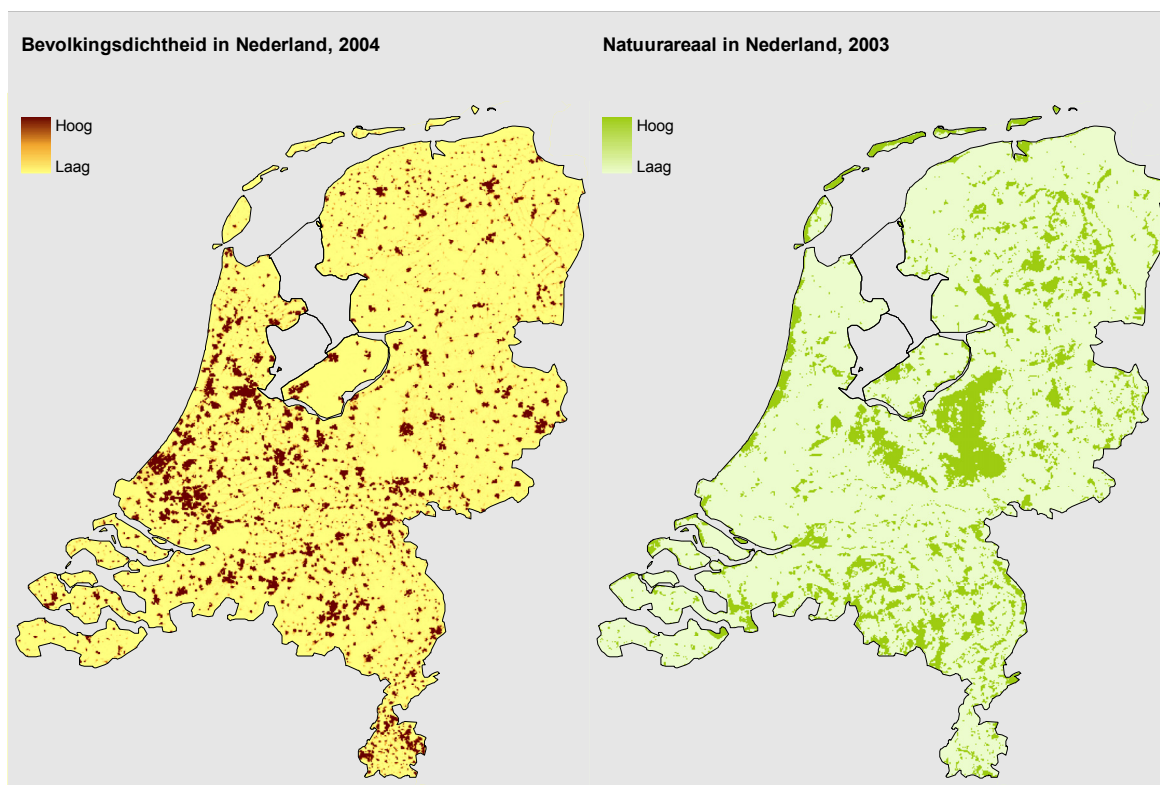
Het vierde Nationaal Milieubeleidsplan (NMP4) beschrijft de depositiedoelstellingen in termen van depositieniveaus op ecosystemen en bescherming van deze ecosystemen waarbij de (half)natuurlijke ecosystemen op het land wordt beschouwd. Natte natuur, zoals de Noordzee, Waddenzee, rivieren, en meren en plassen zijn hier niet in opgenomen. De (half)natuurlijke ecosystemen op het land maken deel uit van de ecologische hoofdstructuur, de EHS.

Het type natuur dat binnen de EHS wordt nagestreefd wordt beschreven met de natuurdoeltypologie (Bal et al., 2002). Met deze typologie kan worden aangegeven waar binnen de EHS bijvoorbeeld droge heide of natte heide en hoogveen wordt nagestreefd. Dergelijke informatie is nodig om de bescherming van ecosystemen te bepalen; elk natuurdoeltype heeft immers een eigen specifieke gevoeligheid voor depositie van potentieel zuur en stikstof. Om gemiddelde depositieniveaus op ecosystemen te berekenen is uitgegaan van de natuurdoeltypekaart zoals beschreven in Albers et al. (2001). Deze kaart is afgeleid van de bodemkaart, de grondwatertrappenkaart en de vegetatiestructuurkaart van Nederland.

Voor het bepalen van de directe blootstelling van vegetatie aan luchtverontreinigende stoffen als O₃, NO_x, en SO₂ is ook gebruikgemaakt van deze natuurdoeltypekaart.

A.4.2 Blootstelling bevolking

Voor de berekening van de blootstelling van de bevolking wordt gebruikgemaakt van de bevolkingsdichtheidskaart. Deze kaart wordt 'vermenigvuldigd' met de concentratiekaarten om te komen tot het aantal mensen dat wordt blootgesteld aan een bepaalde concentratie.



Figuur 64 Bevolkingsdichtheid Nederland in 2004 (links) en natuurareaal in 2003 (rechts).

A.5 Onzekerheden

A.5.1 Inleiding

De in dit rapport opgenomen gegevens zijn verkregen met verschillende hulpmiddelen, waaronder meetinstrumenten, rekenmodellen, en combinaties hiervan. De onzekerheid in de gepresenteerde gegevens hangt af van de toegepaste methoden, de betreffende stof en de gepresenteerde gegevens zelf. Een uurgemiddelde meting van koolstofmonoxide op een meetstation kent een geheel andere onzekerheid dan bijvoorbeeld een gridcel uit een kaartbeeld van jaargemiddelde benzeenconcentraties over Nederland, afkomstig van een combinatie van benzeenmetingen en modelberekeningen.

De onzekerheid van een bepaalde methode is soms alleen kwalitatief te geven. Exacte kennis van de onzekerheid vereist een toetsing aan een referentie die precies gelijk is aan de realiteit en die het toepassingsgebied geheel dekt. In de praktijk zal de referentie soms met zeer hoge nauwkeurigheid bekend zijn, zoals in het geval van een kalibratiegas voor een monitor, maar in andere gevallen is een bruikbare referentie niet voorhanden. Voorbeeld van de laatste situatie is een referentie voor het kaartbeeld van benzeen over Nederland. Het kaartbeeld is in zichzelf de meest realistische presentatie van de benzeenconcentratie over Nederland die bekend is, en is samengesteld op basis van diverse informatiebronnen. De onzekerheid erin kan worden afgeleid op basis van de bekende onzekerheden in de onderliggende informatiebronnen en methoden. Een dergelijke geconstrueerde onzekerheid is dan een schatting op basis van logische overwegingen en beschikbare kennis die niet altijd eenvoudig te toetsen is.

Een wezenlijk verschil bestaat tussen de onzekerheid in de absolute waarde van een gegeven, voortkomende uit de mate van juistheid van de methoden, en de toevallige onzekerheid, bijvoorbeeld veroorzaakt door toevalsfactoren. Een gemeten jaargemiddelde concentratie kan zo in absolute zin flink afwijken van de werkelijkheid, maar passen in een reeks gemiddelden over een aantal jaren. De absolute waarde van het jaargemiddelde is dan behept met een grote onzekerheid, bijvoorbeeld door de toegepaste meetmethode, maar de trend in de reeks van waarnemingen kan een relatieve kleine onzekerheid hebben.

A.5.2 Onzekerheid van door meting verkregen gegevens

De uitvoering van metingen binnen het Landelijke Meetnet Luchtkwaliteit (LML) van componenten die zijn gereguleerd in Europese Luchtkwaliteitsrichtlijnen 2008/50/EC en 2004/107/ dient te voldoen aan minimum kwaliteitseisen vastgelegd in deze richtlijnen. Eén van deze eisen betreft de maximale meetonzekerheid voor meetgegevens in het meetbereik rondom de voor de gemeten component geldende grens- of streefwaarde. Deze meetonzekerheid moet worden vastgesteld volgens de principes van de Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) (JGCM 100, 2008). De uitwerking hiervan verschilt per meetprincipe. Hierbij kunnen de volgende groepen worden onderscheiden:

- automatische continue metingen van anorganische gassen
- semi-automatische continue metingen van benzeen
- automatische continue metingen van fijn stof (PM_{10})
- referentiemetingen van fijn stof (PM_{10} ; $PM_{2,5}$)
- meting van bestanddelen van fijn stof (metalen; polycyclische aromatische koolwaterstoffen; ionen).

Met uitzondering van de bepaling van ionen in fijn stof is de uitwerking van de onzekerheidsberekeningen vastgelegd in een serie Europese Normvoorschriften.

In aanvulling op de door EU-richtlijnen geregleerde componenten worden in het LML concentraties gemeten van zwarte rook. Voor de berekening van de onzekerheid van de meetgegevens van zwarte rook is geen normvoorschrift beschikbaar.

Op de wijze van berekening van de meetonzekerheden voor de bovenstaande groepen van componenten cq. meetprincipes wordt onderstaand kort ingegaan.

A.5.2.1 Automatische continue metingen van anorganische gassen

Het betreft hier metingen van concentraties van stikstofoxiden, zwaveldioxide, ozon en koolstofmonoxide. De evaluatie van de meetonzekerheden is gebaseerd op combinatie van gegevens van typekeur-testen van de gebruikte monitoren met informatie over lokale omstandigheden (bijvoorbeeld storende componenten, luchtdruk, buitenluchttemperatuur en temperatuur in het meetstation). Een en ander is vastgelegd in Europese Normen (EN 14211:2005 rev 2008; EN 14212:2005 rev 2008; EN 14625:2005 rev 2008; EN 14626:2005 rev 2008).

De in het LML gebruikte monitoren voor stikstofoxiden en ozon zijn voorzien van een typekeur-certificaat. De monitoren voor zwaveldioxide en koolstofmonoxide zijn niet type-gekeurd. Bij de vaststelling van de meetonzekerheid van meetgegevens van zwaveldioxide en koolstofmonoxide is daarom uitgegaan van bekende prestatiekenmerken van vergelijkbare monitoren.

A.5.2.2 Semi-automatische metingen van benzeen

Benzeen (en andere koolwaterstoffen als toluen, xylene en ethylbenzeen) worden in het LML op twee manieren gemeten:

- door monsterneming van lucht op koolbuizen, desorptie met zwavelkoolstof en analyse m.b.v. gaschromatografie volgens EN 14662-2:2005.
- door continue monsterneming en analyse m.b.v. een geautomatiseerde gaschromatograaf volgens EN 14662-3:2005.

Voor de vaststelling van de meetonzekerheid volgens EN 14662-2:2005 worden een aantal prestatiekenmerken van de methode geschat en vervolgens gecombineerd. De vaststelling van de meetonzekerheid volgens EN 14662-3:2005 is analoog aan die voor automatische continue metingen van anorganische gassen. De in het LML gebruikte automatische gaschromatograaf is voorzien van een typekeur-certificaat.

A.5.2.3 Automatische continue metingen van fijn stof (PM₁₀)

In het LML worden automatische continue metingen van fijn stof verricht met behulp van monitoren werkend volgens het principe van verzwakking van β -straling. Voor deze monitoren is het niet mogelijk de meetonzekerheid vast te stellen volgens de aanpak voor gassen en benzeen. De onzekerheid wordt bepaald uit resultaten van vergelijkende metingen verricht volgens de referentiemethoden voor het meten van fijn stof (EN 12341:1998; EN 14907:2005). De wijze van het verrichten van dergelijke metingen en de vaststelling van de meetonzekerheid zijn vastgelegd in (NTA 8019, 2008).

A.5.2.4 Referentiemetingen van fijn stof (PM₁₀; PM_{2.5})

Referentiemetingen van fijn stof worden verricht door het uitvoeren van verschilwegingen van filters voor en na bemonstering gedurende circa 24 uur. De wijze van uitvoering van de metingen en de systematiek voor het vaststellen van de onzekerheid van referentiemeetgegevens van fijn stof zijn vastgelegd in EN 12341:1998 en EN 14907:2005. Voor de vaststelling van de meetonzekerheid volgens EN 14907:2005 worden een aantal prestatiekenmerken van de methode geschat en vervolgens gecombineerd.

A.5.2.5 Metingen van bestanddelen van fijn stof

Metingen van bestanddelen van fijn stof worden uitgevoerd door filtermonsters van PM₁₀ te extraheren en analyseren. Voor metalen is de werkwijze en systematiek van het vaststellen van de meetonzekerheid vastgelegd in EN 14902:2004, voor polycyclische aromatische koolwaterstoffen in EN 15549:2008. Voor ionen is geen normvoorschrift beschikbaar. Gegevens over analytische onzekerheden worden aangeleverd door de Afdeling Analytische Chemie van het Centrum voor MilieuMonitoring (RIVM) en gecombineerd met onzekerheden in het bemonsterde volume lucht.

A.5.2.6 Automatische continue metingen van zwarte rook

Metingen van zwarte rook worden uitgevoerd volgens het principe van reflectometrie. De resultaten zijn “methode-bepaald”. Voor het vaststellen van de onzekerheid van de meetgegevens voor zwarte rook is gebruik gemaakt van prestatiekenmerken zoals bepaald tijdens het acceptatie-onderzoek van de monitoren; deze zijn volgens de principes van GUM (JGCM 100:2008) omgerekend in onzekerheden en gecombineerd.

A.5.3 Resultaten van onzekerheidsbepalingen

De resultaten van de onzekerheidsbepalingen zijn in Tabel 11 weergegeven. De onzekerheden gelden met een betrouwbaarheid van circa 95%.

Tabel 11 Overzicht van meet- en modelonzekerheden

Component	Referentie- periode	Meet- onzekerheid	Norm	Opmerkingen / Bron	GCN ¹
SO ₂	uur	8,5%	EN 14212	Uit combinatie prestatie-kenmerken TE 43i, informatie rapport Blank (2001) en gegevens over externe invloeden	
SO ₂	dag	8,6%	EN 14212	Uit combinatie prestatie-kenmerken TE 43i, informatie rapport Blank (2001) en gegevens over externe invloeden	
SO ₂	jaar	18%	EN 14212	Ten gevolge van grote invloed interferentie NO	circa 30%
NO ₂	uur	10%	EN 14211	Gegevens uit typekeur monitor	
NO ₂	jaar	9,1%	EN 14211	Gegevens uit typekeur monitor	circa 15%
NO _x	jaar	8%	EN 14211	Gegevens uit typekeur monitor	
PM ₁₀	dag	17% bij 50 µg/m ³	EN 12341	Beijk et al. (2008)	
PM ₁₀	jaar				circa 15%
PM ₁₀ REFERENTIE	dag	6,6% bij 50 µg/m ³	EN 14907	Op basis van in norm vereiste prestatiekenmerken van de meting en gegevens kalibraties	
PM _{2,5} REFERENTIE	dag	11% bij 25 µg/m ³	EN 14907	Op basis van in norm vereiste prestatiekenmerken van de meting en gegevens kalibraties	circa 15%
C ₆ H ₆	jaar	13%	EN 14662-2	Op basis van uit ervaring bekende gegevens en informatie van analytische meetonzekerheid.	circa 30%
CO	8 uur	11%	EN 14626	Uit informatie rapport Blank en gegevens over externe invloeden	
CO	jaar				circa 20%
O ₃	(8) uur	8,1%	EN 14625	Gegevens uit typekeur monitor	

Component	Referentie- periode	Meet- onzekerheid	Norm	Opmerkingen / Bron	GCN ¹
O ₃	AOT40	Variabel	EN 14625	Wanneer wordt aangenomen dat een constante concentratie van 50 ppb gedurende mei t/m juli voldoende is om de AOT40 streefwaarde te bereiken, bedraagt de meetonzekerheid 48%	
Pb	jaar	19%	EN 14902	Op basis van analytische meetonzekerheid en onzekerheid monstervolume	
As	jaar	13%	EN 14902	Op basis van analytische meetonzekerheid en onzekerheid monstervolume	
Cd	jaar	16%	EN 14902	Op basis van analytische meetonzekerheid en onzekerheid monstervolume	
Ni	jaar	15%	EN 14902	Op basis van analytische meetonzekerheid en onzekerheid monstervolume	
B[a]P	jaar	18%	EN 15549	Op basis van in norm vereiste prestatiekenmerken van de meting. Geeft criteria voor maximale bijdragen van verschillende parameters aan de meetonzekerheid voor benzo[a]pyreen. Deze gelden voor elk laboratorium dat volgens deze norm werkt.	
Zwarte rook	jaar	11 % bij 10 µg/m ³		Is methode-gerelateerde parameter; resultaten zijn niet herleidbaar naar primaire standaard of referentie	

NOOT 1: Alle onzekerheden zijn uitgebreide meetonzekerheden bij 95% betrouwbaarheid.

NOOT 2: De meetonzekerheden zijn berekend voor het niveau van de bij de referentieperiode behorende grenswaarde.

NOOT 3: De onzekerheden zijn berekend voor meetwaarden vóór datatransmissie.

NOOT 4: De onzekerheid voor de AOT40-waarde voor ozon is geschat voor de slechtst-denkbare situatie, namelijk die van een continue constante overschrijding van de 80 µg/m³-waarde met 20 µg/m³.

NOOT 5: EN 15549 geeft criteria voor maximale bijdragen van verschillende parameters aan de meetonzekerheid voor benzo[a]pyreen. Deze gelden voor elk laboratorium dat volgens deze norm werkt.

¹ Grootschalige Concentratiekaarten Nederland, 1-sigma voor gepasseerd jaar (PBL, 2010, ook te vinden op www.pbl.nl/nl/themasites/gcn/onzekerheden/index.html).

Uit deze gegevens blijkt dat in alle gevallen wordt voldaan aan onzekerheidseisen uit 2004/107/EC en de toekomstige 2008/50/EC behalve voor:

- zwaveldioxide op het niveau van de grenswaarde voor bescherming van vegetatie; hier bedraagt de onzekerheid 18% ten gevolge van de storende invloed van stikstofmonoxide op het nulsignaal van de monitor
- ozon voor wat betreft de AOT40.

Echter, in beide gevallen is dit geen typisch Nederlands probleem, maar geldt voor meerdere EU lidstaten.

Bijlage B Depositiekentallen van verzurende en vermestende stoffen per verzuringsgebied

Verzuringsgebied	Sox mol/(ha.jr)	NOy mol/(ha.jr)	NHx mol/(ha.jr)	organische en halogeen zuren mol/(ha.jr)	totaal pot. zuur mol/(ha.jr)	Stikstof mol/(ha.jr)
Groningen	186	506	1102	280	2260	1609
Friesland	183	495	846	280	1988	1341
Drenthe	199	544	1130	280	2352	1674
N-Overijssel + Noordoostpolder	213	577	1066	280	2350	1643
ZO-Overijssel	248	621	1307	280	2705	1928
NW-Gelderland	274	689	1349	280	2867	2039
NO-Gelderland	283	649	1276	280	2771	1926
Z-Gelderland	323	765	1285	280	2976	2050
Utrecht	313	759	1211	280	2876	1971
N-Noord-Holland	235	561	787	280	2097	1348
Z-Noord-Holland Flevopolders	284	704	994	280	2547	1698
N-Zuid-Holland	369	762	1025	280	2803	1786
Z-Zuid-Holland	403	752	948	280	2786	1700
Zeeland	352	630	978	280	2592	1608
W-Brabant	366	719	1193	280	2925	1912
Midden-Brabant	361	723	1340	280	3066	2063
NO-Brabant	328	701	1335	280	3272	2337
ZO-Brabant	356	686	1595	280	3274	2281
N-Limburg	332	693	1701	280	3339	2394
M/Z-Limburg	352	713	1205	280	2902	1918
Nederland gemiddeld	282	643	1155	280	2640	1797

Bron: Milieucompendium (PBL, 2010)

Deposities zijn afgerond op tientallen. Potentieel zuur = $2 \times [\text{SO}_x] + [\text{NO}_y] + [\text{NH}_x]$ + een bijdrage van halogeen- en organische zuren.

Bijlage C Concentratiekentallen per station (2009)

In de tabellen worden kentallen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) getoetst aan de Nederlandse en Europese grenswaarden. In die gevallen worden kentallen die aan de grenswaarde voldoen weergegeven in **blauw**. De kentallen die de grenswaarde overschrijden worden weergegeven in **rood**. Voor meetreeksen zonder grenswaarden of die niet zijn getoetst, bijvoorbeeld omdat zij niet voldoen aan de criteria ten aanzien van de aggregatie van meetdata, wordt het kental in het **zwart** weergegeven.

Voor de volledigheid zijn, voor zover bekend, ook de gegevens van de overige meetnetten in Nederland opgenomen. Deze gegevens zijn echter niet getoetst op de beschikbaarheidscriteria en zijn ook niet beoordeeld op geschiktheid voor toetsing aan de Nederlandse en Europese grenswaarden. Een uitzondering op deze situatie zijn de kentallen voor stikstofdioxide (NO₂) voor stations van de GGD Amsterdam en voor stations van DCMR. Voor deze stations is vastgesteld dat ze voldoen aan de EU-criteria en voldoende vergelijkbaar zijn met de stations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit onder meer voor opname in de kalibratie van de GCN-kaart (Velders et al., 2010).

Tabel 12 Kentallen van de concentratieverdeling van stikstofdioxide in 2009 (in µg/m³)

	Kalenderjaar 2009							Zomer (apr.09-sept.10)			Winter (okt.09-mrt.10)		
	middelings- tijd in uren	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
kental	gem	P50	P95	P98	P99,5	max	C18 ¹	gem	P50	P98	gem	P50	P98
EU-grenswaarde	40					400 ²	200 ³						
Regionale achtergrondstations:													
107 Posterholt-Vlodropweg	24	21	51	59	74	130	81	19	17	50	24	22	55
131 Vredepeel-Vredeweg	24	20	54	67	94	114	100	20	17	45	23	20	55
133 Wijnandsrade-Opfergeltstraat	17	13	41	50	61	81	70	13	11	35	19	16	50
227 Budel-Toom	20	17	46	56	75	100	83	17	15	45	22	20	50
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	21	17	49	59	78	119	92	16	13	43	24	21	56
235 Huijbergen-Vennekenstraat	24	20	49	58	71	119	80	18	16	43	26	25	56
301 Zierikzee-Lange Slikweg *	23	16	60	74	94	127	99	17	14	56	24	20	66
318 Philippine-Stelleweg	18	14	48	57	72	119	88	14	11	48	20	17	52
411 Schipluiden-Groeneveld	31	28	67	76	95	131	102	24	19	71	40	38	86
437 Westmaas-Groeneweg	23	19	54	65	77	105	81	20	15	63	25	22	59
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	18	13	53	61	78	121	84	13	9	45	22	17	61
538 Wieringerwerf-Medemblikkerweg	16	10	50	59	77	106	84	10	7	35	21	16	69
620 Cabauw-Zijdeweg	22	18	54	64	76	116	86	17	13	50	31	27	74
631 Biddinghuizen-Hoekwantweg	16	12	43	54	66	94	73	11	9	30	18	15	48
633 Zegveld-Oude Meije	20	15	51	61	75	118	84	14	12	42	23	20	57
722 Eibergen-Lintveldseweg	20	15	47	60	87	101	94	14	12	36	21	19	52
738 Wekerom-Riemterdijk	19	15	46	54	67	101	75	14	12	39	24	20	58
807 Hellendoorn-Luttenbergerweg	14	10	38	48	64	89	76	9	8	26	18	15	48
818 Barsbeek-De Veenen	15	11	43	55	72	91	81	10	8	28	18	14	56
918 Balk-Trophornsterweg	13	8	41	53	68	105	75	8	6	24	19	14	67
929 Valthermond-Noorderdiep	12	10	32	42	58	78	67	9	8	28	16	13	49
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	11	8	32	43	56	76	66	7	6	23	15	12	54
Stedelijke achtergrondstations:													
137 Heerlen-Deken Nicolayestraat	23	19	52	63	77	106	84	19	16	54	26	23	65
241 Breda-Bastenakenstraat	30	26	63	73	91	131	102	24	21	63	35	32	75
404 Den Haag-Rebecquestraat	28	22	68	82	112	176	122	21	16	66	36	32	88
418 Rotterdam-Schiedamsevest	41	37	80	96	112	138	121	34	29	86	43	42	80
441 Dordrecht-Frisostraat	30	26	64	76	93	137	102	24	20	63	34	33	73
520 Amsterdam-Florapark	31	27	65	76	93	122	100	25	21	69	37	36	80
742 Nijmegen-Ruyterstraat	26	21	58	69	88	126	98	19	16	51	30	29	63
938 Groningen-Nijensteinheerd	13	10	38	48	64	78	69	8	6	26	18	15	53

	Kalenderjaar 2009							Zomer (apr.09-sept.10)			Winter (okt.09-mrt.10)		
middelingsstijd in uren	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
kental	gem	P50	P95	P98	P99,5	max	C18 ¹	gem	P50	P98	gem	P50	P98
EU-grenswaarde	40					400 ²	200 ³						
Verkeersbelaste stations:													
136 Heerlen-Looierstraat	40	38	78	91	109	149	121	40	37	91	39	38	87
236 Eindhoven-Genovevalaan	35	33	70	83	100	149	107	32	29	71	36	35	76
237 Eindhoven-Noordbrabantlaan	37	34	74	87	103	156	109	33	29	76	44	42	94
433 Vlaardingen-Floreslaan	40	39	75	89	107	203	120	37	34	85	42	41	81
445 Den Haag-Veerkaade *	46	45	82	91	107	182	110	45	44	91	49	48	97
447 Leiden-Willem de Zwijgerlaan *	48	46	92	104	122	135	113						
448 Rotterdam-Bentinkplein	51	48	96	111	132	192	147	46	43	105	54	52	106
537 Haarlem-Amsterdamsevaart	40	37	82	95	113	178	121	33	30	80	43	42	90
544 Amsterdam-Prins Bernhardplein	47	44	91	106	126	173	134	42	39	102	51	49	109
636 Utrecht-de Jongweg	36	33	73	84	98	161	107	32	28	78	40	38	85
639 Utrecht-Erzejstraat	41	38	80	92	109	160	115	34	31	81	45	44	88
641 Breukelen-Snelweg	32	30	66	74	86	120	93	27	25	65	34	32	77
741 Nijmegen-Graafseweg	43	40	82	93	112	169	122	43	39	96	42	41	89
937 Groningen-Europaweg	36	34	69	78	95	132	108	32	30	69	42	40	91
Overige meetpunten RIVM													
245 Moerdijk-Julianastraat *	26	23	54	62	71	92	75	20	17	54	32	31	68
246 Fijnaart-Zwingelspaansedijk	23	19	54	63	79	115	93	18	14	50	28	24	68
543 Amsterdam-Overtoom	30	25	63	73	88	122	93	23	19	58	36	35	76
546 Zaanstad-Hemkade *	37	36	71	79	88	120	87	37	32	81	39	37	86
547 Hilversum-Johannes Geradtsweg *	27	23	58	67	81	119	84	23	20	62	36	34	76
548 Bussum-Ceintuurbaan *	27	23	59	67	77	140	78	23	20	64	33	30	73
549 Laren-Jagerspad *	23	20	50	56	64	76	64	19	17	48	28	26	65
Stations overige meetnetten:													
DCMR - Schiedam (1119)	40	37	79	92			129						
DCMR - Hoogvliet (1191)	35	31	71	83			147						
DCMR - Maassluis (1145)	35	32	71	88			187						
DCMR - Overschie (2043)	52	50	95	111			173						
DCMR - Ridderkerk (2978)	46	44	92	107			177						
DCMR - Rotterdam Noord (3069)	51	47	97	114			204						
DCMR - H.v. Holland-Berghaven (1152)	31	27	73	93			176						
DCMR - Pernis (1195)	38	36	73	86			130						
DCMR - Botlek-A15 (3197)	57	53	109	125			194						
A'dam - Haarlemmerweg (002)	60	58	112	125			223						
A'dam - Nieuwendammerdijk (003)	29	25	63	75			149						
A'dam - Einsteinweg (007)	58	54	108	120			173						

	Kalenderjaar 2009							Zomer (apr.09-sept.10)			Winter (okt.09-mrt.10)		
middelingsstijd in uren	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
kental	gem	P50	P95	P98	P99,5	max	C18 ¹	gem	P50	P98	gem	P50	P98
EU-grenswaarde	40					400 ²	200 ³						
Stations overige meetnetten (vervolg):													
A'dam - Van Diemenstraat (012)	48	43	97	110			194						
A'dam - Overtoom (014)	31	26	67	79			129						
A'dam - Stadhouderskade (017)	43	40	80	92			143						
A'dam - Oude Schans (019)	34	30	71	81			117						
A'dam - Jan van Galenstraat (020)	52	49	99	114			190						
A'dam - Kantershof Zuid Oost (021)	26	22	60	71			108						
A'dam - Sportpark Ookmeer Osdorp (022)	25	19	58	68			106						
A'dam - Zaandam (701)	27	21	65	76			152						
A'dam - Spaarnwoude(703)	24	19	59	71			277						
A'dam - Hoogtij (704)	27	21	65	75			145						
NH - IJmuiden, Kanaaldijk (551)	30	26	62	74			120						
NH - Wijk aan Zee, Banjaert (553)	24	17	61	68			100						
NH - Badhoevedorp (561)	34	29	72	83			131						
NH - Oude Meer (562)	34	29	72	85			131						
NH - Hoofddorp (564)	26	21	63	73			126						
LIM - A2 Maastricht	36	34	69	79			150						
LIM - Buggenum	20	17	44	53			82						
LIM - Geleen Asterstraat	23	20	50	59			94						
LIM - Geleen Vouershof	26	22	57	71			133						
LIM - Roermond Koninginnelaan	32	28	67	79			132						

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata.

¹ Concentratie die in 2009 op 18 dagen is overschreden, zie ook hoofdstuk 3.

² Overschrijding indien concentratie optreedt in drie opeenvolgende uren in een gebied groter dan 100 km².

³ Overschrijding is op 18 dagen per kalenderjaar toegestaan.

Tabel 13 Kentallen van de concentratieverdeling van stikstofoxiden¹ in 2009 (in µg/m³)

	Kalenderjaar 2009					Zomer (apr.09-sept.10)				Winter (okt.09-mrt.10)				
middelings- tijd in uren	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
kental	gem	P50	P95	P98	max	gem	P50	P95	P98	gem	P50	P95	P98	
EU-grenswaarde	30 ²													
Regionale achtergrondstations:														
107 Posterholt-Vlodroppeperweg	34	25	90	133	338	25	21	54	70	35	27	92	117	
131 Vredepeel-Vredeweg	32	22	88	139	424	23	19	50	63	29	21	81	100	
133 Wijnandsrade-Opfergeltstraat	23	15	72	116	406	16	13	37	49	27	18	83	115	
227 Budel-Toom	30	20	83	134	407	23	18	56	77	31	23	81	108	
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	29	19	90	136	425	19	15	49	68	32	23	95	123	
235 Huijbergen-Vennekenstraat	30	22	75	104	433	20	17	43	55	34	27	84	113	
301 Zierikzee-Lange Slikweg *	30	18	102	139	439	20	15	53	76	31	21	86	110	
318 Philippine-Stelleweg	23	14	76	115	418	14	10	44	58	26	18	84	109	
411 Schipluiden-Groeneveld	47	32	139	186	507	32	22	94	125	65	53	167	199	
437 Westmaas-Groeneweg *	33	21	101	159	385	25	17	74	105	36	26	108	148	
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	25	14	84	126	353	14	10	42	57	31	19	102	131	
538 Wieringerwerf-Medemblikkerweg	20	11	68	103	298	11	8	33	46	27	16	87	119	
620 Cabauw-Zijdeweg	32	20	101	150	340	20	15	54	74	45	30	131	176	
631 Biddinghuizen-Hoekwantweg	21	13	63	96	296	13	10	34	49	24	16	69	97	
633 Zegveld-Oude Meije	27	16	90	133	337	16	12	40	55	31	22	95	120	
722 Eibergen-Lintveldseweg	24	17	66	99	289	16	13	35	46	26	20	64	79	
738 Wekerom-Riemterdijk	26	17	75	107	279	18	14	44	62	32	24	88	114	
807 Hellendoorn-Luttenbergerweg	18	11	54	81	339	11	9	25	33	22	17	61	74	
818 Barsbeek-De Veenen	19	11	59	92	345	11	9	26	34	24	15	80	108	
918 Balk-Trophornsterweg	16	9	53	80	197	9	7	22	29	24	15	79	118	
929 Valthermond-Noorderdiep	15	10	43	60	164	11	9	28	38	19	14	50	65	
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	13	8	43	63	185	8	7	23	27	18	12	57	82	
Stedelijke achtergrondstations:														
137 Heerlen-Deken Nicolayestraat	33	22	97	149	453	24	18	58	78	39	28	112	148	
241 Breda-Bastenakenstraat	43	29	126	191	552	29	23	71	108	51	38	137	183	
404 Den Haag-Rebecquestraat	42	26	133	201	598	26	18	75	111	54	38	157	198	
418 Rotterdam-Schiedamsevest	63	44	172	244	757	44	35	105	146	67	54	159	194	
441 Dordrecht-Frisostraat	45	31	132	200	579	30	23	76	111	53	41	142	190	
520 Amsterdam-Florapark	45	30	131	189	455	31	22	87	121	56	43	158	206	
742 Nijmegen-Ruyterstraat	37	25	103	157	486	23	18	54	76	44	35	108	141	
938 Groningen-Nijensteinheerd	16	10	51	76	422	9	7	23	31	23	16	66	91	
Verkeersbelaste stations:														
136 Heerlen-Looierstraat *	97	73	244	359	851	81	64	197	292	88	70	211	304	
236 Eindhoven-Genovevalaan	68	51	189	259	742	54	47	118	155	69	54	184	231	

	Kalenderjaar 2009					Zomer (apr.09-sept.10)				Winter (okt.09-mrt.10)			
middelingstijd in uren	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
kental	gem	P50	P95	P98	max	gem	P50	P95	P98	gem	P50	P95	P98
EU-grenswaarde	30 ²												
Verkeersbelaste stations (vervolg):													
237 Eindhoven-Noordbrabantlaan *	71	53	195	279	676	53	43	128	171	81	66	191	267
433 Vlaardingen-Floreslaan	78	56	209	301	1247	64	47	159	207	84	63	214	289
445 Den Haag-Veerkaade *	94	85	200	248	530	90	85	176	227	98	87	217	260
447 Leiden-Willem de Zwijgerlaan *	98	73	271	360	724								
448 Rotterdam-Bentienckplein *	109	79	285	411	882	87	68	207	287	115	91	278	341
537 Haarlem-Amsterdamsevaart	75	57	198	268	820	54	45	130	171	86	71	211	265
544 Amsterdam-Prins Bernhardplein *	82	63	207	297	816	68	54	161	217	91	70	230	298
636 Utrecht-de Jongweg	64	47	181	244	604	49	40	124	165	73	57	195	238
639 Utrecht-Erzejstraat	75	57	199	272	720	58	47	140	190	87	72	211	277
641 Breukelen-Snelweg	62	48	170	225	566	48	39	120	158	64	47	172	223
741 Nijmegen-Graafseweg *	91	70	239	308	850	85	69	210	273	92	71	240	310
937 Groningen-Europaweg *	80	65	198	252	753	61	53	138	174	103	83	256	317

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata.

¹ Stikstofoxiden: het totale aantal deeltjes stikstofmonoxide en stikstofdioxide per miljard, uitgedrukt in microgrammen stikstofdioxide per kubieke meter.

² Voor de toepassing van deze norm gelden de volgende criteria:

- gebieden moeten minimaal 20 km verwijderd zijn van agglomeraties.
- ze moeten minimaal 5 km verwijderd zijn van andere gebieden met bebouwing, industriële situaties of snelwegen.
- ze moeten representatief zijn voor een gebied van minimaal 1000 km².

Op grond van deze criteria is de bovenstaande toets alleen toegepast op station 934 in de zone Noord.

Tabel 14 Kentallen van de concentratieverdeling van fijn stof (PM₁₀) in 2009 (in µg/m³)

middelingstijd in uren		24	24	24	24	24	24
kental		gem	P50	P90	P95	P98	max
EU-grenswaarde		40					35 ²
Regionale achtergrondstations:							
131	Vredepeel-Vredeweg	24	19	41	49	77	121
133	Wijnandsrade-Opfergeltstraat	22	18	37	45	64	110
230	Biest Houtakker-Biestestraat	31	26	49	63	91	126
235	Huijbergen-Vennekenstraat	22	18	37	48	60	125
318	Philippine-Stelleweg	23	19	38	51	67	109
437	Westmaas-Groeneweg	24	21	37	49	65	111
444	De Zilk-Vogelaarsdreef	24	20	36	45	60	230
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg	22	18	37	47	58	84
631	Biddinghuizen-Hoekwantweg	24	21	38	50	63	160
633	Zegveld-Oude Meije	25	21	39	50	63	214
722	Eibergen-Lintveldseweg	25	21	39	55	72	159
738	Wekerom-Riemterdijk	25	21	40	50	67	143
807	Hellendoorn-Luttenbergerweg	23	19	37	44	58	128
818	Barsbeek-De Veenen	20	16	35	45	54	131
918	Balk-Trophornsterweg	23	20	37	46	53	68
929	Valthermond-Noorderdiep	19	15	35	41	57	130
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	21	18	37	42	54	81
Stedelijke achtergrondstations:							
137	Heerlen-Deken Nicolayestraat	26	21	42	56	73	109
241	Breda-Bastenakenstraat	25	20	41	51	71	167
247	Veldhoven-Europalaan *	21	18	36	40	44	47
404	Den Haag-Rebecquestraat	28	25	41	53	67	302
418	Rotterdam-Schiedamsevest	27	23	41	51	68	187
441	Dordrecht-Frisostraat	26	22	40	49	69	155
446	Den Haag-Bleriotlaan	25	21	38	49	57	223
Verkeersbelaste stations:							
136	Heerlen-Looierstraat	27	23	43	51	70	113
236	Eindhoven-Genovevalaan	27	22	46	60	79	143
237	Eindhoven-Noordbrabantlaan	29	24	47	57	77	173
240	Breda-Tilburgseweg	29	25	45	52	73	159
433	Vlaardingen-Floreslaan	26	22	39	44	65	153
445	Den Haag-Veerkade *	27	26	39	42	48	57
447	Leiden-Willem de Zwijgerlaan	30	26	43	53	70	367
448	Rotterdam-Bentinckplein	29	24	46	57	75	207
537	Haarlem-Amsterdamsevaart	29	26	43	50	64	190
544	Amsterdam-Prins Bernhardplein	26	23	40	47	62	205
545	Amsterdam-A10 west	30	25	47	58	71	208
636	Utrecht-de Jongweg	26	22	41	47	64	256

middelingstijd in uren		24	24	24	24	24	24	
kental		gem	P50	P90	P95	P98	max	D50
EU-grenswaarde		40						35 ²
Verkeersbelaste stations (vervolg):								
639	Utrecht-Erzejstraat	25	22	41	50	66	95	14
641	Breukelen-Snelweg	31	28	48	60	72	169	34
728	Apeldoorn-Stationsstraat	27	23	44	52	63	237	22
741	Nijmegen-Graafseweg	28	22	45	53	64	242	25
937	Groningen-Europaweg	30	26	46	53	66	90	24
Overige meetpunten RIVM								
243	De Rips-Blaarpeelweg	24	20	40	53	79	121	19
244	De Rips-Klotterpeellaan	24	20	41	51	77	124	20
245	Moerdijk-Julianastraat	23	20	38	49	67	127	17
246	Fijnaart-Zwingelspaansedijk	24	20	39	50	68	112	18
312	Axel	27	21	45	61	73	129	27
319	Nieuwdorp-Coudorp *	24	22	36	42	47	68	1
432	Hoek van Holland-Berghaven	25	21	38	50	62	108	18
543	Amsterdam-Overtoom	23	20	35	42	57	203	14
546	Zaanstad-Hemkade	25	21	42	53	65	191	20
547	Hilversum-Johannes Geradtsweg	26	21	42	48	65	349	16
548	Bussum-Ceintuurbaan	24	20	38	45	61	281	16
549	Laren-Jagerspad	25	21	39	46	62	353	17
728	Apeldoorn-Stationsstraat	27	23	44	52	63	237	22
742	Nijmegen-Ruyterstraat *	24	19	42	48	62	281	14
743	Kootwijkerbroek-Drienuizerweg	25	22	40	50	58	171	18
744	Barneveld-Scherpenzeelseweg	25	22	38	49	59	160	14
Stations overige meetnetten:								
DCMR - Schiedam (1119)		24	22	35	42	58	190	12
DCMR - Hoogvliet (1191)		23	21	34	42	57	176	12
DCMR - Maassluis (1145)		24	22	35	40	52	95	11
DCMR - Overschie (2043)		27	24	38	49	58	216	16
DCMR - Ridderkerk (2978)		24	21	34	40	55	137	10
DCMR - H.v. Holland-Berghaven (1152)		24	22	37	41	53	99	10
A'dam - Einsteinweg (007) ¹		29	25		59	69	140	31
A'dam - Van Diemenstraat (012) ⁴		29	25		56	68	93	25
A'dam - Overtoom (014) ⁴		25	21		48	64	164	16
A'dam - Westerpark (016) ¹		22	19		41	49	113	6
A'dam - Stadhouderskade (017) ¹		27	26		43	51	68	8
A'dam - Spaarnwoude (703) ¹		20	17		39	52	87	8
A'dam - Hoogtij (704) ¹		21	18		41	47	61	5
A'dam - Zaandam (701) ⁴		22	19		45	56	175	12
NH - IJmuiden, Kanaaldijk (551) ^{1,3}		26	25		43	48	101	6

	middelingstijd in uren	24 24 24 24 24 24					
		kental	gem	P50	P90	P95	P98 max D50
	EU-grenswaarde		40				35 ²
Stations overige meetnetten (vervolg):							
NH - Wijk aan Zee, Banjaert (553) ¹		30	28		52	67	122 23
NH - Wijk aan Zee, Banjaert (553) ⁴		29	26		55	67	116 28
NH - De Rijp (556) ¹		21	19		37	44	95 4
NH - Badhoevedorp (561) ¹		24	21		43	46	248 4
NH - Oude Meer (562) ¹		24	23		40	48	200 7
NH - Hoofddorp (564) ^{1,3}		23	20		39	44	179 6
NH - Beverwijk-West (570) ¹		25	23		42	48	176 6
LIM - A2 Maastricht ⁵		29	25		64	84	294
LIM - Geleen Asterstraat ⁵		26	23		53	69	321

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata.

¹ De gegevens van het LML zijn gebaseerd op gekalibreerde data en equivalent met de EU-referentiemethode. Voor de gegevens van de overige meetnetten, met uitzondering van diverse stations van de GGD Amsterdam, is equivalentie met de EU-referentiemethode nog niet vastgesteld. Daarom is de aanbevolen EU-omrekeningsfactor van 1,3 gebruikt. Deze gegevens zijn niet getoetst op de beschikbaarheidscriteria en zijn ook nog niet beoordeeld op geschiktheid voor toetsing aan de EU-criteria.

² Overschrijding is op 35 dagen per jaar toegestaan.

³ Metingen op dit station zijn uitgevoerd op basis van een combinatie van TEOM 50 (omrekeningsfactor van 1,3) en BAM 1020 (zonder omrekeningsfactor)

⁴ Metingen op dit station zijn uitgevoerd volgens de referentiemethode

⁵ Het jaargemiddelde en de maximale dagwaarde voor deze stations zijn berekend op uurwaarden. De percentielen zijn wel berekend op dagwaarden.

Tabel 15 Kentallen van de concentratieverdeling van fijn stof (PM_{2,5}) in 2009 (in µg/m³)

middelingstijd in uren		24	24	
		kental	gem	n gem ³
EU-grenswaarde				25
Regionale achtergrondstations:				
131	Vredepeel-Vredeweg *	20	306	19
246	Fijnaart-Zwingelspaansedijk *	16	283	16
444	De Zilk-Vogelaarsdreef	14	346	14
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg *	15	320	15
620	Cabauw-Zijdeweg	16	365	16
627	Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan *	13	89	16
738	Wekerom-Riemterdijk *	17	306	18
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal *	11	252	13
Stedelijke achtergrondstations:				
137	Heerlen-Deken Nicolayestraat *	17	308	17
241	Breda-Bastenakenstraat	17	337	17
242	Veldhoven-Rapportlaan *, ¹	26	165	20
247	Veldhoven-Europalaan *	14	191	18
404	Den Haag-Rebecquestraat	17	348	17
418	Rotterdam-Schiedamsevest *	17	288	17
643	Utrecht-Griftpark*	19	259	19
742	Nijmegen-Ruyterstraat	19	345	19
820	Enschede-Espoortstraat	19	330	19
938	Groningen-Nijensteinheerd *	13	306	14
Verkeersbelaste stations:				
136	Heerlen-Looierstraat	19	339	19
240	Breda-Tilburgseweg *	18	317	19
433	Vlaardingen-Floreslaan	18	336	18
448	Rotterdam-Bentinckplein *	15	243	17
636	Utrecht-Kardinaal De Jongweg *	15	126	18
641	Breukelen-Snelweg *	17	241	19
741	Nijmegen-Graafseweg *	17	129	21
937	Groningen-Europaweg *	16	146	20

	middelingstijd in uren	24 24	
		kental	gem n gem ³
	EU-grenswaarde		25
Stations overige meetnetten:			
DCMR - Schiedam (1119) ⁴		17	357
A'dam - Einsteinweg (007) ²		16	362
A'dam - Overtoom (014) ⁴		17	340 17
A'dam - Westerpark (016) ²		12	363
A'dam - Stadhouderskade (017) ²		14	363
A'dam - Ringweg A10 Zuid (018) ⁴		18	330 18
A'dam - Zaandam (701) ⁴		15	352 15
A'dam - Spaarnwoude (703)		15	325
A'dam - Hoogtij (704)		15	340
NH - Beverwijk-West (570) *, ⁴		15	114

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata.

¹ Station 242 is medio 2009 verplaatst naar station 247 (enkele honderden meters verder op)

² Metingen op dit station zijn uitgevoerd op basis van een combinatie van TEOM 50°C en BAM 1020 (zonder omrekeningsfactor)

³ Op basis van aangevulde data, zie bijlage A.2.4.

⁴ Referentiemethode

Tabel 16 Kentallen van de concentratieverdeling van ammoniumaerosol in 2009 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		middelingstijd in uren				
		24	24	24	24	24
		kental	gem	P50	P95	P98 max aantal
Station:						
131	Vredepeel-Vredeweg	2	2	6	9	23 364
235	Huijbergen-Vennekenstraat	2	1	6	8	19 365
444	De Zilk-Vogelaarsdreef	1	1	6	8	13 362
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg	2	1	5	6	8 353
627	Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan	2	1	6	7	14 350
929	Valthermond-Noorderdiep	2	1	5	6	10 359
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	2	1	5	6	9 359

Tabel 17 Kentallen van de concentratieverdeling van nitraataerosol in 2009 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		middelingstijd in uren				
		24	24	24	24	24
		kental	gem	P50	P95	P98 max aantal
Station:						
131	Vredepeel-Vredeweg	6	5	15	20	42 364
235	Huijbergen-Vennekenstraat	5	3	15	18	40 365
444	De Zilk-Vogelaarsdreef	5	3	13	19	29 362
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg	5	4	12	16	26 353
627	Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan	5	3	14	18	31 350
929	Valthermond-Noorderdiep	5	3	12	16	26 359
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	5	3	12	18	26 359

Tabel 18 Kentallen van de concentratieverdeling van sulfaataerosol in 2009 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		middelingstijd in uren				
		24	24	24	24	24
		kental	gem	P50	P95	P98 max aantal
Station:						
131	Vredepeel-Vredeweg	3	2	6	9	23 364
235	Huijbergen-Vennekenstraat	3	2	7	9	36 365
444	De Zilk-Vogelaarsdreef	3	2	6	8	33 362
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg	2	2	5	6	9 353
627	Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan	3	2	6	7	25 350
929	Valthermond-Noorderdiep	2	2	6	7	11 359
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	2	2	5	7	10 359

Tabel 19 Kentallen van de concentratieverdeling van zwarte rook in 2009 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	kalenderjaar 2009					Meteorologisch jaar (apr.09-mrt.10)					Winter (okt.09-mrt.10)			
middelingsstijd in uren	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
kental	gem	P50	P95	P98	max	gem	P50	P95	P98	max	gem	P50	P95	P98
Regionale achtergrondstations:														
131 Vredepeel-Vredeweg	7	5	20	28	57	7	5	18	21	60	8	6	19	44
133 Wijnandsrade-Opfergeltstraat *	10	8	29	34	44	8	8	20	27	27				
230 Biest Houtakker-Biestsestraat *	11	8	29	33	64	11	9	21	21	21				
318 Philippine-Stelleweg *	11	7	32	36	61	10	7	17	18	18				
437 Westmaas-Groeneweg *	11	8	29	39	66	11	10	19	21	21				
444 De Zilk-Vogelaarsdreef *	4	3	14	18	65	5	3	14	19	48	6	4	19	23
538 Wieringerwerf-Medemblikkerweg	4	2	12	17	35	4	2	14	19	60	6	3	18	21
722 Eibergen-Lintveldseweg *	7	5	22	36	49	9	6	17	41	41				
738 Wekerom-Riemterdijk *	7	5	17	23	61	7	5	19	23	64	9	6	22	32
929 Valthermond-Noorderdiep	5	3	13	22	60	5	3	17	27	64	7	4	24	33
Stedelijke achtergrondstations:														
241 Breda-Bastenakenstraat *	5	4	13	17	26	7	4	18	23	51	9	7	21	26
Verkeersbelaste stations:														
240 Breda-Tilburgseweg *	15	13	35	42	49	17	14	40	43	62	19	18	42	47
433 Vlaardingen-Floreslaan	15	13	38	45	78	15	13	32	44	62	16	15	40	46
448 Rotterdam-Bentinckplein	19	16	42	50	81	18	16	38	42	54	20	18	41	45
638 Utrecht-Vleutenseweg	17	14	36	47	101	16	14	33	40	77	19	17	38	44
641 Breukelen-Snelweg *	10	9	19	21	24	10	9	21	25	49	10	8	23	30
Stations overige meetnetten:														
DCMR - Schiedam (1119)	14	12	27	34	45									
DCMR - H.v. Holland-Berghaven (1152)	10	9	20	22	34									
DCMR - Rotterdam Centrum (3011)	15	14	28	35	45									
DCMR - Botlek-A15 (3197)	19	18	32	36	43									
A'dam - Nieuwendammerdijk (003)	5	4	13	19	36									
A'dam - Einsteinweg (007)	18	16	39	46	86									
A'dam - Overtoom (014)	4	3	10	15	49									
A'dam - Stadhouderskade (017)	11	10	20	24	67									

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata.

Tabel 20 Kentallen van de concentratieverdeling van ozon in 2009 (in µg/m³)

middelingstijd in uren kental	Kalenderjaar 2009					Zomer		
	1 gem	1 max	24 max	8 max	8 D120 ¹	1 gem ²	1 AOT40 ³	1 AOT40 ⁴
EU-streefwaarde				120	25		18000 ⁵	
EU-langetermijndoelstelling							6000	
EU-informatiedrempel		180						
EU-alarmdrempel		240						
Regionale achtergrondstations:								
107 Posterholt-Vlodropweg	40	186	96	161	12	72	8135	15156
131 Vredepeel-Vredeweg	37	136	77	120	0 *	66	3767	8778 *
133 Wijnandsrade-Opfergeltstraat ⁶	40	193	92	153	11	72	6873	12941
227 Budel-Toom	38	180	89	151	11	71	6909	13929
230 Biest Houtakker-Biestestraat	37	169	92	139	3 *	66	3900 *	8505 *
235 Huijbergen-Vennekenstraat	36	158	96	150	2 *	64	1846 *	5534 *
301 Zierikzee-Lange Slikweg	42	136	86	113	0	61	3017	4488
318 Philippine-Stelleweg	38	174	85	155	3	65	2839	6133
411 Schipluiden-Groeneveld ⁶	32	147	81	138	2 *	61	1873 *	4807 *
437 Westmaas-Groeneweg	44	186	102	173	9	78	7994	16280
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	45	153	88	142	2	67	3629	7570
538 Wieringerwerf-Medemblikkerweg	48	148	97	131	2	72	4636	8544
620 Cabauw-Zijdeweg	37	168	106	150	4	67	1410	6113
631 Biddinghuizen-Hoekwantweg	41	168	95	131	5	68	3112	8192
633 Zegveld-Oude Meije	37	166	89	133	4 *	67	2948	6212
722 Eibergen-Lintveldseweg	39	174	92	139	6	68	3882	11225
738 Wekerom-Riemterdijk	38	167	88	135	2	68	4347	9746
807 Hellendoorn-Luttenbergerweg	37	137	85	117	0	62	3085	6769
818 Barsbeek-De Veenen	43	142	91	116	0	64	1083	4218 *
918 Balk-Trophornsterweg	46	153	82	112	0 *	68	1950	5118
929 Valthermond-Noorderdiep	41	169	83	137	4	71	3914	9063
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	47	166	109	130	5 *	72	3140	8156
Stedelijke achtergrondstations:								
137 Heerlen-Deken Nicolayestraat	39	180	92	138	9 *	66	6053 *	11552
241 Breda-Bastenakenstraat	48	180	111	166	9 *	79	8167 *	18409
404 Den Haag-Rebecquestraat	37	143	88	132	1	61	1041	2866
418 Rotterdam-Schiedamsevest	37	153	96	144	4	62	3451	6902
441 Dordrecht-Frisostraat ⁶	35	166	96	143	4	64	3271	7342
520 Amsterdam-Florapark ⁶	33	144	88	130	2 *	59	2338 *	4723
742 Nijmegen-Ruyterstraat	35	145	83	122	1	58	2460	4868
938 Groningen-Nijensteinheerd ⁶	41	169	96	133	3 *	67	1543 *	5580
Verkeersbelaste stations:								
236 Eindhoven-Genovevalaan	33	144	86	124	1 *	56	2193	4857
433 Vlaardingen-Floreslaan	28	167	84	159	1 *	52	1362 *	3674
447 Leiden-Willem de Zwijgerlaan	23 *	86	69	80	0 *		*	

middelingstijd in uren kental	Kalenderjaar 2009					Zomer		
	1 gem	1 max	24 max	8 max	8 D120 ¹	1 gem ²	1 AOT40 ³	1 AOT40 ⁴
EU-streefwaarde				120	25		18000 ⁵	
EU-langetermijndoelstelling							6000	
EU-informatiedrempel		180						
EU-alarmdrempel		240						
Verkeersbelaste stations (vervolg):								
537 Haarlem-Amsterdamsevaart	29	112	66	100	0	45	78	417
544 Amsterdam-Prins Bernhardplein	35	164	101	147	3	56	1537	4823
639 Utrecht-Erzejstraat	35	165	100	147	5	63	3486 *	9241
641 Breukelen-Snelweg	29	126	74	118	0	51	664	1768
Stations overige meetnetten:								
DCMR - Schiedam (1119)	36	158						
DCMR - Hoogvliet (1191)	39	162						
DCMR - Maassluis (1145)	40	168						
DCMR - Ridderkerk (2978)	31	162						
DCMR - Rotterdam Noord (3069)	33	141						
DCMR – H.v. Holland-Berghaven (1152)	44	190						
A'dam - Nieuwendammerdijk (003)	36	164	87					
A'dam - Overtoom (014)	41	165	108					
A'dam - Zaandam (701)	41	162	102					
NH - Badhoevedorp (561)	40	162	100					
NH - Oude Meer (562)	42	169	107					
NH - Hoofddorp (564)	42	159	87					
LIM - A2 Maastricht	39	212						

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata voor berekening van het betreffende kental.

¹ Aantal dagen concentratie groter dan 120 µg/m³ (grenswaarde geldt voor een gemiddelde van 3 jaar).

² Gemiddelde over het groeiseizoen (mei - september; 9-16 uur).

³ AOT40 vegetatiebescherming (mei - juli).

⁴ AOT40 bosbescherming (april - september).

⁵ Streefwaarde voor de protectie van vegetatie (gemiddelde over 5 jaar).

⁶ Deze stations worden in het kader van de ozonrichtlijn beschouwd als voorstedelijke stations

Tabel 21 Jaargemiddelde en maximum concentratie van vluchtige organische stoffen (VOS) in 2009 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

groep		Totaal VOS		alkanen		aromaten		gechlor. alkanen		Gechlor. aromaten	
kental		gem	max	gem	max	gem	max	gem	max	gem	max
middelingstijd											
Regionale achtergrondstations:											
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	week	3,6	9,5	0,4	1,2	2,6	6,6	0,6	1,4	0,0	0,0
415 Maassluis-Vlaardingsedijk	dag	10,4	60,0	2,9	19,4	6,7	45,6	0,7	4,5	0,1	3,3
633 Zegveld-Oude Meije	dag	3,7	27,0	0,5	4,8	2,7	20,3	0,5	1,5	0,0	0,1
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	week	2,0	5,8	0,2	0,9	1,3	4,3	0,5	1,0	0,0	0,0
Verkeersbelaste stations:											
636 Utrecht-de Jongweg	week	9,8	18,1	1,3	2,6	7,9	14,3	0,5	1,0	0,0	0,1
638 Utrecht-Vleutenseweg	dag	12,6	53,1	1,6	10,3	10,3	43,0	0,6	2,4	0,0	0,2
639 Utrecht-Erzejstraat	week	10,7	23,0	1,5	3,2	8,8	18,6	0,5	1,0	0,0	0,0
728 Apeldoorn-Stationstraat	week	11,8	25,3	1,5	4,0	9,7	19,8	0,5	1,1	0,0	0,1

Tabel 22 Kentallen van de concentratieverdeling van ammoniak in 2009 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	middelings- tijd in uren	1	1	1	1	1
	kental	gem	P50	P95	P98	max
Station:						
131 Vredepeel-Vredeweg	18	14	42	55	134	
235 Huijbergen-Vennekenstraat	3	2	7	10	32	
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	2	1	8	11	45	
538 Wieringerwerf-Medemblikkerweg	5	4	13	17	96	
633 Zegveld-Oude Meije	10	8	23	31	114	
722 Eibergen-Lintveldseweg	10	8	21	27	113	
738 Wekerom-Riemterdijk	16	12	42	56	489	
929 Valthermond-Noorderdiep	5	4	12	17	33	

Tabel 23 Kentallen van de natte depositie verdeling van ammonium, nitraat en sulfaat in 2009 (in mol/ha)

		Natte depositie		
		NH ₄	NO ₃	SO ₄
Station:				
131	Vredepeel-Vredeweg *	439	159	64
134	Beek-Vliegvelddweg	359	202	77
231	Gilze-Rijen-Rijksweg	388	178	84
318	Philippine-Stelleweg	317	166	76
434	Rotterdam-Vliegvelddweg	293	177	105
444	De Zilk-Vogelaarsdreef	238	176	78
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg *	316	201	68
628	De Bilt-Wilhelminalaan	334	182	81
732	Speuld-Garderenseweg	440	226	89
929	Valthermond-Noorderdiep	441	198	69
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	333	186	62

* Er is minder dan 75% van de gevallen neerslag ingevangen. Hierdoor zijn de gegeven natte depositie waarden minder nauwkeurig

Tabel 24 Kentallen van de concentratieverdeling van zwaveldioxide in 2009 (in µg/m³)

	Kalenderjaar 2009								Meteorologisch jaar (apr.09-mrt.10)				Winter (okt.09-mrt.10)		
middelings- tijd in uren	1	1	1	1	24	24	1		1	1	1	1	1	1	1
kental	gem	P50	P95	P98	max	c3 ¹	max		gem	P50	P98	max	gem	P50	P98
EU-grenswaarde	20				125 ²		350 ³						20		
EU-grenswaarde							500 ⁴								
Regionale achtergrondstations:															
131 Vredepeel-Vredeweg *	1	1	4	7	8	6	18		1	1	7	22	1	1	8
133 Wijnandsrade-Opfergeltstraat *	1	1	4	6	12	5	28		1	1	6	21	1	1	7
235 Huijbergen-Vennekenstraat	4	2	13	20	28	18	138		3	2	17	138	3	2	18
318 Philippine-Stelleweg	3	1	9	14	17	12	51		2	1	11	42	2	1	7
411 Schipluiden-Groeneveld	6	3	19	26	30	23	91		5	3	21	65	5	3	19
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	3	2	8	11	14	9	26		3	2	11	28	3	2	12
620 Cabauw-Zijdeweg	1	1	3	5	7	4	15		1	1	4	13	1	1	4
627 Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan	1	1	5	7	9	5	19		1	1	6	17	1	1	6
722 Eibergen-Lintveldseweg	1	1	4	6	7	5	18		1	1	5	19	1	1	6
918 Balk-Trophornsterweg *	1	1	4	6	9	6	15		1	1	5	12	1	1	6
929 Valthermond-Noorderdiep *	1	1	3	5	5	4	10		1	1	6	17	1	1	8
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal *	1	1	3	4	5	4	9		1	1	4	17	1	0	6
Stedelijke achtergrondstations:															
404 Den Haag-Rebecquestraat	5	3	15	21	34	17	90		4	3	17	61	4	3	16
416 Vlaardingen-Lyceumlaan	9	5	28	39	43	30	150		8	5	35	150	9	6	38
Verkeersbelaste stations:															
136 Heerlen-Looierstraat	2	2	6	9	11	9	26		2	1	9	22	2	2	9
237 Eindhoven-Noordbrabantlaan *	2	1	6	8	12	7	34		2	1	7	34	2	1	6
448 Rotterdam-Bentinkplein	4	3	14	20	23	14	95		4	3	17	95	3	2	14
544 Amsterdam-Prins Bernhardplein *	2	2	7	9	11	8	35		2	2	8	33	2	2	8
638 Utrecht-Vleutenseweg *	2	1	5	7	12	6	50		2	1	6	29	2	1	6
641 Breukelen-Snelweg	1	1	4	5	6	4	14		1	1	5	14	2	1	5
Stations overige meetnetten:															
DCMR - Maassluis (1145)	11	8	33	44			146								
DCMR - Pernis (1195)	7	4	21	31			143								
DCMR - Hoogvliet (1191)	9	5	28	42			198								
DCMR - Botlek (1197)	13	10	36	48			140								
DCMR - Rozenburg (1181)	16	12	39	51			120								
DCMR - Schiedam (1119)	11	8	30	42			146								
DCMR - H. v. Holland-Berghaven (1152)	12	10	34	47			169								

	Kalenderjaar 2009							Meteorologisch jaar (apr.09-mrt.10)	Winter (okt.09-mrt.10)		
middelingsdij in uren	1	1	1	1	24	24	1	1	1	1	1
kental	gem	P50	P95	P98	max	c3 ¹	max	gem	P50	P98	max
EU-grenswaarde	20				125 ²		350 ³				20
EU-grenswaarde							500 ⁴				
Stations overige meetnetten (vervolg):											
A'dam - Westerpark (016)	3	2	8	12	13		40				
A'dam - Hoogtij (704)	6	3	23	33	36		89				
NH - IJmuiden,Kanaaldijk (551)	6	2	23	42	46		176				
NH - Wijk aan Zee, Banjaert (553)	5	1	25	44	77		124				
LIM - A2 Maastricht	4	4	10	12			26				
LIM - Buggenum	2	2	7	9			159				
LIM - Geleen Asterstraat	3	3	8	10			37				
LIM - Geleen Vouershof	3	3	8	11			88				

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata.

¹ Concentratie die in 2009 op 3 dagen is overschreden, zie ook hoofdstuk 5.

² Overschrijding is op 3 dagen per kalenderjaar toegestaan.

³ Overschrijding is 24 keer per kalenderjaar toegestaan.

⁴ Overschrijding indien concentratie optreedt in drie opeenvolgende uren in een gebied groter dan 100 km².

Tabel 25 Kentallen van de concentratieverdeling van benzoapyreen (B[a]P) in PM₁₀ in 2009 (in ng/m³)

middelingsstijd in uren		24	24
kental		gem	n
EU-grenswaarde		1	
Regionale achtergrondstations:			
235	Huijbergen -Vennekenstraat	0,2	181
444	De Zilk - Vogelaardreef	0,1	181
934	Kollumerwaard - Hoge Zuidwal	0,1	179
Stedelijke achtergrondstations:			
418	Rotterdam - Schiedamsevest	0,1	182
Verkeersbelaste stations:			
448	Rotterdam - Bentinckplein	0,2	178
Stations overige meetnetten:			
DCMR - Rotterdam Vasteland ¹		0,1	56
NH - Wijk aan Zee		0,6	158

¹ Metingen uitgevoerd in TSP.

Tabel 26 Kentallen van de concentratieverdeling van arseen in PM₁₀ in 2009 (in ng/m³)

middelingsstijd in uren		24	24	24	24	24	
kental		gem	P50	P95	P98	max	aantal
EU-grenswaarde		6					
LML station:							
131	Vredepeel-Vredeweg	0,6	0,5	1,5	2,3	3,1	181
433	Vlaardingen-Floreslaan	0,6	0,5	1,6	1,9	2,7	181
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg	0,5	0,4	1,3	1,5	2,6	180
627	Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan	0,6	0,5	1,4	1,8	2,3	179
807	Hellendoorn-Luttenbergerweg *	0,4	0,2	1,3	1,7	1,9	157
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	0,4	0,2	0,9	2,1	5,5	167
Stations overige meetnetten:							
PIMM - Bergambacht (9861) ¹		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	50
PIMM - Hoek van Holland (3151) ¹		1,7	1,6	1,6	2,5	4,0	56

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata.

¹ Metingen uitgevoerd in TSP.

Tabel 27 Kentallen van de concentratieverdeling van cadmium in PM₁₀ in 2009 (in ng/m³)

		middelings	tijd in uren	24	24	24	24	24	
		kental	gem	P50	P95	P98	max	aantal	
EU-grenswaarde		5							
LML station:									
131	Vredepeel-Vredeweg	0,2	0,1	0,6	0,8	1,1	181		
433	Vlaardingen-Floreslaan	0,3	0,2	0,7	1,1	2,5	181		
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg	0,1	0,1	0,3	0,5	0,9	180		
627	Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan	0,2	0,1	0,6	0,7	1,2	178		
807	Hellendoorn-Luttenbergerweg *	0,1	0,1	0,3	0,5	0,9	150		
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal *	0,1	0,1	0,3	0,3	0,6	144		
Stations overige meetnetten:									
DCMR - Vasteland (3011) ¹		0,7	0,1	0,5	1,1	41,6	87		
DCMR - Vlaardingen (2133) ¹		0,3	0,2	0,9	1,7	4,3	81		
PIMM - Bergambacht (9861) ¹		0,2	0,2	0,5	0,6	0,7	50		
PIMM - Hoek van Holland (3151) ¹		0,2	0,2	0,7	0,9	1,1	56		

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata.

¹ Metingen uitgevoerd in TSP.

Tabel 28 Kentallen van de concentratieverdeling van nikkel in PM₁₀ in 2009 (in ng/m³)

		middelings	tijd in uren	24	24	24	24	24	
		kental	gem	P50	P95	P98	max	aantal	
EU-grenswaarde		20							
LML station:									
131	Vredepeel-Vredeweg	1,6	1,4	4,1	5,0	8,3	180		
433	Vlaardingen-Floreslaan	7,0	5,6	18,7	22,0	29,3	181		
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg	1,9	1,5	5,1	5,7	15,4	180		
627	Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan	1,9	1,6	5,0	6,8	8,0	179		
807	Hellendoorn-Luttenbergerweg *	1,2	1,0	3,0	3,2	22,6	147		
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal *	1,7	1,6	3,6	4,9	7,8	153		
Stations overige meetnetten:									
PIMM - Bergambacht (9861) ¹		1,4	1,2	3,1	4,6	5,6	50		
PIMM - Hoek van Holland (3151) ¹		8,8	8,4	17,5	22,4	25,7	56		

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata.

¹ Metingen uitgevoerd in TSP.

Tabel 29 Kentallen van de concentratieverdeling van lood in PM₁₀ in 2009 (in ng/m³)

	middelings	tijd in uren	24	24	24	24	24	
	kental	gem	P50	P95	P98	max	aantal	
EU-grenswaarde	500							
LML station:								
131	Vredepeel-Vredeweg	9,2	7,1	21,6	33,4	47,3	181	
433	Vlaardingen-Floreslaan	9,5	6,8	24,5	29,9	40,2	181	
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg	5,6	4,2	13,8	18,3	42,1	180	
627	Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan	7,7	5,6	20,0	27,1	33,2	179	
807	Hellendoorn-Luttenbergerweg *	7,8	4,9	17,3	46,0	150,7	157	
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	5,5	3,8	15,5	22,6	27,7	167	
Stations overige meetnetten:								
	DCMR - Vasteland (3011) ¹	7,5	6,1	14,1	22,5	51,7	87	
	DCMR - Vlaardingen (2133) ¹	8,7	6,3	22,9	47,3	49,1	81	
	PIMM - Bergambacht (9861) ¹	6,3	4,7	14,3	16,6	16,9	50	
	PIMM - Hoek van Holland (3151) ¹	7,1	5,1	18,2	23,9	24,7	56	

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata.

¹ Metingen uitgevoerd in TSP.

Tabel 30 Kentallen van de concentratieverdeling van zink in PM₁₀ in 2009 (in ng/m³)

	middelings	tijd in uren	24	24	24	24	24	
	kental	gem	P50	P95	P98	max	aantal	
LML station:								
131	Vredepeel-Vredeweg	34,5	29,9	76,5	91,4	134,1	181	
433	Vlaardingen-Floreslaan	35,3	30,1	79,8	94,1	124,5	181	
538	Wieringerwerf-Medemblikkerweg	19,7	16,7	46,2	62,9	147,3	180	
627	Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan	28,1	24,5	62,4	81,4	112,5	179	
807	Hellendoorn- Luttenbergerweg *	22,8	18,8	50,0	66,9	141,9	156	
Stations overige meetnetten:								
	PIMM - Bergambacht (9861) ¹	27,5	18,5	58,5	93,7	116,5	50	
	PIMM - Hoek van Holland (3151) ¹	27,1	20,7	60,3	94,1	128,8	56	

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata.

¹ Metingen uitgevoerd in TSP.

Tabel 31 Kentallen van de concentratie van arseen, cadmium, lood en nikkel in regenwater in 2009 (in µg/l)

		Arseen gem	Cadmium gem	Lood gem	Nikkel gem
Station:					
131	Vredepeel-Vredeweg	0,07	0,02	0,57	0,18
434	Rotterdam-Vliegveldweg	0,11	0,04	0,95	0,40
444	De Zilk-Vogelaarsdreef	0,07	0,02	0,74	0,29
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	0,12	0,03	0,92	0,28

Tabel 32 Kentallen van de concentratieverdeling van koolstofmonoxide in 2009 (in mg/m³)

middelingstijd in uren		1	1	1	1	1	8	8	8
kentallen		P50	P98	P99,9	gem	max	P50	P98	max
EU-grenswaarde							3,6 ¹		10
Regionale achtergrondstations:									
230	Biest Houtakker-Biestsestraat	0,2	0,6	1,3	0,2	1,5	0,2	0,6	1,4
411	Schipluiden-Groeneveld	0,2	0,6	1,1	0,2	1,3	0,2	0,6	1,1
633	Zegveld-Oude Meije	0,2	0,6	1,1	0,2	1,3	0,2	0,5	1,2
738	Wekerom-Riemterdijk	0,2	0,6	1,0	0,3	1,3	0,2	0,6	1,1
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	0,2	0,4	0,7	0,2	0,9	0,2	0,4	0,8
Stedelijke achtergrondstations:									
418	Rotterdam-Schiedamsevest	0,3	0,7	1,2	0,3	1,4	0,3	0,6	1,2
441	Dordrecht-Frisostraat	0,3	0,8	1,8	0,3	2,9	0,3	0,8	1,9
520	Amsterdam-Florapark	0,3	0,8	1,3	0,3	1,7	0,3	0,7	1,3
742	Nijmegen-Ruyterstraat	0,3	0,8	1,7	0,3	2,4	0,3	0,8	1,4
938	Groningen-Nijensteinheerd	0,2	0,5	1,2	0,2	1,8	0,2	0,5	1,0
Verkeersbelaste stations:									
136	Heerlen-Looierstraat	0,4	1,3	2,8	0,5	3,7	0,4	1,1	2,7
236	Eindhoven-Genovevalaan	0,4	1,3	2,8	0,5	5,0	0,4	1,3	2,5
237	Eindhoven-Noordbrabantlaan	0,3	1,1	1,9	0,4	2,8	0,4	1,0	1,7
240	Breda-Tilburgseweg	0,3	1,0	1,9	0,3	3,2	0,3	0,9	1,7
448	Rotterdam-Bentinckplein	0,3	1,2	2,3	0,4	3,3	0,4	1,1	1,7
537	Haarlem-Amsterdamsevaart	0,4	1,2	2,3	0,4	3,1	0,4	1,1	2,1
544	Amsterdam-Prins Bernhardplein	0,3	1,0	2,0	0,4	2,5	0,3	0,9	1,6
636	Utrecht-de Jongweg	0,3	1,0	1,7	0,4	1,9	0,3	0,9	1,6
639	Utrecht-Erzejstraat	0,3	0,9	1,8	0,4	2,3	0,3	0,8	1,8
641	Breukelen-Snelweg *	0,2	0,6	1,1	0,2	1,3	0,2	0,5	1,1
741	Nijmegen-Graafseweg	0,4	1,3	2,8	0,5	4,4	0,4	1,1	2,4
Stations overige meetnetten:									
DCMR - Overschie (2043)		0,3	0,9		0,4	2,1			
DCMR - Rotterdam Noord (3069)		0,4	1,2		0,4	2,4			
A'dam – Einsteinweg (007)		0,5	1,2		0,5	5,2			
A'dam – Van Diemenstraat (012)		0,4	1,0		0,4	1,9			
A'dam – Overtoom (014)		0,3	0,8		0,3	3,3			
NH - IJmuiden, Kanaaldijk (551)		0,3	1,2		0,4	7,6			
NH - Wijk aan Zee, Banjaert (553)		0,3	1,8		0,4	5,3			
NH - Badhoevedorp (561)		0,3	0,9		0,4	2,3			
NH - Oude Meer (562)		0,3	0,8		0,3	1,8			
NH - Hoofddorp (564)		0,3	0,7		0,3	7,8			

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata - verschillend voor diverse kentallen.

¹ Deze waarde is een indicatieve toetswaarde voor de moeilijker te berekenen EU-norm die geldt voor de hoogste 8-uursgemiddelde concentratie. De toetswaarde kan worden berekend met behulp van het CARI-model, zie ook hoofdstuk 7.

Tabel 33 Jaargemiddelde en maximum concentratie van benzeen in 2009 (in µg/m³)

		kental	gem	max
EU-grenswaarde			5	
middelingstijd				
Regionale achtergrondstations:				
230	Biest Houtakker-Biestsestraat	week	0,6	1,2
415	Maassluis-Vlaardingsedijk	dag	0,9	4,5
633	Zegveld-Oude Meije *	dag	0,5	2,0
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	week	0,4	1,3
Verkeersbelaste stations:				
636	Utrecht-de Jongweg *	week	0,9	1,8
638	Utrecht-Vleutenseweg	dag	1,1	3,2
639	Utrecht-Erzejstraat	week	0,9	1,4
728	Apeldoorn-Stationsstraat	week	0,9	1,6
Stations overige meetnetten:				
	DCMR - Schiedam (1119)	uur	2,0	64,9
	DCMR - Hoogvliet (1191)	uur	0,8	34,8
	DCMR - Maassluis (1145)	uur	1,8	121,3
	DCMR - Overschie (2043)	uur	1,6	35,8
	DCMR - Ridderkerk (2987)	uur	1,1	19,8
	DCMR - Rotterdam-Noord (2069)	uur	1,5	23,6

* De meetreeks voldoet niet aan de criteria ten aanzien van aggregatie van meetdata - verschillend voor diverse kentallen.

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Laboratorium voor Milieumetingen

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl