

Jaaroverzicht luchtkwaliteit 2000

Jaaroverzicht luchtkwaliteit 2000

Laboratorium voor Luchtonderzoek

Dit rapport werd opgesteld in opdracht en ten laste van
het Directoraat-Generaal Milieubeheer in het kader van project 725301
'Rapportages Luchtkwaliteit'

Colofon:

Aan dit rapport werden
directe bijdragen geleverd door:

Pieter Hammingh (ed.)
Peter van Breugel
Hub Diederer
Benno Jimmink
Alex Kamst
Erik Noordijk
Paul Swaan
Guus Velders
Karel van Velze

Lay-out: Anne-Claire Alta, RIVM

Rapportnummer: 725 301 008

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Postbus 1
3720 BA Bilthoven

www.rivm.nl
www.lml.rivm.nl

Voorwoord

Het Laboratorium voor Luchtkwaliteit geeft jaarlijks het Jaaroverzicht Luchtkwaliteit uit, waarvan de editie over het jaar 2000 voor u ligt. In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de luchtkwaliteit en de belasting van bodem en oppervlaktewater door atmosferische depositie in Nederland in 2000. De beschrijving is tot stand gekomen op basis van metingen uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML), aanvullende (externe) meetgegevens, literatuurgegevens, modelberekeningen en combinaties hiervan.

Uiteraard kan een zo groot terrein bestrijkend rapport als het Jaaroverzicht slechts tot stand komen door de inzet van velen. Behalve de auteurs hebben vele medewerkers van het Laboratorium voor Luchtonderzoek (LLO) bijgedragen. In het bijzonder gaat de dank uit naar de afdeling metingen van het LLO en de Laboratoria voor Anorganische en Organische Chemie (LAC en LOC) die in het voortraject hun bijdrage hebben geleverd.

Verder wordt in het Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2000 gebruik gemaakt van aanvullende meetgegevens, waarvoor dank uitgaat naar de volgende organisaties:

- het Bureau Onderzoek en Advies (MHO) van de provincie Limburg
- de Dienst Onderzoek van de provincie Noord-Holland
- de Directie Ruimte, Milieu en Water van de provincie Zeeland
- de DCMR Milieudienst Rijnmond
- De Onderzoeksdienst voor Milieu en Grondmechanica Amsterdam OMEGAM
- de GG&GD Amsterdam
- Aluminium Delfzijl BV

Bilthoven, februari 2002

Inhoudsopgave

Samenvatting 9

Summary 11

Inleiding 13

1 SMOGREGELING 2001 15

1.1 Inleiding 15

1.2 Wetenschappelijk technische achtergronden 15

1.3 Informatievoorziening 19

1.4 Maatregelen bij ernstige smog 21

2 MONDIALE LUCHTVERONTREINIGING 23

2.1 Het versterkt broeikaseffect 23

2.2 Aantasting ozonlaag 26

3 FOTOCHEMISCHE LUCHTVERONTREINIGING 29

3.1 Ozon 29

3.2 Vluchtige organische stoffen 36

4 VERZURENDE EN VERMESTENDE LUCHTVERONTREINIGING 39

4.1 Zure depositie 39

4.2 Stikstofdepositie 42

4.3 Ammoniak 45

4.4 Stikstofdioxide en stikstofoxiden 46

4.5 Zwaveldioxide 51

5 DEELTJESVORMIGE LUCHTVERONTREINIGING 55

5.1 PM₁₀ (Fijn stof) 55

5.2 Zwarte rook 60

5.3 Benzo(a)pyreen 63

5.4 Zware metalen 64

6 LOKALE LUCHTVERONTREINIGING 67

6.1 Weglengten met normoverschrijding 67

6.2 Koolstofmonoxide 70

6.3 Benzeen 72

6.4 Fluoride 74

Referenties 77

Bijlage A Berekeningswijzen en gebruikte modellen 79

Bijlage B Depositiekentallen van verzurende en vermestende stoffen per verzuringsgebied 83

Bijlage C Kwaliteitsdoelstellingen van de Nederlandse overheid en de EU 85

Bijlage D Overschrijdingen van de kwaliteitsdoelstellingen 95

Bijlage E Concentratiekentallen per meetstation 103

Bijlage F Onzekerheden 119

Samenvatting

In dit rapport wordt op basis van metingen en modelberekeningen een samenvattend beeld gegeven van de luchtkwaliteit en de belasting van bodem en oppervlaktewater door atmosferische depositie in 2000. Het rapport bestaat uit een speciaal onderwerp, Smogregeling 2001, en uit de hoofdstukken: mondiale, fotochemische, verzurende, deeltjes-vormige en lokale luchtverontreiniging. In dit jaaroverzicht worden ook nieuwe normen geïntroduceerd die voortvloeien uit het nieuwe Besluit luchtkwaliteit en uit Europese (EU) richtlijnen. Hieronder volgt een overzicht van de belangrijkste bevindingen.

Smogregeling 2001

- De smogregeling is bedoeld voor het informeren van de bevolking over heersende smogniveau's van PM_{10} (fijn stof), ozon, stikstofdioxide (NO_2) en zwaveldioxide (SO_2).
- Op teletekst staat basisinformatie over heersende smogniveau's.
- Er worden drie smogniveau's onderscheiden: geen of geringe smog, matige smog en ernstige smog.
- Naarmate de smogniveau's hoger zijn wordt de informatievoorziening uitgebreid.
- Maatregelen bij hogere smogniveau's bestaan met name uit het geven van gedragsadviezen voor gevoelige bevolkingsgroepen.
- De regeling voorziet in maatregelen (crisismanagement) bij ernstige smog door NO_2 en SO_2 .

Mondiale luchtverontreiniging

- De (mondiale) concentraties van koolstofdioxide, distikstofoxide en methaan blijven stijgen.
- De concentraties van de 'nieuwe' broeikasgassen HFK's, PFK's en SF_6 zijn de laatste jaren sterk toegenomen.
- De concentraties van diverse ozonlaag aantastende stoffen tonen een afnemende stijging dan wel een daling.

Fotochemische luchtverontreiniging

Ozon

- De huidige normen ter bescherming van de bevolking en de natuur zijn in 2000 overschreden.
- De voorgestelde EU-normen ter bescherming van de bevolking en de natuur zijn in 2000 niet overschreden.
- De voorgestelde EU-langetermijndoelstellingen voor na 2010, zijn in 2000 in Nederland op grote schaal overschreden.
- Er zijn aanwijzingen voor een dalende trend van piekconcentraties van ozon.

Vluchtige organische stoffen

- De gemiddelde concentratie van de gemeten vluchtige organische stoffen is de laatste jaren licht gedaald dan wel gestabiliseerd.

Verzurende en vermestende luchtverontreiniging

Verzuring

- De gemiddelde depositie over Nederland van potentieel zuur is sinds 1995 circa 20% gedaald tot 3100 mol/ha. Dit is circa 30% boven de doelstelling voor 2000 (2400 mol/ha).

Vermesting

- De gemiddelde depositie over Nederland van totaal stikstof is sinds 1995 met circa 15 % gedaald tot 2500 mol/ha. Dit is circa 55 % boven de doelstelling voor 2000 (1600 mol/ha).

Ammoniak

- De jaargemiddelde ammoniakconcentratie in Nederland bedraagt circa $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hoge jaargemiddelde concentraties, tot $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, komen voor in gebieden met intensieve veehouderij zoals de Peel, de Gelderse vallei en de Achterhoek.

Stikstofdioxide

- De concentraties van NO_2 dalen gemiddeld over Nederland.
- Overschrijding van de nieuwe grenswaarde voor de jaargemiddelde NO_2 -concentratie heeft plaatsgevonden in grote steden.
- De nieuwe grenswaarde voor kortdurende blootstelling aan NO_2 ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, max. 18 uur overschrijding) is niet overschreden.
- Ruim 25 % van het EHS-areaal is blootgesteld aan NO_x niveau's hoger dan $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- De bijdrage van het verkeer in Nederland aan de concentraties stikstofoxiden bedraagt ruim 45%, van het buitenland circa 40%.

Zwaveldioxide

- De concentraties van SO_2 dalen en bevinden zich ruim onder de vastgestelde grenswaarden.
- De bijdrage van het buitenland aan de Nederlandse SO_2 -concentraties bedraagt circa 70%.

Deeltjesvormige luchtverontreiniging

PM_{10} (fijn stof)

- Ondanks dalende PM_{10} -concentraties vindt overschrijding van de nieuwe daggemiddelde grenswaarde ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, max. 35 dagen overschrijding) in een groot deel

van Nederland plaats.

- Overschrijding van de grenswaarde voor het jaargemiddelde ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) komt in een beperkt aantal stedelijke gebieden voor.

Zwarte rook

- De concentratie zwarte rook in Nederland is het afgelopen decennium gedaald.
- Op één straatstation is overschrijding van de grenswaarde voor kortdurende blootstelling geconstateerd.

Benzo[a]pyreen

- De concentratie van benzo[a]pyreen daalt in de regionale achtergrond, echter in de stedelijke omgeving treedt geen duidelijke verbetering op.

Zware metalen

- De concentraties van de gemeten zware metalen (arsen, cadmium, lood en zink) vertonen een dalende trend. Er worden geen grenswaarden of maximaal toelaatbare risico niveau's (MTR) overschreden.

Lokale luchtverontreiniging

Weglengten met normoverschrijding

- De totale weglengte met overschrijding van grenswaarden is in het afgelopen decennium voor alle stoffen afgenomen.

- De grenswaarde voor de jaargemiddelde NO_2 -concentratie wordt op circa 1700 km weglengte overschreden. Voor benzo[a]pyreen en zwarte rook (98-percentiel) hebben overschrijdingen langs wegen zich incidenteel voorgedaan.

Koolstofmonoxide

- De concentraties van koolstofmonoxide zijn in de afgelopen jaren gedaald.
- Overschrijdingen van grenswaarden zijn niet voorkomen.

Benzeen

- Modelberekeningen geven aan dat één- à tweeduizend mensen in 2000 zijn blootgesteld aan een overschrijding van de toekomstige EU-grenswaarde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- De gemeten benzeenconcentraties, op de vier straatstations, hebben in 2000 de toekomstige EU-grenswaarde niet overschreden.

Fluoride

- Gemeten jaargemiddelde fluorideconcentraties laten geen duidelijke trend zien. Gemeten concentraties zijn sterk afhankelijk van lokale industriële bronnen. In 2000 werd de MTR voor het dag- en het jaargemiddelde en de streefwaarde voor het jaargemiddelde op meerdere lokaal belaste stations overschreden.

Summary

This annual report comprises an overview of the air quality and the load placed on soils and surface water by atmospheric deposition in the Netherlands on the basis of measurements and model calculations. Special attention has been paid to the smog regulation of 2001, with chapters on global, photochemical, acidifying, particulate and local air pollution. New standards issuing from Dutch and European (EU) directives are also introduced here. The most important findings follow.

Smog regulation of 2001

- The smog regulation is meant to inform the population on prevalent smog levels of particulate matter (PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide (NO₂) and sulphur dioxide (SO₂).
- Basic information on prevalent smog levels is shown on teletext.
- The three smog levels distinguished are: no or little smog, moderate smog and severe smog.
- As smog levels rise, the information supplied becomes more elaborate.
- Measures at higher smog levels consist mainly of advice on behaviour for vulnerable groups in society.
- The smog regulation provides for measures during severe smog episodes due to NO₂ and SO₂ (crisis management).

Global air pollution

- The (global) concentrations of carbon dioxide, nitrous oxide and methane continued to rise.
- The concentrations of the 'new' greenhouse gases (HFCs, PFCs and SF₆) have risen sharply in the last few years.
- The concentrations of various substances depleting the ozone layer showed diminishing increases or decreases.

Photo-chemical air pollution

Ozone

- The current standards for protecting the population and nature were exceeded in 2000.
- The proposed EU standards for protecting the population and nature were not exceeded in 2000.
- The proposed EU long-term targets for after 2010 showed widespread exceedances in 2000.
- There are indications of a decreasing trend in peak concentrations of ozone.

Volatile Organic Compounds

- The mean concentration of the volatile organic compounds measured in the last few years has slightly decreased or even stabilised.

Acidifying and eutrophying air pollution

Acidification

- The mean deposition of potential acid over the Netherlands has decreased since 1995 by 20 % to 3100 mol/ha. This is about 30 % above the target level for 2000 (2400 mol/ha).

Eutrophication

- The mean deposition of total nitrogen over the Netherlands has decreased since 1995 by 15 % to 2500 mol/ha. This is about 55 % above the target level for 2000 (1600 mol/ha).

Ammonia

- The annual mean concentration of ammonia in the Netherlands is 5 µg/m³. High annual mean concentrations, up to 25 µg/m³, occurred in areas with intensive livestock breeding such as 'De Peel', 'De Gelderse vallei' and 'De Achterhoek'.

Nitrogen dioxide and nitrogen oxides

- The mean concentrations of NO₂ over the Netherlands are decreasing.
- The new limit value for the mean annual NO₂-concentration was exceeded in the large cities.
- The new limit value for short-term exposure (200 µg/m³, max. 18 hours exceedance) to NO₂ was not exceeded.
- More than 25 % of the area covered by the Ecological Main Network was exposed to NO_x levels exceeding 30 µg/m³.
- The contribution from traffic in the Netherlands to nitrogen oxide concentrations came to more than 45 %; foreign contributions amounted to about 40 %.

Sulphur dioxide

- The concentrations of SO₂, far under the fixed limit values, continued to drop.
- Foreign contributions to SO₂ concentrations in the Netherlands amounted to about 70 %.

Particulate air pollution

Particulate matter

- Despite the decreasing particulate matter (PM₁₀) concentrations, the new daily mean limit value (50 µg/m³, max. 35 days exceedance) was exceeded in a large part of the Netherlands.
- The limit value for the annual mean (40 µg/m³) was exceeded in a restricted number of urban areas.

Black smoke

- The concentration of black smoke in the Netherlands showed a drop in the last decade.
- The limit value for short-term exposure was exceeded at one street location.

Benzo[a]pyrene

- The regional background concentration of benzo[a]pyrene in the Netherlands is decreasing; however, there was no improvement in urban surroundings.

Heavy metals

- The concentrations of the heavy metals measured (arsenic, cadmium, lead and zinc) showed a downward trend. No limit values or MPR (Maximum Permitted Risc) levels were exceeded.

Local air pollution*Standard exceedance for road lengths*

- The total road length for which limit values were exceeded decreased in the last decade for all substances.
- The limit value for the annual mean NO₂-concentration was exceeded along approximately 1700 km of road. For benzo[a]pyrene and black smoke exceedances were incidental.

Carbon monoxide

- Concentrations of carbon monoxide have decreased in the last few years.
- Limit values were not exceeded in 2000.

Benzene

- Model calculations show that 1000 to 2000 people were exposed to an exceedance of the future annual mean EU limit value of 5 µg/m³ in the year 2000.
- Measured benzene concentrations at four street locations showed no exceedance of the future annual mean EU limit value.

Fluoride

- Measured annual mean fluoride concentrations did not show a clear trend. Measured concentrations are highly dependent on local industrial sources. In 2000 the MPR levels for the daily and annual mean concentration, and the target value for the annual mean, were exceeded at several monitoring stations where local loads were high.

Inleiding

Dit jaaroverzicht geeft een samenvattend beeld van de Nederlandse luchtkwaliteit en de belasting van bodem en oppervlaktewater door atmosferische depositie over het jaar 2000. Het rapport dient mede ter toetsing en ondersteuning van het beleid en kan worden beschouwd als de achtergrondrapportage voor het luchtcompartiment bij de Milieubalans 2001.

De beschrijving van de luchtkwaliteit en atmosferische depositie vindt voor een groot deel plaats aan de hand van de meetresultaten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML). Een beschrijving van dit meetnet en het daarin geïntegreerde Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling wordt gegeven in Van Elzakker (2001). Voor sommige componenten zijn (aanvullende) gegevens verstrekt door gemeentelijke, provinciale en regionale instanties. Wanneer geen of onvoldoende meetgegevens beschikbaar zijn worden verspreidingsmodellen toegepast. Het gaat dan om jaarlijkse deposities, landsdekkende concentratiekaarten, bijdragen van landen en doelgroepen en overschrijdingen van luchtkwaliteitseisen in verkeerssituaties.

In dit rapport worden luchtverontreinigende stoffen zoveel mogelijk beschreven met behulp van een 'plaatjes-atlas'. Deze bestaat uit kaarten en grafieken die van korte toelichtende en verklarende teksten zijn voorzien. Vaak worden normen gehanteerd als toetsingswaarden voor de beschrijving van blootstelling van mens en ecosystemen aan de betreffende stoffen. Teneinde om overschrijdingen van normen snel te kunnen herkennen zijn deze in de figuren weergegeven met een rode kleur.

In dit jaaroverzicht wordt verder ingegaan op de nieuwe normen die voortvloeien uit de Europese kader¹- en dochterrichtlijnen^{2,3,4}. Op 19 juli 2001 is het nieuwe Nederlandse Besluit luchtkwaliteit⁵ in werking getreden. Dit Besluit implementeert de EU-kaderrichtlijn en de 1^{ste} EU-dochterrichtlijn in de Nederlandse wetgeving en geeft nieuwe grenswaarden voor zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden (NO_x), zwevende deeltjes (PM_{10}) en lood.

¹ EU (1996)

² EU (1999)

³ EU (2000)

⁴ EG (2001)

⁵ Staatsblad (2001), nr 269.

Het rapport bestaat uit de volgende hoofdstukken:

- Hoofdstuk 1 behandelt als speciaal onderwerp de nieuwe Smogregeling 2001. De smogregeling voorziet in het informeren van de bevolking over de heersende smogniveaus. De hoeveelheid informatie en de verspreiding wordt geïntensiveerd naarmate de smog-situatie ernstiger wordt. Ook wordt ingegaan op maatregelen bij ernstige smog.
- Hoofdstuk 2, 'Mondiale luchtverontreiniging', schetst de ontwikkeling van de mondiale concentratie van stoffen die bijdragen aan het versterkt broeikas effect en aan de afbraak van de stratosferische ozonlaag. De ontwikkeling in concentraties van broeikasgassen en stoffen die de ozonlaag aantasten wordt van 1980 tot 2000 gegeven. Verder wordt er ingegaan op de dikte van de stratosferische ozonlaag voor zowel Nederland als gemiddeld voor de hele wereld en op de UV-B-belasting in Nederland.
- Hoofdstuk 3, 'Fotochemische luchtverontreiniging', geeft een overzicht van de indicatoren ozon en Vluchtige Organische Stoffen (VOS). Vluchtige organische stoffen spelen een belangrijke rol bij de vorming van ozon op nationale en Europese schaal.
- Hoofdstuk 4, 'Verzurende en vermestende luchtverontreiniging', geeft een overzicht van de belangrijkste indicatoren op dit gebied. In 'Verzuring' en 'Vermesting' wordt ingegaan op de depositie van potentieel zuur en totaal stikstof. Aan bod komen de ruimtelijke verdeling van de depositie van stikstof en zuur, de ontwikkeling in de tijd van deze indicatoren en de depositie over het bos- en het ecosysteemareaal. Daarna worden de verzurende en vermestende componenten ammoniak, stikstofoxiden en zwaveldioxide beschreven.
- Hoofdstuk 5, 'Deeltjesvormige luchtverontreiniging', geeft een overzicht van de belangrijkste indicatoren op dit gebied. In PM_{10} (fijn stof) wordt dit jaar nader ingegaan op de herkomst van PM_{10} -concentraties in Nederland. Verder worden de concentraties van de componenten zwarte rook, benzo[a]pyreen en zware metalen besproken.
- Hoofdstuk 6, 'Lokale luchtverontreiniging', behandelt problemen met luchtverontreiniging op het lokale schaalniveau. Er wordt ingegaan op de omvang van overschrijdingen van grenswaarden voor stikstofdioxide, koolstofmonoxide, zwarte rook, benzeen en benzo[a]pyreen langs drukke verkeerswegen in steden. Vervolgens worden de concentraties van de componenten koolstofmonoxide, benzeen en fluoriden besproken.

In bijlage A worden de gebruikte berekeningswijzen en modellen kort beschreven. Bijlage B geeft de depositiekentallen van verzurende en vermestende stoffen per verzuringsgebied. In bijlage C wordt een overzicht gegeven van de luchtkwaliteitsdoelstellingen van de Nederlandse overheid en de EU. De overschrijdingen van deze kwali-

teitsdoelstellingen worden in bijlage D tabellarisch weergegeven. In bijlage E staat een overzicht van de concentratiekentallen per locatie. In bijlage F wordt nader ingegaan op de onzekerheden rondom de luchtkwaliteitsmetingen en -modellen zoals die worden gepresenteerd in dit jaaroverzicht.

1 Smogregeling 2001

1.1 Inleiding

De oude regeling

Tien jaar geleden is het Nederlandse beleid gedurende episoden van verhoogde luchtverontreiniging beschreven in de notitie Smogregeling 1991. Met deze regeling was vastgelegd of, en zo ja in welke situatie, tijdelijke emissiebeperkende maatregelen getroffen dienden te worden en welke publieke informatie omtrent gezondheidseffecten gegeven moest worden. De verantwoordelijkheid voor dergelijke maatregelen en informatieverstrekking lag volgens artikel 48 van de Wet op de Luchtverontreiniging (WLV) bij de commissaris van de Koningin (CvdK). In deze smogregeling werd onderscheid gemaakt tussen zomer- en wintersmog. In de zomer diende ozon als indicator voor de mate van luchtverontreiniging. Tijdelijke emissiebeperkende maatregelen waren in deze regeling niet aan de orde omdat deze een zeer beperkt effect op de ozonniveaus hebben (Rombout, 1989 en Smeets, 2001). In de winterperiode werd de luchtkwaliteitsituatie gekarakteriseerd door de som van de concentraties van zwaveldioxide en PM_{10} (ook wel aangeduid met fijn stof). Vanaf 1996 is als gevolg van nieuwe inzichten in de effecten van PM_{10} en de gedaalde SO_2 -concentraties het beleid gewijzigd en zijn alleen nog de concentraties van PM_{10} gebruikt. De mogelijkheden tot het nemen van tijdelijke maatregelen ten tijde van wintersmog zijn door de CvdK in de praktijk nooit toegepast.

De nieuwe regeling

De aanleiding om met ingang van 2001 de smogregeling uit 1991 te wijzigen is het van kracht worden van nieuwe grenswaarden binnen de Europese Unie (EU). Het betreft grenswaarden voor zwaveldioxide (SO_2), stikstofdioxide (NO_2) en stikstofoxiden (NO_x), zwevende deeltjes (PM_{10}) en lood in de lucht (EU, 1999). De nieuwe smogregeling (VROM, 2001) is tevens de Nederlandse uitwerking van hetgeen is bepaald in artikel 7 van de kaderrichtlijn en artikel 8 van de eerste dochterrichtlijn van de EU. Hierin is aangegeven welke maatregelen er bij een (dreigende) overschrijding van de grenswaarde en de alarmdrempel genomen moeten worden.

In de EU is een richtlijn met eisen voor ozon (O_3) in voorbereiding (derde dochterrichtlijn, EG, 2001). Bij het opstellen van de smogregeling en de behandeling van de ozonrichtlijn in de EU is er voor gezorgd dat de inhoud van deze richtlijn en de smogregeling op elkaar zijn afgestemd. De smogregeling 2001 is op 11 juni 2001 gepubliceerd in de Staatscourant.

De nieuwe smogregeling combineert drie uitgangspunten:

- 1 voldoen aan de verplichtingen die voortvloeien uit de EU-regelgeving
- 2 gebaseerd zijn op de huidige wetenschappelijke inzichten met betrekking tot gezondheidseffecten
- 3 bereiken van een zo uniform mogelijke en eenvoudige indeling in smogsituaties.

Het resultaat is een nieuwe smogregeling voor de stoffen SO_2 , NO_2 , ozon en PM_{10} welke gekenmerkt wordt door twee sporen. Het belangrijkste spoor is voorlichting. Er moet altijd een zekere basisinformatie beschikbaar zijn. De hoeveelheid informatie en de verspreiding van informatie wordt geïntensiveerd naarmate de smogsituatie ernstiger wordt. Het andere spoor heeft betrekking op het wel of niet nemen van maatregelen ten tijde van een ernstige smogsituatie. Tijdelijke maatregelen voor vermindering van ozon en PM_{10} zijn nauwelijks effectief en zijn om deze reden niet meegenomen in de regeling. Voor SO_2 of NO_2 is de kans dat de alarmdrempel wordt overschreden zeer klein. Dergelijke overschrijdingen lijken alleen mogelijk tijdens calamiteiten. Het luchtkwaliteitbeleid in dergelijke situaties is dan onderdeel van het algemene calamiteitenbeleid. Het bijbehorende crisismanagement en de publieke informatievoorziening zijn binnen het calamiteitenbeleid van de overheid vastgelegd.

In het Draaiboek behorende bij de nieuwe smogregeling zijn de taken en verantwoordelijkheden van de betrokken overheden nader uitgewerkt.

1.2 Wetenschappelijk technische achtergronden.

Stoffen

De smogregeling richt zich op SO_2 , NO_2 , ozon en PM_{10} . SO_2 ontstaat voornamelijk bij de verbranding van zwavelhoudende brandstoffen. NO_2 komt vrij bij tal van verbrandingsprocessen en soms ook als procesemissie in de industrie. De belangrijkste NO_2 -bron is het verkeer, gevolgd door de grote stookinstallaties voor energieopwekking en in de industrie. Ook in de huishoudens en in de glastuinbouw komt NO_2 vrij. Ozon wordt niet rechtstreeks in de atmosfeer gebracht, maar wordt onder zomerse omstandigheden onder invloed van zonlicht gevormd uit onder andere NO_x en vluchtige koolwaterstoffen. PM_{10} is een

verontreiniging die zowel in de winter als in de zomer voorkomt. Onderscheid wordt gemaakt in *primaire* PM₁₀ dat als zodanig door tal van bronnen in de atmosfeer wordt gebracht (industrie, verkeer, landbouw) en *secundaire* PM₁₀ dat het resultaat is van deeltjesvorming uit gasvormige emissies van met name SO₂, NO₂ en ammoniak (NH₃). Smogepisoden, perioden met verhoogde concentraties van luchtverontreinigende stoffen, zijn meestal een gevolg van ongunstige meteorologische verspreidingscondities; soms in combinatie met een tijdelijke verhoging van de uitstoot van schadelijke stoffen. Hoewel verhoogde concentraties van PM₁₀ ook zijn gecorreleerd met specifieke meteorologische omstandigheden, is het verband minder sterk dan bij de drie andere stoffen.

Normen

Hieronder volgt een overzicht van de normen voor zover voor de Smogregeling 2001 van belang, (alle concentraties in µg/m³).

Stof	Grenswaarde	Alarmdrempel	Kental
Zwavel dioxide	350 ¹	500 ²	uurwaarde
Stikstof dioxide	200 ³	400 ²	uurwaarde
PM ₁₀	50 ⁴	200 ⁵	dagwaarde
Ozon	180 ⁶	240 ⁶	uurwaarde

- 1 mag niet meer dan 24 maal per jaar overschreden worden.
- 2 gemeten gedurende drie opeenvolgende uren op plaatsen die representatief zijn voor de luchtkwaliteit boven minimaal 100 km² of boven een volledige zone of agglomeratie, indien deze een kleinere oppervlakte beslaat.
- 3 mag niet meer dan 18 maal per jaar overschreden worden.
- 4 mag niet meer dan 35 maal per jaar overschreden worden.
- 5 geen alarmdrempel, wordt in de Nederland smogregeling gehanteerd t.b.v een uniforme informatievoorziening.
- 6 180 en 240 µg/m³ zijn de informatie- en alarmdrempel volgens de concept nieuwe ozonrichtlijn van de EU.

Indeling in klassen

In de smogregeling worden drie smogsituaties onderscheiden: geen of geringe smog, matige smog en ernstige smog. Het uitgangspunt voor deze driedeling wordt gevormd door de grenswaarden en de alarmdrempels zoals deze op grond van de EG-richtlijnen gelden voor de betreffende stoffen. De situatie waarin een concentratie zich onder de grenswaarde bevindt laat zich omschrijven als geen of geringe smog. De situatie waarin een concentratie zich tussen grenswaarde en alarmdrempel bevindt wordt omschreven als matige smog. De situatie waarin een concentratie boven de alarmdrempel ligt geldt als ernstige smog.

De EU-dochterrichtlijn geeft geen alarmdrempel voor PM₁₀, omdat een dergelijke drempel niet past bij de gezondheidseffecten veroorzaakt door PM₁₀. Zowel lage als hoge PM₁₀-concentraties geven nadelige gezond-

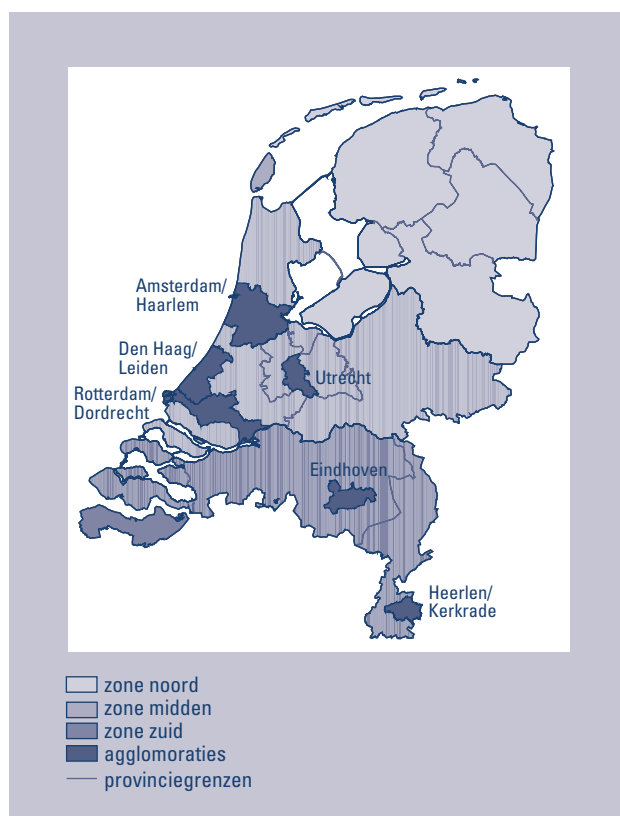
Tabel 1: Indeling smog in drie klassen, concentraties in µg/m³

	geen of geringe smog	matige smog	ernstige smog
Zwavel dioxide	< 350	350 - 500	> 500
Stikstof dioxide	< 200	200 - 400	> 400
PM ₁₀	< 50	50 - 200	> 200
Ozon	< 180	180 - 240	> 240

heidseffecten. Wel geldt dat hogere concentraties schadelijker zijn, maar de totale omvang van de risico's voor de bevolking wordt in grote mate bepaald door langdurige blootstelling aan relatief lage niveaus. Met het oog op voorlichting over de luchtkwaliteitsituatie wordt het echter wenselijk geacht om ook voor PM₁₀ een onderscheid te maken tussen matige smog en ernstige smog. Deze is voor PM₁₀ gelegd bij een daggemiddelde waarde van 200 µg/m³. Deze overgangswaarde is echter geen alarmdrempel en mag niet als zodanig worden opgevat.

Metingen

De bewaking van de luchtkwaliteit ten behoeve van de smogregeling vindt plaats door middel van metingen op meetstations die onderdeel zijn van het Landelijke Meetnet Luchtkwaliteit (LML) dat wordt onderhouden door het RIVM. De systematiek uit de EU-kader- en dochterrichtlijn ten aanzien van luchtkwaliteit gaat uit van een landsindeling in zones en stedelijke agglomeraties. De smogregeling hanteert de in *Figuur 1*, op de volgende pagina weergegeven, indeling.



Figuur 1: Indeling van Nederland in zones en agglomeraties

Tabel 2: In 2001 beschikbare (en volgens de Meetregeling luchtkwaliteit aangegeven) aantallen meetstations in het LML per stof en per gebied.

	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	ozon
Zones:				
Noord-Nederland	7 (0)	7 (0)	1 (7)	7
Midden-Nederland	11 (1)	13 (8)	7 (8)	11
Zuid-Nederland	8 (0)	8 (3)	3 (7)	8
Agglomeraties:				
Amsterdam/Haarlem	2 (1)	3 (4)	1 (4)	1
Den haag/Leiden	1 (1)	1 (4)	1 (4)	1
Rotterdam/Dordrecht	5 (2)	4 (4)	3 (4)	3
Utrecht	1 (1)	5 (2)	1 (2)	4
Eindhoven	1 (1)	3 (2)	1 (2)	2
Heerlen/Kerkrade	1 (1)	1 (2)	1 (2)	1
totaal	37 (8)	45 (29)	19 (40)	38

In tabel 2 zijn het aantal meetstations per zone/agglomeratie per stof aangegeven. De EU-richtlijn bevat voorschriften voor het aantal meetpunten, afhankelijk van de te verwachten concentraties en het aantal inwoners in de betreffende zones en agglomeraties. In de Meetregeling

luchtkwaliteit zijn de aantallen meetstations die conform EU-regelgeving minimaal noodzakelijk zijn, vastgelegd. In deze regeling van de Minister van VROM wordt de wijze van meten en berekenen van luchtkwaliteit conform het Besluit luchtkwaliteit vastgesteld. Om te voldoen aan de eisen van de eerste dochterrichtlijn zijn in totaal de volgende (minimale) aantallen stations nodig als de luchtkwaliteit alleen op basis van metingen zou moeten worden vastgesteld: 8 voor SO₂, 29 voor NO₂ en 40 voor PM₁₀. Zoals uit de tabel te zien is zal dus het aantal meetstations voor PM₁₀ fors uitgebreid moeten worden. Voor de toetsing of de grenswaarden worden overschreden en matige smog wordt bereikt komen alle meetstations van het LML in aanmerking. Voor de toetsing of de alarmprempels worden overschreden en ernstige smog wordt bereikt worden alleen die stations van het LML gebruikt die representatief zijn voor de luchtkwaliteit in gebieden die ten minste 100 km² groot zijn.

De drie smogsituaties kunnen zich in principe in alle jaargetijden voordoen. Vanwege de verschillende meteorologische omstandigheden is het voorkomen van hoge concentraties in het zomerhalfjaar voor ozon, NO₂ en PM₁₀ en in het winterhalfjaar voor NO₂, SO₂ en PM₁₀ het meest waarschijnlijk. In de afgelopen decennia zijn de concentratie van SO₂ en NO₂ echter zodanig afgenomen dat het te verwachten is dat ernstige smog veroorzaakt door deze stoffen niet meer zal voorkomen. De kans dat de alarmprempels voor SO₂ en NO₂ worden overschreden zal, gelet op het nationale en internationale beleid ter zake, bovendien eerder afnemen dan toenemen. Episodes met ernstige smog door ozon zijn minder zeldzaam. Op basis van de huidige concentraties mag worden verwacht dat ernstige smog door hoge ozonconcentraties gemiddeld enkele dagen per jaar zal voorkomen. Ernstige smog door PM₁₀ kan zich eveneens enkele dagen per jaar voordoen. In Tabel 3 op de volgende pagina is van de afgelopen tien jaar het aantal dagen met overschrijdingen van de grenswaarde, resp. de alarmprempel weergegeven. De metingen van PM₁₀ zijn in de loop van 1992 gestart, zodat hiervoor niet eerder dan voor 1993 cijfers beschikbaar zijn.

Tabel 3: Aantal dagen met overschrijdingen van de nieuwe grenswaarden en alarmdrempels.

Jaar:	SO ₂		NO ₂		Ozon		PM ₁₀	
	grensw. 350	alarmd. 500	grensw. 200	alarmd. 400	grensw. 180	alarmd. 240	grensw. 50	alarmd. 200
1991	6	0	24	2	19	2	-	-
1992	5	0	10	0	20	4	-	-
1993	5	1	8	0	10	1	152	1
1994	2	0	12	4	26	8	193	2
1995	2	0	7	0	30	9	188	1
1996	0	0	12	0	11	1	207	3
1997	0	0	7	0	11	2	233	1
1998	2	1	4	0	10	2	161	0
1999	0	0	1	0	11	1	146	1
2000	0	0	0	0	8	0	118	0

Ad. SO₂

Overschrijding van de alarmdrempel voor SO₂ heeft zich gedurende deze periode slechts op twee dagen voorgedaan, maar dan steeds korter dan de voorgeschreven 3 uren. De betreffende stations liggen bovendien in de (directe) nabijheid of te midden van industriële bronnen, waardoor de ruimtelijke representativiteit van de overschrijding hoogst waarschijnlijk kleiner is dan 100 km².

Ad. NO₂

Overschrijding van de alarmdrempel voor NO₂ heeft zich gedurende deze periode op zes dagen voorgedaan. In 1994 vonden overschrijdingen plaats op twee meetstations in Eindhoven tijdens een periode met zomersmog. Op 13 juli 1994 zijn gedurende 3 opeenvolgende uren NO₂-concentraties boven 400 µg/m³ gemeten, op een van deze uren is ook op een ander station een waarde boven de alarmdrempel gemeten. Voor beide situaties geldt evenwel dat de overschrijdingen slechts binnen een

beperkte ruimteschaal optraden en dus niet binnen de EU-definitie vallen van representativiteit voor een oppervlak van 100 km².

Ad. Ozon

Overschrijdingen van de grenswaarde komen de laatste vijf jaar ongeveer tien dagen per jaar voor. Overschrijding van de alarmdrempel komt slechts incidenteel voor, het betreft dan meestal een overschrijding op één meetstation waar dan een enkel uur de alarmdrempel wordt overschreden.

Ad. PM₁₀

Het aantal overschrijdingen van de grenswaarde vertoont de laatste jaren een dalende tendens. Overschrijding van de door Nederland vastgestelde alarmdrempel komt slechts incidenteel voor. De kans op overschrijding is groot tijdens de jaarwisseling, wanneer door het afsteken van vuurwerk grote hoeveelheden deeltjes in de lucht komen.

Gezondheidseffecten

De ernst van de smogsituatie wordt gerelateerd aan luchtkwaliteitsnormen, welke door de EU of op nationaal niveau zijn vastgesteld en die aangeven welke concentraties luchtverontreiniging voor mens (en milieu) acceptabel geacht worden. Deze waarden zijn gebaseerd op de advieswaarden van de World Health Organization (WHO). Algemeen geldt dat de gezondheidseffecten toenemen naar mate de concentraties luchtverontreiniging hoger worden. De gevoeligheid voor luchtverontreiniging is echter niet voor iedereen gelijk en hangt bovendien af van de mate waarmee iemand inspanning verricht. Dit houdt in dat ook beneden de grenswaarden, dus in een situatie die in deze smogregeling is benoemd als geen of geringe smog, er toch sprake kan zijn van gezond-

heidsklachten in een beperkt aantal individuele gevallen. Bij een situatie met matige smog of ernstige smog zullen met name gevoelige mensen nadelige effecten kunnen ondervinden. Vaak zijn dit mensen met aandoeningen aan de luchtwegen, mensen met hart- en vaatziekten en mensen die zich zwaar inspinnen in de buitenlucht (bv. sport of fysieke arbeid). Deze mensen ondervinden dan een toename van de luchtwegklachten, zoals hoesten en benauwdheid. In geval van smog door ozon horen ook irritatie van ogen, neus en keel en hoofdpijn tot het klachtenpatroon. Bij ernstige smog doen de bovengenoemde effecten zich in sterkere mate voor bij de bovengenoemde risicogroepen en zijn er ook meer effecten bij een groter deel van de bevolking dan bij matige smog.

1.3 Informatievoorziening

Inleiding

Gedurende het gehele jaar wordt continu de luchtkwaliteitsituatie weergegeven op zowel NOS-Teletekst als de Internetsite van het RIVM. Daarbij is de informatie op NOS-Teletekst beperkt tot de vier stoffen die relevant zijn voor smog: NO₂, SO₂, PM₁₀ en ozon. Op Internet zal over veel meer luchtverontreinigende stoffen informatie worden verstrekt, maar zal via een aparte smogpagina duidelijk aangeven welke stoffen voor de smogproblematiek bepalend zijn. De betreffende pagina zal ook inzicht geven in de actuele smogsituatie en het verloop van de concentraties in de afgelopen periode. Daarnaast wordt in een Luchtkwaliteitbrochure van VROM algemene informatie over luchtverontreiniging en de effecten op de gezondheid verstrekt. Bij overschrijdingen van een van de alarmdrempels wordt door het RIVM een persbericht opgesteld en doorgegeven aan de provincies en het ANP en GGD-Nederland.

Middelen

De volgende vier middelen staan ter beschikking:

- NOS-Teletekst;
- Internet;
- Luchtkwaliteitbrochure;
- Persbericht.

NOS-Teletekst is een toegankelijk medium voor een breed publiek. Al lange tijd heeft NOS-Teletekst zich bewezen als een betrouwbare en laagdrempelige smog-informatiebron niet alleen voor risicogroepen, maar voor de gehele Nederlandse bevolking en (milieu-)organisaties met interesse voor luchtverontreiniging in het algemeen en smog in het bijzonder. NOS-Teletekst zal gebruikt worden voor het op continue basis verstrekken van actuele informatie over de algemene luchtkwaliteit voor de stoffen SO₂, NO₂, PM₁₀ en ozon. Vanwege de beperkte ruimte op NOS-Teletekst kan alleen een globaal overzicht met beknopte achtergrondinformatie en enkele verwijzingen gegeven worden. Op NOS-Teletekst staan twee pagina's ter beschikking: pagina 711 en pagina 712.

Internet is als middel voor informatievoorziening sterk in opkomst. Een steeds grotere groep Nederlanders maakt van dit medium gebruik, maar het is nog niet zo algemeen beschikbaar als Teletekst. De Internetwebsite die door het Laboratorium voor Luchtonderzoek (LLO) van het RIVM onderhouden wordt (www.lml.rivm.nl) biedt vele mogelijkheden en zal een grote hoeveelheid informatie weergeven die ook met grote regelmaat wordt geactualiseerd. Deze website geeft in ieder geval een totaaloverzicht van de actuele luchtkwaliteitsituatie voor

de 'smogstoffen' en een overzicht van trends ten aanzien van de luchtkwaliteit.

De luchtkwaliteitbrochure van het ministerie van VROM is bedoeld voor risicogroepen ten aanzien van luchtverontreiniging en voor alle overige burgers met vragen over dit onderwerp. Hij bevat achtergrondinformatie over luchtkwaliteit in het algemeen en smog in het bijzonder. De nieuwe brochure vervangt de bestaande brochure 'Smog en uw gezondheid'. De brochure geeft onder meer uitleg over de mogelijke smogsituaties en de daaraan gerelateerde (gezondheids) effecten. Daarnaast worden adviezen gegeven over de eigen mogelijkheden om de effecten te beperken.

In geval van ernstige smog stuurt het RIVM een persbericht naar o.a. het ANP. Hiermee worden de nieuwsmidia, pers, radio en televisie, geattendeerd op de situatie en kunnen zij de bevolking informeren over de smogsituatie.

Gedragsadviezen

Een belangrijk element in de voorlichting zijn de gedragsadviezen. Deze verschillen niet voor de situaties met matige en ernstige smog. Het verschil tussen beide smogsituaties uit zich door sterkere effecten bij de risicogroepen naarmate de smogniveau's hoger worden en tevens zal een groter deel van de bevolking nadelige effecten onderkennen. Het algemene advies bij matige en ernstige smog dat kan worden gegeven is dat mensen met aandoeningen van de luchtwegen of met hart- en vaatziekten (zware) lichamelijke inspanning moeten vermijden. In geval van een smogsituatie met ozon wordt geadviseerd om zware inspanning in met name de middag en vroege avond te vermijden omdat ozonconcentraties dan het hoogst zijn.

Voorts zal worden geadviseerd dat het verstandig is om de huisarts te raadplegen bij vragen over (onbekende) klachten.

Situaties met geen/geringe smog en matige smog

Er is altijd basisinformatie beschikbaar via NOS-Teletekst (pagina 711) en de Internetsite van het RIVM (www.lml.rivm.nl). Deze basisinformatie wordt uitgebreid naarmate de smogsituatie ernstiger wordt. Daarnaast wordt een algemene publieksbrochure over de luchtkwaliteit uitgegeven waarin ook deze smogregeling wordt uitgelegd en toegelicht.

Pagina 711 van NOS-Teletekst geeft actuele informatie over de luchtkwaliteit. Wanneer de concentraties zich voor alle stoffen onder de grenswaarden bevinden (= geen/geringe smog) zal de pagina slechts uit twee subpagina's bestaan. Op de eerste subpagina wordt een staaf-

diagram weergegeven met van de vier stoffen de mate van luchtverontreiniging. Hierdoor kan een snel overzicht worden gegeven van de smogsituatie, waarbij onderscheid wordt gemaakt in geen/geringe, matige en ernstige smog, zie *Figuur 2*. De tweede subpagina bevat een toelichting en daarnaast de indeling van de verschillende smogklassen in microgram/m³ plus een globale verwachting van de verwachte concentraties voor PM₁₀ en in de zomermaanden ook voor ozon. Een extra sub-pagina wordt toegevoegd wanneer bij één of meer van de stoffen de grenswaarde wordt overschreden of wanneer er wordt verwacht dat dit dezelfde middag (ozon) of de volgende dag (ozon en/of PM₁₀) zal gebeuren. Deze extra pagina bevat een tabel met de geconstateerde concentraties voor de 3 zones en 6 stedelijke gebieden/agglomeraties in Nederland. Deze derde pagina blijft de rest van de dag gehandhaafd, ook al zijn de concentraties inmiddels weer onder de grenswaarden gedaald.

Pagina 712 wordt uitgezonden in alle situaties waarbij sprake is van matige en/of ernstige smog. Deze pagina wordt gebruikt voor: **a.** informatie over het ontstaan van smog in zijn algemeenheid, **b.** gezondheidsinformatie en gedragsadviezen van de stof(fen) die matige of ernstige smog (zullen gaan) veroorzaken en **c.** verwijzingen naar onder meer het Nederlands Astma Fonds, de Caralijn, het ministerie van VROM en de website van het RIVM.

Informatievoorziening bij ernstige smog

De berichtgeving op NOS-Teletekst is bij ernstige smog het zelfde als bij matige smog.

In een episode met ernstige smog geeft het RIVM een persbericht uit. Het persbericht zal ingaan op de constatering van een ernstige smogsituatie, gezondheidsinformatie en gedragsadviezen bevatten en een ver-

wijzing naar bronnen voor verdere informatie geven. Het persbericht is 'stofspecifiek' en zal – zoals de Europese regelgeving vraagt – gegevens bevatten over datum, tijdstip, plaats en reden van de overschrijding, prognoses t.a.v. de ontwikkeling van de concentratie, het betrokken gebied van overschrijding en de duur van de overschrijding. Het persbericht wordt verstuurd naar het ANP waardoor alle landelijke en regionale nieuwsmedia er toegang toe krijgen. Daarnaast verstuurt het RIVM het persbericht aan alle provincies en aan GGD-Nederland. De provincies informeren vervolgens op eigen wijze de bevolking en/of specifieke bevolkingsgroepen en de eerstelijnsgezondheidszorg en zijn daarnaast bereikbaar voor het beantwoorden van publieksvragen. De GGD-Nederland informeert de regionale en gemeentelijke GGD'en, zodat deze ook op de hoogte zijn van de situatie van ernstige smog. Instanties en organisaties zoals regionale en gemeentelijke GGD'en en het Astmafonds kunnen op eigen initiatief overgaan tot het actief verstrekken van informatie.



Figuur 2: Teletekstpagina 711/1

1.4 Maatregelen bij ernstige smog

Structureel

De bestrijding van smog wordt voornamelijk vormgegeven door middel van structurele maatregelen, waarmee de algehele luchtkwaliteit in Nederland zodanig verbeterd wordt dat ernstige smog ook bij uitzonderlijke omstandigheden wordt vermeden. Voor SO₂ en NO₂ is deze situatie bereikt. Voor ozon en voor PM₁₀ is dit nog niet het geval. Het generieke verzuringsbeleid, waarin emissies worden gereduceerd en het beleid in Europees verband, zal er echter wel toe leiden dat de frequentie en de duur van episoden met ernstige smog veroorzaakt door PM₁₀ en ozon gaan dalen.

Incidenteel

Voor NO₂ en SO₂ zijn de in de EU-richtlijn vastgelegde alarmdrempels van toepassing. Overschrijding van een alarmdrempel heeft als consequentie dat uitvoering moet worden gegeven aan een actieplan en dat tijdelijke maatregelen moeten worden genomen.

De kans op ernstige smog door te hoge NO₂- of SO₂-concentraties is uiterst miniem. Desalniettemin is iets dergelijks onder zeer uitzonderlijke omstandigheden, die waarschijnlijk het karakter zullen hebben van een calamiteit, toch niet geheel uit te sluiten. Er is besloten om voor een dergelijke uitzonderlijke, specifieke situatie in de smogregeling geen algemeen beleid neer te leggen.

In dergelijke situaties treedt een landelijke crisisregeling in werking. Deze heeft als doel om ingeval de alarmdrempels voor SO₂ en NO₂ worden overschreden, op een gecoördineerde wijze de vereiste maatregelen te nemen en het publiek adequaat te informeren. Met dit deel van de smogregeling wordt uitvoering gegeven aan artikel 7.3 en artikel 10 van de (kader)richtlijn luchtkwaliteit (EU, 1996) op basis van de alarmdrempels voor SO₂ en NO₂ (EU, 1999).

De crisisregeling bestaat uit twee fasen, de beoordelingsfase en de actieve fase, die vooraf wordt gegaan door een technische validatie van de meetgegevens. Het is niet uit te sluiten dat soms hoge meetwaarden worden geregistreerd die niet overeenkomen met de werkelijke luchtkwaliteit ter plaatse. Dit kan allerlei oorzaken hebben zoals fysische-, technische- of elektronische storingen. Dit gegeven onderstreept de noodzaak om iedere overschrijding van de alarmdrempel te beoordelen op validiteit. Deze validatie wordt uitgevoerd door het RIVM.

Beoordelingsfase: indien na de technische validatie blijkt dat de alarmdrempel inderdaad overschreden is, treedt de zogenaamde beoordelingsfase in werking, waarbij zowel de Meldkamer van VROM als de provincies door het RIVM op de hoogte worden gesteld van de ontstane situatie. Vanuit de Meldkamer van VROM wordt het Beleidsondersteunend Team Milieu-incidenten (BOT-MI) geactiveerd om te beoordelen of de overschrijding van de alarmdrempel een zodanig karakter heeft dat er coördinatie tussen de betrokken overheden (provincies en overheidsinstanties op rijksniveau) noodzakelijk is. Daarnaast wordt er informatie aan de provincies en de overige overheidsinstanties gegeven op basis waarvan deze maatregelen nemen en het publiek voorlichten.

Actieve fase: De normale emissies van SO₂ en NO₂ in Nederland zijn van zodanige omvang dat deze vrijwel zeker niet de oorzaak van het overschrijden van de alarmdrempel zullen zijn. In geval er sprake is van een overschrijding van de alarmdrempel zal de oorzaak liggen bij een incident of ramp (bijvoorbeeld bij een brand in een raffinaderij of een grootschalige bosbrand). In die situaties zullen de maatregelen bestaan uit het bestrijden van de ramp zelf en het beperken van de blootstelling van de bevolking aan schadelijke stoffen.

Voor ozon wordt de systematiek van de smogregeling 1991 doorgetrokken, dit in afwachting van nieuwe Europese regelgeving. De benadering in de oude smogregeling bestaat er in dat bij ernstige smog door ozon de bevolking en maatschappelijke organisaties geïnformeerd worden over de ontstane situatie en dat er in beginsel, vanwege de geringe effecten op de concentratie, geen tijdelijke emissiebeperkende maatregelen worden genomen.

De EU heeft geen alarmdrempel voor PM₁₀ vastgesteld. Om voor PM₁₀ een onderscheid tussen matige en ernstige smog te maken hanteert de smogregeling een eigen overgangswaarde. Uit eerder onderzoek blijkt dat emissiebeperkende maatregelen, b.v. maatregelen bij wegverkeer, een marginaal effect hebben op de PM₁₀-concentraties, terwijl ze wel zeer ingrijpend zijn voor de maatschappij. Om deze reden maken tijdelijke maatregelen tijdens een episode met ernstige smog door PM₁₀ geen deel uit van de herziene smogregeling.

2 Mondiale luchtverontreiniging

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste indicatoren op het gebied van mondiale luchtverontreiniging. In de paragraaf 'Het versterkt broeikaseffect' worden de stoffen die de aarde opwar-

men en daarmee het natuurlijk broeikaseffect versterken besproken. In de paragraaf 'Aantasting ozonlaag' worden de componenten die de ozonlaag aantasten behandeld.

2.1 Het versterkt broeikaseffect

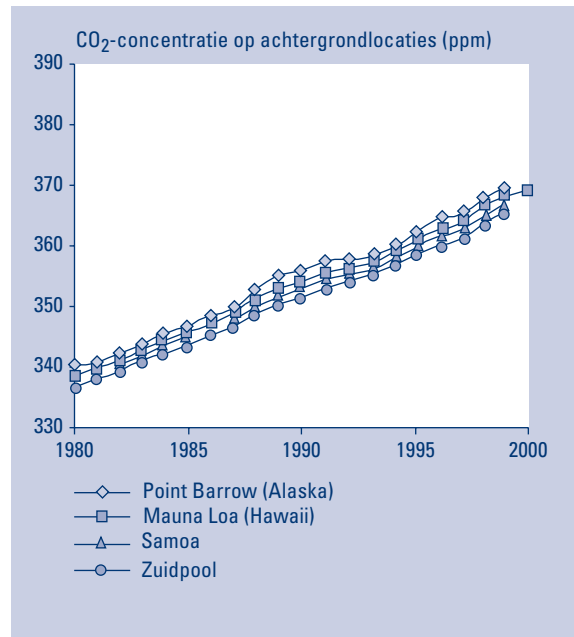
In deze paragraaf worden de stoffen die de aarde opwarmen en daarmee het natuurlijk broeikaseffect versterken besproken. Versterking van het natuurlijk broeikaseffect kan leiden tot klimaatverandering. Naast voorziene effecten van klimaatverandering op de samenleving zoals gevolgen voor de landbouw en voedselproductie, kunnen ook kwetsbare ecosystemen onder druk komen te staan. Vooral ecosystemen die zich niet snel aan snel wijzigende omstandigheden kunnen aanpassen zullen mogelijk verdwijnen, wat vergaande gevolgen voor de biodiversiteit kan hebben. De versterking van het natuurlijk broeikaseffect wordt veroorzaakt door emissies van kooldioxide (CO_2), methaan (CH_4), distikstofoxide (N_2O), chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's), CFK-verters en sommige andere industriële sporengassen. Ook de vorming van ozon in de troposfeer en afbraak van ozon in de stratosfeer ten gevolge van menselijke activiteiten levert een bijdrage. Daarnaast kunnen roetdeeltjes en sulfaat- en nitraataërosol uit verbrandingsprocessen invloed hebben op de stralingsbalans. Deze deeltjes

kunnen zowel een versterking als verzwakking van het natuurlijk broeikaseffect bewerkstelligen. Het netto effect van deze laatste categorie stoffen is nog onzeker. Op regionale schaal kan de bijdrage van aërosolen aan het broeikaseffect belangrijk zijn. De emissies van CO_2 , voor het grootste deel afkomstig van de energie- en industriële sector, dragen voor meer dan 80% bij aan het Nederlandse aandeel aan het versterkte broeikaseffect. Naast het gebruik van fossiele brandstoffen worden emissies van CO_2 , CH_4 en N_2O veroorzaakt door intensieve landbouw en veeteelt, verkeer en industriële productie en (buiten Nederland) veranderingen van landgebruik, zoals ontbossing. Uit bepaalde industriële producten of productieprocessen worden nieuwe sterke broeikasgassen geëmitteerd. De belangrijkste zijn de fluorkoolwaterstoffen (HFK's), perfluorkoolwaterstoffen (PFK's) en zwavelhexafluoride (SF_6). Deze stoffen zijn ook opgenomen in het internationale verdrag dat negatieve effecten van klimaatverandering moet tegengaan: het Kyoto protocol (1997).

Ontwikkeling van de concentratie van kooldioxide

De wereld gemiddelde CO_2 -concentratie in 1999 was 367,7 ppm en daarmee 1,9 ppm hoger dan in 1998. De huidige CO_2 -concentratie ligt ongeveer 88 ppm boven de gemiddelde pre-industriële concentratie van 280 ppm; een stijging van circa 30%. De hoogste concentraties worden op het noordelijk halfrond gemeten doordat de antropogene bronnen van CO_2 voornamelijk op het noordelijk halfrond liggen. De hoogste CO_2 -concentratie op het achtergrondstation Point Barrow in het noorden van Alaska was in 1999 369,7 ppm en daarmee 4 ppm hoger dan de CO_2 -concentratie op de Zuidpool (365,7 ppm).

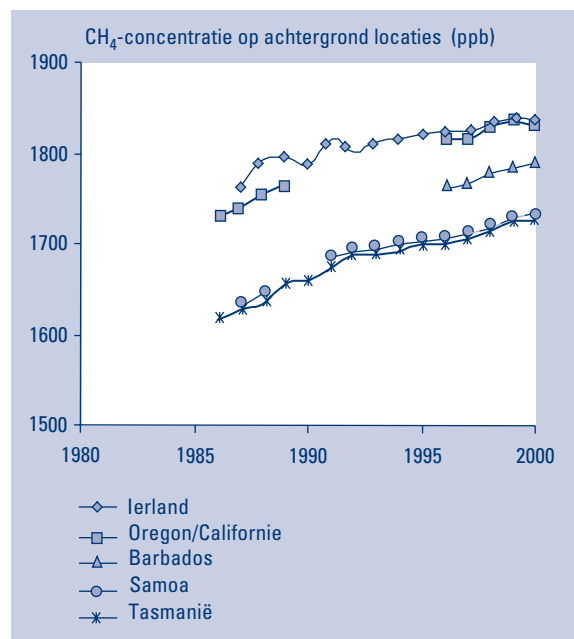
Bron: Keeling and Whorf (1998)



Ontwikkeling van de concentratie van methaan

De wereld gemiddelde methaan (CH_4) concentratie in 2000 was 1772 ppb; gemeten in het ALE/GAGE/AGAGE netwerk op achtergrondstations op verschillende breedtegraden. Deze was daarmee ongeveer 11 ppb hoger dan in 1998 en meer dan 1000 ppb hoger dan de pre-industriële concentratie van 700 ppb. De stijging in concentratie in de jaren 90 is minder dan die in de jaren 80. Een sluitende verklaring voor de variaties in concentratie ontbreekt. Oorzaken kunnen liggen in variaties in emissies van methaan en veranderingen in de hydroxylradicaal (OH) concentratie dat verantwoordelijk is voor de afbraak in de atmosfeer. De variaties in het begin van de jaren 90 kunnen mede zijn veroorzaakt door een tijdelijke verdunning van de ozonlaag door de uitbarsting van de vulkaan Pinatubo in 1991.

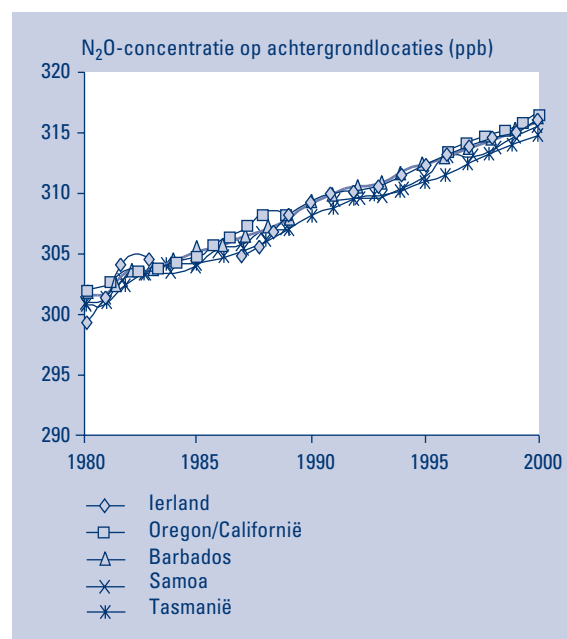
Bron: CDIAC: ALE/GAGE/AGAGE netwerk, Prinn *et al.*, 1998; Dlugokencky *et al.*, 1998. De 2000 waarden zijn gebaseerd op meetgegevens van de eerste negen maanden van 2000. In juli 2000 is de hele ALE/GAGE/AGAGE meetreeks herzien en is een andere calibratiestandaard toegepast waardoor de waarden 15-35 ppb hoger zijn dan voorheen gepubliceerd.



Ontwikkeling van de concentratie van distikstofoxide

De gemiddelde distikstofoxide (N_2O) concentratie in 2000 was 315,7 ppb en daarmee 0,9 ppb hoger dan in 1999, een zelfde stijging als in het voorafgaande jaar. De preïndustriële achtergrondconcentratie was 275 ppb. Het gemiddelde van 2000 ligt tussen 316,1 ppm gemeten op het Noordelijk Halfrond en 315,2 ppm op het Zuidelijk Halfrond.

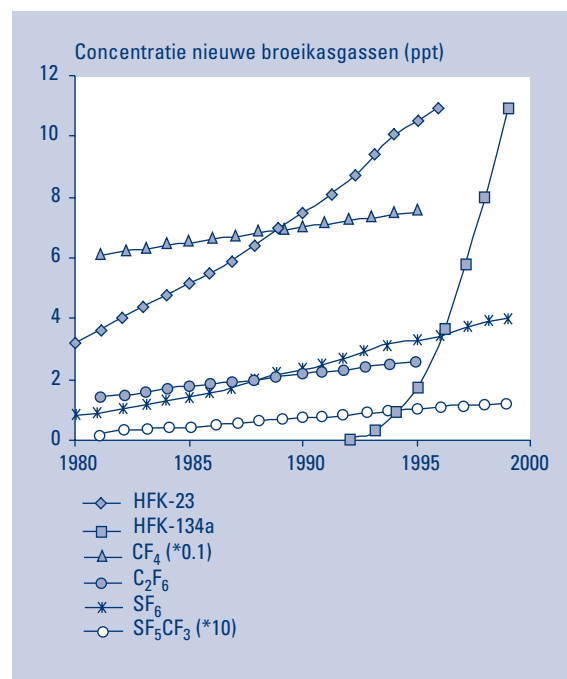
Bron: CDIAC: ALE/GAGE/AGAGE netwerk, Prinn et al., (1998). De 2000 waarden zijn gebaseerd op meetgegevens van de eerste negen maanden van 2000. In juli 2000 is de hele ALE/GAGE/AGAGE meetreeks herzien en is een andere calibratiestandaard toegepast waardoor de waarden van de afgelopen 5 jaar ongeveer 1,8 ppb hoger zijn dan voorheen gepubliceerd.



Ontwikkeling van de concentraties van HFK's, PFK's en SF₆

Vanaf 1997 (Kyoto protocol) worden ook HFK's, PFK's en SF₆ als broeikasgassen meegeteld. Dit zijn krachtige broeikasgassen die uit industriële producten en bij productieprocessen kunnen vrijkomen. De concentraties (uitgedrukt in ppt, 10^{-12}) in de atmosfeer zijn de laatste jaren sterk gestegen. De concentratie van HFK-23 stijgt met circa 5% per jaar. De concentratie van HFK-134a stijgt de laatste jaren sterk; momenteel met ongeveer 40% per jaar. De concentraties van de PFK's, CF₄ en C₂F₆ zijn met respectievelijk 1,3 en 3,2% per jaar gestegen. De concentratie van SF₆ stijgt met circa 7% per jaar. De concentratie van een verwant broeikasgas SF₅CF₃ stijgt ook, maar is nog gering. De bron van emissies van dit broeikasgas is niet bekend (Sturges *et al.*, 2000).

Opmerking: De weergegeven concentratie van CF₄ moet met 10 worden vermenigvuldigd en die van SF₅CF₃ door 10 gedeeld. Bron: Maiss and Brenninkmeijer, 1998; Oram *et al.*, 1996; Oram *et al.*, 1998; Harnisch *et al.*, 1996; Elkins *et al.*, 1998; WMO, 1999; Sturges *et al.*, 2000.



2.2 Aantasting ozonlaag

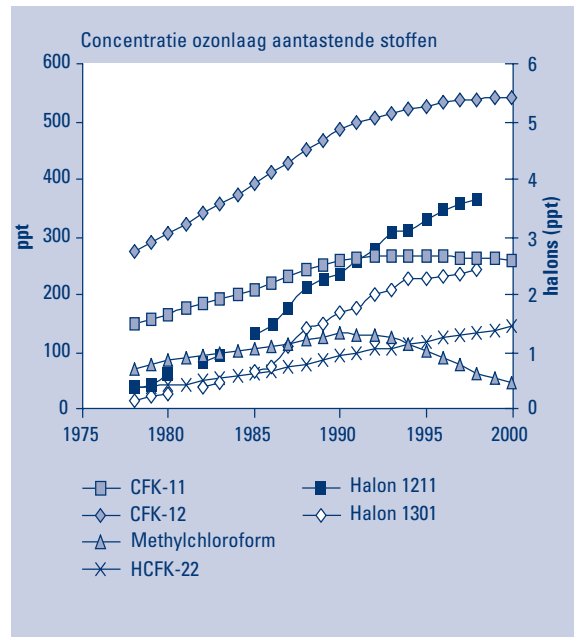
De antropogene invloed op de hoeveelheid ozon in de stratosfeer wordt vooral bepaald door de emissie van gehalogeneerde koolwaterstoffen, zoals de CFK's, halonen, HCFK's, methylchloroform (CH_3CCl_3), tetrachloorkoolstof (CCl_4) en methylbromide (CH_3Br). De

emissie in Nederland en ook mondiaal is sterk gereduceerd door de implementatie van internationaal overeengekomen maatregelen. Ozon in de stratosfeer (tussen 10 en 50 km hoogte) beschermt mens en milieu tegen schadelijke UV-B-straling.

Ontwikkeling van de concentratie van CFK's, halonen, HCFK-22 en methylchloroform

De werking van het Montréal Protocol en de amendementen van Londen en Kopenhagen wordt zichtbaar in de ontwikkeling van concentraties van ozonlaagaantastende stoffen in de troposfeer. Deze stoffen hebben een lange levensduur, uiteenlopend van 4,8 jaar voor methylchloroform tot 100 jaar voor CFK-12. De wereldgemiddelde concentratie in de troposfeer van methylchloroform vertoont een significante daling, terwijl de concentratie van CFK-11 licht daalt. De concentratie van CFK-12 stijgt nog door het vertraagd vrijkomen uit bestaande producten. Door toegenomen gebruik en emissie stijgt de concentratie van HCFK's, waaronder HCFK-22. De concentratie van de halonen stijgt ook nog steeds, alleen minder snel dan voorheen. In de geïndustrialiseerde landen mogen halonen niet meer gebruikt worden; de emissie vindt daar nog plaats uit bestaande apparatuur.

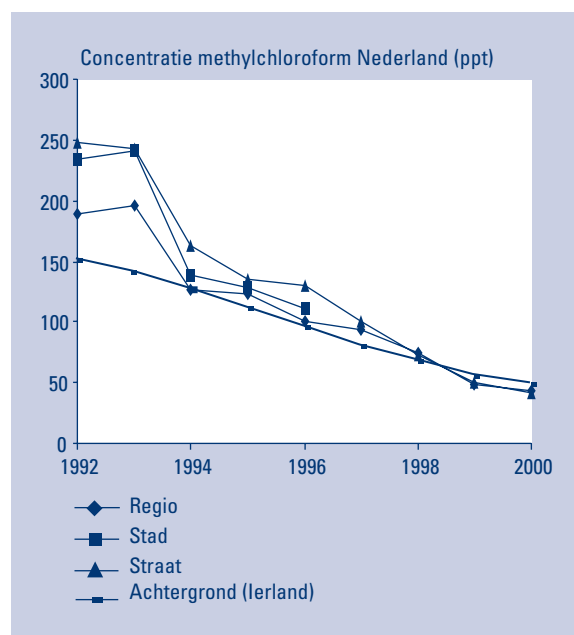
Bron: CDIAC: ALE/GAGE/AGAGE netwerk, Prinn *et al.* (1998); NOAA/CMDL netwerk: Elkins *et al.* (1998), Montzka *et al.* (1999), WMO (1999), (de 2000 waarden voor de CFK's en methylchloroform zijn gebaseerd op meetgegevens van de eerste negen maanden van 2000).



Ontwikkeling van de concentratie van methylchloroform

Metingen in Nederland van methylchloroform vertonen een daling die overeenkomt met de daling van de mondiale achtergrondconcentratie. In 1992 en 1993 liggen de concentraties in straat, stad en regio nog aanzienlijk boven de achtergrondwaarde in Ierland. Vanaf 1994 liggen alle metingen dicht bij elkaar en vertonen dezelfde daling, conform de daling in gebruik en emissie. Methylchloroform mag sinds 1996 niet meer gebruikt worden in geïndustrialiseerde landen.

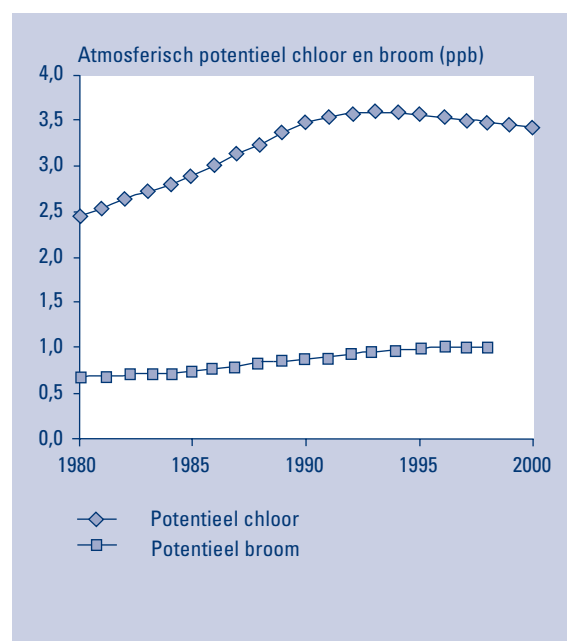
Bron: RIVM (Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit); Achtergrond (Ierland) van CDIAC: ALE/GAGE/AGAGE netwerk, Prinn *et al.* (1998). De jaargemiddelde concentraties van regio, stad en straat in Nederland zijn herberekend ten opzichte van het vorige jaaroverzicht (1998-1999). Zowel metingen op dagbasis als weekbasis zijn nu meegenomen. Dit resulteert in slechts geringe verschillen.



Potentieel chloor- en broomgehalte

Het totale vermogen van de gehalogeneerde stoffen samen om de ozonlaag aan te tasten kan worden uitgedrukt in het potentieel chloor- en broomgehalte van de atmosfeer. Na een stijging van het mondiaal gemiddelde niveau met 1 ppb (ca 40%) in potentieel chloor in de periode 1980-1990 is vanaf ongeveer 1994 een lichte daling ingezet. Dit reflecteert het succes van de wereldwijde uitvoering van de internationale verdragen. De concentratie potentieel broom stijgt nog steeds ondanks een stop in productie in geïndustrialiseerde landen. De oorzaak is een voortgaande emissie van halonen uit bestaande toepassingen (voornamelijk brandblussers) en mogelijk een toegenomen gebruik in enkele ontwikkelingslanden.

Bron: CDIAC: ALE/GAGE/AGAGE netwerk, Prinn *et al.* (1998); NOAA/CMDL netwerk: Elkins *et al.* (1998), Montzka *et al.* (1999), WMO (1999), Butler (1998), (de waarde voor 2000 is gebaseerd op meetgegevens van de eerste negen maanden van 2000).

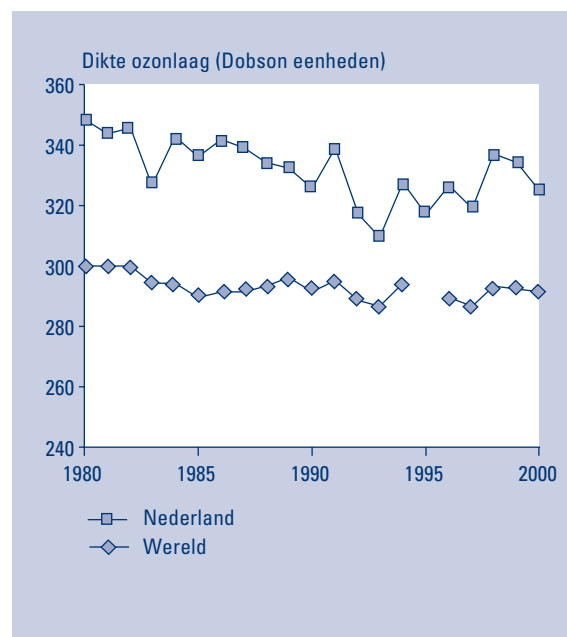


Dikte van de ozonlaag

De ozonkolom op gematigde breedtegraden, zoals boven Nederland, vertoonde tussen 1980 en 1991 een afbraak van circa 4% per decennium. Het lijkt er op dat deze lineaire afname zich niet heeft voortgezet na het herstel van de ozonlaag van de extra afbraak ten gevolge van de uitbarsting van de Pinatubo in 1991. Na extreem lage waarden in 1992 en 1993 lag de gemiddelde waarde van de kolom in Nederland in 1999 op 334 en in 2000 op 325 Dobson eenheden, vergeleken met gemiddeld 350 rond 1980.

Aangezien de concentratie van ozonlaag aantastende stoffen over zijn maximum heen is kan de ozonlaag zich langzaam herstellen, maar volledig herstel zal meer dan 50 jaar duren. Er zijn aanwijzingen dat klimaatverandering het herstel van de ozonlaag kan vertragen.

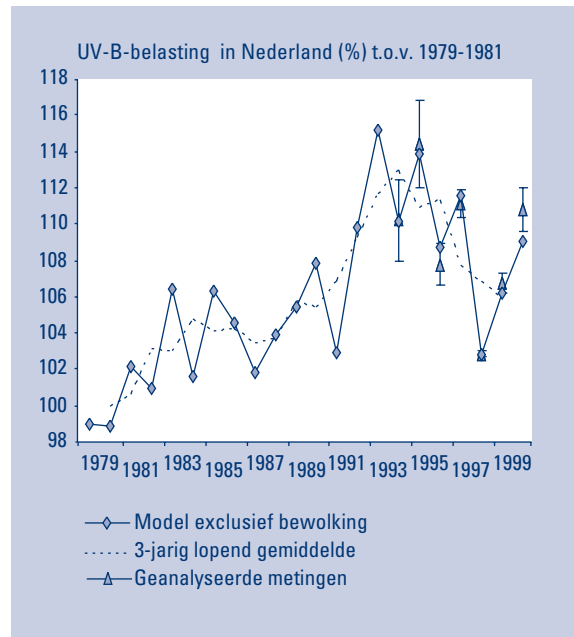
Bron: NASA, KNMI, KMI, Mondiale waarden voor 1996 gebaseerd op 1/2 jaar metingen.



Ontwikkeling van de UV-B-belasting

De relatieve toename van de effectieve UV-straling in Nederland is berekend uit metingen van de dikte van de ozonlaag (aangegeven met 'model' in onderstaande figuur) en sinds 1994 ook uit directe UV-metingen, waarbij gecorrigeerd wordt voor de toevallige fluctuaties in bewolking. De berekende totale UV-instraling per jaar is in 2000 zo'n 9 % hoger dan gemiddeld over de jaren 1979-1981. Daarmee was de UV-belasting in 2000 hoger dan de belasting in de jaren 1998 en 1999, maar minder hoog dan het gemiddelde in de periode 1992-1997 toen de UV-belasting 9-15 % meer was dan in het begin van de jaren '80. De UV-metingen over de afgelopen zes jaar bevestigen de uit ozonmetingen berekende veranderingen. De extra UV-straling veroorzaakt naar verwachting extra gevallen van huidkanker.

Bron: RIVM (den Outer *et al.*, 2000).



3 Fotochemische luchtverontreiniging

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste indicatoren op het gebied van fotochemische luchtverontreiniging. In de paragraaf 'Ozon' wordt de concentratie van ozon besproken. In de paragraaf 'Vluchtige organische koolwaterstoffen' worden

de concentraties van enkele groepen van vluchtige organische koolwaterstoffen besproken. Vluchtige organische stoffen spelen een belangrijke rol bij de vorming van ozon op nationale en Europese schaal.

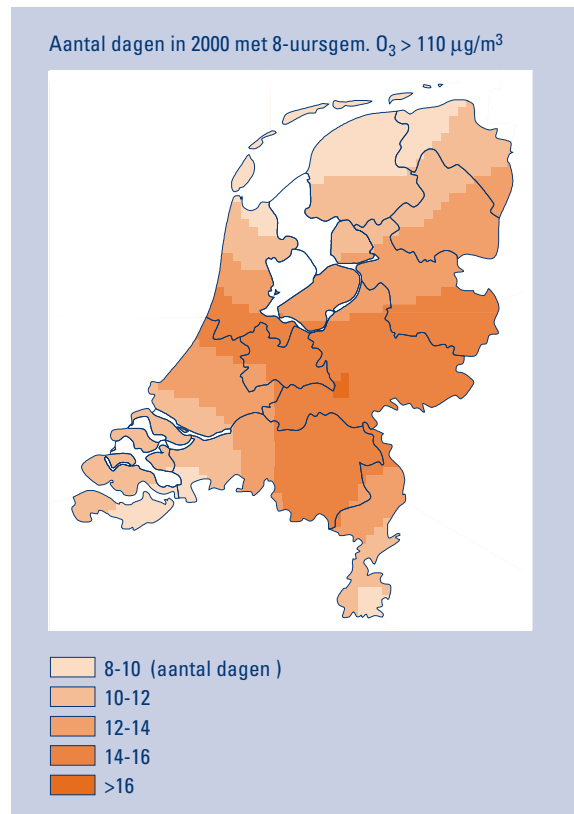
3.1 Ozon

Ozon wordt niet als zodanig door de mens in de atmosfeer gebracht. Het wordt onder invloed van zonlicht gevormd uit de precursors stikstofoxiden, 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 procentueel een veel beperkter afname van de ozonconcentratie tot gevolg heeft. Ozon kan aanleiding geven tot nadelige effecten op de gezondheid van mensen en op ecosystemen. Zowel kortdurende blootstelling aan piekconcentraties als langdurige blootstelling aan lagere concentraties zijn hierbij van belang. In deze paragraaf worden normen gehanteerd als toetsingswaarden voor de beschrijving van blootstelling van mens en ecosystemen aan ozon. Eerst worden de huidige normen besproken. Vervolgens worden nieuwe normen besproken die in Europees kader zijn voorgesteld. Deze bevatten streefwaarden die zijn gekoppeld aan verplichte emissieplafonds voor de Europese landen. Er is niet voor grenswaarden gekozen omdat lokale maatregelen ter voorkoming van hoge ozon niveau's niet voldoen. Indien blijkt dat de ozondoelstellingen niet worden gehaald kunnen de emissieplafonds worden aangescherpt.

De huidige norm voor de blootstelling van de bevolking aan piekconcentraties is de EU-drempelwaarde van $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de gemiddelden van vier perioden van acht uur per dag (EU, 1992). Voorgesteld wordt deze norm te vervangen door een nieuwe streefwaarde (EG, 2001) van $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de hoogste 8-uurs-gemiddelde waarde per dag, die op maximaal 25 dagen per jaar mag worden overschreden. De EU-drempelwaarde van $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het daggemiddelde (EU, 1992) en de Nederlandse streefwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het groeiseizoengemiddelde (TK, 1990) dienen als norm voor kortstondige respectievelijk langdurige blootstelling van ecosystemen. Voorgesteld wordt om de beide normen in het toekomstige Europese toetsingskader (EG, 2001) voor ozon te vervangen door een nieuwe norm, de AOT40. Deze geeft een betere beschrijving van de negatieve effecten van ozon op de vegetatie. In het laatste deel van deze paragraaf zal de AOT40 worden besproken. De groeiseizoengemiddelde ozonconcentratie zal niet meer worden gepresenteerd vanwege vervanging door een nieuwe EU-norm en omdat de grenswaarde ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) al jaren niet meer wordt overschreden.

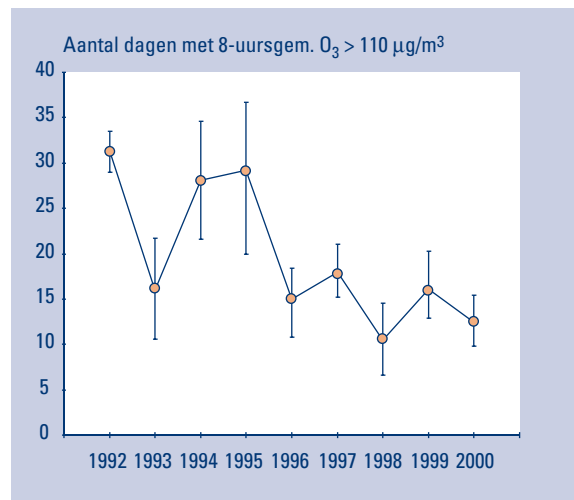
Ruimtelijke verdeling van het aantal dagen met overschrijding van de huidige Europese drempelwaarde voor kortdurende blootstelling van de bevolking

In 2000 is over heel Nederland de drempelwaarde van $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de 8-uursgemiddelde ozonconcentratie overschreden. Het landelijk gemiddelde lag op 13 dagen. Het ruimtelijk beeld is gebaseerd op geïnterpoleerde waarnemingen van regionale meetlocaties. Uit het ruimtelijk beeld blijkt dat het aantal overschrijdingen in het midden en oosten van het land het hoogst waren en het laagst in de kustgebieden en Zuid-Limburg. Hoge 8-uursgemiddelde concentraties van ozon worden vooral veroorzaakt door fotochemische vorming uit (continentale) emissies van koolwaterstoffen en stikstofoxiden. In Nederland zijn deze emissies voornamelijk verhoogd in het zuiden en westen waar bevolkings-, verkeers- en industriële dichtheid het hoogst zijn. Het aantal dagen met overschrijding van de norm is verder afhankelijk van de meteorologische omstandigheden.



Ontwikkeling van de gemiddelde overschrijding van de huidige Europese drempelwaarde voor kortdurende blootstelling van de bevolking

Het landelijk gemiddelde van het aantal dagen met overschrijding van de drempelwaarde van $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ laat van 1992 tot en met 2000 een licht dalende trend zien. In twee andere studies (De Leeuw, 2000, Roemer, 2001) zijn ook indicaties gevonden voor een licht dalende trend in de hoge ozonconcentraties. Als meest waarschijnlijke oorzaak voor de dalende trend wordt de reductie van precursor-emissies in Europa genoemd. De overschrijding van deze norm is ook sterk afhankelijk van de meteorologische omstandigheden. In jaren met veel zomerse dagen¹ zoals bijvoorbeeld '94 en '95, worden er meer overschrijdingen waargenomen dan gedurende jaren met minder zomerse dagen zoals het relatief natte jaar 1998.



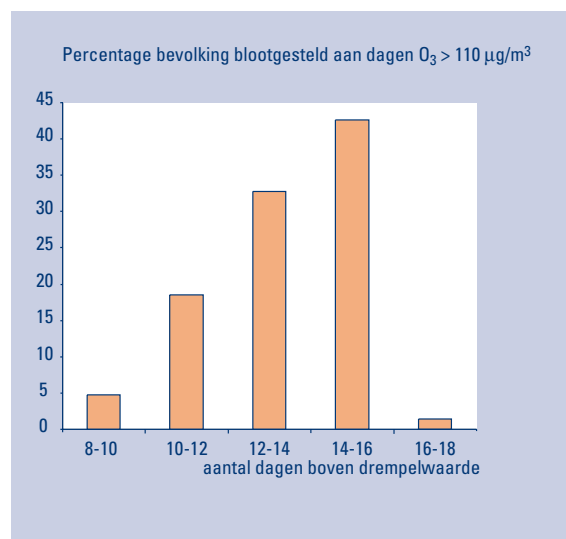
Noot: de marge geeft de ruimtelijke spreiding weer.

¹ Een zomerse dag is gedefinieerd als een dag waarop er ergens in Nederland een maximale temperatuur boven de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ is gemeten.

Kortdurende blootstelling van de bevolking aan ozon

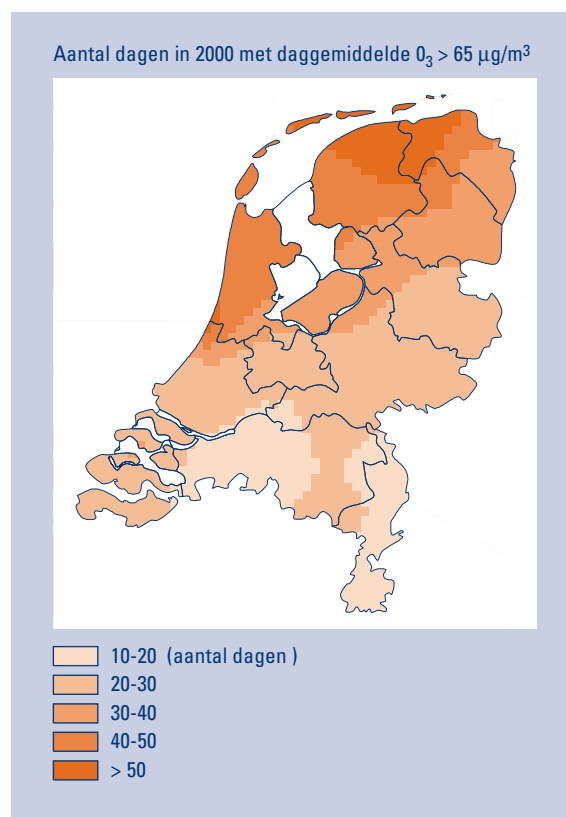
De gehele Nederlandse bevolking is in 2000 blootgesteld aan 8-uursgemiddelde concentraties boven de drempelwaarde van $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het met de bevolkingsdichtheid gewogen gemiddelde aantal dagen met overschrijding in de zomerperiode bedroeg 13. Voor het berekenen hiervan is gebruik gemaakt van geïnterpoleerde waarnemingen van regionale meetlocaties. Omdat ozonconcentraties in steden typisch iets lager liggen dan in de regio zal het gebruik van regionale waarnemingen bij het beschrijven van de blootstelling leiden tot een lichte overschatting van de blootstelling. Het aantal dagen met overschrijdingen van de drempelwaarde op individuele regionale meetstations varieerde van 7 tot 17 dagen.

De gemiddelde overschrijding op deze dagen was $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In 2000 is circa 95% van de bevolking op meer dan 10 dagen blootgesteld aan ozonconcentraties boven de drempelwaarde.



Ruimtelijke verdeling van het aantal dagen met overschrijding van de huidige Europese drempelwaarde voor kortdurende blootstelling van ecosystemen

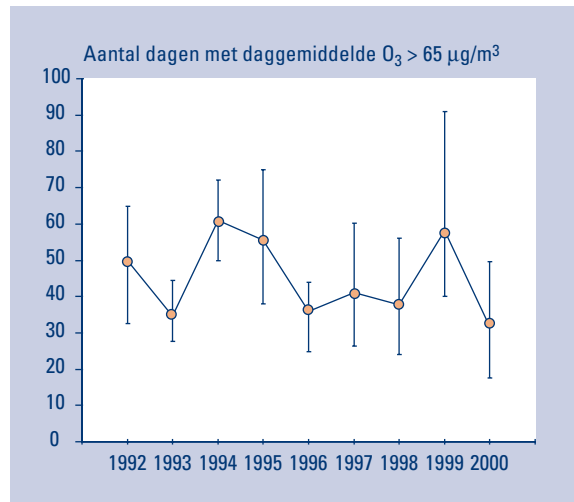
In heel Nederland vond in 2000 overschrijding plaats van de drempelwaarde van $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de daggemiddelde ozonconcentratie. Het landelijk gemiddelde lag op 32 dagen. Het ruimtelijk beeld is gebaseerd op geïnterpoleerde waarnemingen van regionale meetlocaties. Het grootste deel van het jaar wordt de ozonconcentratie sterk beïnvloed door de grootschalige troposferische achtergrondconcentratie (circa $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De invloed hiervan is dominant boven zee, landinwaarts neemt deze invloed af door afbraak en depositie. De gedurende episoden voorkomende hoge ozonconcentraties worden vooral veroorzaakt door fotochemische vorming overdag, gekarakteriseerd door een van noord naar zuid oplopende gradiënt. De kaart toont de resultante van deze processen. Langs de kust, vooral in het noorden, worden de meeste dagen met overschrijdingen van de drempelwaarde waargenomen, dit neemt naar het zuidoosten toe af. Evenals de afgelopen jaren blijkt hiermee de invloed van de troposferische achtergrond op de overschrijding van deze drempelwaarde te overheersen.



Ontwikkeling van de gemiddelde overschrijding van de huidige Europese drempelwaarde voor kortdurende blootstelling van ecosystemen

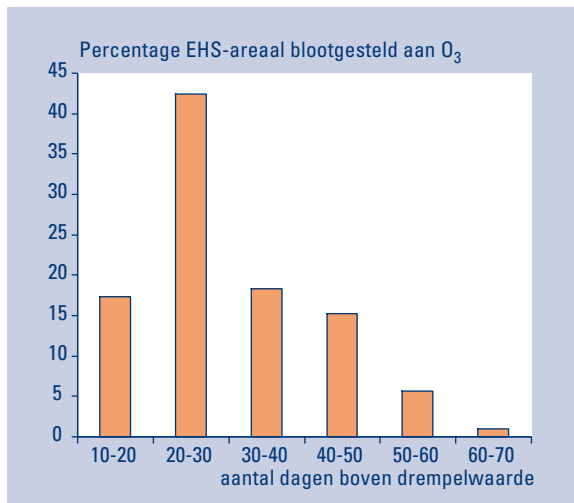
De frequentie waarmee overschrijding van de drempelwaarde van $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als daggemiddelde optreedt, is onder andere afhankelijk van de meteorologische omstandigheden in het betreffende jaar. In jaren met mooi zomers weer, zoals bijvoorbeeld '94 en '95, worden er meer overschrijdingen van de drempelwaarde waargenomen dan gedurende zomers met een somberder karakter. Door de sterke fluctuatie van jaar tot jaar is er geen duidelijke trend in de landelijk gemiddelde overschrijding herkenbaar.

Noot: de marge geeft de ruimtelijke spreiding weer.



Kortdurende blootstelling van ecosystemen

In 2000 waren er, gemiddeld over het gehele gebied van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), 31 dagen met overschrijdingen van de drempelwaarde van $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor het berekenen hiervan is gebruik gemaakt van geïnterpoleerde waarnemingen van regionale meetlocaties. Het aantal dagen met overschrijdingen van de drempelwaarde op individuele regionale meetstations varieerde van 12 tot 64 dagen. De gemiddelde overschrijding op deze dagen was circa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In 2000 is circa 83% van de Ecologische Hoofdstructuur op meer dan 20 dagen blootgesteld aan ozonconcentraties boven de drempelwaarde.



Ruimtelijke verdeling van het aantal dagen met overschrijding van de voorgestelde Europese streefwaarde voor kortdurende blootstelling van de bevolking

De voorgestelde nieuwe EU-norm voor blootstelling van de bevolking aan piekconcentraties ozon (EG, 2001) wordt waarschijnlijk vastgesteld op een streefwaarde van $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, voor de hoogste 8-uursgemiddelde ozonconcentratie per dag. Hiervoor geldt dat deze niet vaker mag worden overschreden dan 25 dagen per kalenderjaar, gemiddeld over drie jaar¹. De langetermijndoelstelling is dat deze streefwaarde op geen enkele dag meer wordt overschreden.

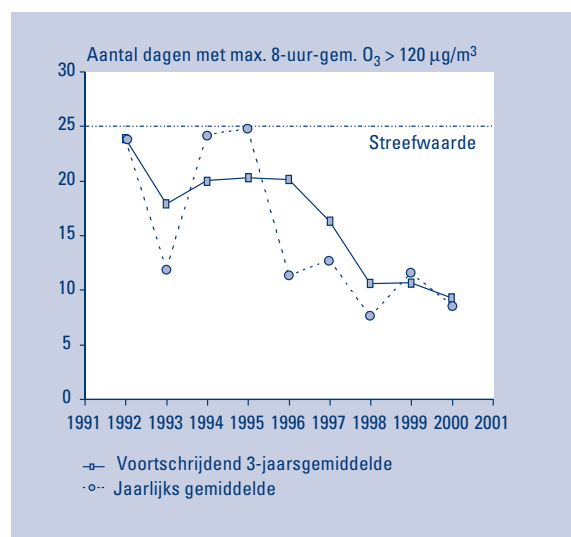
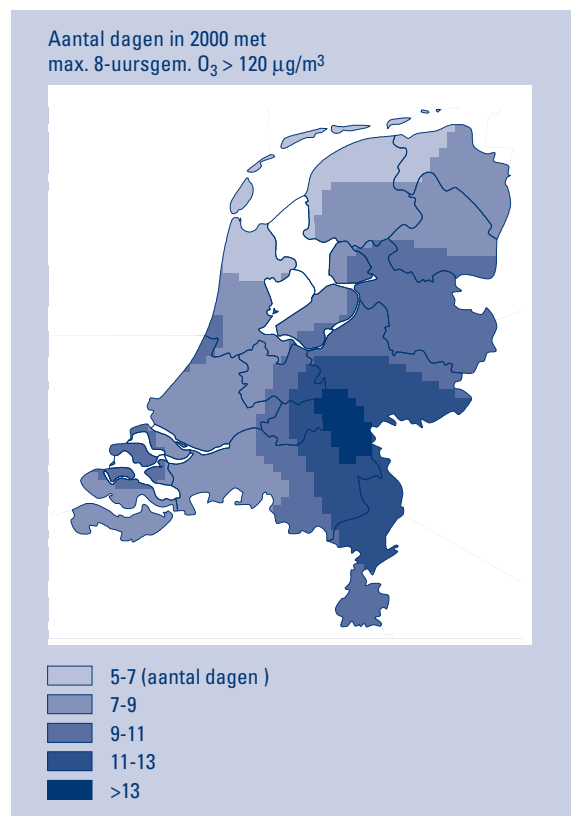
Het ruimtelijk beeld van het aantal dagen met een maximale 8-uursgemiddelde ozonconcentratie boven de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is gebaseerd op geïnterpoleerde waarnemingen van regionale meetlocaties welke zijn gemiddeld over de jaren 1998, 1999 en 2000. Gemiddeld waren er over Nederland 9 dagen met maximale 8-uursgemiddelde ozonconcentraties hoger dan $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het ruimtelijk beeld, met hogere ozonconcentraties in zuidoost-Nederland, komt grotendeels overeen met het ruimtelijk beeld van het aantal dagen boven $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (zie eerste paragraaf). Fotochemische vorming uit emissies en grootschalige aanvoer van ozon uit het buitenland een spelen hierbij een belangrijke rol.

¹ Deze middeling over drie jaar is bedoeld om de invloeden van de meteorologische omstandigheden op de ozonconcentraties te verminderen. Middeling vindt plaats over het betreffende jaar en de twee voorgaande jaren.

Ontwikkeling van de gemiddelde overschrijding van de voorgestelde Europese streefwaarde voor kortdurende blootstelling van de bevolking

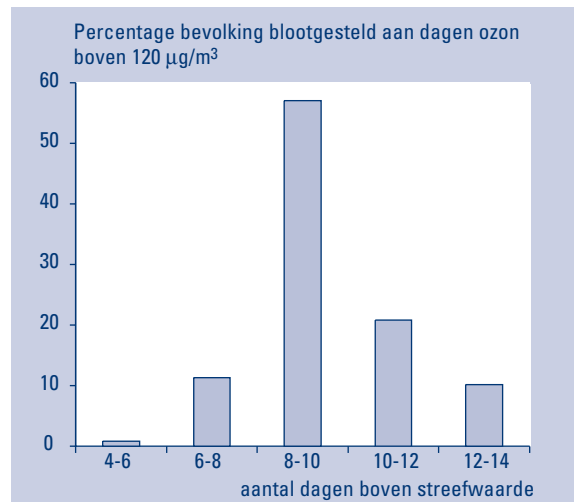
In de grafiek is het driejaarsgemiddelde en het jaarlijks gemiddelde aantal dagen met een maximale 8-uursgemiddelde ozonconcentraties boven $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ weergegeven. De afnemende trend bevestigt de aanwijzingen voor een licht dalende trend in de hoge ozonconcentraties (zie eerste paragraaf). Doordat steeds het gemiddelde over drie jaren wordt weergegeven, zoals de norm voorschrijft¹, is de van jaar tot jaar fluctuatie door meteorologische verschillen beperkt. Het aantal dagen met overschrijdingen lag op alle LML-stations beneden het toegestane maximum van 25 dagen.

¹ De weergegeven gemiddelden van 1992 en 1993 zijn gebaseerd op respectievelijk één en twee jaar.



Kortdurende blootstelling van de bevolking aan ozon

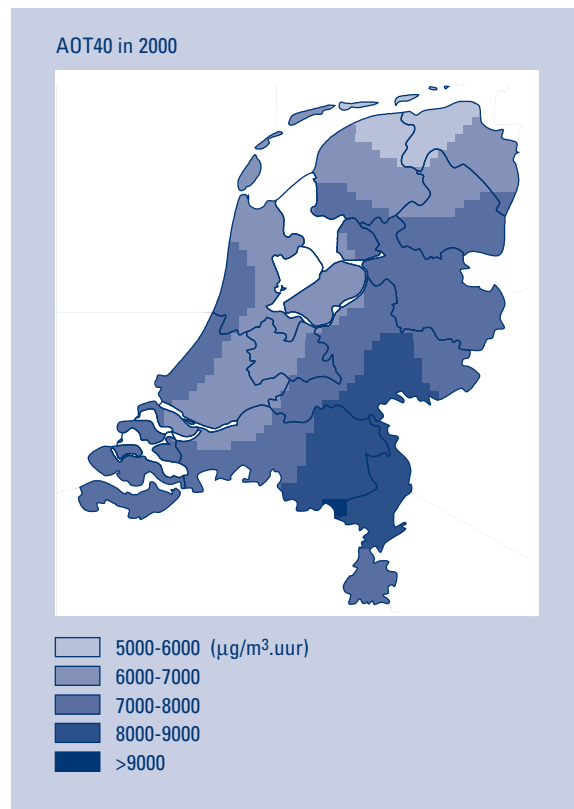
Het met de bevolkingsdichtheid gewogen gemiddelde aantal dagen met overschrijding in de zomerperiode bedroeg 9 dagen in 2000. Voor het berekenen hiervan is gebruik gemaakt van geïnterpoleerde waarnemingen van regionale meetlocaties voor 2000. Omdat ozonconcentraties in steden typisch iets lager liggen dan in de regio zal het gebruik van regionale waarnemingen bij het beschrijven van de blootstelling leiden tot een lichte overschatting van de blootstelling. In 2000 is ruim 25% van de bevolking blootgesteld geweest aan meer dan 10 dagen met overschrijding van de streefwaarde van $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het aantal dagen met de hoogste 8-uursgemiddelde ozonconcentratie boven $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ varieerde op individuele regionale meetstations van 5 tot 16.



Ruimtelijke verdeling van het aantal dagen met overschrijding van de voorgestelde Europese norm voor vegetatie

De voorgestelde nieuwe norm voor blootstelling van de vegetatie aan ozon (EG, 2001) wordt uitgedrukt als de 'AOT40' (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 ppb). Deze norm houdt rekening met zowel de overschrijding van de drempelwaarde van $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 ppb) als met de tijdsduur van de overschrijding. Alleen de ozonconcentraties in de drie zomermaanden mei – juli, van 08:00h tot 20:00h¹ worden meegenomen. Voor bescherming van de vegetatie wordt een streefwaarde voorgesteld van 18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{uur}$) gemiddeld over 5 jaar². Als langetermijndoelstelling wordt een waarde van 6.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{uur}$) voorgesteld.

De kaart van de AOT40 voor 2000 is gebaseerd op geïnterpoleerde regionale waarnemingen welke zijn gemiddeld over de vijf jaren 1996 tot en met 2000. Uit de kaart blijkt dat in 2000 de streefwaarde van 18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{uur}$) in Nederland niet is overschreden; ook op individuele stations niet. De langetermijndoelstelling van 6.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{uur}$) wordt in een groot deel van Nederland overschreden. Uit het ruimtelijk beeld blijkt dat de AOT40-waarden in het zuidoosten van het land het hoogst waren en het laagst in het noorden. Hoge AOT40-waarden worden vooral veroorzaakt door de hoge ozonconcentraties die vóórkomen tijdens smogepisoden waarbij fotochemische vorming uit emissies en grootschalige aanvoer van ozon uit het buitenland een belangrijke rol spelen (zie ook de eerste paragraaf).



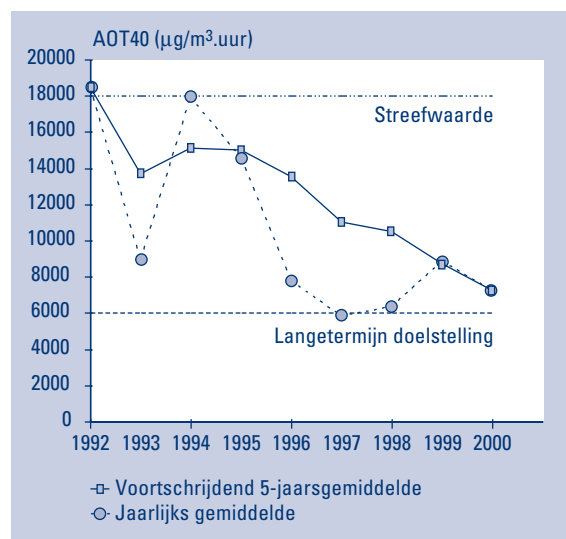
¹ Midden Europese Tijd (MET).

² Deze middeling over vijf jaar is bedoeld om de invloed van de meteorologie op de ozonconcentraties te verminderen. Middeling vindt plaats over het betreffende jaar en de vier voorafgaande jaren.

Ontwikkeling van de gemiddelde overschrijding van de voorgestelde Europese norm AOT40 voor gewassen

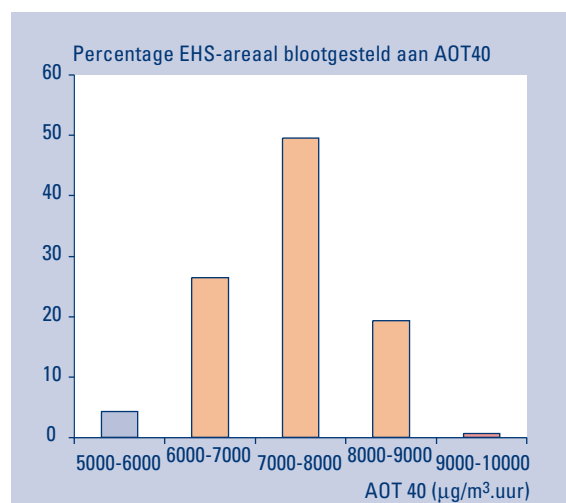
In de grafiek zijn de voortschrijdend vijfjaars gemiddelde AOT40-waarden¹ en de jaarlijkse AOT40-waarde weergegeven. Naast de hoeveelheid geëmitteerde precursors van ozon is de AOT40-waarde sterk afhankelijk van de meteorologische omstandigheden in de zomer van het betreffende jaar. In jaren met mooi zomerweer, zoals '94 en '95, is de AOT40-waarde hoger dan in jaren waarin de zomer een somberder karakter heeft, zoals 1998. Door het voortschrijdend vijfjaars gemiddelde te nemen, zoals de norm voorschrijft, worden de fluctuaties door meteorologische invloeden verminderd waardoor andere invloeden op de ozonconcentratie eerder zichtbaar worden. Er is sinds 1992 een dalende trend aanwezig in de voortschrijdend vijfjaars gemiddelde AOT40-waarde. De meest waarschijnlijke oorzaak voor de afnemende trend is de reductie van precursorremissies in Europa, welke sinds het begin van de jaren '90 is ingezet.

¹ De weergegeven gemiddelden van 1992, 1993, 1994 en 1995 zijn gebaseerd op respectievelijk gemiddelden over één, twee, drie en vier jaar in plaats van vijf jaren.



Blootstelling van ecosystemen gerelateerd aan de AOT40 voor gewassen

De streefwaarde van 18.000 (µg/m³·uur) wordt in 2000 in Nederland niet overschreden. De langetermijndoelstelling van 6.000 (µg/m³·uur) wordt in een groot deel van Nederland wel overschreden. Circa 96 % van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) is in 2000 blootgesteld aan AOT40-waarden boven de 6.000 (µg/m³·uur). Voor het berekenen hiervan is gebruik gemaakt van de AOT40-kaart voor 2000 en een ruimtelijke verdeling van de EHS. De 5-jaargemiddelde AOT40-waarden, op individuele regionale meetstations, varieerden van 4.700 tot 9.900 (µg/m³·uur).



3.2 Vluchtige organische stoffen

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 op de volksgezondheid of ecosystemen leiden. Daarom zijn voor een aantal stoffen, zoals benzeen en enkele gechlloreerde verbindingen, luchtkwaliteitsnormen gesteld.

Om de vorming van ozon terug te dringen, is het koolwaterstofbeleid (KWS-2000) geformuleerd voor industrie, kleine bedrijven en huishoudens. Voor het verkeer wordt de uitstoot van VOS teruggebracht middels een pakket beleidsmaatregelen waarbij verscheidene thema's, o.a. verzuring, een rol spelen. Doel is om de uitstoot van VOS door Nederlandse bronnen in 2000 met minstens 50% te hebben gereduceerd ten opzichte van 1981. Op basis van beperkte meetseries aan het begin van de jaren tachtig kan worden geconcludeerd dat op regionaal niveau de totale concentratie van de

47 gemeten VOS-componenten over de afgelopen 15 jaar met ongeveer 40% is afgenomen.

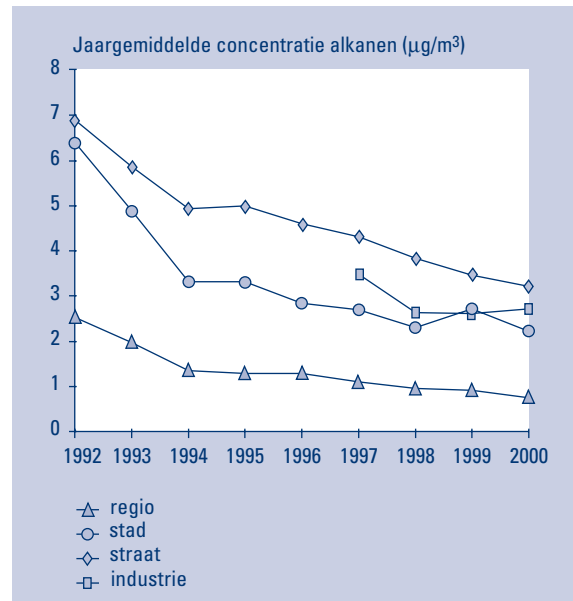
Concentraties van aromatische componenten laten tussen 1991 en 1997 afnemende trends zien die 4 tot 5% per jaar lager zijn dan de trends van andere vluchtige organische componenten, mogelijk gerelateerd aan een toenemend gebruik van katalysatoren in auto's en een veranderende chemische reactiviteit in de atmosfeer (Thijsse *et. al*, 1999). De 47 componenten die op een tiental locaties van het LML gemeten worden, omvatten alkanen, aromaten en gechlloreerde alkanen. Verder is er nog een kleine restpost die voornamelijk uit gechlloreerde aromaten bestaat; niet meegenomen zijn onder andere alkenen en alcoholen. De meetstrategie voor VOS is in het LML in 1997 gewijzigd. Om een consistente trend weer te kunnen geven is bij de berekening van de regionale gemiddelden van voor 1997 hiermee rekening gehouden. Hierdoor kunnen de waarden van voor 1997 enigszins afwijken ten opzichte van eerdere rapportages.

Jaargemiddelde concentratie van alkanen

Alkanen of paraffines zijn ketens van koolstof verzadigd met waterstof, die bij toenemende ketenlengte minder vluchtig worden. Het zijn stoffen die een wat beperkte reactiviteit vertonen en dus minder snel afbreken en daardoor een hogere achtergrondconcentraties kennen. Directe effecten op de volksgezondheid en ecosystemen zijn bij de waargenomen concentraties niet te verwachten.

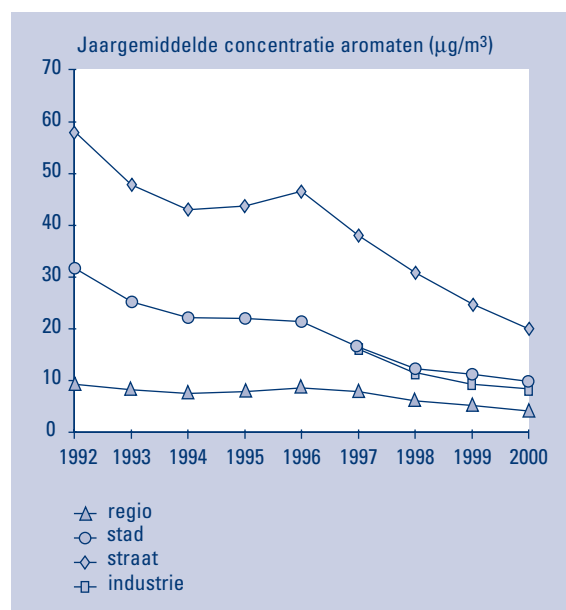
Ten opzichte van de andere componentgroepen is de bijdrage van de industrie naar verhouding vrij groot, en van verkeer wat minder. De concentratie van alkanen is sinds het begin van de jaren tachtig met ongeveer 70% gedaald.

Noot: De weergave van de concentratie in de categorie 'industrie' bestaat uit een enkel station. Voor de andere categorieën worden concentraties van verscheidene stations gemiddeld.



Jaargemiddelde concentratie van aromaten

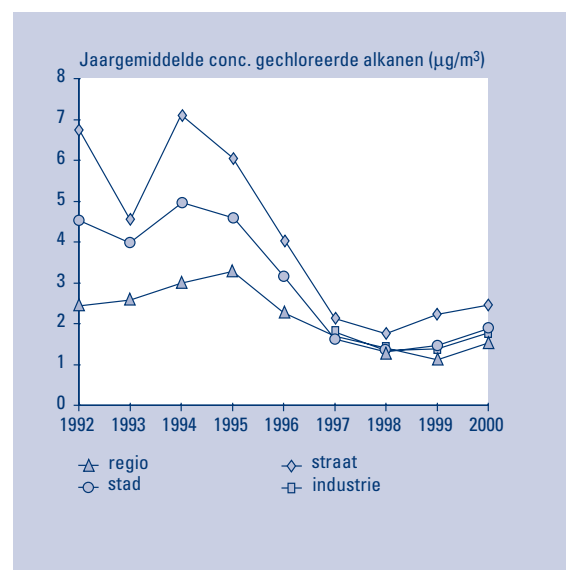
Aromaten zijn verbindingen die een benzeenring bevatten. Hieronder vallen een aantal stoffen die tot nadelige effecten op de gezondheid aanleiding kunnen geven, waarvan benzeen de bekendste is. Benzeen wordt in hoofdstuk 6 apart behandeld. Van de VOS die binnen het LML worden gemeten, vormen de aromaten 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. In het midden van de jaren '90 leken de concentraties zich te stabiliseren, maar de laatste jaren lijkt de daling zich verder voort te zetten. Ten opzichte van het begin van de jaren tachtig is de concentratie van aromaten in 1999 ongeveer gehalveerd.



Jaargemiddelde concentratie van gechloreerde alkanen

Gechloreerde alkanen zijn alkanen waarbij op één of meerdere plaatsen een waterstofatoom vervangen is door chloor. Door deze substitutie zijn gechloreerde alkanen minder atmosferisch reactief, waardoor zij veel langer in de atmosfeer verblijven en een relatief hoge grootschalige achtergrondconcentratie vertonen. 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 over de laatste jaren lijken gestabiliseerd. De verhoging in stedelijke concentraties ten opzichte van de regio is de laatste vier jaren gering. Dit is in overeenstemming met de emissieramingen die een forse daling voor deze stoffen in Nederland laten zien.



4 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 paragrafen 'Verzuring' en 'Vermesting' wordt ingegaan op de deposi-

tie van potentieel zuur en totaal stikstof. Daarna worden de verzurende en vermestende luchtverontreinigingscomponenten ammoniak, stikstofoxiden en zwaveldioxide behandeld.

4.1 Zure depositie

De depositie van potentieel zuur is samengesteld uit de depositie van zwaveldioxide, stikstofoxiden, ammoniak en hun reactieproducten (respectievelijk aangeduid als SO_x , NO_y en NH_x) minus het deel dat geneutraliseerd wordt door basiskationen in de lucht (zoals Ca^{2+} en K^+). Er wordt gesproken van potentieel zuur omdat de uiteindelijke hoeveelheid zuur afhangt van de mate waarin ammoniak (NH_3) en ammonium (NH_4^+) in de bodem worden omgezet in salpeterzuur. In de bodem heeft de depositie van verzurende stoffen verhoogde gehalten van nitraat (NO_3^-), sulfaat (SO_4^{2-}) en aluminiumionen (Al^{3+}) tot gevolg. Daarnaast treedt er verlaging op van de pH en ophoping van stikstof in organische stof. Dit alles kan leiden tot een verminderde bosvitaliteit en achteruitgang in biodiversiteit. Verder zijn ook nadelige effecten op de biodiversiteit in klein oppervlaktewater, zoals vennen. Naast de indirecte effecten van verzuring kunnen hoge concentraties van SO_2 , NO_x , NH_3 en O_3 en hun volgproducten ook directe schade aan vegetatie, materialen en cultuurgoederen veroorzaken. De geoxideerde en gereduceerde stikstofverbindingen (NO_y en NH_x) dragen tevens bij aan vermesting van natuurlijke ecosystemen. De verzuringsproblematiek is voor wat betreft

het atmosferische gedeelte, nauw gerelateerd aan de problematiek van de vermesting. De berekening van de bijdrage van verschillende componenten aan verzuring en vermesting gebeurt op basis van een depositiemodel waarbij emissieramingen per verzurende component als invoer gebruikt wordt.

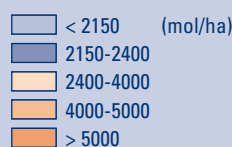
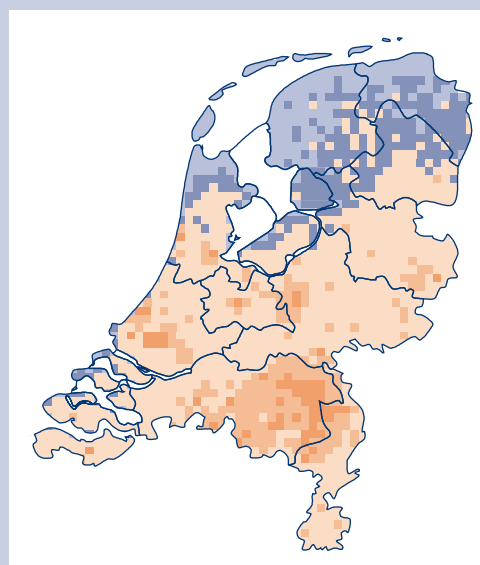
De procedure voor ammoniak is deels wat afwijkend. De berekende concentraties zijn niet in overeenstemming met de luchtmetingen. Om de berekende concentraties weer in overeenstemming te brengen met de gemeten concentraties, zijn de berekende concentraties geschaald op basis van de metingen. Deze schaling is ook toegepast bij het berekenen van de deposities.

In bijlage B is voor het jaar 2000 een tabel opgenomen met daarin de waarde van de depositie van potentieel zuur en totaal stikstof per verzuringsgebied, en de bijdragen van SO_x , NO_y , NH_x en Ca^{2+} hieraan. De natte depositie van calcium is in deze tabel meegenomen omdat calcium de grootste neutraliserende rol speelt in de lucht voor de depositie van potentieel zuur.

Ruimtelijke verdeling van de depositie van potentieel zuur

In 2000 bedroeg de gemiddelde depositie van potentieel zuur ca. 3100 mol/ha. Dit is nog duidelijk boven de tussendoelstelling voor het jaar 2000 van 2400 mol/ha uit het 'Bestrijdingsplan Verzuring' (TK, 1989). Regionaal verschillen de deposities sterk. Vooral in gebieden met intensieve veehouderij (o.a. De Peel en De Gelderse Vallei) kunnen deposities voorkomen die oplopen tot ca. 6000 mol/ha. Dit wordt vooral veroorzaakt door de hoge ammoniakuitstoot ter plaatse. Een verhoogde SO_2 - en NO_x -emissie in het Rijnmondgebied is de oorzaak van een verhoging van de depositie in dat gebied. Door een grotere ruwheid van het oppervlak, hetgeen een grotere depositiesnelheid tot gevolg heeft, is de gemiddelde depositie op bos groter dan het landelijk gemiddelde. In 2000 bedroeg de depositie op bos gemiddeld ca. 3600 mol/ha, hetgeen 14 % hoger is dan de landelijk gemiddelde depositie.

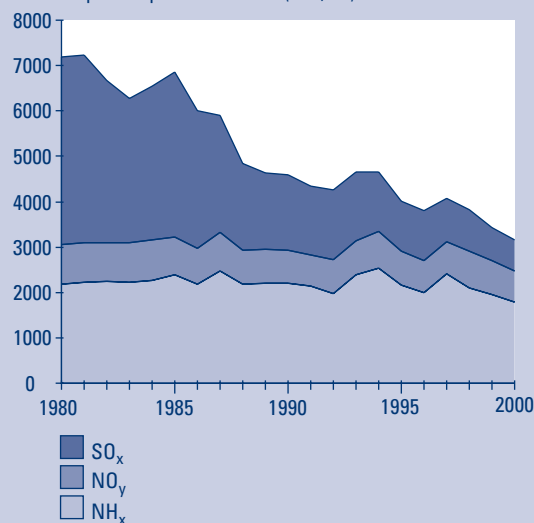
Potentieel zuur depositie in 2000



Ontwikkeling van de depositie van potentieel zuur

In de periode 1980 – 2000 is de depositie van potentieel zuur met meer dan 50 % gedaald. De daling is vooral het gevolg van de sterke reductie van de SO_2 -emissie sinds halverwege de jaren tachtig in binnen- en buitenland. Emissieramingen over dezelfde periode laten ook een lichte daling zien van de NO_y - en NH_x -emissies. De daling in de NO_y -emissie is voor een belangrijk deel het gevolg van invoering van de katalysator in eind tachtiger jaren. NH_3 -emissiebeperkende maatregelen zoals verbeterde voersamenstelling, emissie-arme stallen, het afdekken van meststalo's en het direct onderwerpen van mest bij aanwending zorgden voor een enige daling in de NH_3 -emissie. De toepassing van deze emissiebeperkende maatregelen heeft echter niet geleid tot een substantiële daling van de depositie van de N-component van potentieel zuur.

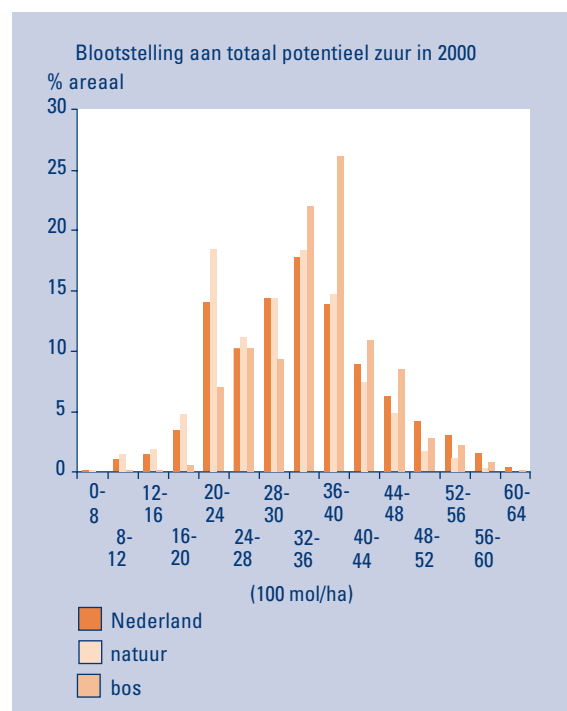
depositie potentieel zuur (mol/ha)



Blootstelling aan potentieel zuur

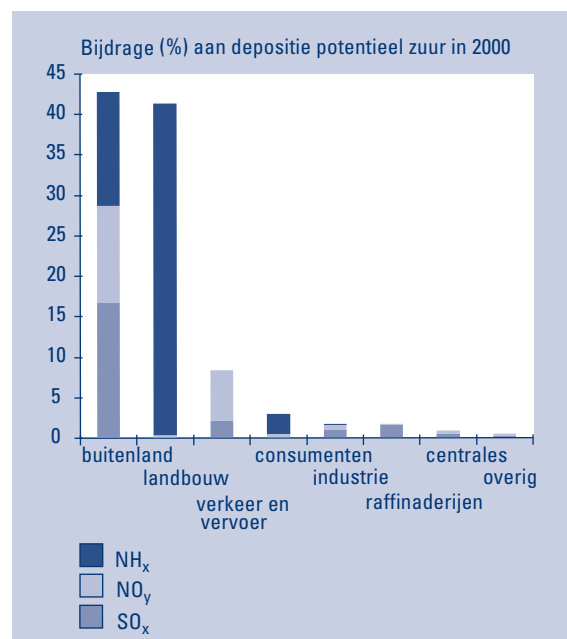
In het jaar 2000 werd ca. 80 % van het oppervlak van Nederland belast met een depositie van potentieel zuur hoger dan 2400 mol/ha. Dit is de tussendoelstelling voor het jaar 2000 zoals is gesteld in het 'Bestrijdingsplan Verzuring' (TK, 1989). In 2000 werd 92 % en 74 % van respectievelijk het bos- en natuurareaal blootgesteld aan een depositie hoger dan 2400 mol/ha.

De oorspronkelijke doelstelling voor het jaar 2010 voor potentieel zure depositie bedroeg 1400 mol/ha op bos. Deze doelstelling is bijgesteld tot een doelstelling voor het jaar 2010 van 2150 mol/ha gemiddeld voor de Nederlandse natuur (Albers *et al.*, 2001; VROM, 2001a). De voorgestelde doelstelling beoogt een volledige bescherming van 20% van het NL areaal natuur. In 2000 is op 12% van het Nederlandse areaal natuur aan de nieuwe voorgestelde doelstelling voldaan.



Bijdragen van doelgroepen en buitenland aan de depositie van potentieel zuur

De grootste bijdragen aan de depositie van potentieel zuur worden geleverd door het buitenland en de Nederlandse landbouw, met respectievelijk 43 en 41%. De bijdrage van het buitenland aan de potentiële zure depositie wordt voor ca. 39% bepaald door de SO_x -depositie. De bijdrage van de landbouw vindt voor meer dan 99% plaats in de vorm van NH_x -depositie. De bijdrage van NH_x -depositie aan de actuele verzuring in de bodem hangt echter af van de mate waarin ammonium in nitraat wordt omgezet en in welke vorm stikstof door planten wordt opgenomen (RIVM, 2000).



4.2 Stikstofdepositie

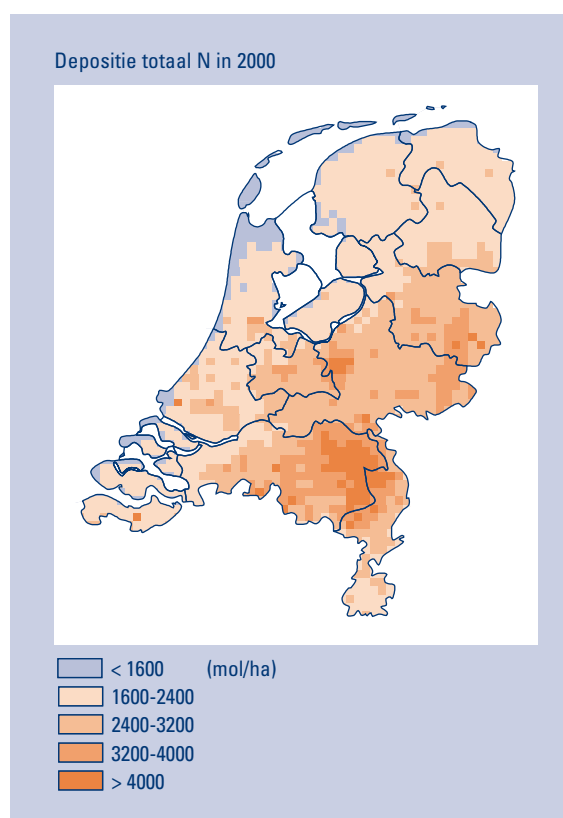
Een overschot aan de voedingstoffen stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K) in het milieu wordt aangeduid met vermisting. Door vermisting raken ecologische processen onregelmatig en gebruiksfuncties van grondwater, oppervlaktewater en bodem verminderen. Voorbeelden van effecten van vermisting zijn vergrasning van heidevelden, achteruitgang van het aantal plantensoorten kenmerkend voor voedselarme milieumomstandigheden, overmatige algenbloei in oppervlaktewateren en de stijging van de nitraatconcentratie in het grondwater. Vermisting op landbouwgronden ont-

staat met name door het gebruik van dierlijke mest en kunstmest. In natuurgebieden is atmosferische depositie van stikstofverbindingen de enige bron van vermisting (RIVM, 1994). De bijdrage van atmosferische depositie aan P en K is verwaarloosbaar.

In bijlage B is voor het jaar 2000 een tabel opgenomen met daarin de waarde van de depositie van totaal stikstof per vermistingsgebied, en de bijdragen van NO_y (NO_x + overige geoxideerde stikstofverbindingen) en NH_x hieraan.

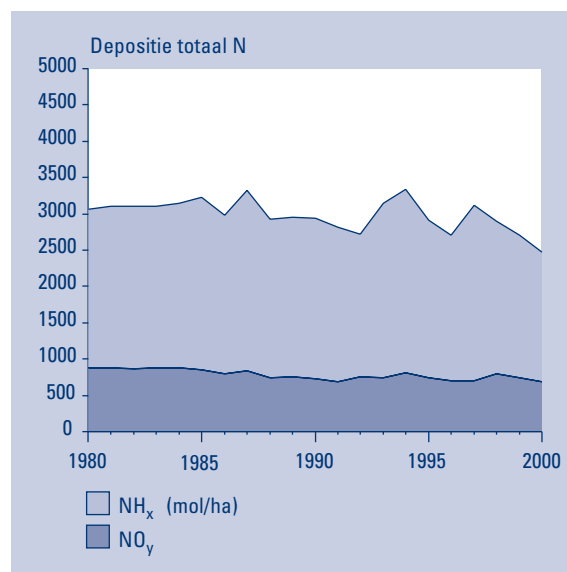
Ruimtelijke verdeling van de depositie van totaal stikstof

De landelijk gemiddelde depositie van totaal stikstof bedroeg in het jaar 2000 ca. 2500 mol/ha. Regionaal verschillen de deposities. In gebieden met intensieve veehouderij (o.a. De Peel, De Gelderse Vallei en De Achterhoek) komen deposities voor die op kunnen lopen tot ca. 4500 mol/ha, hetgeen vooral wordt veroorzaakt door de hoge ammoniakuitstoot ter plaatse. Doordat ammoniak op geringe hoogte in de atmosfeer vrijkomt en een hoge depositiesnelheid heeft, deponiert het op relatief korte afstanden en worden de gebieden dichtbij de bron relatief het zwaarst belast. Door een grotere ruwheid van het oppervlak, hetgeen een grotere depositiesnelheid tot gevolg heeft, is de gemiddelde depositie op bos groter dan het landelijk gemiddelde. Daarnaast liggen veel bossen relatief dichtbij de brongebieden wat een extra oorzaak is voor de verhoogde depositie op bossen. In 2000 bedroeg de gemiddelde depositie op bos gemiddeld ca. 2800 mol/ha, hetgeen 14% hoger is dan de landelijk gemiddelde depositie van totaal stikstof.



Ontwikkeling van de depositie van totaal stikstof

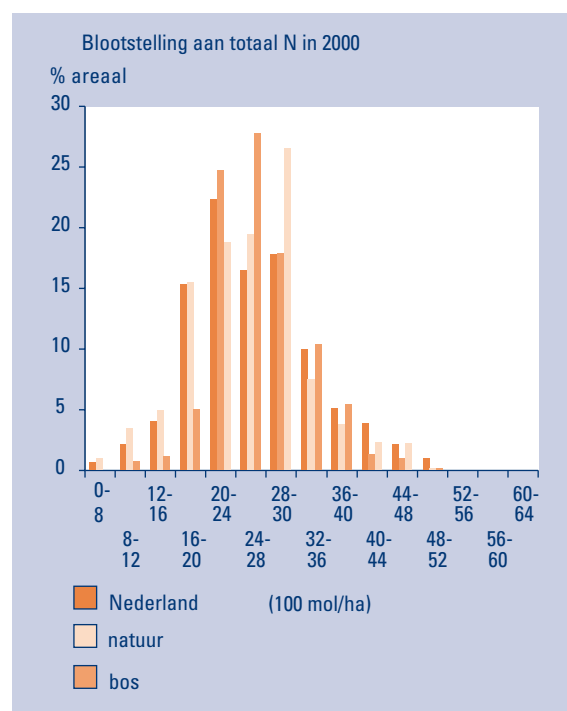
In de periode 1980-2000 is een afname van de NH_x - en NO_x -emissie geconstateerd. De NO_x -emissies zijn o.a. gereduceerd door de invoering van de katalysator. De NH_3 -emissies zijn voornamelijk gedaald door het afdekken van mestilo's en het direct onderwerken van mest bij aanwending. Deze daling komt niet geheel terug in de metingen van de ammoniakconcentraties. De in de lucht gemeten ammoniak concentraties zijn enkele tientallen procenten hoger dan de concentraties op basis van modelberekeningen met emissieramingen. De oorzaken van het verschil tussen de gemeten en berekende concentratie zijn nog niet volledig duidelijk maar worden momenteel verder onderzocht (RIVM, 2001a). Na schaling van de ammoniakdepositie op basis van de concentratiemetingen bedraagt de depositie van totaal stikstof ongeveer 3000 mol/ha.



Blootstelling aan totale stikstof depositie

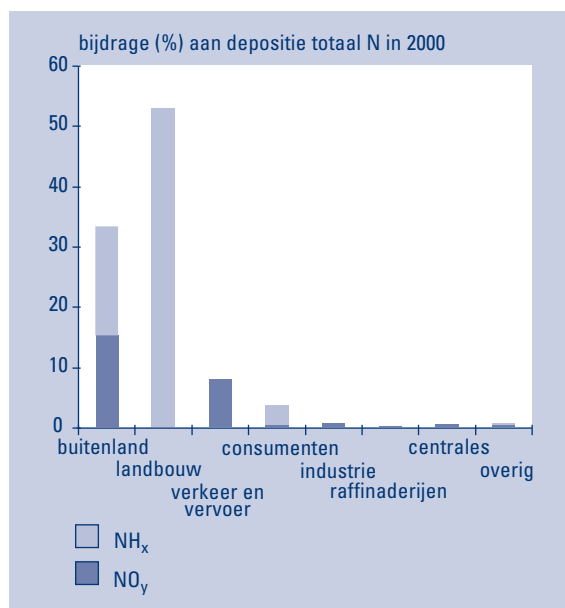
In het jaar 2000 werd meer dan 99% van het Nederlandse bosareaal en meer dan 90% van het natuurareaal (EHS) belast met een totale stikstof depositie hoger dan 1600 mol/ha/jr. Dit is de tussendoelstelling voor het jaar 2000 zoals is gesteld in het 'Bestrijdingsplan Verzuring' (TK, 1989). De gemiddelde overschrijding van deze doelstelling voor bos en natuur was respectievelijk een factor 1,8 en 1,5.

De oorspronkelijke doelstelling voor het jaar 2010 voor stikstof depositie bedroeg 1000 mol/ha op bos. Deze doelstelling is bijgesteld tot een doelstelling voor het jaar 2010 van 1550 mol/ha per jaar, gemiddeld voor de Nederlandse natuur (Albers *et al.*, 2001; VROM, 2001a). Deze voorgestelde doelstelling beoogt een volledige bescherming voor 30% van het Nederlandse areaal natuur. In 2000 is op 9% van het Nederlandse areaal natuur aan de nieuwe doelstelling voldaan.



Bijdrage van doelgroepen en buitenland aan de depositie van totaal N

In 2000 kwamen de grootste bijdragen aan de depositie van totaal N van de Nederlandse landbouw (53 %) en uit het buitenland (33 %). De bijdrage van de landbouw aan de depositie van totaal N bestaat voor meer dan 99 % uit NH_x , terwijl de bijdrage van het buitenland voor 46% bestaat uit NO_y depositie.



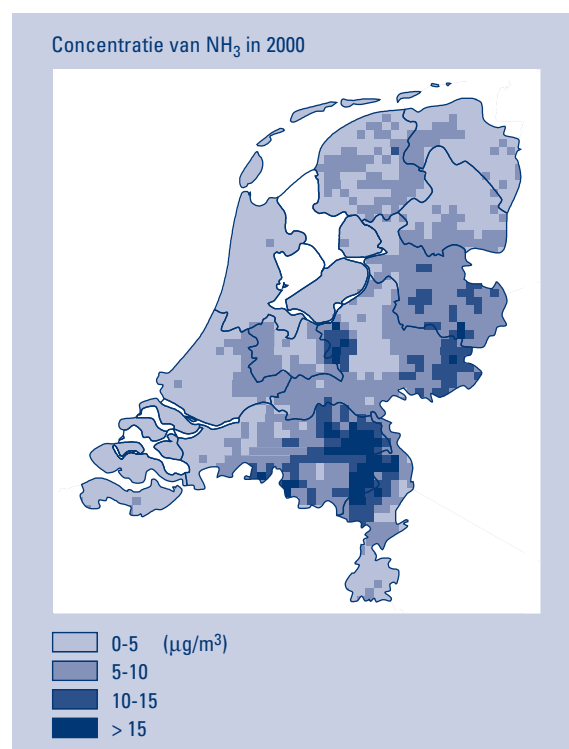
4.3 Ammoniak

Ammoniak is de meest voorkomende basische component in de atmosfeer. Zure atmosferische componenten (bijv. HNO_3 en H_2SO_4) worden door ammoniak geneutraliseerd onder vorming van ammoniumzouten. De depositie van NH_3 en de reactieproducten (samen aangeduid als NH_x) leveren een bijdrage aan zowel de vermisting van bodem- en oppervlaktewater als de verzuring van de bodem. De verzurende werking is het gevolg van de omzetting in de bodem van ammoniak en ammonium in nitraat (nitrificatie), waarbij uit het oorspronkelijke basische ammoniak uiteindelijk netto zuur (H^+) gevormd wordt. Directe effecten van ammoniak op planten zijn onder andere verhoogde vorstgevoeligheid (Van der Eerden, 1992). Ze treden pas op bij zeer plaatselijk voorkomende hoge concentraties.

Ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde concentratie NH_3

Na schaling bedraagt de landelijk gemiddelde ammoniakconcentratie in 2000 $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De hoogste concentraties (ca. $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zijn te vinden in de directe nabijheid van de emissiegebieden, voornamelijk de gebieden met intensieve veehouderij (Gelderse Vallei, De Peel, De Achterhoek). Al op relatief kleine afstand van de concentratiegebieden is een duidelijke afname van de ammoniakconcentratie te zien. De relatief lage uitstuihoogte van ammoniak maakt dat het niet over grote afstanden wordt vervoerd. Op deze hoogte is de turbulentie en ook de windsnelheid aanmerkelijk lager dan op grotere hoogten. Hierdoor gaat de verdunning langzamer en zullen er dicht bij emissiegebieden hoge concentraties optreden. Hierdoor zal ook een relatief groot deel weer in droge vorm deponeren (Van Jaarsveld *et al.*, 2000).

Met het OPS model is op basis van voorlopige emissieramingen voor 2000 de ruimtelijke spreiding van de ammoniakconcentratie over Nederland berekend. Ter validatie van de uitkomsten van het OPS model zijn de uitkomsten vergeleken met ammoniakmeetgegevens op 8 locaties. Wanneer de berekende concentraties op basis van emissieramingen vergeleken worden met de gemeten concentraties, dan blijkt dat de metingen gemiddeld hoger uitvallen dan de berekeningen. Om de berekende concentraties in overeenstemming te brengen met de gemeten concentraties, zijn de berekende concentraties geschaald op basis van de metingen.



4.4 Stikstofdioxide en stikstofoxiden

Emissie van stikstofoxiden (NO_x) naar lucht vindt voornamelijk plaats bij verbrandingsprocessen. NO_x bestaat uit een mengsel van stikstofdioxide (NO_2) en stikstofmonoxide (NO). Nadelige effecten bij mens en ecosystemen van met name de fractie NO_2 treden op bij kortdurende blootstelling aan hoge niveaus en bij chronische blootstelling aan lage niveaus. Naast directe effecten zijn er ook indirecte effecten op mens en ecosystemen. Stikstofoxiden dragen bij aan de ongewenste vorming van troposferisch ozon (zie hoofdstuk 3) terwijl de depositie van stikstofoxiden en atmosferische volgproducten een aandeel leveren in de verzuring en vermistening van bodem en oppervlaktewater (zie 4.1). Ter beperking van effecten zijn normen vastgesteld voor de concentraties in lucht. In deze paragraaf worden de normen gehanteerd voor de beschrijving van blootstelling van mens en ecosystemen aan NO_2 en NO_x . Hoewel in 2000 formeel nog de oude normen (Staatsblad, 1997b) van kracht waren, worden

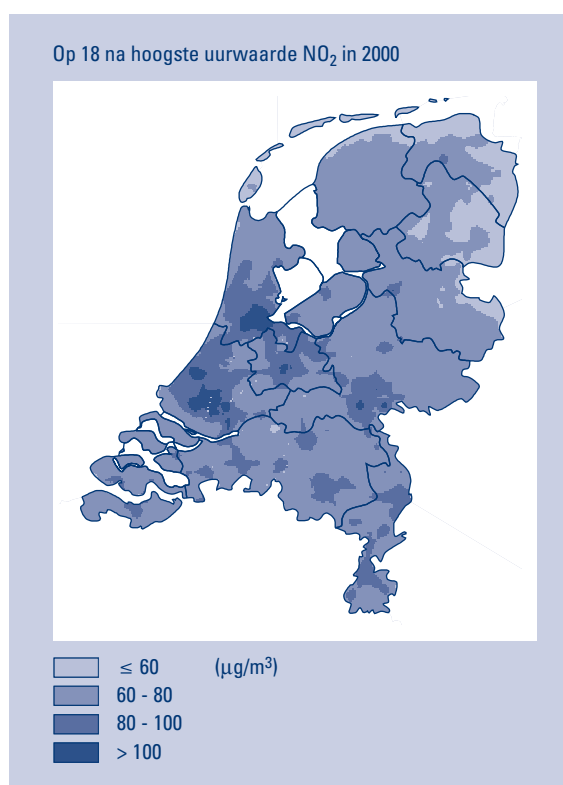
hier de nieuwe Europese normen (EU, 1999) gebruikt bij het beschrijven van de luchtkwaliteit. Per 19 juli 2001 zijn deze normen opgenomen in de Nederlandse wetgeving met het Besluit luchtkwaliteit (Staatsblad, 2001). Op 1 januari 2010 moet aan de grenswaarden worden voldaan.

De nieuwe norm voor de blootstelling aan piekconcentraties van NO_2 bij de mens is de grenswaarde van $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het uurgemiddelde van NO_2 welke niet vaker dan 18 maal per kalenderjaar mag worden overschreden. De nieuwe grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de jaargemiddelde NO_2 -concentratie komt overeen met de huidige gezondheidskundige advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) voor langdurende blootstelling van de bevolking. Ter bescherming van vegetatie geldt de nieuwe grenswaarde van $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de jaargemiddelde concentratie NO_x .

Ruimtelijke verdeling van de norm voor kortdurende blootstelling van de bevolking

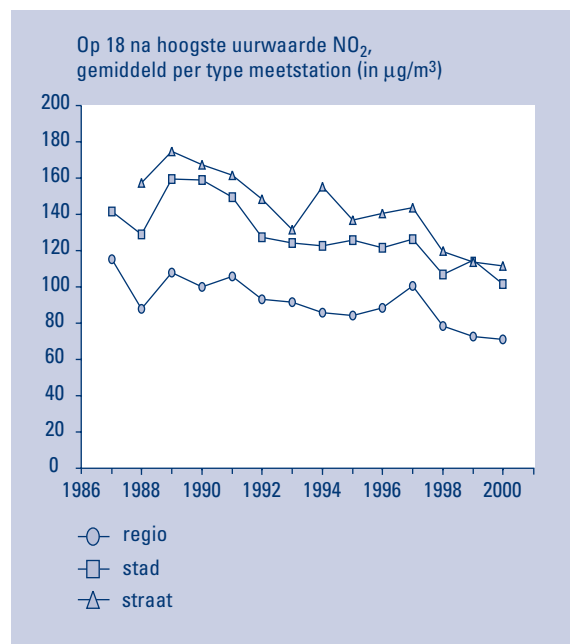
De grenswaarde voor uurwaarden NO_2 van $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mag gedurende maximaal 18 uur per jaar worden overschreden. Deze norm wordt in Nederland niet overschreden. Incidenteel, bijvoorbeeld op drukke verkeerslocaties, benadert de hoogste uurwaarde de waarde $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In nevenstaande kaart is de op 18 na hoogste uurwaarde van NO_2 aangegeven. Het landelijk gemiddeld niveau van op 18 na hoogste uurwaarden in 2000 bedroeg $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De concentraties waren het hoogst in de Randstad en het laagst in het noord-oosten van het land.

Noot: de weergegeven concentraties zijn ontstaan uit combinatie van resultaten van LML-metingen en het OPS-model (zie bijlage A).



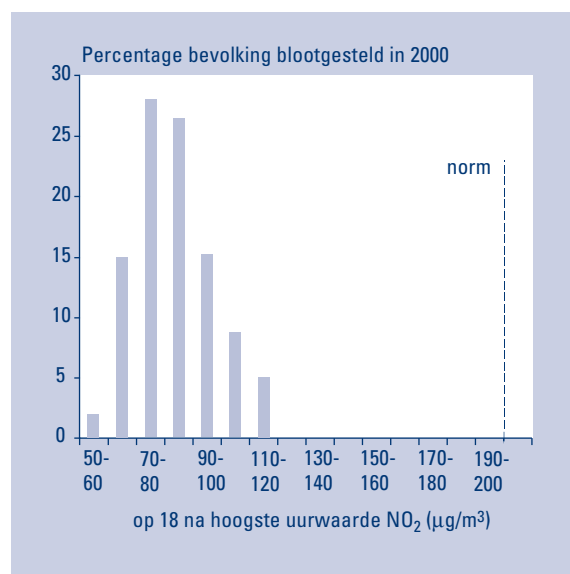
Ontwikkeling van de norm voor kortdurende blootstelling van de bevolking

Over de afgelopen 10 jaar is er een dalende trend van circa 3% per jaar in het gemiddelde van de op 18 na hoogste uurwaarde NO₂ waargenomen op regionale-, stads- en straatstations in het LML.



Kortdurende blootstelling van de bevolking

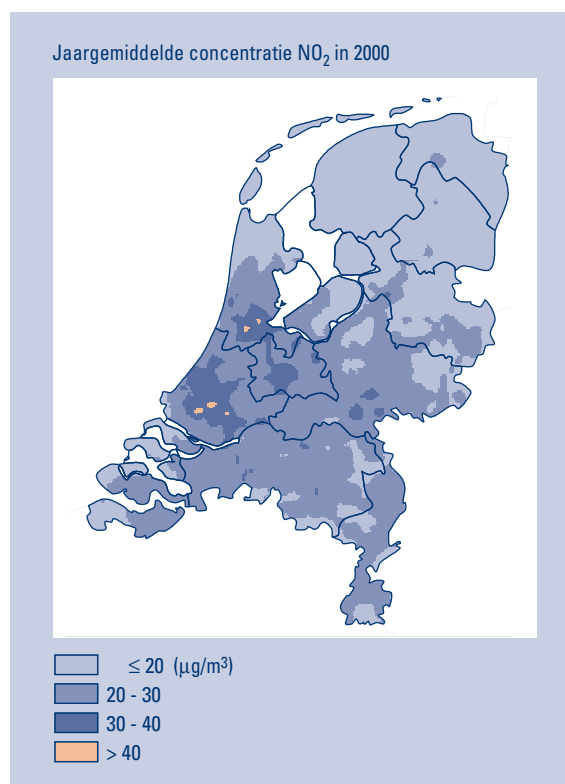
In 2000 zijn geen inwoners blootgesteld aan NO₂-niveaus waarbij de uurgemiddelde concentratie de waarde van 200 µg/m³ meer dan 18 keer zou hebben overschreden. Het gemiddelde blootstellingniveau per inwoner, aan de op 18 na hoogste NO₂-uurwaarde, bedroeg 83 µg/m³.



Ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde concentratie NO₂

De jaargemiddelde concentratie gemiddeld voor Nederland in 2000 bedroeg 21 µg/m³. De concentraties waren het hoogst in de Randstad en het laagst in het noordoosten van het land. In vergelijking tot 1999 waren de concentraties iets hoger in Twente, de Achterhoek en de kop van Noord-Holland. Lagere concentraties dan in het voorgaande jaar waren vooral te zien in grote delen van Zuid-Holland en Noord-Brabant. Overschrijdingen van de hier gehanteerde norm van 40 µg/m³ traden op in de stadsachtergrond van enkele grote steden doch op beperktere schaal dan in 1999.

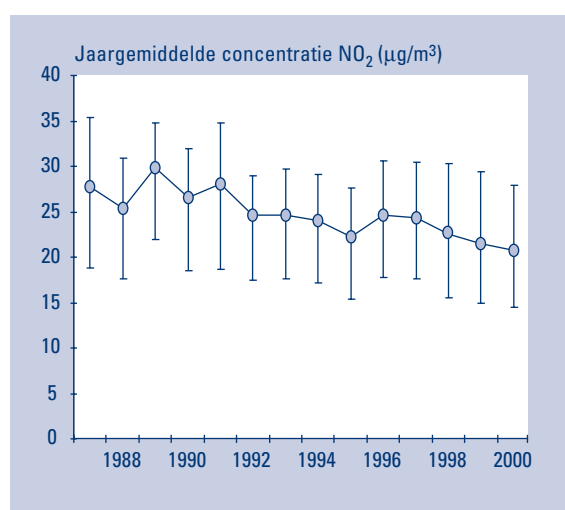
Noot: de weergegeven concentraties zijn ontstaan uit combinatie van resultaten van LML-metingen en het OPS-model (zie bijlage A).



Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie NO₂

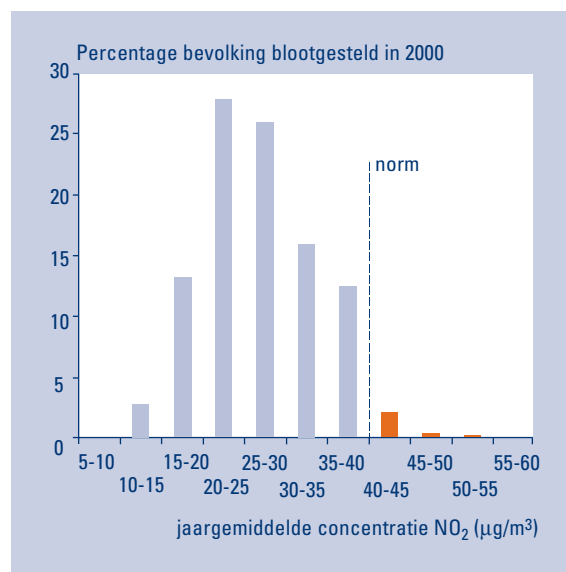
Tussen 1991 en 2000 is er een significante dalende trend van 2 % per jaar in de landelijk jaargemiddelde concentratie van NO₂. De verhoging in 1996 en 1997 zijn het gevolg van ongunstige meteorologische omstandigheden in die jaren.

Noot: de marge geeft de ruimtelijke spreiding weer.



Langdurende blootstelling van de bevolking aan NO₂

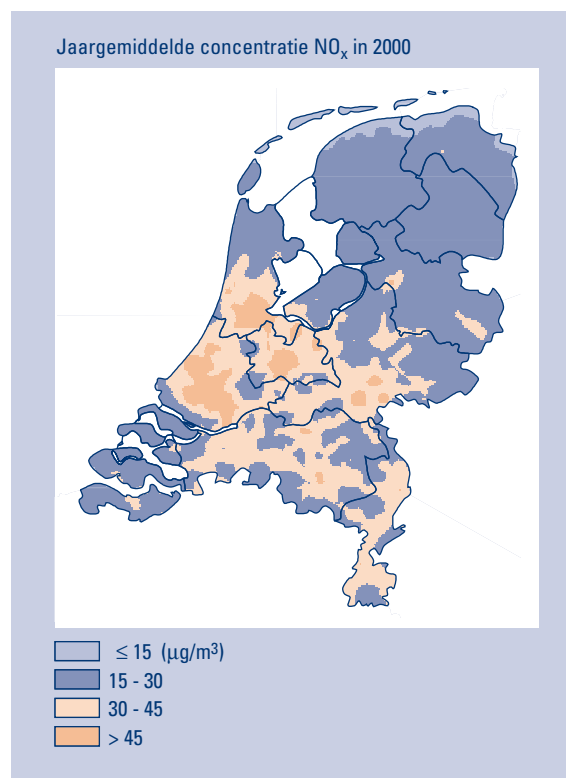
In 2000 werd ca. 2,3 % van de Nederlandse bevolking blootgesteld aan een jaargemiddelde stikstofdioxide concentratie boven de norm van 40 µg/m³. Het gemiddelde overschrijdingspercentage, gewogen met de bevolkingsdichtheid, bedroeg 1,5%. Het betreft voornamelijk de stadsbevolking in steden in de Randstad.



Ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde concentratie NO_x

De jaargemiddelde concentratie NO_x gemiddeld voor Nederland in 2000 bedroeg 27,7 µg/m³. De concentraties waren het hoogst in de Randstad en het laagst in het noordoosten van het land. Ten opzichte van 1999 waren de concentraties NO_x gemiddeld 1 µg/m³ lager. In Utrecht, Gelderland en Overijssel waren de concentraties echter enigszins hoger dan in 1999. Concentraties hoger dan de nieuwe Europese norm van 30 µg/m³ kwamen in 2000 voor ten zuiden van de lijn Alkmaar-Arnhem. In hoeverre deze grenswaarde van toepassing is, wordt nog nader onderzocht (zie ook bijlage C).

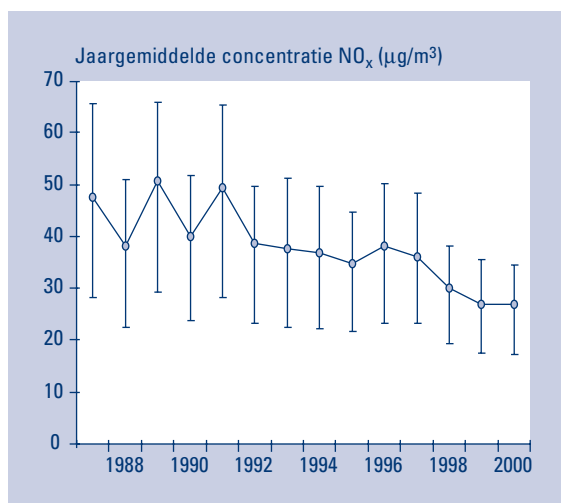
Noot: de weergegeven concentraties zijn ontstaan uit combinatie van resultaten van LML-metingen en het OPS-model (zie bijlage A).



Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie NO_x

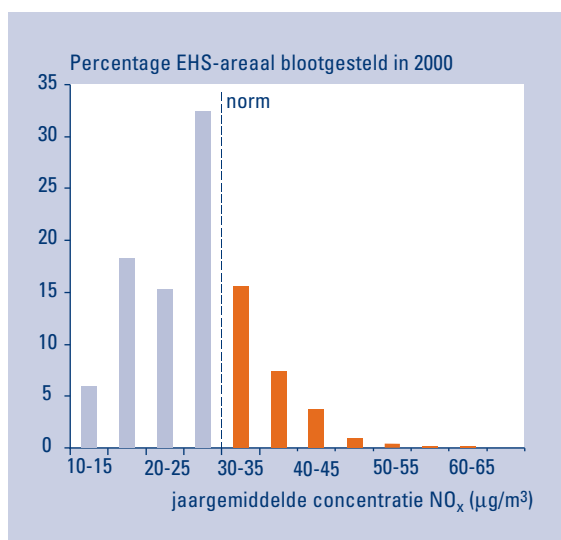
Tussen 1991 en 2000 is er een significant dalende trend van 3 à 4 % per jaar in de landelijk jaargemiddelde NO_x-concentratie. Emissiereducerende maatregelen bij het wegverkeer, de energieproductie en de industrie dragen bij aan de afname. De daling in het begin van de jaren '90 is voor een belangrijk deel het gevolg van de invoering van de katalysator in het verkeer. De verhoging in de jaren 1996 en 1997 is het gevolg geweest van ongunstige meteorologische omstandigheden in die jaren.

Noot: de marge geeft de ruimtelijke spreiding weer.



Langdurende blootstelling van ecosystemen

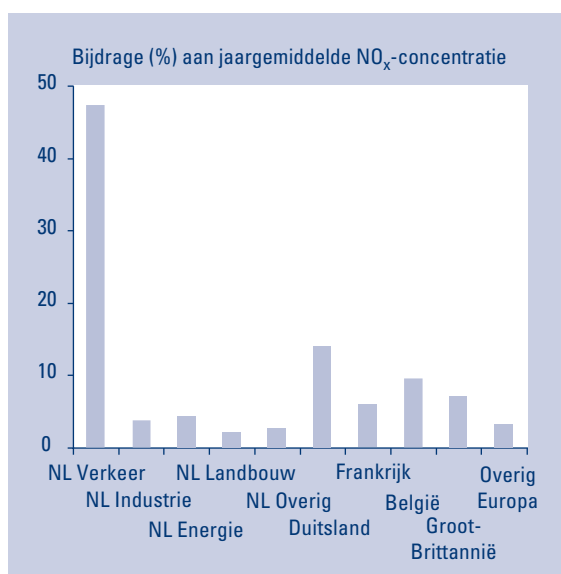
Van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) werd in 2000 naar schatting 1200 vierkante kilometer (27 % van het totaal) blootgesteld aan NO_x-niveaus boven de EU-norm (30 µg/m³).



Bijdrage van doelgroepen en buitenland

De bijdrage van de omringende landen aan de jaargemiddelde NO_x-concentratie bedroeg in 1999 voor Nederland gemiddeld circa 40 %. Van de Nederlandse bronnen draagt het verkeer voor circa 47 % bij aan de jaargemiddelde concentratie. Andere doelgroepen dragen slechts tot 4 % per doelgroep bij aan de jaargemiddelde NO_x-concentratie.

Noot: Berekend met het Sigma-model op basis van emissies voor 1999 en gemiddelde meteorologische omstandigheden (zie bijlage A).



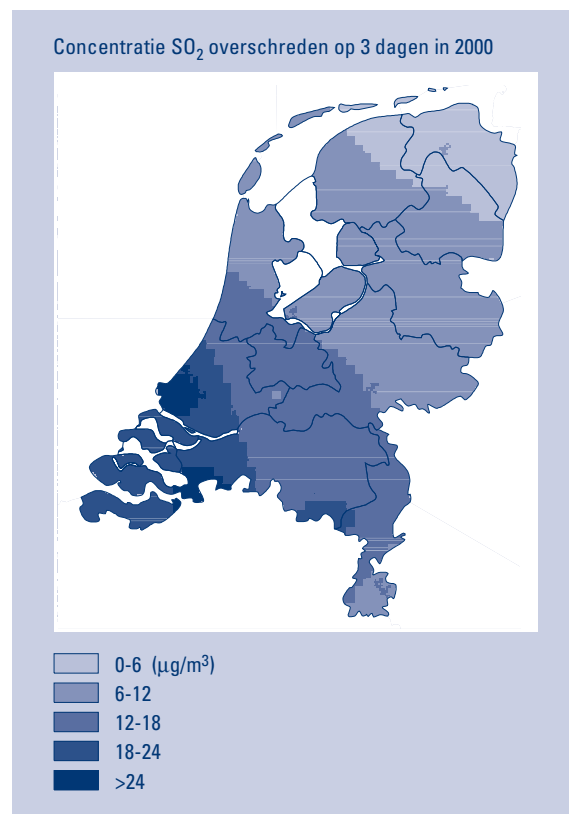
4.5 Zwaveldioxide

Emissie van zwaveldioxide (SO_2) naar de lucht vindt voornamelijk plaats bij gebruik van zwavelhoudende brandstoffen. Hoge concentraties SO_2 hebben negatieve effecten op mens, dier en plant. De atmosferische depositie van zwaveldioxide en atmosferische volgproducten draagt 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 de Europese normen gehanteerd voor de beschrijving van blootstelling van mens en ecosystemen aan SO_2 . De Europese normen zijn sinds juli 1999 van kracht (EU, 1999), en zijn op 19 juli 2001 in de Nederlandse wetgeving opgenomen met het nieuwe Besluit luchtkwaliteit (Staatsblad 2001). Op 1 januari 2005 moet aan de grenswaarden worden voldaan.

Er zijn twee normen voor de bescherming van de mens tegen de effecten van kortstondige blootstelling aan SO_2 . De grenswaarde van $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de uurgemiddelde concentratie mag niet vaker dan 24 keer per kalenderjaar worden overschreden. De grenswaarde van $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de daggemiddelde concentratie mag niet vaker dan drie keer per kalenderjaar worden overschreden. De norm voor de bescherming van ecosystemen tegen de effecten van chronische blootstelling is de grenswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die geldt voor het gemiddelde van het kalenderjaar en het gemiddelde van het winterhalfjaar.

Ruimtelijke verdeling van de norm voor kortdurende blootstelling van de bevolking

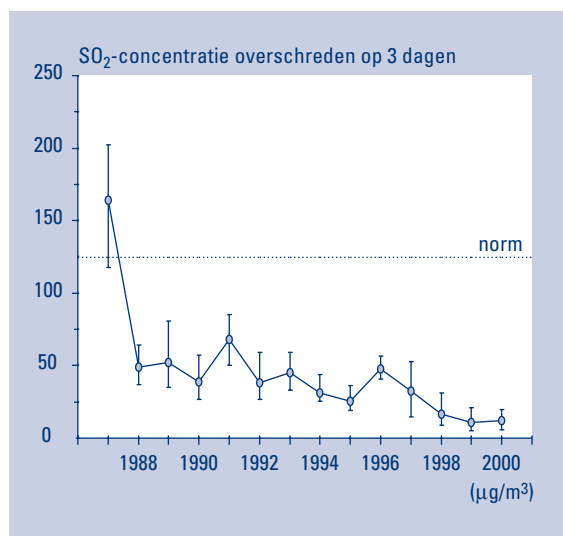
De uur- en daggemiddelde grenswaarden van respectievelijk 350 en $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mogen respectievelijk 24 keer en drie dagen worden overschreden. Beide normen zijn in 2000 niet overschreden. De norm voor de daggrenswaarde is strenger dan de uurgrenswaarde van $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die 24 keer mag worden overschreden (van Velze *et al.*, 2000). Daarom is in nevenstaande kaart aangegeven wat de op drie na hoogste dagwaarde SO_2 is. Het landelijk gemiddelde SO_2 -niveau van de op drie na hoogste dagwaarde in 2000 bedroeg ca. $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De concentraties op individuele meetstations varieerden van 4 tot $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het ruimtelijk beeld voor 2000 is gebaseerd op geïnterpoleerde waarnemingen van regionale- en stadstations. Hieruit blijkt dat de SO_2 -concentraties vanuit het zuid-westen naar het noord-oosten afnemen. De hoogste niveaus werden in het rijnmond gebied en in de nabijheid van Nederlandse en Belgische bronnen in Zeeland en Brabant waargenomen. In een aantal steden zijn de niveau's licht verhoogd tengevolge van emissies van industrie en verkeer.



Ontwikkeling van de norm voor kortdurende blootstelling van de bevolking

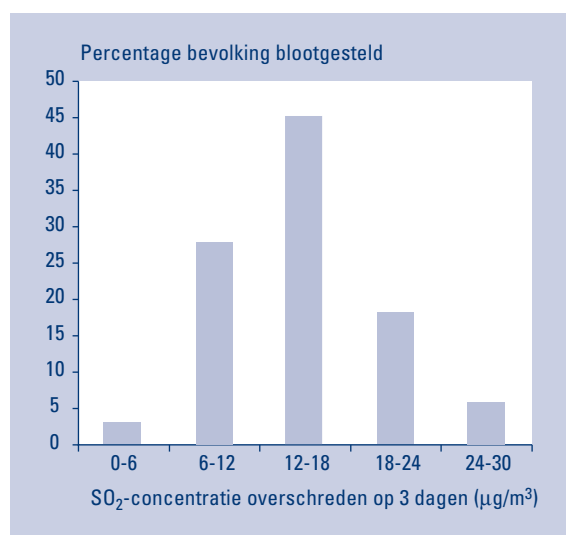
Door o.a. emissiereducerende maatregelen bij de belangrijkste emittenten van SO₂ (elektriciteitscentrales en raffinaderijen) in binnen- en buitenland is het landelijk gemiddelde SO₂-niveau, van de op drie na hoogste dagwaarde, al sinds begin jaren tachtig dalende. De voortgaande emissiereducties in Nederland en de ons omringende landen veroorzaken nog steeds, afgezien van de fluctuaties van jaar tot jaar, een dalende tendens in de SO₂-concentraties in Nederland.

Noot: de marge geeft de ruimtelijke spreiding weer.



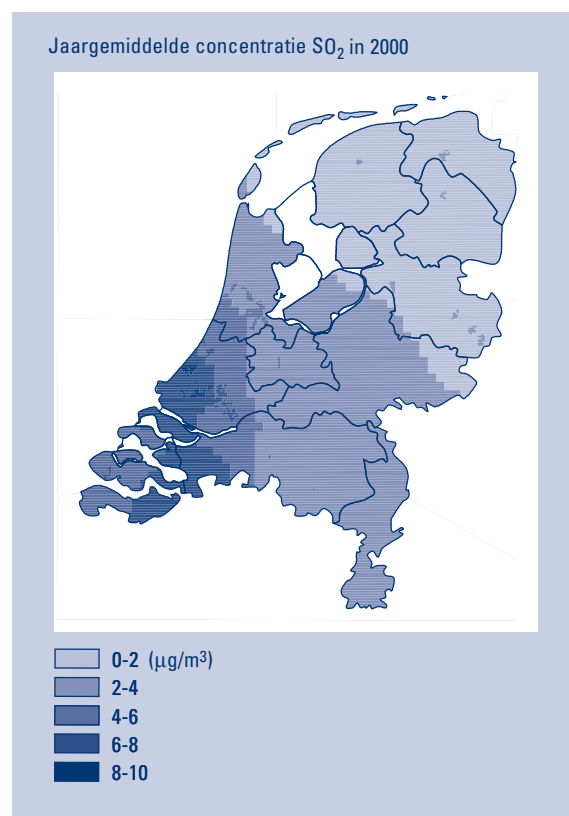
Kortdurende blootstelling van de bevolking

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 in 2000, gewogen met de bevolkingsdichtheid, bedroeg in 2000 circa 14 µg/m³. Dit is hoger dan het landelijk gemiddelde van circa 12 µg/m³, omdat de hogere niveaus relatief vaker optreden in gebieden met hogere bevolkingsdichtheid.



Ruimtelijke verdeling van de jaar- en wintergemiddelde SO₂-concentratie

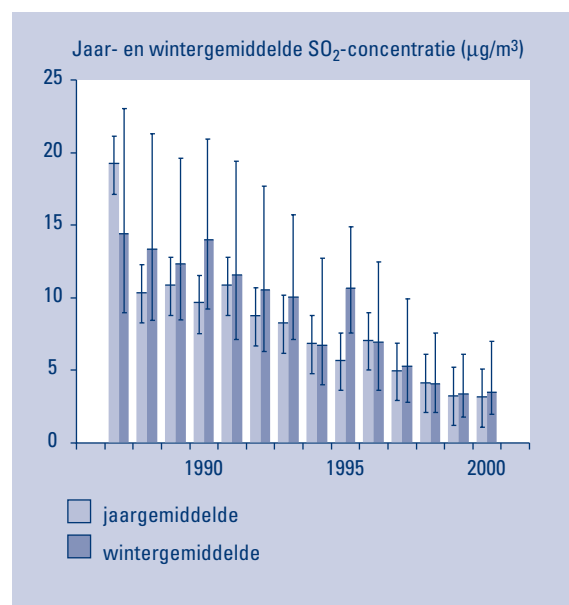
De jaar- en wintergemiddelde SO₂-concentratie bedroeg in 2000 respectievelijk 3,1 en 3,4 µg/m³. Weergegeven is het ruimtelijk beeld voor het jaargemiddelde dat is gebaseerd op geïnterpoleerde waarnemingen van regionale- en stadstations. Het ruimtelijk beeld van het wintergemiddelde komt hiermee overeen. Wel is het niveau in de winter licht verhoogd omdat tijdens kouder weer de SO₂-emissies toenemen en de condities voor atmosferische verspreiding ongunstiger worden. De hoogste niveaus werden in het Rijnmondgebied, Zeeland en delen van Noord-Brabant waargenomen, samenhangend met lokale industrie, scheepvaart en de nabijheid van Belgische bronnen. In steden zijn de SO₂-concentraties licht verhoogd door emissies van industrie en verkeer. De nieuwe EU-grenswaarde van 20 µg/m³ voor de jaar- en wintergemiddelde SO₂-concentratie is in 2000 nergens in Nederland overschreden.



Ontwikkeling van de jaar- en wintergemiddelde SO₂-concentratie

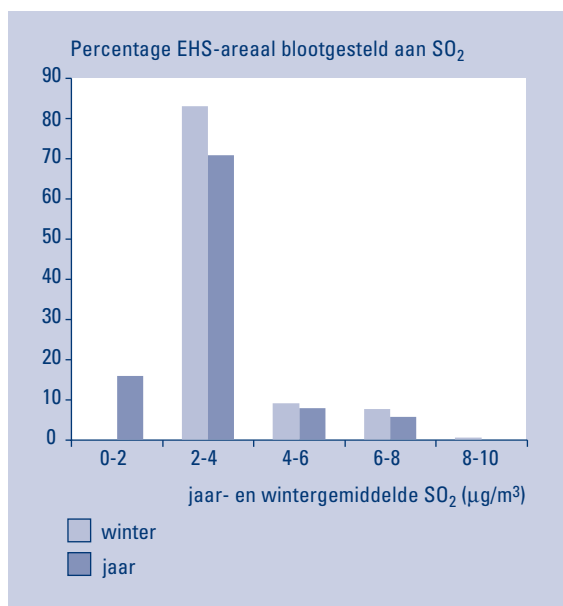
De wintergemiddelde SO₂-concentratie ligt doorgaans boven de jaargemiddelde concentratie en heeft een grotere spreiding in de gemeten concentraties. De jaargemiddelde SO₂-concentratie in 1987 is hoger als de wintergemiddelde SO₂-concentratie (winter 1987 – 1988) vanwege een smogepisode in het voorjaar van 1987. De ontwikkeling van de jaar- en wintergemiddelde SO₂-concentratie laat over de afgelopen elf jaar een daling zien van ongeveer 8 % per jaar. Zoals eerder vermeldt komt dit door het realiseren van emissiereducties in binnen- en buitenland.

Noot: de marge geeft de ruimtelijke spreiding weer.



Langdurende blootstelling van ecosystemen aan SO₂

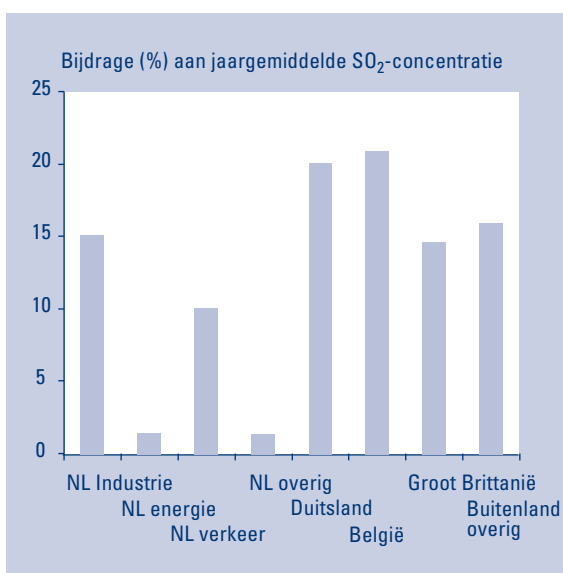
De SO₂-concentraties waaraan de EHS in 2000 en in de winter (2000/2001) was blootgesteld, zijn beduidend lager dan de norm van 20 µg/m³. De voor het EHS-areaal gewogen gemiddelde waarde bedroeg in het kalenderjaar en de winter respectievelijk 2,8 en 3,1 µg/m³. Circa 90 % van het EHS-areaal lag beneden een niveau van 6 µg/m³.



Bijdrage van doelgroepen en buitenland

De bijdrage in 1999 van de omringende landen aan de jaargemiddelde concentratie van SO₂ in Nederland is 71 %. De grootste buitenlandse bijdragen komen uit België en Duitsland. Van de Nederlandse bronnen draagt de industrie het grootste deel bij aan de jaargemiddelde concentratie (circa 15 %). Het verkeer draagt ongeveer 10 % bij, terwijl de elektriciteitscentrales daar met circa 2 % duidelijk onder blijven.

Noot: berekend met het Sigma model op basis van emissies voor 1999 (zie bijlage A).



5 Deeltjesvormige luchtverontreiniging

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste indicatoren op het gebied van deeltjesvormige luchtverontreiniging. In de volgende vier

paragrafen worden achtereenvolgens de componenten PM₁₀, zwarte rook, benzo[a]pyreen en zware metalen besproken.

5.1 PM₁₀ (fijn stof)

De term PM₁₀, ook wel aangeduid met fijn stof, wordt gebruikt voor de fractie van aërosolen (Particulate Matter) in de atmosfeer met een (aërodynamische) diameter van 10 µm of kleiner die door mensen kunnen worden ingeademd. PM₁₀ heeft zowel een primaire als een secundaire component. De primaire component wordt direct geëmitteerd door bronnen zoals verkeer en industrie of indirect als opwaaiend bodemstof of zeezoutaërosol. De secundaire component wordt in de atmosfeer gevormd door chemische reacties van gassen, waarbij met name ammoniak (NH₃), stikstofoxiden (NO_x), zwaveldioxide (SO₂) en vluchtige organische koolwaterstoffen (VOS) een rol spelen. Zowel primair als secundair PM₁₀ kan van antropogene of natuurlijke bronnen afkomstig zijn.

Concentratieberekeningen met verspreidingsmodellen leverden tot voor kort ongeveer de helft van de gemeten regionale PM₁₀-concentraties. Dit werd grotendeels veroorzaakt doordat natuurlijke bronnen niet voldoende gemodelleerd werden. In een recent onderzoek (Visser *et al.*, 2001) is een redelijk sluitende balans van de herkomst van PM₁₀ gevonden. In het laatste onderdeel van deze paragraaf wordt nader ingegaan op de bronbijdragen aan PM₁₀.

In diverse onderzoeken uitgevoerd in Nederland en elders in de wereld zijn associaties gevonden tussen dagelijkse niveau's van PM₁₀ en ziekenhuisopnames en sterfte van mensen met een zwakkere gezondheid (Opperhuizen *et al.*, 2001). De onderzoeken hebben nog niet aangetoond welke eigenschappen van PM₁₀,

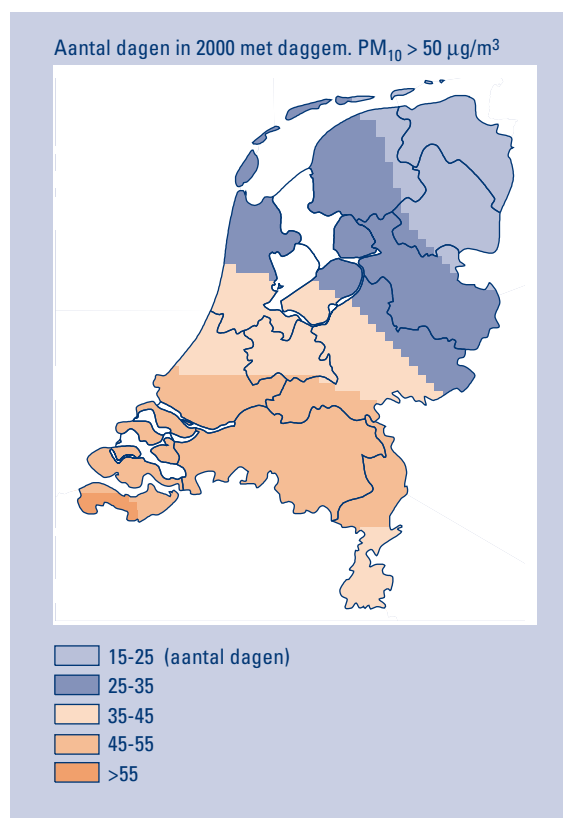
fysische (grootte, vorm) of chemische samenstelling, van significant belang zijn voor de aangetoonde gezondheidseffecten. Toekomstig onderzoek zal zich gaan richten op het causale verband tussen blootstelling aan PM₁₀-concentraties en de gezondheidseffecten.

In deze paragraaf worden de normen gehanteerd voor de beschrijving van de blootstelling van de mens aan PM₁₀. De Nederlandse grenswaarden van 140 µg/m³ voor het daggemiddelde en 40 µg/m³ voor het jaargemiddelde zijn de in 2000 geldende normen voor kortdurende respectievelijk langdurende blootstelling van de bevolking aan PM₁₀ (TK, 1992). Vanaf 2001 zijn deze twee normen vervangen in het nieuwe Besluit luchtkwaliteit (Staatsblad, 2001). Volgens de nieuwe norm voor kortdurende blootstelling van de bevolking mag de grenswaarde van 50 µg/m³ voor het daggemiddelde niet vaker dan 35 dagen per kalenderjaar worden overschreden. De nieuwe grenswaarde van 40 µg/m³ voor het jaargemiddelde komt overeen met de in 2000 geldende Nederlandse grenswaarde voor langdurende blootstelling van de bevolking. Op 1 januari 2005 moet aan de nieuwe grenswaarden worden voldaan.

Alle gepresenteerde concentraties zijn verkregen door de gemeten waarden te vermenigvuldigen met een factor 1,33 om op gemiddelde basis te corrigeren voor een systematische onderschatting door de gebruikte meetapparatuur.

Ruimtelijke verdeling van het aantal dagen met overschrijding van de norm voor kortdurende blootstelling van de bevolking

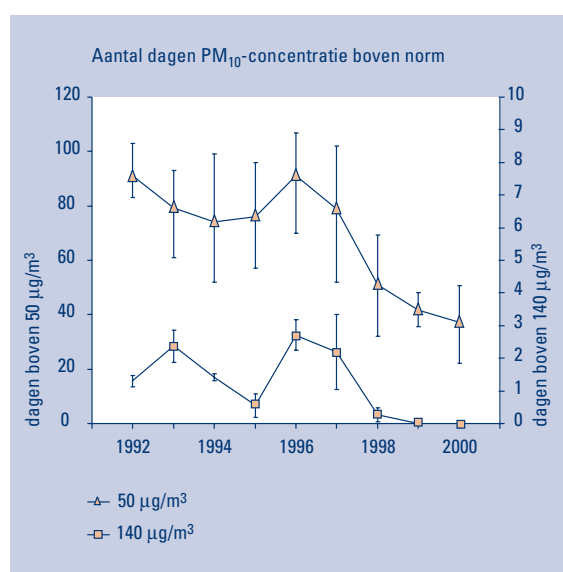
In 2000 is de grenswaarde van $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het daggemiddelde één maal op twee stations overschreden. Om een ruimtelijk beeld te geven van het aantal dagen met relatief hoge PM_{10} -concentraties in Nederland wordt een kaart met de overschrijdingen van de nieuwe Europese norm weergegeven. De kaart is gebaseerd op geïnterpoleerde waarnemingen van regionale meetstations. De nieuwe grenswaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het daggemiddelde, wordt in 2000 in de zuidelijke helft van Nederland meer dan 35 dagen overschreden. De waarde van $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het daggemiddelde (grenswaarde verhoogd met overschrijdingsmarge voor 2001), wordt in 2000 maximaal op 17 dagen (in Zeeland) overschreden. Er is vanuit het noorden naar het zuiden een toenemend aantal dagen met PM_{10} -concentraties boven $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze wordt veroorzaakt door de toenemende invloed van bronnen in zowel Nederland als in het omringende buitenland.



Ontwikkeling van het aantal dagen met overschrijding van de norm voor kortdurende blootstelling van de bevolking

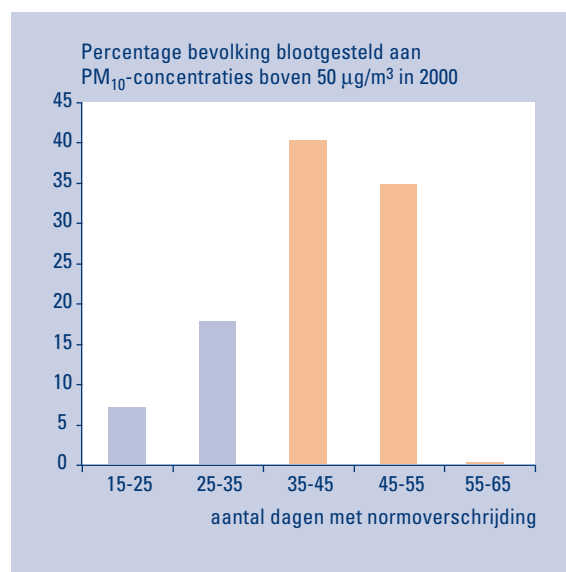
Het landelijk gemiddelde aantal dagen met overschrijding van de grenswaarde van $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vertoont geen significant dalende trend. Bij de overschrijdingen van deze grenswaarde spelen toevallig optredende meteorologische condities een belangrijke rol. Het landelijk gemiddeld aantal dagen met een normoverschrijding van de nieuwe grenswaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ neem wel significant af. De emissiereducties van verzurende stoffen en primair PM_{10} in binnen- en buitenland zijn hiervan waarschijnlijk de oorzaak.

Noot: de marge geeft de ruimtelijke spreiding weer, 1992 slechts deel van het jaar metingen.



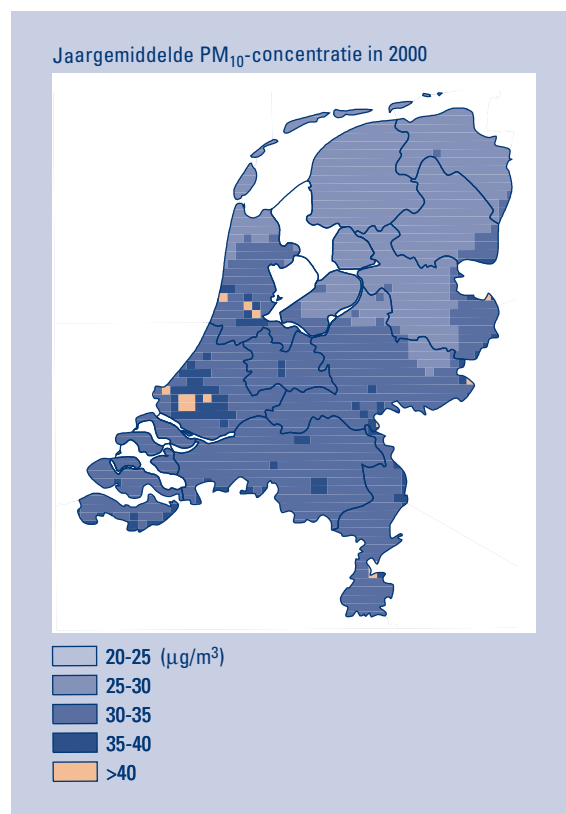
Kortdurende blootstelling van de bevolking

In 2000 is de bevolking in Nederland blootgesteld geweest aan gemiddeld 37 dagen met daggemiddelde PM_{10} -concentraties boven $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Circa 75% van de bevolking is blootgesteld aan meer dan 35 dagen met daggemiddelde PM_{10} -concentraties boven de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor het berekenen hiervan is gebruik gemaakt van geïnterpoleerde waarnemingen van regionale meetstations. Het aantal dagen met overschrijdingen van de norm op individuele regionale meetstations uit het LML varieerde voor 2000 van 17 tot 60 dagen. De landelijk gemiddelde overschrijding van de norm op deze dagen was in 2000 ongeveer $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde concentratie PM_{10}

De grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de jaargemiddelde concentratie PM_{10} wordt nog in een beperkt aantal stedelijke gebieden in Nederland licht overschreden met concentraties tot $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In 2000 bedroeg de jaargemiddelde PM_{10} concentratie, gemiddeld over Nederland, $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het ruimtelijk beeld is gebaseerd op metingen waarbij met rekenmodellen verkregen kennis over ruimtelijke patronen is gebruikt ter interpolatie van de metingen. De concentratie neemt vanuit het noorden naar het zuiden toe door de toenemende invloed van bronnen in Nederland en het omliggende buitenland.



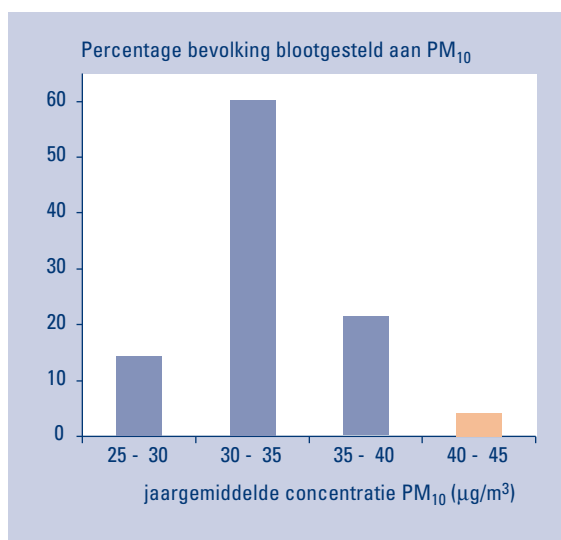
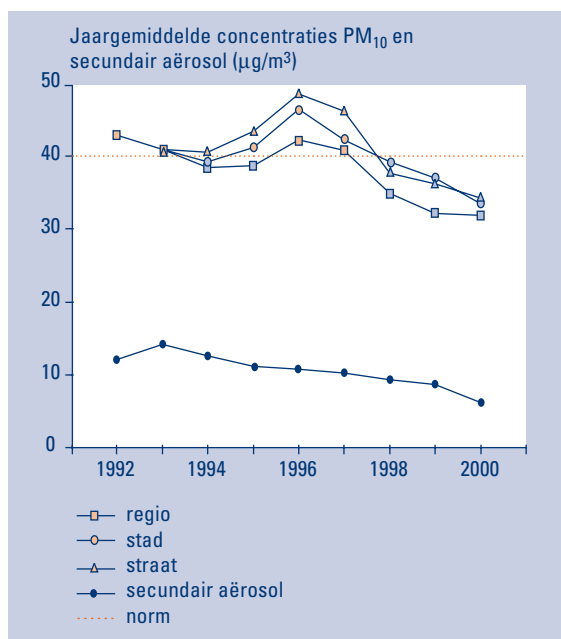
Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie PM₁₀

Over de periode 1993 t/m 2000 zijn de jaargemiddelde PM₁₀-concentraties op 3 regionale stations significant (95% betrouwbaarheidsniveau) dalend¹ (Vredepeel, Biest-houtakker en Witteveen). De daling op de overige regionale stations en op de stads- en straatstations is niet significant. Het landelijk gemiddelde, op basis van alle regionale stations, daalt wel significant. Behalve door ontwikkelingen in emissies worden de PM₁₀-concentraties tevens door de meteorologische condities bepaald die van jaar tot jaar verschillen. Zo hebben de ongunstige verspreidingscondities tijdens relatief strenge winters van 1996 en 1997 in dat jaar bijgedragen aan een hoger jaargemiddelde concentratie. Als de meetreeksen voor deze meteorologische invloeden zouden worden gecorrigeerd en de variatie in de meetreeksen kleiner wordt is de verwachting dat de daling op meer regionale stations significant zal zijn. Ook de concentraties van secundair aërosol (ammoniumnitraat en ammoniumsulfaat), een belangrijk bestanddeel van PM₁₀, dalen. Deze daling is toe te schrijven aan de Europese maatregelen tegen verzuring.

¹ Het jaar 1992 is buiten deze statistische analyse gelaten omdat er in dat jaar minder meetpunten zijn met over het gehele jaar meetdata.

Langdurende blootstelling van de bevolking aan PM₁₀

In 2000 is circa 4% van de bevolking blootgesteld aan jaargemiddelde concentraties van PM₁₀ die net boven de norm van 40 µg/m³ lagen. De met de bevolkingsdichtheid gewogen gemiddelde PM₁₀-concentratie bedroeg over 2000, 33 µg/m³. Dit is hoger als het landelijk gemiddelde van 31 µg/m³ omdat de hogere niveau's relatief vaker optreden in gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid.



Bronbijdragen aan de regionale concentraties PM_{10}

Concentratieberekeningen met verspreidingsmodellen leverden tot voor kort ongeveer de helft van de gemeten regionale PM_{10} -concentraties. Dit werd grotendeels veroorzaakt doordat natuurlijke bronnen in Nederland onvoldoende gemodelleerd werden. In een recent onderzoek (Visser *et al.*, 2001) is een redelijk sluitende balans van de herkomst van PM_{10} gevonden. Het merendeel van het verschil blijkt te zitten in een bijdrage van zeezout, natuurlijk- en antropogeen bodemstof en van de achtergrondconcentratie van het noordelijk halfrond. Een ander gedeelte van het verschil is verklaard doordat de gemeten concentraties de laatste jaren sterker zijn gedaald dan de berekende concentraties (m.b.v. antropogene emissies). Dit betekent dat de emissies te laag waren gekwantificeerd.

Naast Nederlandse bronnen van PM_{10} is er een relatief grote buitenlandse bijdrage aan de PM_{10} -concentraties in Nederland. Dit wordt veroorzaakt doordat PM_{10} een vrij lange atmosferische levensduur heeft en daardoor over grote afstanden kan worden getransporteerd.

In de tabel zijn de gekwantificeerde bijdragen van verschillende bronnen aan de jaarlijks gemiddelde PM_{10} -concentraties op zes lokaties (Nijmegen, Rotterdam, Amsterdam (2x), Vredepeel, De Zilk) opgenomen (Visser *et al.*, 2001). De bandbreedtes geven de minimale en maximale bijdrage van een bron weer op één van de zes lokaties. De laagste en hoogste gemeten jaargemiddelde PM_{10} -concentraties (resp. in De Zilk en Rotterdam) geven de bandbreedte weer in de zuidelijke helft van Nederland.

Natuurlijk	PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zeezout	4 - 7
Bodemstof natuurlijk	2
Antropogeen	
Bodemstof antropogeen	1 - 5
Verkeer NL	1 - 4
Overig NL	5 - 9
Buitenland	10 - 15
Achtergrond	
Noordelijk halfrond	1
Min/max jaargemiddelde van de 6 lokaties	31 - 39

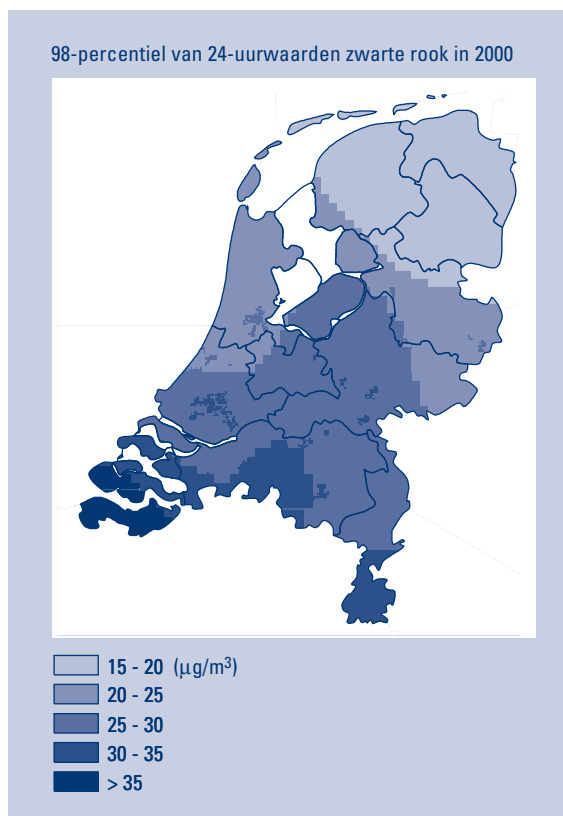
5.2 Zwarte rook

De zwarte-rook-methode levert een empirische maat voor het deel van het primair aërosol dat als een zwarte substantie op een filter wordt waargenomen. Emissie van deze deeltjes, met name roet, vindt voornamelijk plaats door wegverkeer en industrie tijdens onvolledig verlopende verbrandingsprocessen. Aan de roetdeeltjes, grotendeels bestaande uit elementair koolstof, kunnen andere stoffen, waaronder polycyclische aromatische koolwaterstoffen, zijn geadsorbeerd. Hoge concentraties zwarte rook hebben nadelige effecten op de gezondheid. Ter bescherming van de bevol-

king tegen de effecten zijn grenswaarden gesteld aan de concentraties van zwarte rook in de lucht (Staatsblad, 1997c). De grenswaarden voor het 98-percentiel ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en het 50-percentiel ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) worden gehanteerd als norm voor kortstondige respectievelijk langdurige blootstelling. In het huidige Besluit Luchtkwaliteit (Staatsblad, 2001) worden zwevende deeltjes door middel van PM_{10} gekarakteriseerd. Daarbij zijn in 2001 de normen voor zwarte rook ingetrokken.

Ruimtelijke verdeling van het 98-percentiel van zwarte rook

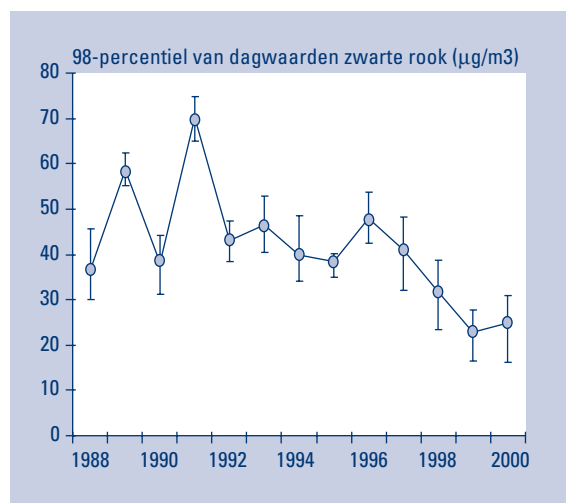
Het 98-percentiel zwarte rook bedroeg in 2000, gemiddeld over Nederland, $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De hoogste waarden kwamen voor in Zeeuws-Vlaanderen ($36 \mu\text{g}/\text{m}^3$), de laagste in het noorden van het land ($16 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Overschrijding van de grenswaarde voor het 98-percentiel van zwarte rook ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is in 2000 op één straatlocatie waargenomen.



Ontwikkeling van het 98-percentiel van zwarte rook

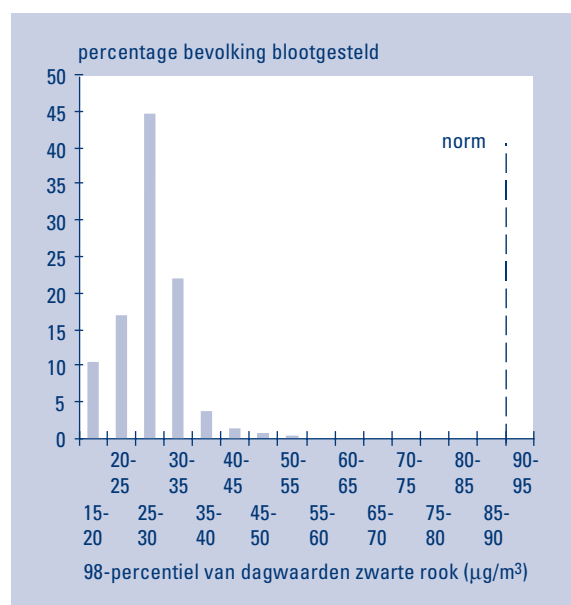
In de afgelopen 10 jaar daalde het 98-percentiel niveau van zwarte rook significant met circa 5 % per jaar. Van jaar tot jaar wisselende meteorologische omstandigheden kunnen een grote variatie in de 98-percentielwaarde veroorzaken, zoals vooral blijkt uit de periode 1988 - 1992. De hoge concentraties in 1989 en 1991 werden veroorzaakt door een relatief hoog aantal dagen met aanvoer van lucht uit het buitenland met een hoge voorbelasting.

Noot: de marge geeft de ruimtelijke spreiding weer.



Kortdurende blootstelling van de bevolking aan zwarte rook

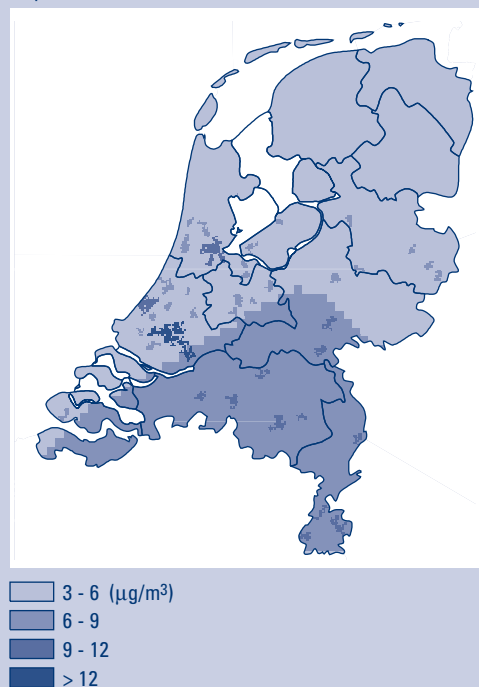
De blootstelling voor het merendeel (circa 98%) van de bevolking lag in 2000 tussen de 15 en 40 µg/m³. De hoogste blootstellingsniveaus lagen met 85 µg/m³ onder de grenswaarde voor kortstondige blootstelling (90 µg/m³ voor 98-percentielwaarde).



Ruimtelijke verdeling van het 50-percentiel van zwarte rook

De 50-percentielwaarde voor zwarte rook bedroeg in 2000 voor Nederland gemiddeld ruim $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Steden, waar de dichtheid van bronnen van zwarte rook hoger is, zijn in de kaart zichtbaar als lokale verhogingen. Buiten de steden werden de hoogste waarden in het zuid-oosten van het land aangetroffen (circa $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), de laagste in het noorden van het land ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Overschrijding van de norm voor de 50-percentielwaarde voor zwarte rook ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is in 2000 op één straatlocatie waargenomen.

50-percentiel van 24-uurwaarden zwarte rook in 2000

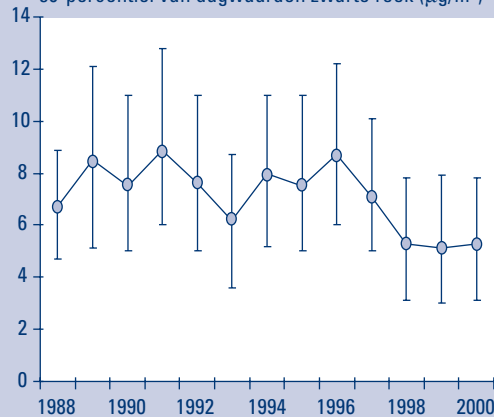


Ontwikkeling van het 50-percentiel van zwarte rook

Het ruimtelijk gemiddelde van het 50-percentiel niveau van zwarte rook fluctueert, evenals het 98-percentiel, van jaar tot jaar als gevolg van meteorologische factoren. Het 50-percentiel niveau wordt minder beïnvloed door aanvoer uit het buitenland dan de 98-percentielwaarde voor zwarte rook. In de afgelopen 10 jaar daalde het 50-percentiel niveau van zwarte rook significant met circa 4%.

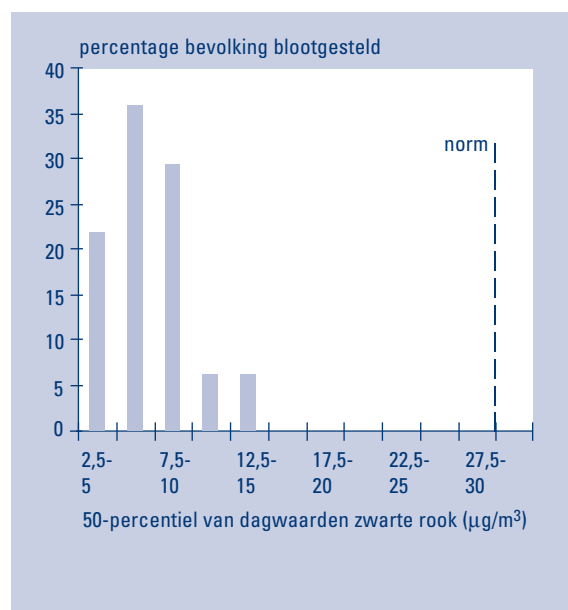
Noot: de marge geeft de ruimtelijke spreiding weer.

50-percentiel van dagwaarden zwarte rook ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Langdurende blootstelling van de bevolking aan zwarte rook

Voor het merendeel van de bevolking (circa 99,9%) was het blootstellingsniveau in 2000 lager dan $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De hoogste blootstellingsniveaus, langs drukke verkeersstraten, lagen rond de norm voor langdurende blootstelling ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



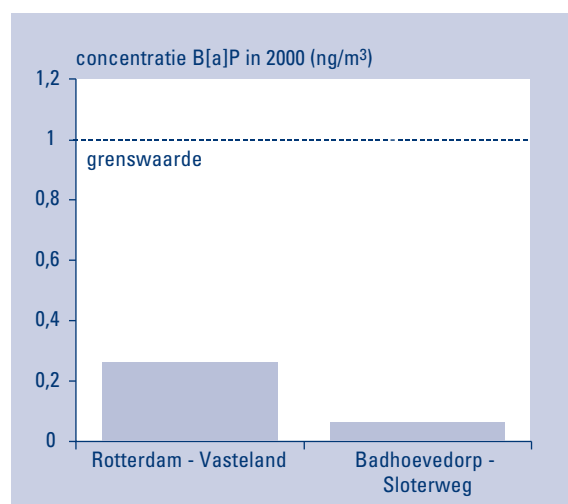
5.3 Benzo[a]pyreen

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) vormen een groep van enige honderden organische verbindingen opgebouwd uit twee of meer benzeenringen. De PAK componenten verschillen onderling sterk in fysisch-chemische eigenschappen en in risico's voor mens en ecosystemen. Circa 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. Het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) voor B[a]P is $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ voor de jaargemiddelde B[a]P-concentratie en wordt hier gehanteerd als norm voor langdurige blootstelling.

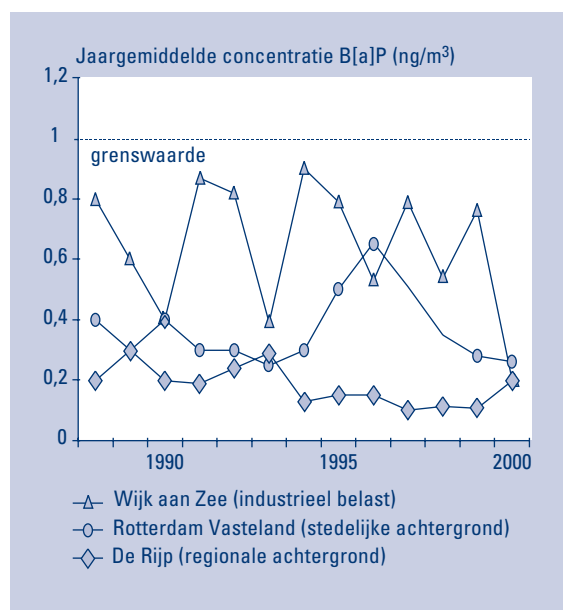
Jaargemiddelde concentraties benzo[a]pyreen in 2000

In 2000 worden in Nederland op vier locaties in het westen van het land de concentraties van PAK gemeten door de provincie Noord-Holland en DCMR. Op de locaties De Rijp en Wijk aan Zee is in het afgelopen jaar een nieuwe meetmethode ingevoerd, waarbij de detectiegrens voor BAP hoger is komen te liggen. Op beide locaties lag in 2000 de jaargemiddelde concentratie onder de detectiegrens van $0,2 \text{ ng}/\text{m}^3$. In 2000 laggen alle waargenomen jaargemiddelde concentraties benzo[a]pyreen onder de MTR-waarde ($1 \text{ ng}/\text{m}^3$). Uit berekeningen volgt dat op beperkte schaal langs verkeerswegen wel overschrijdingen voorkomen.



Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie benzo[a]pyreen

Op drie van de vier in 2000 nog operationele meetpunten in Nederland worden al over een langere reeks van jaren metingen uitgevoerd: De Rijp (regionale achtergrond), Wijk aan Zee (industriële belast) en Rotterdam (stadsachtergrond). Gedurende de jaren '90 lagen de jaargemiddelde concentraties op deze meetlocaties steeds onder de grenswaarde. In de afgelopen 10 jaar is geen dalende trend waarneembaar voor de stedelijke en de industriële locatie. De concentraties op de regionale locatie De Rijp lijken te zijn gedaald.



5.4 Zware metalen

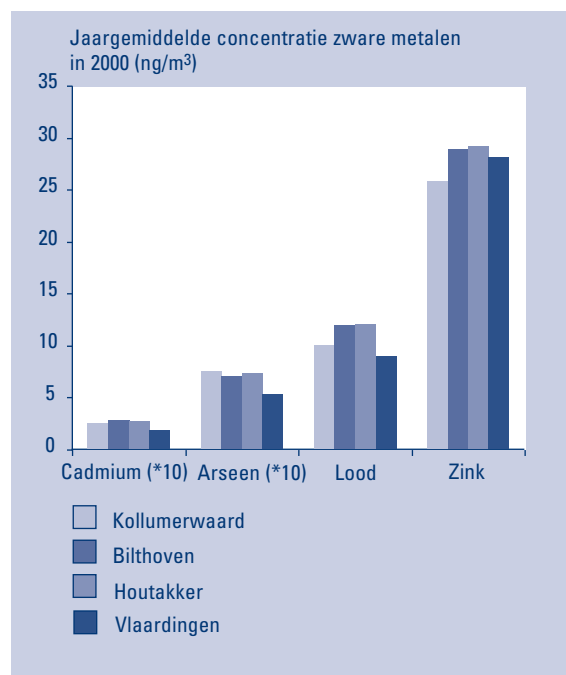
Emissies van zware metalen naar de lucht vinden voornamelijk plaats door de doelgroepen Verkeer en Industrie. Ook bij verbrandingsprocessen bij raffinaderijen en afvalverwijdering komen zware metalen vrij. De metalen komen hoofdzakelijk in de vorm van aërosolen voor (m.u.v. kwik). Depositie van zware metalen draagt bij aan de belasting van bodem en water. Door opname via de wortels in vegetatie en gewassen kunnen zware metalen in de voedselketen terecht komen. Hoewel minder van belang worden mens en dier, naast opname via het voedsel, door inademing blootgesteld. De uitscheiding van zware metalen verloopt langzaam waardoor ophoping plaatsvindt, wat uiteindelijk tot functiestoornissen kan leiden. Ter bescherming van de bevolking is er een Nederlandse grens-

waarde voor lood (grenswaarde jaargemiddelde concentratie is 500 ng/m³). Ter bescherming van ecosystemen bestaat er een (Nederlandse) jaargemiddelde depositienorm voor cadmium van 1 g/ha. Naast de wettelijke kwaliteitsdoelstellingen wordt er in Nederland gebruik gemaakt van een indicatieve MTR (Maximaal Toelaatbaar Risico) waarde en een VR (Verwaarloosbaar Risico) waarde voor cadmiumconcentraties. De MTR voor cadmium is 25 ng/m³ en het VR is 0,25 ng/m³. Uit een recente analyse van metingen en modellering in Nederland blijkt dat cadmiumconcentraties, lokaal boven het niveau van het Verwaarloosbaar Risico kunnen liggen (Buijsman, 1999a). De arseen en lood niveaus liggen onder de luchtkwaliteitsdoelstellingen.

Jaargemiddelde concentraties zware metalen in 2000

Op vier locaties in Nederland worden metaalconcentraties in lucht gemeten: Houtakker (Noord-Brabant), Vlaardingen (Zuid-Holland), Bilthoven (Utrecht) en Kollumerwaard (Groningen). In het algemeen zijn de gemeten concentraties in het noorden van het land lager dan in het midden/zuiden van Nederland. Overschrijdingen van normen voor de concentratie van metalen in lucht hebben in 2000 niet plaatsgevonden.

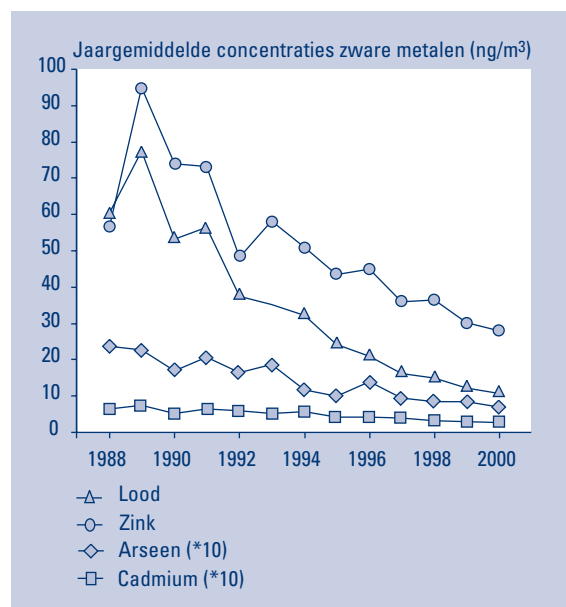
Noot: de arseen- en cadmiumconcentraties zijn vermenigvuldigd met 10.



Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie lood, zink, cadmium en arseen

De jaargemiddelde concentratie lood in Nederland is sinds 1984 met meer dan 93 % gedaald tot 11 ng/m³ in 2000. Na een scherpe daling in de jaren tachtig, die werd veroorzaakt door emissie beperkende maatregelen bij de doelgroep verkeer, is de daling in de jaren negentig minder uitgesproken geworden, aangezien het gebruik van loodvrije benzine inmiddels algemeen is. De jaargemiddelde concentraties van arseen, cadmium en zink vertonen een duidelijke daling en ten opzichte van 1988 is deze daling respectievelijk circa 70 % (As), 60 % (Cd) en 50 % (Zn). De daling van arseenconcentraties tot 1995 komt voornamelijk door emissiereducties in de energiesector. De daling van de cadmiumconcentraties komt door emissiereducties in de doelgroepen industrie en afvalverwerking en in het buitenland. De daling in zinkconcentraties is voornamelijk toe te schrijven aan emissiereducties bij de doelgroepen industrie en afvalverwerking.

Noot: de arseen- en cadmiumconcentraties zijn vermenigvuldigd met 10.

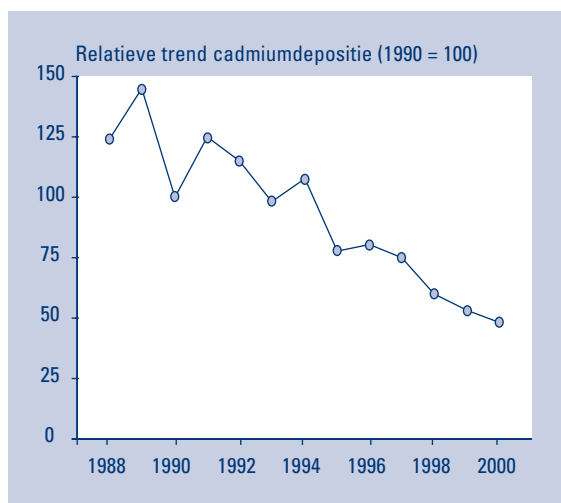


Ontwikkeling van de depositie van cadmium

De jaargemiddelde natte en droge depositie van cadmium wordt geschat met metingen en een model. De droge depositie wordt geschat met een model op basis van luchtconcentratiemetingen. De natte depositie kan worden geschat uit de gemeten concentraties in regenwater of met een verhoudingsfactor uit het model.

Direct gebruik van de regenwatergegevens dan wel toepassing van een verhoudingsfactor hebben allebei behoorlijke onzekerheden. De maandgemiddelde bepaling van de concentratie van cadmium in de neerslag levert waarschijnlijk een overschatting van de niveau's op (Slanina *et al.*, 1990; Buijsman, 1990). Het gebruik van een gemodelleerde verhoudingsfactor tussen cadmiumconcentraties in de lucht en in de regen kent een onzekerheid van enkele tientallen procenten. Dit is gebaseerd op een vergelijking met de verhoudingsfactor voor lood (RIVM, 1991). Aangezien het atmosferisch gedrag van lood en cadmium vrijwel vergelijkbaar is nemen we aan dat deze onzekerheid ook geldt voor cadmium.

De methode met de verhoudingsfactor is gebruikt bij het berekenen van de relatieve trend van de totale cadmiumdepositie. De jaargemiddelde depositie van cadmium daalt duidelijk (zie ook vorige paragraaf, ontwikkeling jaargemiddelde concentraties in lucht). De totale depositie ligt in 2000 in de orde van grootte van enkele tienden grammen per hectare.



6 Lokale luchtverontreiniging

Een aantal luchtverontreinigende stoffen voldoet grootschalig gezien aan de gestelde eisen 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. De

eerste paragraaf gaat in op de omvang van overschrijdingen van grenswaarden voor NO_2 , CO, zwarte rook, benzeen en benzo[a]pyreen langs drukke verkeerswegen in steden. In de daaropvolgende drie paragrafen worden respectievelijk de concentraties koolstofmonoxide, benzeen en fluoriden in Nederland besproken.

6.1 Weglengten met normoverschrijding

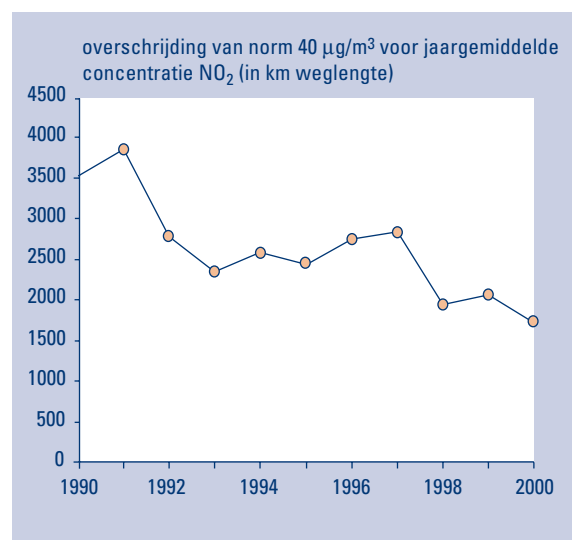
Wegverkeer vormt de belangrijkste bron van lokale luchtverontreiniging in stedelijke omgeving. Van de totale verkeersprestatie in 2000 in Nederland wordt circa 28 % binnen de bebouwde kom afgelegd.

Personenauto's nemen ca. 73% van de binnen de bebouwde kom afgelegde kilometers voor hun rekening. De volumegroei van wegverkeer vindt met name plaats op snelwegen. Stadsuitbreidingen dragen bij aan de groei in het aantal autokilometers in steden. De trend in de verkeersintensiteit op een gemiddelde weg in het centrum van een stad blijkt redelijk stabiel.

Gunstige ontwikkelingen voor de lokale luchtkwaliteit langs verkeerswegen zijn de dalende emissiefactoren voor luchtverontreiniging door de gemiddelde auto en afnemende achtergrondconcentraties. De grafieken in deze paragraaf zijn gebaseerd op CAR-VMK berekeningen (zie bijlage A). Lood is niet langer opgenomen in onderstaand overzicht, omdat voor deze stof door de invoering van loodarme en loodvrije benzine al een aantal jaren geen overschrijdingen meer worden geconstateerd.

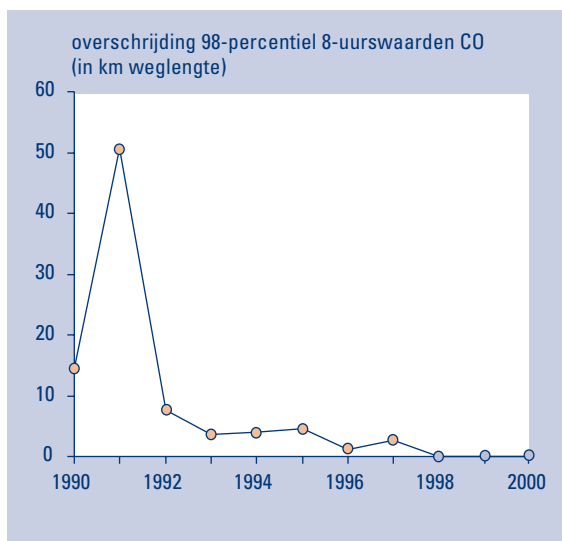
Overschrijding van de norm voor NO_2 in drukke verkeersstraten

Formeel was in 2000 nog de 'oude' Nederlandse grenswaarde voor het 98-percentiel van uurwaarden NO_2 van kracht. In 2000 is deze norm niet overschreden langs verkeerswegen in steden, zij het dat niet uitgesloten is dat in de praktijk incidenteel overschrijdingen hebben plaatsgevonden (zie ook RIVM, 2001b). De hier getoonde overschrijdingen betreffen de huidige norm voor het jaargemiddelde van NO_2 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Tot enkele jaren geleden lagen de gemiddelde concentraties van NO_2 in veel steden reeds rond of boven de grenswaarde met als gevolg dat langs verkeerswegen in die steden overschrijding van de huidige norm een veelvoorkomend verschijnsel was. De laatste jaren zijn de achtergrondconcentraties gedaald (zie ook paragraaf 4.4) en daarmee ook de totale lengte van wegen met overschrijding van de norm.



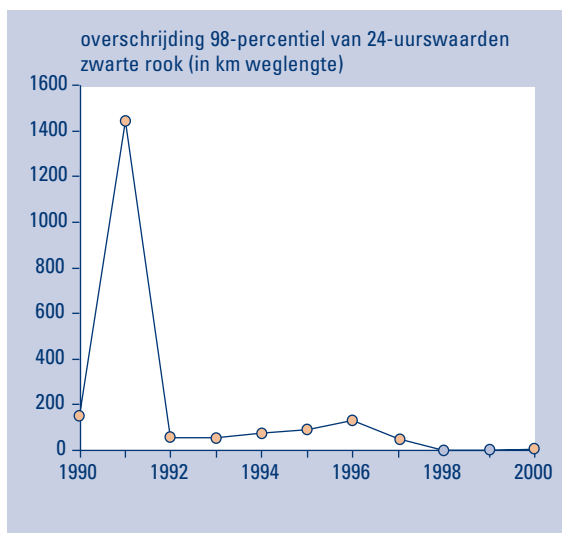
Overschrijding van de norm voor CO in drukke verkeersstraten

De laatste 20 jaar zijn voor CO steeds strengere eisen gesteld aan de emissie per auto, waardoor, ondanks de groei van het wegverkeer, de totale door het wegverkeer geëmitteerde hoeveelheid is gedaald. Door de vermindering van de emissie is de lengte van wegen in steden waarlangs overschrijding optreedt van de grenswaarde voor het 98-percentiel van 8-uurswaarden CO (6000 µg/m³) aanzienlijk gedaald. In 2000 werd de grenswaarde voor CO langs wegen in steden niet overschreden.



Overschrijding van de norm voor het 98-percentiel van zwarte rook in drukke straten

In de jaren '90 daalde het aantal kilometer weg met overschrijding van de norm voor de 98-percentiel van 24-uurswaarden van zwarte rook (90 µg/m³) van 150 in 1990 tot 7 km in 2000. De achtergrondconcentratie zwarte rook varieert van jaar tot jaar onder invloed van meteorologische omstandigheden. In jaren met ongunstige meteorologische omstandigheden en relatief hoge achtergrondwaarden treden normoverschrijding vaak ook langs minder drukke wegen op. De meteorologische omstandigheden in 2000 waren gunstig. Het is niet uitgesloten dat bij ongunstige omstandigheden de komende jaren opnieuw concentraties boven de 90 µg/m³ voorkomen.



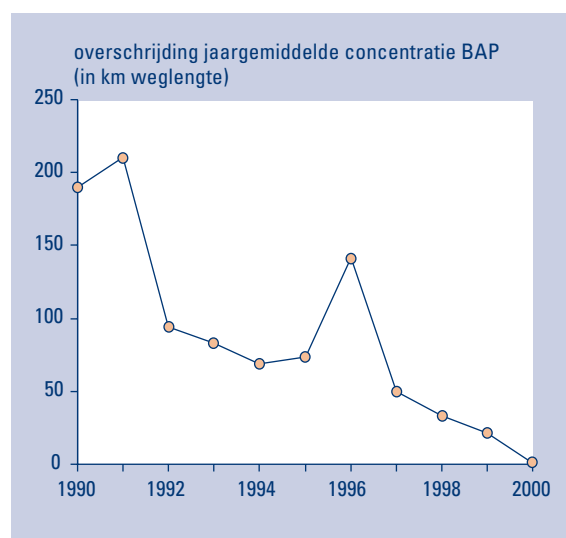
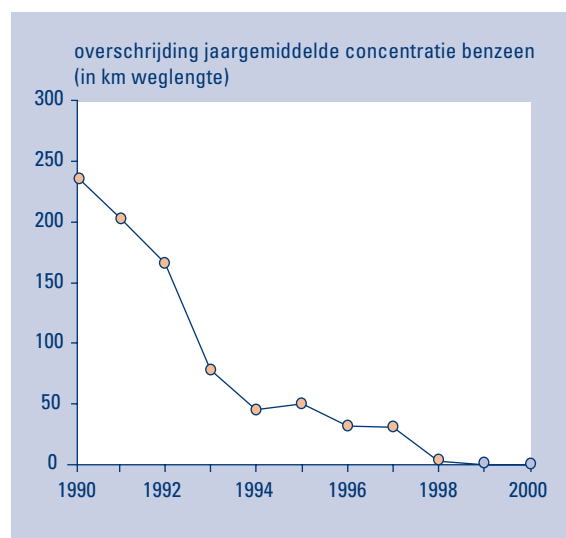
Overschrijding van de norm voor het jaargemiddelde van benzeen in drukke straten

Op basis van CAR-VMK berekeningen blijkt dat in de jaren 90 het aantal kilometers weg met overschrijding van de norm voor benzeen (10 mg/m^3 als jaargemiddelde) gedaald is van 240 km in 1990 tot 0 km in 2000. Dit is het gevolg van invoering van de geregelde driewegkatalysator, technische verbeteringen van personenwagens en verlaging van het benzeengehalte in benzine. In 2000 heeft met name de verlaging van het benzeengehalte een gunstige invloed gehad op de emissiefactoren. De CAR-VMK berekeningen geven wel aan dat concentraties hoger dan de toekomstige EU-norm ($5 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ als jaargemiddelde) voor benzeen zijn voorgekomen. De gemeten benzeenconcentraties, op de vier straatstations, hebben in 2000 de toekomstige EU-grenswaarde niet overschreden (zie ook paragraaf 6.3).

Overschrijdingen van de benzeennorm in 2000 worden gemeld in gemeentelijke rapportages in het kader van de Besluiten luchtkwaliteit (RIVM, 2001b). Aangenomen wordt dat het aantal overschrijdingen in deze rapportage wordt overschat. De onderliggende berekeningen zijn in de meeste gevallen uitgevoerd met een versie van het CAR-model waarin de emissiefactoren voor benzeen nog aanmerkelijk hoger zijn dan de feitelijke emissiefactoren in 2000.

Overschrijding van de norm voor benzo[a]pyreen in drukke straten

Overschrijding van de norm voor benzo[a]pyreen (1 ng/m^3 voor het jaargemiddelde) kwam in 2000 slechts incidenteel voor. Resultaten van berekeningen van B[a]P-concentraties zijn met een grote onzekerheid omgeven. Zo wordt voor de achtergrondconcentratie, wegens het ontbreken van een meetnet, een conservatieve schatting toegepast. In 1998/1999 heeft een meetcampagne voor B[a]P plaatsgevonden (Buijsman, 1999b). Uit vergelijking van gemeten en berekende concentraties op 2 verkeerslocaties bleek dat berekende waarden circa een factor 2 hoger liggen.



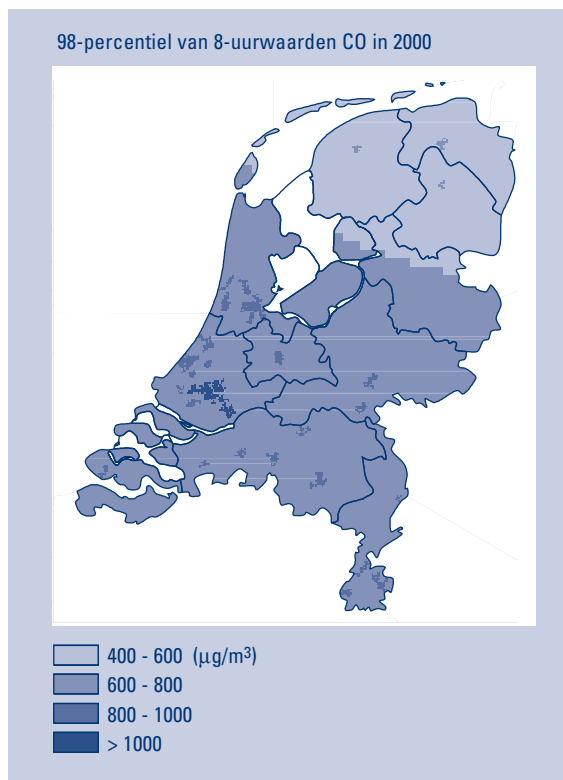
6.2 Koolstofmonoxide

Koolstofmonoxide (CO) wordt voornamelijk gevormd bij onvolledig verlopende verbrandingsprocessen. Het verkeer levert het grootste aandeel in de Nederlandse emissie (circa 60 %). Hoge concentraties CO hebben merkbare invloed op het zuurstofbindend vermogen van het bloed. Dit leidt tot klachten variërend van sufheid en afnemend reactievermogen tot veranderingen in hart- en longfunctie bij zeer hoge concentraties. Mensen met hart- en vaatziekten zijn gevoeliger en ondervinden al symptomen bij lagere concentraties. Ter bescherming van de bevolking tegen de effecten zijn grenswaarden gesteld aan de concentraties van koolstofmonoxide in de lucht (Staatsblad, 2001).

Hier wordt de huidige grenswaarde voor het 98-percentiel van glijdend 8-uursgemiddelden ($6000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) als norm voor kortstondige blootstelling (pieken) gehanteerd. Vanaf 13 december 2000 is een nieuwe EU-norm van kracht (EU, 2000). De nieuwe EU-norm hanteert een grenswaarde van $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de 'dagelijks gemiddelde maximumconcentratie over 8 uur', dit moet gelezen worden als de grenswaarde voor het glijdend 8-uursgemiddelde. Op 1 januari 2005 moet aan deze grenswaarde worden voldaan. Deze nieuwe norm is strenger dan de huidige grenswaarde. Evenwel zijn in het meetnet in 2000 ook voor deze norm geen overschrijdingen waargenomen.

Ruimtelijke verdeling van het 98-percentiel CO

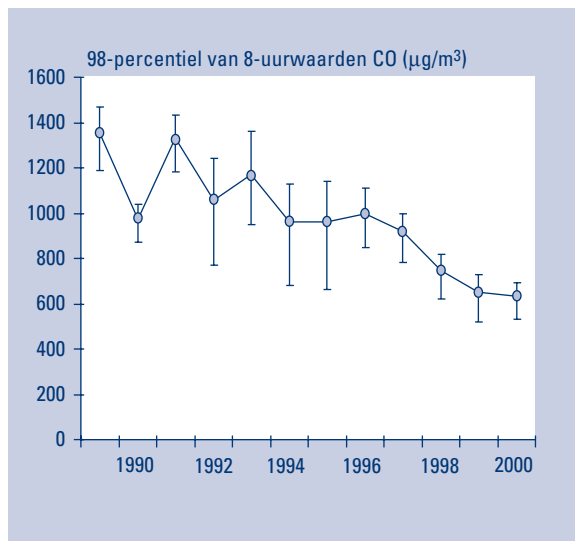
Gemiddeld over Nederland bedroeg de 98-percentielwaarde voor glijdende 8-uursgemiddelden in 2000 $630 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Op regionale schaal neemt het 98-percentiel af van het zuiden naar het noorden van het land. De gradiënt over Nederland is in 2000 echter zeer gering, het verschil tussen Zeeland en Groningen is circa $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Lokale verhogingen treden op in de stedelijke agglomeraties ten gevolge van de emissie door het verkeer. Overschrijdingen van de grenswaarde voor het 98-percentiel CO ($6000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in de buitenlucht kwamen in 2000 niet voor.



Ontwikkeling van het 98-percentiel CO

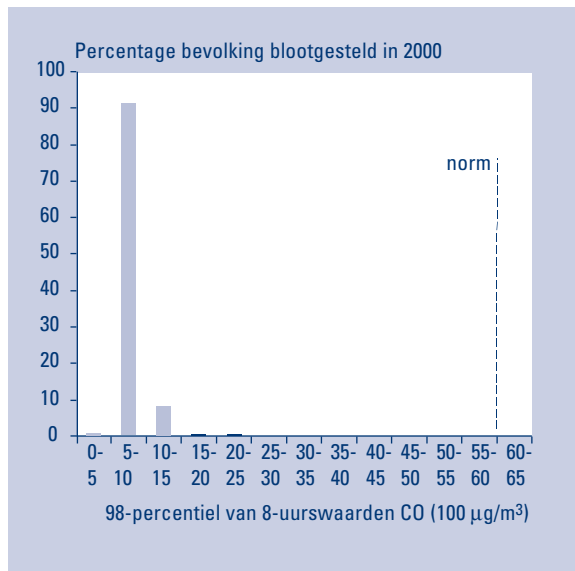
Het landelijk gemiddeld 98-percentielniveau van 8-uurswaarden CO is in de afgelopen 10 jaar met circa 5 % per jaar gedaald. Emissiereducerende maatregelen bij de industrie en de invoering van de katalysator in het verkeer, hebben bijgedragen aan de daling van niveaus. De van jaar tot jaar optredende fluctuaties worden vooral veroorzaakt door wisselende meteorologische omstandigheden.

Noot: de marge geeft de ruimtelijke spreiding weer.



Kortstondige blootstelling van de bevolking aan CO

In de blootstellingsverdeling voor CO heeft tussen 1999 en 2000 een kleine verschuiving plaatsgevonden naar lagere niveaus. In 2000 bevond het blootstellingsniveau van de bevolking zich globaal een factor 4 of meer onder de grenswaarde voor CO (6000 µg/m³). Ook voor bewoners van woningen met de hoogste belastingen, bijvoorbeeld langs drukke verkeersstraten in grote steden, lag het blootstellingsniveau ruim onder de norm.



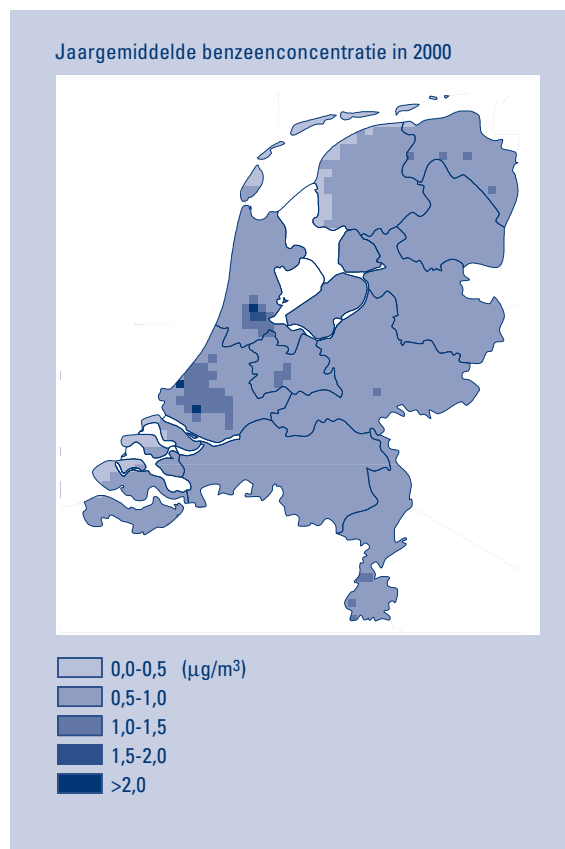
6.3 Benzeen

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. Circa 60 % van de Nederlandse bijdrage is afkomstig van verkeer. Verder dragen de energiesector en consumenten respectie-

lijk met 25 % en 15 % bij in het Nederlandse aandeel (RIVM, 1999). De huidige grenswaarde is $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de jaargemiddelde benzeen concentratie ter bescherming van de bevolking tegen effecten van langdurige blootstelling. Vanaf december 2000 is een nieuwe EU-norm van kracht (EU, 2000). De nieuwe EU-norm hanteert een strengere grenswaarde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de jaargemiddelde concentratie. Op 1 januari 2010 moet aan de grenswaarde worden voldaan.

Ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde concentratie

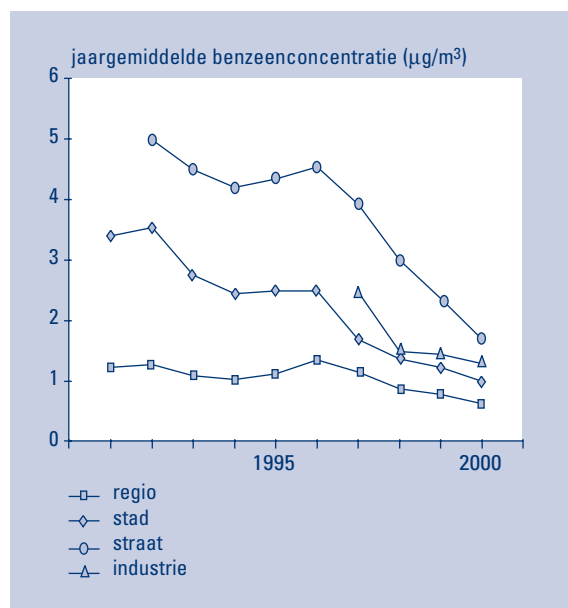
Het ruimtelijk beeld over Nederland voor 2000 is gebaseerd op een combinatie van metingen en modelberekeningen (RIVM, 2002). De jaargemiddelde benzeenconcentratie over Nederland bedraagt circa $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Verhoogde waarden treden met name op in stedelijk gebied in de Randstad (in volgorde van afnemende concentratie: Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht). De hoogste achtergrondwaarden treden op door grote puntbronnen in de haven van Amsterdam (op- en overslag brandstoffen) en in het Rijnmondgebied (chemische industrie).



Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie

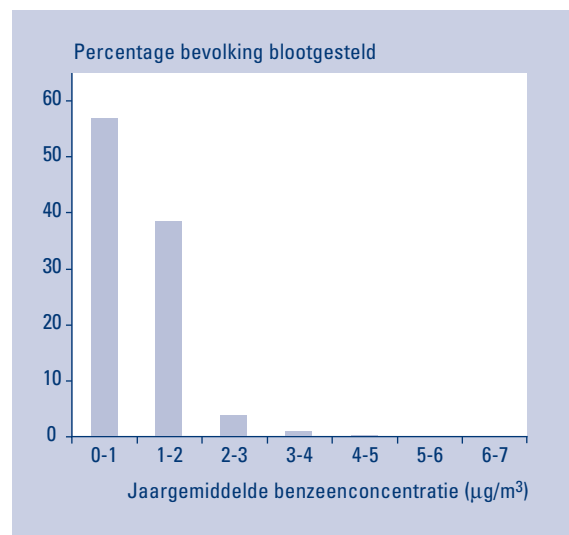
De jaargemiddelde benzeenconcentratie vertoont een dalende trend, die het sterkst is op straatstations. Op straatstations is de laatste 4 jaar de concentratie gehalveerd. Deze opvallende daling is vooral het gevolg van de invoering van de geregelde driewegkatalysator, technische verbeteringen van personenwagens en de verlaging van het benzeengehalte in benzine. Het gemiddelde benzeengehalte in benzine lag in de negentiger jaren op 2-2.5%. Per 1 januari 2000 is de norm voor het benzeengehalte in benzine van 5 naar 1% verlaagd (Staatsblad, 1999). Volgens steekproeven van de milieu-inspectie voldeed het benzeengehalte in oktober 1999 al aan deze nieuwe norm.

Noot: Om de trend consistent weer te geven is in de waarden van 1991, 1992 en 1995 rekening gehouden met uitval van metingen en in 1997 met meetnetveranderingen.



Blootstelling van de bevolking aan benzeen

In 2000 is circa 40% van de Nederlandse bevolking blootgesteld aan jaargemiddelde benzeenconcentraties boven de Nederlandse streefwaarde van 1 µg/m³. Uit blootstellingsberekeningen blijkt dat een zeer klein aantal bewoners aan drukke straten (één à tweeduizend mensen) zijn blootgesteld aan overschrijding van de toekomstige Europese grenswaarde van 5 µg/m³ (zie ook paragraaf 6.1).



6.4 Fluoride

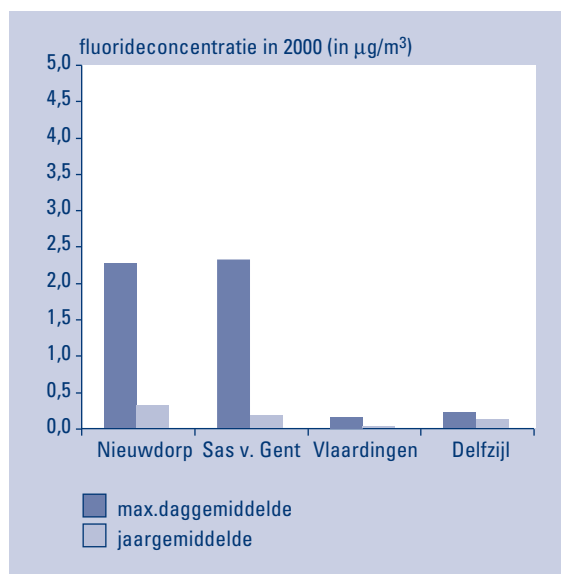
Fluoride is de verzamelnaam voor fluor bevattende anorganische verbindingen. Fluoriden worden voor ca. 70% als gas (HF) geëmitteerd. Het is met name de depositie vanuit de lucht die tot effecten kan leiden. Door de aard van de bronnen (steenfabrieken, keramische industrie, aluminiumproductie) vinden de emissies geconcentreerd plaats in een beperkt aantal gebieden in Nederland (Noordoost-Groningen, Rivieren gebied, Sloegebied, Rijnmondgebied en Zuid-Limburg). Aangezien HF een hoge depositiesnelheid heeft worden de hoogste concentraties en deposities nabij brongebieden gevonden. Gasvormige fluoriden zijn bij hoge doses sterk irriterend voor huid en longweefsel. Bij een HF (de meest toxische fluorverbinding) concentratie van $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wordt een effect op de donker-adaptie van het oog waargenomen. Chronisch hoge doses kunnen leiden tot gebits- en skeletafwijkingen. Het huidige blootstellingsniveau houdt echter geen risico in voor de bevolking. Bij vee kunnen door oraal opgenomen fluoriden, o.a. via gras, kuilvoer en gecontamineerd slootwater, nadelige effecten optre-

den zoals vermagering, vermindering van de vlees- en melkproductie en aantasting van het skelet. In gebieden met hoge fluoridenconcentraties krijgt het vee anti-fluorkorrels toegediend. Voor enkele gewassen, met name bij de sierteelt (gladiool, tulp) en in mindere mate bij de fruit-teelt (pruim, appel, kers) treedt in Nederland op regionale schaal oogstreductie op door fluoriden.

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, 2001). Het betreft MTR-waarden voor daggemiddelden ($0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en het jaargemiddelde ($0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en een streefwaarde voor het jaargemiddelde ($0,5 \text{ ng}/\text{m}^3$) (VROM, 1999). Een voorstel voor een levenslang gemiddelde inhalatoire MTR voor de mens bedraagt $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ met een maximale 1-uurs piekbelasting van $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (RIVM, 2001c).

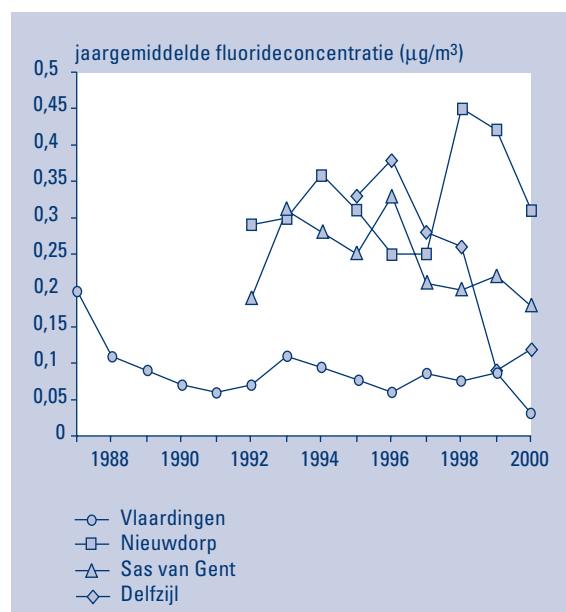
Maximum daggemiddelde en jaargemiddelde concentratie in 2000

Fluoridemetingen in lucht worden uitgevoerd in gebieden waar door lokale industrie een verhoogde fluoride-emissie plaatsvindt; onderstaande meetgegevens zijn derhalve niet representatief voor de gemiddelde concentratie over Nederland. In 2000 werd de MTR voor het daggemiddelde overschreden in Nieuwdorp en Sas van Gent; In Vlaardingen en Delfzijl is door vermindering van de lokale industriële activiteit de gemeten concentratie tot onder de norm gedaald. De MTR voor het jaargemiddelde is overschreden op Nieuwdorp, Sas van Gent en Delfzijl; de streefwaarde voor het jaargemiddelde is overschreden op alle vier stations



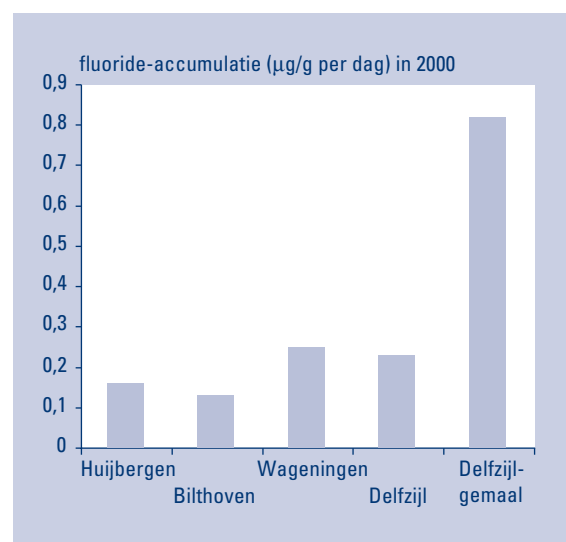
Ontwikkeling van de jaargemiddelde concentratie fluoride

De jaargemiddelde concentratie op het meetpunt Vlaardingen vertoont in de jaren tachtig na een eerdere daling, met enkele fluctuaties een stabilisatie. De kortere meetreeks van het meer belaste meetstation Sas van Gent geeft flinke schommelingen en geen duidelijke trend. Het meetstation Nieuwdorp laat in 2000 lagere waarden zien ten opzichte van de voorgaande twee jaren; eerdere hogere waarden in 1998 en 1999 werden veroorzaakt door een hogere productie van de lokale aluminium producent. De gemeten concentraties op het meetstation Delfzijl zijn na 1995 ruim een factor twee gedaald.



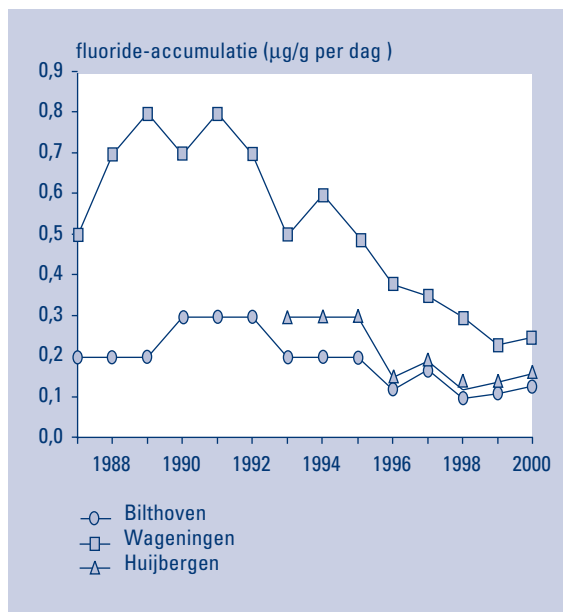
Fluoride accumulatie in kalkpapier

Op vijf plaatsen in Nederland wordt de accumulatie van fluoride in kalkpapier bepaald, als indicatie voor de depositie. De accumulatie op de onbelaste meetstations Huijbergen en Bilthoven zijn zoals te verwachten het laagst. 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.



Ontwikkeling van de fluoride accumulatie

De accumulatie van fluoride in kalkpapier op het meetpunt Bilthoven (onbelast) vertoonde in de jaren tachtig een dalende trend. Begin jaren '90 lijkt deze gestabiliseerd; na verdere daling lijkt stabilisatie weer plaats te vinden. De accumulatie van fluoride in kalkpapier op het meetpunt Wageningen (belast) vertoont, ondanks de schommelingen, een daling.



Referenties

- Albers, R., *et al.*, (2001). Evaluatie van de verzuringsdoelstellingen: de onderbouwing. Rapportnr. 725501001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Buijsman, E. (1990). Mogelijke contaminatie bij het gebruik van wet-only vangers voor chemisch regenwateronderzoek. Rapportnr. 28703013, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Buijsman, E. (1999a). Assessment of air quality for arsenic, cadmium, mercury and nickel in the Netherlands. Rapportnr. 729999 002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Buijsman, E. (1999b). Assessment of air quality for Poly Aromatic Hydrocarbons in the Netherlands. Rapportnr. 729999 001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Butler, J.H., S.A. Montzka, A.D. Clarke, J.M. Lobert, J.W. Elkins (1998). Growth and distribution of halons in the atmosphere, *J. Geophys. Res.*, 103, 1503-1511.
- De Leeuw (2000). Trends in ground level ozone concentrations in the European Union. *Environmental Science & Policy* (3) 2000, blz. 189-199.
- Dlugokencky, E.J., K.A. Masarie, P.M. Lang, P.P. Tans (1998). Continuing decline in the growth rate of the atmospheric methane burden, *Nature*, 447- 450.
- EG (2001). Gemeenschappelijk Standpunt (EG) nr. 16/2001 van 8 maart 2001, vastgesteld door de Raad, volgens de procedure van artikel 251 van het Verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap, met het oog op de aanneming van een richtlijn van het Europees Parlement en de Raad betreffende ozon in de lucht. Publicatieblad Nr. C 126 van 26/04/2001 blz. 0001 – 0024.
- Elkins, J.W., J.H. Butler, D.F. Hurst, S.A. Montzka, F.L. Moore, T.M. Thompson (1998). Nitrous Oxide and Halocompounds Group/Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory (NOAH/CMDL) web site (<http://www.cmdl.noaa.gov/noah>), Boulder (CO), updated data available on anonymous ftp site (<file://ftp.cmdl.noaa.gov/noah>).
- EU (1992). Richtlijn van de Raad van 21 september 1992 betreffende de verontreiniging van lucht door ozon (92/72/EEG). Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen No L 297.
- EU (1996). Richtlijn 96/62/GC 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 Europees Parlement en de raad van 16 november 2000 betreffende grenswaarden voor benzeen en koolmonoxide in lucht. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen No L 313/12.
- Harnisch, J., R. Borchers, P. Fabian, M. Maiss (1996). Tropospheric trends for CF₄ and C₂F₆ since 1982 derived from SF₆ dated stratospheric air. *Geophys. Res. Lett.*, 23, 1099-1102.
- Keeling, C.D. and T.P. Whorf (1998). Results of the SIO network, http://cdiac.esd.ornl.gov/pns/pns_main.html.
- Maiss, M., C.A.M. Brenninkmeijer (1998). *Environ. Sci. Technol.*, 32, 3077-3086.
- Montzka, S.A., J.H. Butler, J.W. Elkins, T.M. Thompson, A.D. Clarke, L.T. Lock (1999). Present and future trends in the atmospheric burden of ozone-depleting halogens. *Nature* 398, 690-694.
- Opperhuizen, A., Beck, J., Brink, R. van de, Breugel, P.B. van; Brunekreef, B., Buringh, E., Cassee, F., Fischer, P., Keuken, M., Matthijsen, J., M; Slanina, J., Smeets, W., Visser, H., Weijers, E. (2001). Health risks of small particles in ambient air. RIVM report, in preparation.
- Oram, D.E., C.E. Reeves, W.T. Sturges, S.A. Penkett, P.J. Fraser, R.L. Langenfelds (1996). Recent tropospheric growth rate and distribution of HFC-134a (CF₃CH₂F). *Geophys. Res. Lett.*, 23, 1949-1952.
- Oram, D.E., W.T. Sturges, S.A. Penkett, A. McCulloch, P.J. Fraser (1998). Growth of fluoro-form (CHF₃, HFC-23) in the background atmosphere. *Geophys. Res. Lett.*, 25, 35-38.
- Outer P.N. den, H. Slaper, J. Matthijsen, H. A. J. M. Reinen, and R. Tax, (2000). Variability of ground-level ultraviolet: model and measurement, *Radiat. Prot. Dosim.* 91, 105.
- Prinn, R.G., R.F. Weiss, P.J. Fraser, P.G. Simmonds, F.N. Alyea, D.M. Cunnold (1998). The ALE/GAGE/AGAGE database, DOE-CDIAC World Data Center (Email to: cpd@ornl.gov), Dataset No. DB-1001, (<http://cdiac.esd.ornl.gov/cdiac>).
- RIVM (1991). Nationale Milieuverkenning 2. Samson Tjeenk Willink bv, Alphen aan den Rijn.
- RIVM (1994). Milieurapportage 1993; I: Integrale rapportage stikstof. Rapportnr. 482533001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM (1999). Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 1997. Rapportnr. 725301001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM (2000). Milieubalans 2000, Samson bv., Alphen aan den Rijn.
- RIVM (2001). Jaaroverzicht luchtkwaliteit 1998 en 1999. Rapportnr. 725301006, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM (2001a). Milieubalans 2001, Kluwer, Alphen aan den Rijn.
- RIVM (2001b). Rapportage besluiten luchtkwaliteit 2000. Rapportnr. 725301007, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM (2001c). Briefadvies inzake overschrijding van het MTR van fluoriden, 010366/01 CSR MPI/WE, Bilthoven.
- RIVM (2002). Preliminary assessment of air quality for carbon monoxide and benzene in The Netherlands. Wordt gepubliceerd in de eerste helft van 2002 onder rapportnr. 72560107,

- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Roemer, M. (2001). Draft report. In search for trends of ozone and precursors. First progress report TROTREP workpackage 3, partner 4. TNO-MEP, Apeldoorn.
- Rombout, P.J.A., Eerens, H.C., de Leeuw, F.A.A.M. (1989). Gezondheidsrisico's van stadsbewoners door blootstelling aan luchtverontreiniging tijdens zomerepisoden en het effect van verkeersbeperkende maatregelen. Rapportnr. 678902 001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Slanina, J., Mols, J.J., Baard, J.H. (1990). The influence of outliers on results of wet deposition measurements as a function of measurements strategy. *Atmospheric Environment*, 24A, 1843-1860.
- Slooff, W., Eerens, H.C., Janus, J.A., Ros, J.P.M. (1988). Basisdocument fluoriden. Rapportnr. 758474005, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Smeets, C.J.P.P., Beck, J. (2001). Effects of short term abatement measures on peak ozone concentrations during summer smog episodes in the Netherlands. Rapportnr. 725501004, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Staatsblad (1997b). Nr. 458. Beschikking van de Minister van Justitie van 9 oktober 1997, houdende plaatsing in het Staatsblad van de tekst van het Besluit luchtkwaliteit stikstofdioxide (STB. 1987, 33), zoals dit laatstelijk is gewijzigd bij besluit van 22 september 1997, Stb. 456.
- Staatsblad (1997c). Nr. 457. Beschikking van de Minister van Justitie van 9 oktober 1997, houdende plaatsing in het Staatsblad van de tekst van het Besluit luchtkwaliteit zwavel-dioxide en zwevende deeltjes (zwarte rook) (Stb. 1986, 78), zoals dit laatstelijk is gewijzigd bij besluit van 22 september 1997, Stb. 456.
- Staatsblad (1999). Nr. 244. Besluit van 17 december 1999, houdende uitvoering van 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 van dieselbrandstof en tot wijziging van Richtlijn 93/12/EEG van de Raad (Besluit kwaliteitseisen brandstoffen wegverkeer)
- 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 zwavel-dioxide, 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).
- Sturges, W.T., T.J. Wallington, M.D. Hurley, K.P. Shine, K. Sihra, A. Engel, D.E. Oram, S.A. Penkett, R. Mulvaney, and C.A.M. Brenninkmeijer (2000). A potent greenhouse gas identified in the atmosphere: SF5CF3. *Science* 289:611-613.
- Thijsse, Th.R., Roemer, M.G.M., van Oss, R.F., 1999, Trends in large-scale VOC concentrations in the Southern Netherlands between 1991 and 1997, *Atmospheric Environment Volume* 33, p. 3803-3812.
- TK (1989). Bestrijdingsplan Verzuring. Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 18225 nr. 31, SDU, Den Haag.
- TK (1990). Milieuprogramma. Voortgangsrapportage 1990-1993. Tweede Kamer, vergaderjaar 1989-1990, 21304 nr. 1-2, SDU, Den Haag.
- TK (1992). Milieuprogramma 1992-1995. Deel II Voortgang en Programmering van het milieubeleid. Tweede Kamer, vergaderjaar 1991-1992, 22302 nrs. 1-2, SDU, Den Haag.
- Van der Eerden, L., (1992) Fertilizing effects of atmospheric ammonia on semi-natural vegetations. Proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam.
- Van Elzakker, B.G. (2000). Monitoring activities in the Dutch National Air Quality Monitoring Network in 2000. Rapportnr. 723101 055, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Van Jaarsveld, J.A., *et al.*, (2000). Evaluatie ammoniak reducties met behulp van metingen en modelberekeningen. Rapportnr. 722108025, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Van Velze, K., *et al.* (2000). Schets van de knelpunten in de luchtkwaliteit, Rapportnr. 725601 003. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Visser, H., Buringh, E., Van Breugel, P.B. (2001). Composition and origin of particulate Matter in the Netherlands. report 650010 029, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- VROM (1999). Stoffen en normen. Overzicht van belangrijke stoffen en normen in het milieubeleid. Samson bv, Alphen aan de Rijn.
- VROM (2001). Smogregeling 2001 en draaiboek. VROM, Den Haag.
- VROM (2001a). Nationaal Milieubeleidsplan 4 – Een wereld en een wil, werken aan duurzaamheid. Nr. 14545/176, VROM, Den Haag.
- WMO (1999). Scientific assessment of ozone depletion: 1998, World Meteorological Organization Global Ozone Research and Monitoring Project Report no. 44, Geneva.

Bijlage A

Berekeningswijzen en gebruikte modellen

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. De daarbij 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.

Metingen per locatie

Daar waar onvoldoende kennis aanwezig is om metingen te extrapoleren naar een landsdekkend beeld, wordt volstaan met het geven van (trend)figuren van concentraties per meetlocatie.

Dit is het geval voor mondiale luchtverontreiniging (waar een landsdekkend beeld niet relevant is), Vluchtige Organische Stoffen (VOS), benzo[a]pyreen (B[a]P), zware metalen en fluoriden.

Landsdekkende meetinformatie

Indien het meetnet voldoende gedetailleerd is om een landsdekkend beeld te verschaffen, wordt via lineaire interpolatie een kaart vervaardigd op basis van 5 x 5 km gridcellen. Waar mogelijk en zinvol worden stedelijke concentraties in agglomeraties met meer dan 40.000 inwoners aan de kaart toegevoegd middels een 1 x 1 km detailgrid. Deze stedelijke verhoging wordt afgeleid uit gemeten stadsachtergrondconcentraties, rekening houdend met regionale concentraties en met de ruimtelijke omvang van de stad (het alfa-model, zie verderop).

De gemiddelde concentratie over Nederland wordt dan berekend als het gemiddelde van de gridcellen. Veelal 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 klassificatie per gridcel gekoppeld aan de bevolkingsdichtheid of aan de oppervlakte van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) ter plekke, die beiden op 1 x 1 km-schaal beschikbaar zijn. Via sommatie over alle gridcellen resulteert dit in de blootstelling van bevolking of natuur per concentratieklasse. De gemiddelde normoverschijding volgt uit middeling over de gridcellen met concentraties boven de norm. In het geval van humane blootstelling is deze normoverschijding gewogen met de bevolkingsdichtheid.

Deze methode wordt gevolgd voor ozon (O₃), zwaveldioxide (SO₂), koolmonoxide (CO) en zwarte rook.

Combinatie model en meting

Een luchtverspreidingmodel is in staat om een veel gedetailleerder ruimtelijk beeld van de luchtkwaliteit te scheppen dan op basis van metingen kan, omdat het de invloed van lokale emissiebronnen, zoals stedelijke emissies, meeneemt die via metingen alleen door een zeer kostbaar fijnmazig meetnet zouden kunnen worden meegenomen.

Voor een aantal stoffen wordt met het OPS-model of met SIGMA (zie verderop) een landsdekkende kaart vervaardigd op basis van 5 x 5 km gridcellen of, voor NO_x en NO₂, op basis van 1 x 1 km. Hiervoor is gedetailleerde kennis nodig van alle emissies op nationale schaal, beschikbaar gesteld door de emissieregistratie, en van de emissies op Europese schaal.

Daar waar het kaartbeeld niet concentraties maar deposities weergeeft, is het beeld altijd afkomstig van luchtverspreidingsmodellen, omdat depositie monitoring kostbaar is en nooit een landsdekkend beeld kan opleveren.

De modelresultaten worden jaarlijks gecalibreerd aan de hand van de metingen uit het meetnet. Voor deze calibratie van de modelresultaten is er keus tussen twee methoden. Een methode 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. Op deze manieren reproduceert de hybride kaart de meetnetconcentraties op de meetlocaties, maar neemt het het ruimtelijke patroon tussen deze locaties over uit de modelkaart. De depositiekaarten worden jaarlijks gecalibreerd via de als tussenstap gemodelleerde concentratiekaarten en de LML-concentratie metingen.

De verdere bewerkingen van deze gecalibreerde kaarten naar trendfiguren en blootstellingsinformatie is overeenkomstig de beschrijvingen onder 'landsdekkende meetinformatie' en 'blootstelling aan verkeer'.

Deze methode geeft doorgaans de meest realistische beschrijving van de luchtkwaliteit oplevert omdat het de sterke aspecten van meten en modelleren in zich combineert.

De methode is toegepast voor PM₁₀ (fijn stof), zure depositie, stikstofdepositie, ammoniak (NH₃), stikstofoxiden (NO_x), stikstofdioxide (NO₂) en benzeen.

De stadsachtergrond: het alfamodel

Voor de stoffen waarvan de kaart afgeleid is uit regionale metingen wordt de alfa-rekenmethode toegepast indien de stedelijke metingen aangeven dat de concentraties daar verhoogd zijn. De stedelijke verhoging wordt jaar-

lijks berekend uit de 'virtuele' diameter van de stad en de empirische verhogingsfactor Alfa. Deze wordt voor elk stadsstation bepaald als een verhogingsfactor per km bebouwing, dit op basis van het waargenomen concentratieverschil tussen het betreffende station en de regionale achtergrond. Dit verschil wordt vervolgens gemiddeld over alle stadsstations en geëxtrapoleerd over alle stedelijke agglomeraties met meer dan 40.000 inwoners. De agglomeraties zijn vastgesteld aan de hand van de kaart met de bevolgingsdichtheid op 1 x 1 km schaal.

Deze methode wordt toegepast voor de stoffen CO, NO₂, SO₂ en zwarte rook.

Blootstelling aan verkeer

Voor sterk verkeersgerelateerde componenten wordt bij de bepaling van de blootstelling het bevolkingsaantal van stedelijke gridcellen verminderd met de gemiddelde fractie van de stedelijke bevolking die langs drukke verkeerswegen woont. Voor deze fractie wordt afzonderlijk, met behulp van het CAR/VMK-model (zie hierna), de verdeling van de blootstelling bepaald. Vervolgens wordt de blootstellingsverdeling van het CAR-model samengevoegd met die van de hiervoor beschreven landsdekkende kaart. Deze aanvullende procedure wordt gevolgd voor NO₂, benzeen, zwarte rook, CO en PM₁₀.

Mann-Kendall trendtoets

Om te toetsen of een ogenschijnlijk aanwezige trend ook werkelijk significant is, wordt hier gebruik gemaakt van de Mann-Kendall toets (Gilbert, 1987). Deze toets turf in een tijdreeks hoe vaak er stijgingen en dalingen in de loop van de tijd optreden, en bepaalt dan door kansrekening of het aantal stijgingen en dalingen over de hele periode een significante verschuiving impliceert. Voordelen van deze niet-parametrische toetsing zijn dat er geen aannamen nodig zijn over de verdeling van de onderliggende data, ook missende waarden en waarden beneden de detectielimiet vormen geen wezenlijk probleem.

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 (ca. 15 jaar).

De bijdragen aan concentratie en depositie op een bepaalde receptor worden berekend voor alle bronnen afzonderlijk m.b.v. terugwaartse trajectorieën. Lokale (verticale) verspreiding wordt geïntroduceerd m.b.v. een Gaussische pluim formulering. 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 bij 100 meter zijn, op landelijke schaal is 5 x 5 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 is in principe benodigd op twee hoogten. Uit de meteorologische basisgegevens worden een aantal secundaire parameters afgeleid m.b.v. 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 & 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 ($r = 0,88-0,93$ 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 worden gesimuleerd.

Het OPS-model is een operationele versie van het TREND model. De modellen zijn mathematisch gezien gelijk. Voor een uitvoeriger beschrijving van het OPS-model wordt verwezen naar Van Jaarsveld (1989) en Van Jaarsveld (1995).

Het model SIGMA

Het model SIGMA is gebaseerd op berekeningen van het OPS-model. Door middel van schaling van en sommatie over basiskaarten kan SIGMA veel sneller resultaten genereren dan het zeer rekenintensieve OPS-model.

SIGMA werkt met een groot aantal basiskaarten. Een basiskaart geeft de lineaire relatie weer tussen ruimtelijk verdeelde emissies, voor een bepaalde (sub)doelgroep in Nederland of in het buitenland, en concentraties of deposities in Nederland. Omdat emissies veranderen ten gevolge van beleidsmaatregelen die aangrijpen op specifieke (sub)doelgroepen (bijv. benzine-auto's of zeescheepvaart) is in SIGMA een grote mate van detaillering aanwezig m.b.t. de doelgroepindeling. De basiskaarten zijn op 5 x 5 km grid berekend met het OPS model onder langjarig gemiddelde meteorologische omstandigheden, op basis van de ruimtelijke verdeling van emissiebronnen en emissietotalen voor het jaar 1995.

De emissietotalen worden per (sub)doelgroep omgere-

kend naar verhoudingsfactoren ten opzichte van het jaar 1995. De basiskaarten worden met deze factoren vermenigvuldigd en daarna gesommeerd tot het gewenste aggregatieniveau.

SIGMA wordt toegepast voor concentraties en deposities van verzurende stoffen en PM_{10} .

Het CAR-model (Calculation of Air pollution by Road traffic)

Voor het schatten van concentraties in de nabijheid van drukke wegen wordt een combinatie van modelberekeningen en metingen gebruikt. Aangenomen wordt dat de concentratie aan de rand van een straat is opgebouwd uit 1) de regionale achtergrond, 2) de bijdrage van de stad en 3) de bijdrage van de verkeersemissies in de straat.

De regionale achtergrond wordt bepaald uit de metingen op de regionale stations in het betreffende gebied. De stadsbijdrage wordt berekend met het alfamodel (zie hiervoor).

De bijdrage van de straat wordt berekend uit het aantal voertuigen per etmaal, de gemiddelde snelheid van de voertuigen en de bij die snelheid behorende emissiefactor. De voertuigen worden onderverdeeld in personenauto's en overig verkeer (bussen, vrachtoertuigen). De emissiefactor voor personenauto's is een gewogen gemiddelde voor benzine-, diesel- en gasvoertuigen. De concentratiebijdrage van het verkeer wordt nu berekend door de verkeersemissie te vermenigvuldigen met een verdunningsfactor. Deze is afhankelijk van het straattype (type bebouwing langs de straat) en de afstand van de weg tot het receptorpunt. De aldus berekende bijdrage wordt nog gecorrigeerd voor de aanwezigheid van bomen en voor verschil in windsnelheid in de straat ten opzichte van het landelijk gemiddelde niveau.

Het 98-percentielniveau wordt berekend door vermenigvuldiging van het jaargemiddelde met een (jaarlijks) uit metingen vast te stellen factor tussen jaargemiddelde en 98-percentiel. CAR bevat tenslotte een module die rekening houdt met de vorming van NO_2 uit door het verkeer geëmitteerd NO en O_3 .

Omdat de precieze invloed van meteorologische omstandigheden op de concentratie in de straat moeilijk te beschrijven is en vanwege de veranderde emissiefactoren wordt het CAR-model jaarlijks gekalibreerd. Hiervoor worden de metingen op de straatstations gebruikt.

Het CAR-model is toepasbaar voor receptorpunten op minimaal 5 meter en maximaal 30 meter afstand van de weg. Voor de bepaling van kilometers straatlengte met normoverschrijdingen door verkeer wordt als receptorpunt de stoeprand gekozen. Deze berekening geldt dan als maat voor de concentratie waaraan niet-weggebruikers maximaal kunnen worden blootgesteld. Voor de

blootstelling van de bevolking wordt echter uitgegaan van de locaties waar de mensen wonen. Hiervoor wordt de concentratie langs drukke wegen apart berekend met als receptorpunt de gevelwand. Door deze tweedeling kan het voorkomen dat de norm aan de wegrand wel wordt overschreden en de bevolking desondanks niet wordt blootgesteld aan concentraties boven de norm.

Om de resultaten van het CAR-model te extrapoleren naar een landelijk beeld worden verkeersmilieukaarten (VMK) gebruikt. Deze bestanden zijn door een aantal grote gemeenten opgesteld en bevatten gegevens omtrent verkeersdichtheid en andere voor emissie relevante parameters.

Voor een uitvoeriger beschrijving van het CAR-model wordt verwezen naar Eerens *et al.* (1993).

Referenties

- Asman W.A.H. & Jaarsveld J.A. van (1990) A variable-resolution statistical transport model applied for ammonia and ammonium. Rapportnr. 228471007, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- 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.
- Eerens H.C., Sliggers C.J. & van den Hout K.D. (1993) The CAR model: The Dutch method to determine city street air quality. *Atmospheric Environment* 27B(4), 389-399.
- Gilbert, R.O., (1987). Statistical methods for environmental pollution monitoring. Van Nostrand Reinhold, NY.
- Jaarsveld, J.A. van (1989) Een Operationeel atmosferisch transportmodel voor Prioritaire Stoffen; specificatie en aanwijzingen voor gebruik. Rapportnr. 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.

Bijlage B

**Depositiekentallen van verzurende en vermestende stoffen
per verzuringsgebied**

Tabel 1. Depositie van potentieel zuur (in mol H⁺/ha/jaar) en de bijdragen hieraan van SO_x, NO_y, NH_x en Ca²⁺ (in mol/ha/jaar) en de depositie van totaal stikstof (in mol N/ha/jaar) in 2000 per verzuringsgebied*

verzuringgebied	SO _x			NO _y			NH _x			Ca	Potentieel zuur			Totaal N		
	droog	nat	totaal	droog	nat	totaal	droog	nat	totaal		nat	droog	nat	totaal	droog	nat
Nederland	250	170	420	420	260	670	1160	630	1790	80	2080	1050	3140	1580	890	2460
Groningen	120	110	230	330	230	550	910	550	1460	140	1470	720	2190	1230	780	2010
Friesland	120	130	240	300	220	510	870	460	1330	140	1400	650	2050	1170	670	1840
Drenthe	140	120	260	350	240	590	1020	630	1650	120	1650	870	2510	1370	870	2250
W/NO-Overijssel	150	140	290	360	250	610	1060	610	1670	100	1710	940	2640	1420	860	2270
ZO-Overijssel	160	150	310	400	270	680	1670	820	2490	60	2390	1280	3670	2070	1100	3170
NW-Gelderland	240	170	410	490	280	770	1440	720	2160	80	2410	1180	3590	1930	1000	2930
NO-Gelderland	160	170	330	400	290	690	1590	820	2410	50	2310	1340	3650	1990	1110	3100
Z-Gelderland	240	180	420	520	290	810	1280	770	2060	50	2280	1340	3620	1810	1060	2870
Utrecht	290	200	480	540	280	820	1240	640	1880	60	2350	1190	3550	1780	920	2700
N-Noord Holland	210	150	360	350	220	570	600	350	960	50	1380	770	2160	950	570	1530
Z-Noord Holland	330	160	490	470	260	720	770	490	1260	70	1910	930	2840	1240	740	1980
N-Zuid-Holland,																
Flevopolder	450	200	650	510	260	770	930	500	1430	50	2350	1060	3410	1450	760	2210
Z-Zuid Holland	480	180	660	500	270	770	900	540	1440	60	2360	1050	3410	1400	810	2210
Zeeland	450	170	630	390	240	630	670	550	1220	100	1960	940	2900	1060	790	1850
W-Noord Brabant	410	230	630	470	270	740	1100	610	1710	60	2380	1210	3590	1570	870	2440
Midd-Noord Brabant	310	230	540	470	290	750	1550	720	2270	50	2640	1370	4010	2010	1010	3020
NO-Noord Brabant	240	210	450	450	290	730	2270	910	3170	50	3180	1520	4700	2710	1190	3910
ZO-Noord Brabant	300	220	520	440	280	720	2090	820	2910	50	3130	1440	4570	2530	1100	3630
N-Limburg	240	200	440	430	280	710	1980	920	2900	50	2890	1490	4380	2410	1200	3610
Z/Midd-Limburg	310	190	500	450	280	720	1270	660	1920	70	2320	1180	3500	1710	930	2650

* Deposities zijn afgerond op tientallen.

Potentieel zuur = 2*[SO_x] + 1*[NO_y] + 1*[NH_x] - 2*[Ca²⁺]

Totaal stikstof = 1*[NO_y] + 1*[NH_x]

Bijlage C

Luchtkwaliteitsdoelstellingen van de Nederlandse overheid en de EU

Inhoud:

- C1 Nederlandse luchtkwaliteitsdoelstellingen in 2000
- C2 Nieuwe Nederlandse luchtkwaliteitsdoelstellingen in 2001
- C3 Toekomstige en voorgestelde luchtkwaliteitsdoelstellingen
- C4 Referenties van wetgeving per stof

C1 Nederlandse luchtkwaliteitsdoelstellingen in 2000

Component	Kader	Status	T.b.v. ¹⁹	Kental	Mid. tijd	Ref.-periode	Norm (µg/m ³)	Voetnoten
Zwavel dioxide	NL	grensw.	Hum	gem.	uur	jaar	830	
	NL	grensw	Hum	gem.	24 uur	jaar	500	1
	NL	grensw	Hum	P50	24 uur	jaar	75	
	NL	grensw	Hum	P95	24 uur	jaar	200	
	NL	grensw	Hum	P98	24 uur	jaar	250	
	NL	richtw.	Hum/Eco	P50	24 uur	jaar	30	
	NL	richtw.	Hum/Eco	P95	24 uur	jaar	80	
	NL	richtw.	Hum/Eco	P98	24 uur	jaar	100	
	EU	grensw.	Hum	P50	24 uur	jaar	80/120	2,5
	EU	grensw.	Hum	P98	24 uur	jaar	250/350	3,4,5
	EU	richtw.	Hum/Eco	gem.	Jaar	jaar	40-60	5
	EU	richtw.	Hum/Eco	gem.	24 uur	jaar	100-150	5
EU	grensw.	Hum	P50	24 uur	winter	130/180	6,7	
Stikstofdioxide	NL	grensw.	Hum	P98	uur	jaar	135	8
	NL	grensw.	Hum	P99,5	uur	jaar	175	
	NL	richtw.	Eco	P50	uur	jaar	25	
	NL	richtw.	Eco	P98	uur	jaar	80	
	EU	grensw.	Hum	P98	uur	jaar	200	
	EU	richtw.	Eco	P50	uur	jaar	50	
	EU	richtw.	Hum	P98	uur	jaar	135	
Koolstofmonoxide	NL	grensw.	Hum	P98	gl.8uur	jaar	6.000	9, 10
	NL	grensw.	Hum	P99,9	uur	jaar	40.000	
Ozon	NL	grensw.	Hum	gem.	uur	jaar	240	11
	NL	grensw.	Hum	gem.	8 uur	jaar	160	12
	NL	grensw.	Eco	gem.	groeiseiz.	groeiseiz.	100	13
	NL	richtw.	Hum	gem.	uur	jaar	240	
	NL	richtw	Hum	gem.	8 uur	jaar	160	
	NL	richtw	Eco	gem.	groeiseiz.	groeiseiz.	100	13
	NL	streefw.	Hum	gem.	uur	jaar	120	
	NL	streefw.	Eco	gem.	groeiseiz.	groeiseiz.	50	13
	EU	drempelw	Hum	gem.	8 uur	jaar	110	14
	EU	drempelw	Eco	gem.	uur	jaar	200	14
	EU	drempelw	Eco	gem.	24 uur		65	14
	EU	drempelw	Hum	gem.	uur	jaar	180	14
	EU	drempelw	Hum	gem.	uur	jaar	360	14
Zwevend stof (zwarte-rook methode)	NL	grensw.	Hum	P50	24 uur	jaar	30	
	NL	grensw	Hum	P95	24 uur	jaar	75	
	NL	grensw	Hum	P98	24 uur	jaar	90	
	NL	grensw	Hum	gem.	24 uur	jaar	150	15
	EU	grensw.	Hum	P50	24 uur	jaar	80	5
	EU	grensw	Hum	P98	24 uur	jaar	250	5,16
	EU	richtw.	Hum	gem.	jaar	jaar	40-60	5
	EU	richtw.	Hum	gem.	24 uur	jaar	100-150	5
	EU	grensw.	Hum	P50	24 uur	winter	130	6
Zwevend stof (PM₁₀ methode)	NL	grensw.	Hum	gem.	jaar	jaar	40	17
	NL	grensw.	Hum	gem.	dag	jaar	140	17
Benzeen	NL	grensw.	Hum	gem.	jaar	jaar	10	18
	NL	richtw.	Hum	gem.	jaar	jaar	5	
	NL	streefw.	Hum	gem.	jaar	jaar	1	
Lood	NL	grensw.	Hum	P98	24 uur	jaar	2	
	NL	grensw.	Hum	gem.	jaar	jaar	0,5	
	EU	grensw.	Hum	gem.	jaar	jaar	2	
Fluoride	NL	MTR	Eco	gem.	dag	jaar	0,3	
	NL	MTR	Eco	gem.	jaar	jaar	0,05	
	NL	streefw.	Eco	gem.	jaar	jaar	0,0005	13
B[a]P (als referentie voor pak)	NL	MTR	Hum	gem.	jaar	jaar	0,001	
	NL	streefw.	Hum	gem.	jaar	jaar	0,00001	

Voetnoten

Een jaarperiode loopt van januari t/m december, tenzij anders vermeld.

- 1 Tevens mag het 24-uursgemiddelde de waarde van $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gedurende niet meer dan 3 dagen achtereenvolgens overschrijden wanneer het 98-percentiel van zwevende deeltjes, gemeten volgens de zwarte-rook methode, groter is dan $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wanneer het 98-percentiel van zwevende deeltjes kleiner of gelijk is aan $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mag de 24-uurs gemiddelde concentratie van SO_2 gedurende niet meer dan 3 dagen achtereenvolgens hoger zijn dan $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- 2 Bij een concentratie zwevende deeltjes $> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, is de grenswaarde voor SO_2 $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bij een concentratie zwevende deeltjes $\leq 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, is de grenswaarde voor SO_2 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- 3 Bij een concentratie zwevende deeltjes $> 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, is de grenswaarde voor SO_2 $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bij een concentratie zwevende deeltjes $\leq 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, is de grenswaarde voor SO_2 $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- 4 Tevens mag de geldende 98-percentielwaarde niet meer dan drie dagen achtereenvolgens overschreden worden.
- 5 De EU jaarperiode loopt van april t/m maart.
- 6 De EU winterperiode loopt van oktober t/m maart.
- 7 Bij een concentratie zwevende deeltjes $> 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, is de grenswaarde voor SO_2 $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bij een concentratie zwevende deeltjes $\leq 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, is de grenswaarde voor SO_2 $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- 8 De tijdelijke uitzonderingsgrenswaarde is vervallen per 1 januari 2000.
- 9 De tijdelijke uitzonderingsgrenswaarde is vervallen per 1 januari 2000.
- 10 De middelingstijd is een glijdend 8-uurs gemiddelde.
- 11 Overschrijding is op 2 dagen per jaar toegestaan.
- 12 Overschrijding is op 5 dagen per jaar toegestaan.
- 13 MTR = Maximum Toelaatbaar Risico niveau.
- 14 De drempelwaarde voor het 8-uursgemiddelde ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dient ter bescherming van de volksgezondheid, de drempelwaarden voor het 1- en 24-uursgemiddelde (200 en $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dienen ter bescherming van de vegetatie en de drempelwaarden voor het 1-uursgemiddelde van 180 en $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dienen respectievelijk ter informatie en alarmering van de bevolking.
- 15 Het 24-uursgemiddelde mag tevens niet meer dan 3 dagen achtereenvolgens de waarde van $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overschrijden.
- 16 Tevens mag de 98-percentielwaarde gedurende niet meer dan 3 dagen achtereenvolgens overschreden worden.
- 17 In het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging wordt PM_{10} gemeten met een b-stofmonitor, die gebruik maakt van een zgn Low-Volume aanzuigconfiguratie. Uit onderzoek is gebleken dat deze methode op systematische wijze de gemeten stofconcentraties onderschat ten opzichte van referentiemethoden (bijvoorbeeld High-Volume aanzuigconfiguratie). Alle PM_{10} -gegevens in deze rapportage zijn met een correctiefactor van 1.33 vermenigvuldigd om gemiddeld voor deze onderschatting te corrigeren.
- 18 De tijdelijke uitzonderingsgrenswaarde is vervallen per 1 januari 2000.
- 19 Norm ten behoeve van humane bescherming en/of van ecosystemen.

C2 Nieuwe Nederlandse luchtkwaliteitsdoelstellingen in 2001

Op 19 juli 2001 is het nieuwe Besluit luchtkwaliteit in werking getreden. Dit Besluit implementeert de EU-kaderrichtlijn luchtkwaliteit en daarbij horende 1ste EU-dochterrichtlijn in de Nederlandse wetgeving en geeft nieuwe grenswaarden voor zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden (NO_x), zwevende deeltjes (PM₁₀) en lood. Het nieuwe Besluit bevat bovendien de oude regelgeving voor benzeen en koolmonoxide. De oude besluiten luchtkwaliteit zijn met het nieuwe Besluit per 19 juli 2001 ingetrokken. Voor ozon, fluoride en benzo[a]pyreen veranderen de luchtkwaliteitsdoelstellingen in 2001 niet.

In het nieuwe Besluit luchtkwaliteit staan nieuwe grenswaarden, plan- en alarmdrempels en de tijdstippen waarop hieraan moet worden voldaan. Hieronder worden de begrippen grenswaarden, plandrempels en alarmdrempels nader toegelicht. Vervolgens worden de grenswaarden, plandrempels en alarmdrempels in een tabel weergegeven.

Grenswaarden

Grenswaarden geven een niveau van de buitenluchtkwaliteit aan dat, op een aangegeven tijdstip zoveel mogelijk moet zijn bereikt, en waar die kwaliteit al aanwezig is, zoveel mogelijk in stand moet worden gehouden. De grenswaarden gelden overal in de buitenlucht. Uitgesloten zijn bedrijfslocaties (in en rond bedrijfs- en industriegebouwen tot de omheining).

Het Besluit luchtkwaliteit vermeldt bij de verschillende grenswaarden een termijn waarop de luchtkwaliteit uiterlijk aan de grenswaarden moet voldoen. Deels is dit op basis van de eisen van de EU, maar voor de uurgemiddelde grenswaarden van zwaveldioxide en stikstofdioxide, de daggemiddelde grenswaarde voor zwaveldioxide en de jaargemiddelde waarde voor lood is een dergelijke termijn niet in het besluit opgenomen. De reden daarvoor is dat de betreffende waarden in Nederland op dit moment niet meer worden overschreden of dat een grenswaarde op een vergelijkbaar niveau in 2001 reeds in Nederland van kracht was.

Voor NO₂ gelden voor geheel Nederland grenswaarden die uiterlijk in 2010 moeten worden gehaald. Daarnaast geldt tot 2010 voor zeer drukke wegen (> 40.000 voertui-

gen per etmaal) een specifieke grenswaarde van 290 µg/m³ voor de uurgemiddelde concentratie die 18 keer mag worden overschreden. Wordt deze grenswaarde voor specifieke situaties overschreden, dan moet door het bevoegd gezag aangegeven worden welke maatregelen op korte termijn worden genomen om de overschrijding van de grenswaarde te niet te doen. Bij overschrijding van de specifieke grenswaarde voor drukke verkeerssituaties is er tevens sprake van overschrijding van de plandrempeel (zie onderdeel Plandrempels).

Voor zwevende deeltjes (PM₁₀) gelden grenswaarden die uiterlijk in 2005 moeten zijn gerealiseerd.

Voor SO₂ en stikstofoxiden (NO_x) zijn afzonderlijke grenswaarden voor de bescherming van ecosystemen opgenomen. Deze gelden voor de gemiddelde concentratie over een gebied groter dan 1000 km². Bovendien zijn in de EU-regeling concentraties boven deze norm toegestaan rond agglomeraties (tot 20 km afstand), andere aaneengesloten bebouwde gebieden, autosnelwegen en industriegebieden (tot 5 km afstand).

Plandrempels

Naast grenswaarden kent het Besluit luchtkwaliteit plandrempels voor zwevende deeltjes (PM₁₀) en stikstofdioxide. Een plandrempeel geeft een kwaliteitsniveau van de buitenlucht aan waarboven het maken van plannen ter verbetering van de luchtkwaliteit verplicht is. Die plannen zijn erop gericht om aan de grenswaarden voor PM₁₀ en stikstofdioxide te voldoen in respectievelijk 2005 en 2010. Het niveau van de plandrempels ligt boven dat van de grenswaarden, en wordt jaarlijks aangescherpt tot het jaar wanneer de plandrempels op het zelfde niveau liggen als de grenswaarden.

Het hanteren van plandrempels bevordert het geleidelijk toewerken naar de grenswaarden. Daarnaast wordt door het werken met plandrempels ook voorkómen dat onnodig maatregelen worden getroffen. Dit speelt in situaties waarin de luchtkwaliteit door generiek beleid in de loop van de jaren naar verwachting zodanig zal verbeteren dat deze binnen de gestelde termijnen aan de grenswaarden zal voldoen. Is de luchtkwaliteit slechter dan de grenswaarde, maar beter dan de plandrempeel, dan is het opstellen van plannen en treffen van maatregelen derhalve niet verplicht. Plandrempels geven de ruimte om maatregelen

¹ Staatsblad (2001), nr 269.

² Richtlijn 96/62/EG, 27-09-1996, PbEGL 296 (EU, 1996)

³ Richtlijn 1999/30/EG, 22-04-1999, PbEGL 163 (EU, 1999)

voor te bereiden en uit te voeren. Hierbij blijft uiteraard gelden dat op de in het besluit vermelde tijdstippen aan de grenswaarden moet worden voldaan.

Alarmdrempels

Voor zwaveldioxide en stikstofdioxide kent het Besluit luchtkwaliteit alarmdrempels. Daarmee wordt een kwaliteitsniveau van de buitenlucht aangeduid waarbij een kortstondige overschrijding risico's voor de gezondheid van de mens inhoudt. Bij overschrijding kunnen specifieke maatregelen worden genomen. Hoewel het begrip

alarmdrempel op zich nieuw is, worden in het Nederlandse smogbeleid al veel langer waarden met een vergelijkbare strekking gehanteerd. Voor het omgaan met alarmdrempels en de daarmee samenhangende actieplannen verwijzen we hier naar de nieuwe Smogregeling 2001 (Staatscourant 2001, nr. 109).

Tabellen

Hierna volgen tabellen met daarin de nieuwe grenswaarden, plandrempels en alarmdrempels zoals deze zijn opgenomen in het nieuwe Besluit luchtkwaliteit.

Stof	Type norm	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SO ₂	<i>Grenswaarde</i> (humaan, uurgemiddelde dat 24 keer per jaar mag worden overschreden in µg/m ³)	← 350 →									
	<i>Grenswaarde</i> (humaan, 24 uursgemiddelde dat 3 keer per jaar mag worden overschreden in µg/m ³)	← 125 →									
	<i>Grenswaarde</i> (ecosysteem; jaargemiddelde in µg/m ³)	← 20 →									
	<i>Grenswaarde</i> ⁴ (ecosysteem; winterhalfjaargemiddelde in µg/m ³)	← 20 →									
	<i>Alarmdrempel</i> (uurgemiddelde in µg/m ³ gedurende 3 achtereenvolgende uren in gebied >100 km ²)	← 500 →									
NO ₂	<i>Grenswaarde</i> (humaan, uurgemiddelde dat 18 keer per jaar mag worden overschreden in µg/m ³)	← 200 →									
	<i>Grenswaarde voor zeer drukke verkeerssituaties</i> (uurgemiddelde dat 18 keer per jaar mag worden overschreden in µg/m ³)	← 290 →									200
	<i>Plandrempel voor zeer drukke verkeerssituaties</i> (uurgemiddelde dat 18 keer per jaar mag worden overschreden in µg/m ³)	290	280	270	260	250	240	230	220	210	200
	<i>Grenswaarde</i> ⁵ (humaan, jaargemiddelde in µg/m ³)	← 40 →									
	<i>Plandrempel</i> (jaargemiddelde in µg/m ³)	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40
	<i>Alarmdrempel</i> (uurgemiddelde in µg/m ³ gedurende 3 achtereenvolgende uren in gebied >100 km ²)	← 400 →									
NO _x	<i>Grenswaarde</i> ⁴ (ecosysteem; jaargemiddelde in µg/m ³)	← 30 →									

⁴ Deze norm kent een beperkt toepassingsgebied.

⁵ 1 januari 2010 is de uiterste realisatiedatum van deze grenswaarde.

Stof	type norm	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
PM ₁₀	<i>Grenswaarde</i> (humaan, jaargemiddelde in µg/m ³)	← 125 →				[shaded]					
	<i>Grenswaarde</i> (humaan, jaargemiddelde in µg/m ³)	← 40 →									
	<i>Plandrempel</i> (jaargemiddelde in µg/m ³)	46	45	43	42	← 40 →					
	<i>Grenswaarde</i> ⁶ (humaan, 24 uursgemiddelde dat 18 keer per jaar mag worden overschreden in µg/m ³)	← 250 →				[shaded]					
	<i>Grenswaarde</i> ⁷ (humaan, 24 uursgemiddelde dat 35 keer per jaar mag worden overschreden in µg/m ³)	← 50 →									
	<i>Plandrempel</i> (24 uursgemiddelde dat 35 keer per jaar mag worden overschreden in µg/m ³)	70	65	60	55	← 50 →					
Lood	<i>Grenswaarde</i> (humaan, jaargemiddelde in µg/m ³)	← 0,5 →									
CO	<i>Grenswaarde</i> (humaan, 98 percentiel van 8 uurgemiddelden in mg/m ³)	← 6 →									
	<i>Grenswaarde</i> (humaan, 99,9 percentiel van uurgemiddelden in mg/m ³)	← 40 →									
Benzeen	<i>Grenswaarde</i> (humaan, jaargemiddelde in µg/m ³)	← 10 →									
	<i>Richtwaarde</i> (humaan, jaargemiddelde in µg/m ³)	← 5 →									

[shaded] n.v.t.

⁶ Grenswaarde uit richtlijn 80/779/EEG van de Raad van de Europese Gemeenschap van 15 juli 1980 betreffende grenswaarden en richtwaarden van de luchtkwaliteit voor zwaveldioxyde en zwevende deeltjes, waarbij de gravimetrische normen omgerekend zijn in PM₁₀-waarden.

⁷ 1 januari 2005 is de uiterste realisatiedatum van deze grens-

waarde; er wordt nog geen rekening gehouden met indicatieve 2e fase EU-normen voor PM₁₀.

⁸ In nieuw Besluit luchtkwaliteit ongewijzigd overgenomen uit Staatsblad (1997), nr. 459.

⁹ In nieuw Besluit luchtkwaliteit ongewijzigd overgenomen uit Staatsblad (1997) Nr. 460

C3. Toekomstige en voorgestelde lucht kwaliteitsdoelstellingen

De tweede Europese dochterrichtlijn (EU, 2000) betreffende de grenswaarden voor benzeen en koolstofmonoxide in de lucht is sinds 13 december 2000 in Europa van kracht. Op 13 december 2002 moet de richtlijn in de nationale wetgeving zijn opgenomen. In de richtlijn staan

nieuwe grenswaarden en plandrempels en de tijdstippen waarop hieraan moet worden voldaan. De volgende tabel omvat een mogelijke uitwerking van de tweede Europese dochterrichtlijn in een nieuw Nederlands Besluit luchtkwaliteit voor benzeen en koolmonoxide.

Stof	type norm	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
CO	Grenswaarde (humaan, 98 percentiel van 8-uursgemiddelden in mg/m ³)	← 6 →				■						
	Grenswaarde (humaan, 99,9 percentiel van uurgemiddelden in mg/m ³)	← 40 →				■						
	Grenswaarde (humaan, 8-uursgemiddelde in mg/m ³)	■	← 10 →									
	Plandrempel (humaan, hoogste 8-uursgemiddelde in mg/m ³)	■	16	14	12	← 10 →						
Benzeen	Grenswaarde (humaan, jaargemiddelde in µg/m ³)	10	■									
	Grenswaarde (humaan, jaargemiddelde in µg/m ³)	5										
	Plandrempels (humaan, jaargemiddelde in µg/m ³)	■	← 10 →				9	8	7	6	5	

■ n.v.t.

De derde Europese dochterrichtlijn voor ozon (EG, 2001) is tijdens publicatie van dit jaaroverzicht nog niet definitief. Het bestaande voorstel bevat streefwaarden, langetermijndoelstellingen, een informatie- en alarmpandrempeel. De streefwaarden moeten in 2010 zoveel mogelijk zijn bereikt. Voor het omgaan met informatie- en alarmpandrempeels en de daarmee samenhangende actieplannen verwijzen we hier naar de Smogregeling 2001 (VROM, 2001). Hieronder worden de voorgestelde streefwaarden, langetermijndoelstellingen en de informatie- en alarmpandrempeel in een tabel weergegeven.

Stof	Type norm	Waarde
O ₃	<i>Streefwaarde</i> (humaan, hoogste 8-uursgemiddelde van een dag. Mag op niet meer dan 25 dagen per jaar, gemiddeld over drie jaar, worden overschreden, in µg/m ³)	120
	<i>Streefwaarde</i> (Ecosysteem, AOT40, op basis van uurwaarden van mei t/m juli gemiddeld over 5 jaar, in µg/m ³ .uur)	18000
	<i>Langetermijndoelstelling</i> (humaan, hoogste 8-uursgemiddelde van een dag. Mag niet worden overschreden, in µg/m ³)	120
	<i>Langetermijndoelstelling</i> (Ecosysteem, AOT40, op basis van uurwaarden van mei t/m juli, in µg/m ³ .uur)	6000
	<i>Informatiedrempel</i> (uurgemiddelde in µg/m ³)	180
	<i>Alarmpandrempeel</i> (uurgemiddelde in µg/m ³)	240

C4. Referenties van wetgeving per stof

Component	Kader	Referentie
Zwavedioxide	NL	Staatsblad (1986) Nr. 78 Besluit van 13 februari 1986, houdende regels als bedoeld in artikel 2 van de Wet inzake de luchtverontreiniging; Besluit luchtkwaliteit zwavedioxyde en zwevende deeltjes (zwarte rook).
	NL	Staatsblad (1997). Nr. 457. Beschikking van de Minister van Justitie van 9 oktober 1997, houdende plaatsing in het Staatsblad van de tekst van het Besluit luchtkwaliteit zwavedioxide en zwevende deeltjes (zwarte rook) (Stb. 1986, 78), zoals dit laatstelijk is gewijzigd bij besluit van 22 september 1997, Stb. 456.
	NL	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 zwavedioxide, 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).
	EU	EU (1980) Publicatieblad EU nr. L229/30. Richtlijn van de Raad van 15 juli 1980 betreffende grenswaarden en richtwaarden van de luchtkwaliteit voor zwavedioxyde en zwevende deeltjes (80/779/EEG).
	EU	EU (1996). Richtlijn 96/62/GC 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	EU (1999) Publicatieblad EU nr. L161/41. Richtlijn van de Raad van 22 april 1999 betreffende grenswaarden voor zwavedioxyde, stikstofdioxyde en stikstof-oxyden, zwevende deeltjes en lood in de lucht (99/30/EG).
	Stikstofdioxide	NL
NL		Staatsblad (1997). Nr. 458. Beschikking van de Minister van Justitie van 9 oktober 1997, houdende plaatsing in het Staatsblad van de tekst van het Besluit luchtkwaliteit stikstofdioxide (STB. 1987, 33), zoals dit laatstelijk is gewijzigd bij besluit van 22 september 1997, Stb. 456.
NL		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 zwavedioxide, 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).
EU		EU (1985) Publicatieblad EU nr.L87/1. Richtlijn van de Raad van 7 maart 1985 inzake luchtkwaliteitsnormen voor stikstofdioxyde (85/203/EEG).
EU		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		EU (1999) Publicatieblad EU nr. L161/41. Richtlijn van de Raad van 22 april 1999 betreffende grenswaarden voor zwavedioxyde, stikstofdioxyde en stikstof-oxyden, zwevende deeltjes en lood in de lucht (99/30/EG).

Component	Kader	Referentie
Koolstofmonoxide	NL	Staatsblad (1987b) Nr. 34. Besluit van 26 januari 1987, houdende regels als bedoeld in artikel 2 van de Wet inzake de luchtverontreiniging; Besluit luchtkwaliteit koolstof-monoxijde en lood.
	NL	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 (Stb. 1987, 34), zoals dit laatstelijk is gewijzigd bij besluit van 22 september 1997, Stb. 456.
	EU	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	EU (2000). Richtlijn 2000/69/EG van het Europees Parlement en de raad van 16 november 2000 betreffende grenswaarden voor benzeen en koolmonoxide in lucht. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen No L 313/12.
Ozon	NL	TK (1990) Milieuprogramma, Voortgangsrapportage 1990-1993. Tweede Kamer, vergaderjaar 1989-1990, 21304 nr.1-2, SDU Den Haag.
	EU	EU (1992) Publicatieblad EU nr. L297. Richtlijn van de Raad van 21 september 1992 betreffende de verontreiniging van de lucht door ozon (92/72/EEG).
	EU	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	EG (2001). Gemeenschappelijk Standpunt (EG) nr. 16/2001 van 8 maart 2001, vastgesteld door de Raad, volgens de procedure van artikel 251 van het Verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap, met het oog op de aanneming van een richtlijn van het Europees Parlement en de Raad betreffende ozon in de lucht Publicatieblad Nr. C 126 van 26/04/2001 blz. 0001 – 0024.
Zwevende deeltjes	NL	Staatsblad (1986) Nr. 78 Besluit van 13 februari 1986, houdende regels als (zwarte rook) bedoeld in artikel 2 van de wet inzake de luchtverontreiniging; Besluit luchtkwaliteit zwaveldioxyde en zwevende deeltjes (zwarte rook).
	NL	Staatsblad (1997). Nr. 457. Beschikking van de Minister van Justitie van 9 oktober 1997, houdende plaatsing in het Staatsblad van de tekst van het Besluit luchtkwaliteit zwaveldioxide en zwevende deeltjes (zwarte rook) (Stb. 1986, 78), zoals dit laatstelijk is gewijzigd bij besluit van 22 september 1997, Stb. 456.
	EU	EU (1980) publicatieblad EU Nr. L229/30. Richtlijn van de raad van 15 juli 1980 betreffende grenswaarden en richtwaarden van de luchtkwaliteit voor zwaveldioxyde en zwevende deeltjes (80/779/EEG).
PM₁₀ (fijn stof)	NL	TK (1992) Milieuprogramma 1992-1995. Deel 2 Voortgang en (Pm-10) Programmering van het milieubeleid. Tweede Kamer, vergaderjaar 1991- 1992, 22302 nrs. 1-2, SDU, Den Haag.
	NL	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 zwaveldioxyde, stikstofdioxyde 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).
	EU	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.

Component	Kader	Referentie
PM₁₀	EU	EU (1999) Publicatieblad EU nr. L161/41. Richtlijn van de Raad van 22 april 1999 betreffen de grenswaarden voor zwaveldioxyde, stikstofdioxyde en stikstof-oxyden, zwevende deeltjes en lood in de lucht (99/30/EG).
Benzeen	NL	Staatsblad (1993) Nr. 35. Besluit van 29 december 1992, houdende regels als bedoeld in artikel 2 van de Wet inzake de luchtverontreiniging; Besluit luchtkwaliteit benzeen.
	NL	Staatsblad (1997) Nr. 460. Beschikking van de Minister van Justitie van 9 oktober 1997, houdende plaatsing in het Staatsblad van de tekst van het Besluit luchtkwaliteit benzeen (Stb. 1993, 35) zoals dit laatstelijk is gewijzigd bij besluit van 22 september 1997, Stb. 456.
	EU	EU (2000). Richtlijn 2000/69/EG van het Europees Parlement en de raad van 16 november 2000 betreffende grenswaarden voor benzeen en koolmonoxide in lucht. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen No L 313/12.
Lood	NL	Staatsblad (1987b) Nr. 34. Besluit van 26 januari 1987, houdende regel als bedoeld in artikel 2 van de Wet inzake de luchtverontreiniging; Besluit luchtkwaliteit koolstofmonoxyde en lood.
	NL	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 koolstofmonoxyde en lood (Stb. 1987, 34), zoals dit laatstelijk is gewijzigd bij besluit van 22 september 1997, Stb. 456.
	NL	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).
	EU	EU (1982) Publikatieblad EU nr. L378. Richtlijn van de Raad van 3 december 1982 betreffende een grenswaarde voor de luchtkwaliteit voor lood (82/884/EEG).
	EU	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	EU (1999) Publicatieblad EU nr. L161/41. Richtlijn van de Raad van 22 april 1999 betreffende grenswaarden voor zwaveldioxyde, stikstofdioxyde en stikstof-oxyden, zwevende deeltjes en lood in de lucht (99/30/EG).
Fluoride	NL	VROM (1999). Stoffen en normen. Samson bv., Alphen aan de Rijn..
PAK	NL	VROM (1999). Stoffen en normen. Samson bv., Alphen aan de Rijn.

Overige referenties:

Staatcourant (2001), nr 109. Smogregeling 2001

Bijlage D

Overschrijdingen van de kwaliteitsdoelstellingen¹

¹ Opmerking: Niet alle kwaliteitsdoelstellingen zijn in onderstaande lijst vermeld. Van niet-vermelde doelstellingen zijn geen overschrijdingen waargenomen. Voor het overschrijdingsoverzicht zijn, naast data uit het LML, metingen meegenomen van meetnetten van: Provincie Limburg, Provincie Noord-Holland, Provincie Zeeland, DCMR Milieudienst Rijnmond, OMEGAM en Aluminium Delfzijl B.V.

Zwavel dioxide

geen overschrijdingen waargenomen

Stikstofdioxide

Nederlandse richtwaarde:

- 50-p van uurgemiddelden 25 µg/m³ zie Tabel D1
- 98-p van uurgemiddelden 80 µg/m zie Tabel D1

EU-richtwaarde:

- 50-p van uurgemiddelde 50 µg/m³ 637 Utrecht-Wittevrouwenstraat 58 µg/m³

EU-grenswaarde:

- jaargemiddelde 40 µg/m³ zie Tabel D2

Stikstofoxiden

geen overschrijdingen waargenomen

Koolstofmonoxide

geen overschrijdingen waargenomen

Ozon

Nederlandse grens- en richtwaarde:

- 8-uursgemiddelde 160 µg/m³ zie Tabel D3
- uurgemiddelde 240 µg/m³ zie Tabel D3

Nederlandse streefwaarde:

- uurgemiddelde 120 µg/m³ zie Tabel D3
- groeiseizoengemiddelde 50 µg/m³ zie Tabel D3

EU drempelwaarde:

- 8-uursgemiddelde 110 µg/m³ zie Tabel D4
- uurgemiddelde 200 µg/m³ zie Tabel D4
- 24-uursgemiddelde 65 µg/m³ zie Tabel D4
- uurgemiddelde 180 µg/m³ zie Tabel D4

Zwevende deeltjes

- zwevende deeltjes gemeten volgens de zwarte rook methode

Nederlandse grenswaarde:

- 50-p van 24-uursgemiddelden 30 mg/m³ 637 Utrecht-Wittevrouwenstraat 42 µg/m³
Omegam - Einsteinweg 33 µg/m³
- 95-p van 24-uursgemiddelden 75 mg/m³ 637 Utrecht-Wittevrouwenstraat 84 µg/m³
Omegam - Einsteinweg 87 µg/m³
- 98-p van 24-uursgemiddelden 90 mg/m³ 637 Utrecht-Wittevrouwenstraat 93 µg/m³
Omegam - Einsteinweg 110 µg/m³

EU richtwaarde:

- jaargemiddelde 40-60 µg/m³ 637 Utrecht-Wittevrouwenstraat 44 µg/m³
- 24-uursgemiddelde 100-150 µg/m³ 318 Philippine-Stelleweg 117 µg/m³

433 Vlaardingen-Floreslaan	134 µg/m ³
437 Westmaas-Groeneweg	105 µg/m ³
637 Utrecht-Wittevrouwenstraat	144 µg/m ³
Omegam - Einsteinweg	132 µg/m ³

- zwevende deeltjes gemeten volgens de PM₁₀-methode

Nederlandse grenswaarde:

- daggemiddelde	140 µg/m ³	520 Amsterdam-Florapark	145 µg/m ³
		Prov.N.Holland-Wijk aan zee (553)	148 µg/m ³

EU-grenswaarde:

- daggemiddelde	50 µg/m ³	zie Tabel D5
-----------------	----------------------	--------------

Benzeen

Nederlandse streefwaarde:

- jaargemiddelde	1 µg/m ³	zie Tabel D6
------------------	---------------------	--------------

Nederlandse richtwaarde:

- jaargemiddelde	5 µg/m ³	zie Tabel D6
------------------	---------------------	--------------

Lood

geen overschrijdingen waargenomen

Fluoride

MTR:

daggemiddelde	0,30 µg/m ³	Nieuwdorp	2,26 µg/m ³
		Sas van Gent	2,32 µg/m ³
jaargemiddelde	0,05 µg/m ³	Nieuwdorp	0,31 µg/m ³
		Sas van Gent	0,18 µg/m ³
		Delfzijl	0,12 µg/m ³

PAK

geen overschrijdingen waargenomen

Tabel D 1: Overschrijdingen van de Nederlandse richtwaarden voor het 50-percentiel en 98-percentiel van uurgemiddelde NO₂-concentraties (25 resp. 80 µg/m³) in 2000.
(-) betekent geen overschrijding waargenomen.

Stations:	50-p (µg/m ³)	Overschrijding (%)	98-p (µg/m ³)	Overschrijding (%)
regionale stations:				
411 Schipluiden-Groeneveld ¹	32	28	-	-
stadsstations:				
404 Den Haag-Rebecquestraat	31	24	83	4
418 Rotterdam-Schiedamsevest	40	60	-	-
441 Dordrecht-Frisostraat	33	32	-	-
518 Amsterdam-Cabeliaustraart	38	52	81	1
520 Amsterdam-Florapark	38	52	-	-
640 Utrecht-Universiteitsbibliotheek	34	36	-	-
straatstations:				
236 Eindhoven-Genovevalaan	38	52	-	-
237 Eindhoven-Noordbrabantlaan	37	48	-	-
238 Eindhoven-Piuslaan ¹	42	68	87	9
433 Vlaardingen-Floreslaan	42	68	83	4
537 Haarlem-Amsterdamsevaart	44	76	86	8
636 Utrecht-de Jongweg	41	64	81	1
637 Utrecht-Wittevrouwenstraat ¹	58	132	113	41
638 Utrecht-Vleutenseweg	45	80	86	8
639 Utrecht-Erzejstraat	46	84	88	10
641 Breukelen-Snelweg	44	76	85	6
727 Apeldoorn-Loolaan	30	20	-	-
728 Apeldoorn-Stationsstraat ¹	37	48	81	1
729 Apeldoorn-Arnhemseweg	30	20	-	-
niet-LML-stations:				
Prov. Limburg - Geleen Vouershof	29	16	-	-
Prov. Limburg - Geleen Asterstraat	30	20	-	-
Prov. Limburg - Maastricht	36	44	89	11
DCMR - Schiedam (22)	46	84	101	26
DCMR - Hoogvliet (12)	33	32	-	-
DCMR - Maassluis (2)	31	24	-	-
Omegam - Nieuwendammerdijk	31	24	-	-
Omegam - Overtoom	27	8	-	-
Omegam - Haarlemmerweg	52	108	88	10
Omegam - Einsteinweg	53	112	105	31
Omegam - Stadhouderskade	44	76	96	20

¹ de voor deze stations berekende percentielwaarden voldoen niet aan de in de AMvB gestelde eisen met betrekking tot de maximaal toegestane uitval van metingen. Ondanks de grotere onzekerheid is de constatering van overschrijding van de richtwaarden toch te trekken.

Tabel D 2: Overschrijdingen van de EU-grenswaarde van 40 µg/m³ voor de jaargemiddelde NO₂-concentratie in 2000.

Stations:	Gemiddelde (µg/m ³)	Overschrijding (%)
stadsstations:		
418 Rotterdam-Schiedamsevest	41	3
straatstations:		
238 Eindhoven-Piuslaan	44	10
433 Vlaardingen-Floreslaan	43	8
537 Haarlem-Amsterdamsevaart	45	13
636 Utrecht-de Jongweg	41	3
637 Utrecht-Wittevrouwenstraat	59	48
638 Utrecht-Vleutenseweg	46	15
639 Utrecht-Erzejstraat	46	15
641 Breukelen-Snelweg	43	8
niet-LML-stations:		
DCMR - Schiedam (22)	47	18
Omegam - Haarlemmerweg	51	28
Omegam - Einsteinweg	54	35
Omegam - Stadhouderskade	46	15

Tabel D 3: Aantal dagen in 2000 met uurgemiddelde en 8-uursgemiddelde ozonconcentraties hoger dan de Nederlandse grens-, richt- en streefwaarde (zie Hoofdstuk Fotochemische luchtverontreiniging). Tevens is het maximale uurgemiddelde, de 8-uursgemiddelde waarde en de groeisezoengemiddelde waarde vermeld.

(-) betekent geen overschrijding waargenomen.

Stations:	Uurgemiddelde			8-uursgemiddelde ¹ #dagen >160 µg/m ³	Groeiseizoen	
	#dagen >240 µg/m ³	#dagen >120 µg/m ³	max. (µg/m ³)		max. (µg/m ³)	gemiddelde (µg/m ³)
regionale stations:						
107 Posterholt-Vlodropweg	-	18	161	-	-	66
131 Vredepeel-Vredeweg	-	15	164	-	-	61
133 Wijnandsrade-Opfergelstraat	-	10	149	-	-	63
227 Budel-Toom	-	24	184	1	163	71
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	-	17	167	-	-	63
232 Volkel-Heikantsepad	-	20	167	-	-	67
235 Huijbergen-Vennekenstraat	-	15	157	-	-	60
301 Zierikzee-Lange Slikweg	-	18	221	1	162	67
318 Philippine-Stelleweg	-	18	208	-	-	66
411 Schipluiden-Groeneveld	-	16	210	1	167	65
437 Westmaas-Groeneweg	-	18	174	-	-	61
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	-	19	220	2	179	72
538 Wieringerwerf-Medemblikkerw.	-	10	198	1	160	68
620 Cabauw-Zijdeweg	-	14	198	-	-	60
631 Biddinghuizen-Hoekwantweg	-	13	168	-	-	67
633 Zegveld-Oude Meije	-	18	183	-	-	66
722 Eibergen-Lintveldseweg	-	19	195	2	163	64
724 Wageningen-Binnenhaven	-	19	171	-	-	64
733 Loenen-Eerbeeksedijk	-	19	169	1	160	67
807 Hellendoorn-Luttenbergerweg	-	16	189	2	165	66
818 Barsbeek-De Veenen	-	12	180	-	-	65
913 Sappemeer-Borgercompagnie	-	12	173	-	-	68
918 Balk-Trophornsterweg	-	11	200	1	166	68
929 Valthermond-Noorderdiep	-	15	174	-	-	67
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	-	7	181	1	163	67
stadsstations:						
404 Den Haag-Rebecquestraat	-	4	182	-	-	55
441 Dordrecht-Frisostraat	-	16	171	-	-	53
520 Amsterdam-Florapark	-	15	189	-	-	51
640 Utrecht-Universiteitsbibliotheek	-	13	169	-	-	52
straatstations:						
236 Eindhoven-Genovevalaan	-	7	152	-	-	44
238 Eindhoven-Piuslaan	-	7	163	-	-	43
433 Vlaardingen-Floreslaan	-	12	183	-	-	47
636 Utrecht-de Jongweg	-	7	146	-	-	45
638 Utrecht-Vleutenseweg	-	6	155	-	-	40
639 Utrecht-Erzejstraat	-	6	151	-	-	44
641 Breukelen-Snelweg	-	8	141	-	-	38
729 Apeldoorn-Arnhemseweg	-	10	163	-	-	59

¹ glijdend 8-uursgemiddelde, elk uur wordt gemiddelde over de acht voorafgaande uren berekend.

Tabel D 4: Overschrijding van de EU-drempelwaarden voor ozon (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) in 2000.

(-) betekent geen overschrijding waargenomen.

Stations:	Bescherming en waarschuwing bevolking			Bescherming vegetatie	
	8-uursgemiddelde ¹ #dagen >110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Uurgemiddelde #dagen >180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Uurgemiddelde #dagen >200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24-uursgem. #dagen >65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
regionale stations:					
107 Posterholt-Vlodropperweg	10	149	-	-	14
131 Vredepeel-Vredeweg	13	145	-	-	12
133 Wijnandsrade-Opfergelstraat	9	125	-	-	12
227 Budel-Toom	16	160	1	-	31
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	14	146	-	-	13
232 Volkel-Heikantsepad	17	154	-	-	26
235 Huijbergen-Vennekenstraat	8	141	-	-	13
301 Zierikzee-Lange Slikweg	11	162	2	1	33
318 Philippine-Stelleweg	10	143	1	1	30
411 Schipluiden-Groeneveld	12	167	2	2	18
437 Westmaas-Groeneweg	11	143	-	-	20
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	16	179	4	2	61
538 Wieringerwerf-Medemblikkerw.	9	160	1	-	51
620 Cabauw-Zijdeweg	13	160	2	-	17
631 Biddinghuizen-Hoekwantweg	13	151	-	-	36
633 Zegveld-Oude Meije	15	151	1	-	26
722 Eibergen-Lintveldseweg	16	162	2	-	25
724 Wageningen-Binnenhaven	17	152	-	-	23
733 Loenen-Eerbeeksedijk	16	160	-	-	26
807 Hellendoorn-Luttenbergerweg	14	165	1	-	26
818 Barsbeek-De Veenen	12	153	-	-	34
913 Sappemeer-Borgercompagnie	12	153	-	-	37
918 Balk-Trophornsterweg	10	162	2	-	46
929 Vathermond-Noorderdiep	13	150	-	-	28
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	7	160	1	-	64
stadsstations:					
404 Den Haag-Rebecquestraat	4	152	1	-	-
441 Dordrecht-Frisostraat	9	147	-	-	-
520 Amsterdam-Florapark	11	141	1	-	-
640 Utrecht-universiteitsbib.	6	138	-	-	-
straatstations:					
236 Eindhoven-Genovevalaan	2	137	-	-	-
238 Eindhoven-Piuslaan	1	145	-	-	-
433 Vlaardingen-Floreslaan	7	139	1	-	-
636 Utrecht-de Jongweg	4	132	-	-	-
638 Utrecht-Vleutenseweg	3	130	-	-	-
639 Utrecht-Erzejstraat	5	131	-	-	-
641 Breukelen-Snelweg	2	122	-	-	-
729 Apeldoorn-Arnhemseweg	10	151	-	-	-

¹ Wordt vier maal per dag berekend op basis van acht uurwaarden tussen 00.00 en 08.00 uur, 08.00 en 16.00 uur, 16.00 en 00.00 uur en 12.00 en 20.00 uur.

Tabel D 5: Overschrijdingen van de EU-grenswaarde voor de 24-uursgemiddelde PM₁₀-concentratie (50 µg/m³) in 2000, overschrijding is op 35 dagen per jaar toegestaan.

Stations:	Aantal dagen > 50 µg/m ³	Max.24-uursgem. (µg/m ³)	Overschrijding (%)
regionale stations:			
131 Vredepeel-Vredeweg	60	111	30
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	53	109	28
318 Philippine-Stelleweg	58	107	35
437 Westmaas-Groeneweg	52	122	31
724 Wageningen-Binnenhaven	38	100	25
stadsstations:			
404 Den Haag-Rebecquestraat	37	133	43
418 Rotterdam-Schiedamsevest	42	109	31
520 Amsterdam-Florapark	38	145	28
straatstations:			
236 Eindhoven-Genovevalaan	47	90	27
433 Vlaardingen-Floreslaan	37	92	23
639 Utrecht-Erzejstraat	44	123	30
641 Breukelen-Snelweg	60	112	31
728 Apeldoorn-Stationsstraat	38	88	24

Tabel D 6: Overschrijdingen van de Nederlandse streefwaarde voor de jaargemiddelde benzeenconcentratie (1 µg/m³) in 2000.

Stations:	Jaargemiddelde (µg/m ³)	Overschrijding (%)
regionale stations:		
415 Maassluis-Vlaardingsedijk	1,3	30
straatstations:		
636 Utrecht-de Jongweg	1,5	50
638 Utrecht-Vleutenseweg	2,0	100
639 Utrecht-Erzejstraat	1,7	70
728 Apeldoorn-Stationsstraat	1,6	60
Niet LML-stations		
DCMR - Schiedam (22)	2,6	160
DCMR - Hoogvliet (12)	2,2	120
DCMR - Maassluis (2)	2,4	140

Bijlage E

Concentratiekengetallen per station

Inhoudsopgave:

Tabel E 1.1	zwaveldioxide
Tabel E 1.2	sulfaataërosol
Tabel E 2.1	stikstofdioxide
Tabel E 2.2	stikstofoxiden
Tabel E 2.3	ammoniak
Tabel E 2.4	nitraataërosol
Tabel E 2.5	ammoniumaërosol
Tabel E 3	koolstofmonoxide
Tabel E 4	ozon
Tabel E 5.1	zwarte rook
Tabel E 5.2	fijn stof (PM ₁₀)
Tabel E 6.1	arseen
Tabel E 6.2	cadmium
Tabel E 6.3	lood
Tabel E 6.4	zink
Tabel E 7	VOS
Tabel E 8	benzeen

In de tabellen zijn overschrijdingen van Nederlandse- en Europese grenswaarden **rood** weergegeven.

Tabel E 1.1: Kentallen van de concentratieverdeling van zwaveldioxide in 2000 (in µg/m³)

middelingstijd in uren kental	kalenderjaar 2000							Meteorologisch jaar (apr. 2000-mrt. 2001)				Winter (okt. 2000-mrt. 2001)		
	24 gem ¹	24 P50	24 P95	24 P98	24 max	24 c3 ²	1 max	24 gem	24 P50	24 P98	24 max	24 gem	24 P50	24 P98
NL-grenswaarde		75	200	250	500		830							
NL-richtwaarde		30	80	100										
EU-grenswaarde	20				125 ³		350 ⁴		80- 120	250- 350		20	130- 180	
EU-richtwaarde								40- 60			100- 150			
regionale stations:														
107 Posterholt-Vlodropperweg	3	2	7	9	17	11	52	3	2	9	16	3	2	10
131 Vredepeel-Vredeweg	3	2	6	10	22	14	38	3	2	8	15	3	2	10
133 Wijnandsrade-Opfergeltstraat	3	2	7	8	17	11	43	3	2	8	10	3	2	9
227 Budel-Toom *	4	3	9	13	26	24	121	4	3	11	24	4	3	12
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	3	3	8	11	33	14	69	3	3	9	14	4	3	12
232 Volkel-Heikantsepad	2	2	5	7	21	11	39	2	2	7	11	3	2	8
235 Huijbergen-Vennekenstraat	8	7	20	26	42	30	104	8	7	22	37	10	9	27
301 Zierikzee-Lange Slikweg	5	5	11	14	22	16	54	5	5	13	28	5	5	13
318 Philippine-Stelleweg *	6	5	14	16	21	18	81	6	5	18	25	7	5	20
411 Schipluiden-Groeneveld	8	8	18	22	26	24	131	8	8	23	31	8	8	21
415 Maassluis-Vlaardingsedijk	10	9	24	29	34	33	123	11	10	32	63	13	12	33
437 Westmaas-Groeneweg	4	4	10	13	23	17	100	4	4	12	23	4	4	9
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	4	3	8	12	15	14	58	4	3	10	15	4	4	9
538 Wieringerwerf-Medemblikkerweg	2	2	5	6	14	8	24	2	2	5	9	2	2	6
620 Cabauw-Zijdeweg	3	3	7	8	16	9	40	3	3	7	11	3	3	7
627 Bilthoven-Van Leeuwenhoeklaan	3	3	7	10	14	14	70	3	3	8	16	3	3	8
631 Biddinghuizen-Hoekwantweg	2	2	5	6	14	8	89	2	2	5	14	2	2	7
633 Zegveld-Oude Meije	4	3	8	11	16	14	58	3	3	9	12	3	3	9
722 Eibergen-Lintveldseweg	2	1	5	7	13	8	30	2	1	6	7	2	2	6
724 Wageningen-Binnenhaven	3	3	8	10	19	14	103	3	3	10	11	4	4	10
733 Loenen-Eerbeeksedijk	2	2	5	8	17	10	39	2	2	6	10	2	2	7
807 Hellendoorn-Luttenbergerweg	2	2	5	6	12	7	23	2	2	6	8	2	2	6
818 Barsbeek-De Veenen	2	2	5	6	9	8	51	2	2	5	9	2	2	5
913 Sappemeer-Borgercompagnie	2	1	4	5	8	6	16	2	1	5	8	2	2	7
918 Balk-Trophornsterweg	2	2	5	6	13	7	19	2	2	6	7	2	2	6
929 Valthermond-Noorderdiep *	2	1	4	5	10	6	20	2	2	6	10	2	2	7
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	1	1	3	4	9	5	14	1	1	4	7	2	1	6
stadsstations:														
404 Den Haag-Rebecquestraat	5	4	13	16	24	20	115	5	4	16	24	6	5	17
416 Vlaardingen-Lyceumlaan	14	13	34	40	51	43	166	13	13	36	48	16	15	40
418 Rotterdam-Schiedamsevest	9	8	20	24	30	28	104	8	7	22	29	8	7	22
518 Amsterdam-Cabeliastraat	5	5	10	12	23	14	127	5	5	11	17	5	5	12
520 Amsterdam-Florapark	6	5	12	17	21	18	125	5	5	14	23	5	5	17
straatstations:														
237 Eindhoven-Noordbrabantlaan	3	3	7	9	23	15	134	3	3	9	15	3	3	10
433 Vlaardingen-Floreslaan	13	13	28	30	45	35	336	13	13	35	55	16	15	38
638 Utrecht-Vleutenseweg	5	5	10	12	20	14	80	5	5	12	17	5	5	13
641 Breukelen-Snelweg	5	5	10	13	18	14	42	5	5	11	15	5	5	13
729 Apeldoorn-Arnhemseweg	3	2	7	9	16	11	41	3	2	7	13	3	2	8

middelingstijd in uren kental	kalenderjaar 2000							Meteorologisch jaar (apr. 2000-mrt. 2001)				Winter (okt. 2000-mrt. 2001)		
	24 gem ¹	24 P50	24 P95	24 P98	24 max	24 c3 ²	1 max	24 gem	24 P50	24 P98	24 max	24 gem	24 P50	24 P98
NL-grenswaarde		75	200	250	500		830							
NL-richtwaarde		30	80	100										
EU-grenswaarde	20				125 ³		350 ⁴	80- 120	250- 350			20	130- 180	
EU-richtwaarde								40- 60		100- 150				
niet LML-stations:														
Prov. Limburg - Stein Heuvelstraat	6	6	13	16	19		35							
Prov. Limburg - Geleen Vouershof	6	5	12	14	24		71							
Prov. Limburg - Geleen Asterstraat	6	5	13	17	35		67							
Prov. Limburg - Maastricht	5	4	11	13	15		75							
DCMR - Hoek van Holland (24)	16	15	33	41	66		175							
DCMR - Maassluis (2)	14	13	26	32	43		128							
DCMR - Vlaardingen (6)	17	15	40	53	84		325							
DCMR - Pernis (11)	1	10	24	31	42		164							
DCMR - Hoogvliet (12)	9	7	25	31	47		157							
DCMR - Geulhaven (15)	19	17	39	46	64		241							
DCMR - Zwartewaal (25)	8	7	19	27	43		173							
DCMR - Schiedam (22)	12	11	28	31	41		212							
Prov. N.Holland - Wijk aan Zee (553)	8	3	33	43	91		128							
OMEGAM - Overtoom	4	4	9	11	19		61							
OMEGAM - Westerpark	6	5	14	17	23		152							

* de meetreeks voldoet niet aan de in de AMvB 'Zwavel dioxide en zwevende deeltjes' gestelde criteria ten aanzien van uitval

¹ Voor overschrijding van de grenswaarde gelden aanvullende eisen. Zie Bijlage C.2.

² concentratie die in 2000 gedurende 3 dagen is overschreden, zie ook § 4.5

³ overschrijding is gedurende 3 dagen per jaar toegestaan

⁴ overschrijding is gedurende 24 uren per jaar toegestaan

Tabel E 1.2: Kentallen van de concentratieverdeling van sulfaataërosol in 2000 (in µg/m³)

middelingstijd in uren kental	24 gem	24 P50	24 P95	24 P98	24 max	24 aantal
station:						
131 Vredepeel-Vredeweg	1,8	1,4	4,4	5,4	6,3	285
235 Huijbergen-Vennekenstraat	1,9	1,5	4,6	5,7	8,2	322
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	1,7	1,3	4,2	4,9	9,2	364
538 Wieringerwerf-Medemblikkerw.	1,6	1,1	4,3	4,9	12,1	319
627 Bilthoven-Van Leeuwenhoekl.	2,0	1,6	5,0	5,4	7,6	364
929 Valthermond-Noorderdiep	1,5	1,3	3,5	4,0	5,4	282
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	1,3	1,0	3,1	3,7	5,5	315

Tabel E 2.1: Kentallen van de concentratieverdeling van stikstofdioxide in 2000 (in µg/m³)

middelingstijd in uren kental	Kalenderjaar 2000							Zomer 2000			Winter (okt. 2000-mrt. 2001)		
	1 gem	1 P50	1 P95	1 P98	1 P99,5	1 max	1 c18 ¹	1 gem	1 P50	1 P98	1 gem	1 P50	1 P98
NL-grenswaarde				135	175								
NL-richtwaarde		25		80									
EU-grenswaarde	40			200		200 ²							
EU-richtwaarde		50		135									
regionale stations:													
107 Posterholt-Vlodropperweg	24	21	47	58	70	106	77	21	19	49	26	24	56
131 Vredepeel-Vredeweg	22	18	47	56	67	87	78	19	17	50	25	22	56
133 Wijnandsrade-Opfergelstraat *	20	18	43	52	66	102	71	18	16	45	22	19	57
227 Budel-Toom	21	18	48	58	71	116	79	19	16	48	25	22	59
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	23	20	49	57	66	108	70	21	18	52	26	22	60
232 Volkel-Heikantsepad *	22	19	47	56	64	97	71	19	17	49	27	24	63
235 Huijbergen-Vennekenstraat *	24	21	54	64	73	134	76	19	17	52	31	29	66
301 Zi erikzee-Lange Slikweg	19	15	47	56	68	97	75	17	14	53	24	20	65
318 Philippine-Stelleweg	20	16	50	58	71	117	80	18	14	54	25	21	61
411 Schipluiden-Groeneveld *	35	32	71	80	92	147	100	30	25	79	43	42	89
437 Westmaas-Groeneweg	25	21	55	63	73	128	80	22	18	60	29	25	67
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	21	16	55	61	69	82	72	17	13	56	30	27	70
538 Wieringerwerf-Medemblikkerweg	17	12	46	56	66	81	69	12	9	38	22	19	59
620 Cabauw-Zijdeweg	23	20	50	56	65	86	69	19	16	53	29	27	61
631 Biddinghuizen-Hoekwantweg	20	15	50	57	66	125	73	14	11	39	27	24	63
633 Zegveld-Oude Meije	22	19	50	56	65	87	69	18	15	46	28	26	62
722 Eibergen-Lintveldseweg *	22	19	45	52	60	73	62	20	18	44	24	22	51
724 Wageningen-Binnenhaven	26	23	56	63	72	97	80	21	18	61	34	33	65
733 Loenen-Eerbeeksedijk	21	18	46	54	64	84	68	17	15	42	26	24	56
807 Hellendoorn-Luttenbergerweg *	17	14	42	50	57	68	61	13	11	37	22	20	52
818 Barsbeek-De Veenen *	16	13	41	49	57	75	61	12	11	35	22	19	49
913 Sappemeer-Borgercompagnie	15	12	35	42	53	63	58	12	10	36	19	17	46
918 Balk-Trophornsterweg *	14	11	40	49	62	72	66	11	9	31	20	17	51
929 Valthermond-Noorderdiep *	14	11	36	43	51	73	55	11	9	37	20	18	48
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	13	9	35	43	55	79	60	9	7	28	7	15	43
stadsstations:													
404 Den Haag-Rebecquestraat	35	31	72	83	99	180	109	31	25	81	41	39	86
418 Rotterdam-Schiedamsevest	41	40	72	80	92	131	102	39	36	82	44	43	85
441 Dordrecht-Frisostraat	35	33	65	73	83	133	89	31	28	70	39	38	77
518 Amsterdam-Cabeliaustraart	40	38	72	81	102	184	118	39	36	84	43	43	86
520 Amsterdam-Florapark	39	38	72	80	92	155	100	34	31	76	45	46	85
640 Utrecht-Universiteitsbibliotheek	36	34	67	76	87	124	93	32	29	73	38	37	77

* de meetreeks voldoet niet aan de in de AMvB 'Stikstofdioxide' gestelde criteria ten aanzien van uitval

¹ concentratie die in 2000 gedurende 18 keer is overschreden, zie ook § 4.4

² overschrijding is gedurende 18 uren per jaar toegestaan

middelingstijd in uren kental	Kalenderjaar 2000							Zomer 2000			Winter (okt. 2000-mrt. 2001)		
	1 gem	1 P50	1 P95	1 P98	1 P99,5	1 max	1 c18 ¹	1 gem	1 P50	1 P98	1 gem	1 P50	1 P98
NL-grenswaarde				135	175								
NL-richtwaarde		25		80									
EU-grenswaarde	40			200		200 ²							
EU-richtwaarde		50		135									
straatstations:													
236 Eindhoven-Genovevalaan	39	38	68	77	90	124	98	40	39	81	39	39	71
237 Eindhoven-Noordbrabantlaan	38	37	68	77	91	148	103	38	36	79	41	41	83
238 Eindhoven-Piuslaan *	44	42	77	87	106	149	119	45	43	93	43	42	86
433 Vlaardingen-Floreslaan	43	42	73	83	102	165	114	42	40	86	49	48	100
537 Haarlem-Amsterdamsevaart	45	44	77	86	102	154	114	43	42	87	46	46	88
636 Utrecht-de Jongweg	41	41	72	81	94	170	104	40	37	84	44	45	81
637 Utrecht-Wittevrouwenstraat *	59	58	101	113	131	172	142	57	55	117	60	61	105
638 Utrecht-Vleutenseweg	46	45	76	86	100	142	111	45	43	90	48	48	95
639 Utrecht-Erzejstraat	46	46	77	88	113	195	138	47	44	96	47	48	85
641 Breukelen-Snelweg	43	44	77	85	102	167	125	42	42	89	47	48	91
727 Apeldoorn-Loolaan	32	30	61	69	80	111	88	30	27	68	36	36	69
728 Apeldoorn-Stationsstraat *	39	37	72	81	97	143	103	35	33	81	45	44	86
729 Apeldoorn-Arnhemseweg	32	30	64	74	85	122	92	30	27	76	38	37	75
niet-LML-stations:													
Prov. Limburg - Stein Heuvelstraat	25	20		67	79	120							
Prov. Limburg - Geleen Asterstraat	32	30		72	86	116							
Prov. Limburg - Maastricht	39	36		89	108	165							
DCMR - Schiedam (22)	47	46	87	101	124	256							
DCMR - Hoogvliet (12)	36	33	68	79	98	198							
DCMR - Maassluis (2)	34	31	67	79	97	172							
Prov. N.Holland - Badhoevedorp	34	31	69	79	90	152							
Prov. N.Holland - Oude Meer	39	37	74	81	94	139							
Prov. N.Holland - Hoofddorp	29	25	66	75	85	112							
Prov. N.Holland - Wijk aan Zee (553)	24	18	63	71	81	128							
OMEGAM - Nieuwendammerdijk	33	31		74	84	174							
OMEGAM - Haarlemmerweg	51	52		88	99	174							
OMEGAM - Einsteinweg	54	53		105	138	218							
OMEGAM - Stadhouderskade	46	44		96	128	181							

* de meetreeks voldoet niet aan de in de AMvB 'Stikstofdioxyde' gestelde criteria ten aanzien van uitval

¹ concentratie die in 2000 18 keer is overschreden, zie ook § 4.4

² overschrijding is gedurende 18 uren per jaar toegestaan

Tabel E 2.2: Kentallen van de concentratieverdeling van stikstofoxiden (NO₂ + NO) in 2000 (in µg/m³)

middelingstijd in uren kental	Kalenderjaar 2000					Zomer 2000				Winter (okt. 2000-mrt. 2001)			
	1 gem	1 P50	1 P95	1 P98	1 max	1 gem	1 P50	1 P95	1 P98	1 gem	1 P50	1 P95	1 P98
EU-grenswaarde	30 ¹												
regionale stations:													
107 Posterholt-Vlodropweg	34	27	86	117	266	29	25	63	75	44	31	134	191
131 Vredepeel-Vredeweg	29	21	77	111	247	23	19	57	75	38	25	124	178
133 Wijnandsrade-Opfergeltstraat	27	21	73	109	325	23	19	52	67	38	23	128	189
227 Budel-Toom	29	19	78	115	365	23	17	59	75	40	25	140	210
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	31	23	82	121	318	27	23	63	84	44	27	147	218
232 Volkel-Heikantsepad	29	21	78	115	325	23	19	55	75	42	27	130	218
235 Huijbergen-Vennekenstraat	33	23	86	130	379	23	19	52	69	48	33	145	207
301 Zierikzee-Lange Slikweg	23	17	65	96	358	19	15	52	67	36	21	121	182
318 Philippine-Stelleweg	27	17	77	130	300	21	15	55	71	40	23	151	212
411 Schipluiden-Groeneveld	52	36	145	209	595	40	29	113	159	80	54	235	369
437 Westmaas-Groeneweg	34	23	94	138	528	29	21	75	101	50	29	155	270
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	29	17	94	132	438	21	13	61	86	50	29	157	237
538 Wieringerwerf-Medemblikkerw.	21	13	67	99	291	13	10	38	52	31	19	90	130
620 Cabauw-Zijdeweg	33	23	92	132	474	23	19	61	82	48	31	151	235
631 Biddinghuizen-Hoekwantweg	25	15	77	113	461	15	11	40	54	38	25	124	187
633 Zegveld-Oude Meije	31	21	88	136	430	21	17	54	71	46	29	147	241
722 Eibergen-Lintveldseweg	27	21	73	94	166	23	21	46	59	33	23	90	128
724 Wageningen-Binnenhaven	46	27	155	210	419	29	19	86	126	73	48	222	281
733 Loenen-Eerbeeksedijk	27	19	71	105	373	19	17	46	61	40	27	121	191
807 Hellendoorn-Luttenbergerweg	21	15	59	82	191	15	13	38	50	31	21	84	128
818 Barsbeek-De Veenen	19	13	57	80	251	15	11	36	46	29	21	82	113
913 Sappemeer-Borgercompagnie	17	13	46	67	254	13	11	34	44	25	17	71	103
918 Balk-Trophornsterweg	17	11	52	77	184	11	10	31	38	25	17	71	109
929 Valthermond-Noorderdiep	17	11	48	69	180	13	10	34	50	25	19	69	94
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	5	10	46	65	337	10	8	27	34	21	15	54	80
stadsstations:													
404 Den Haag-Rebecquestraat	54	36	143	222	1224	40	29	103	145	73	50	207	337
418 Rotterdam-Schiedamsevest	65	50	157	226	691	54	44	119	157	80	59	209	333
441 Dordrecht-Frisostraat	54	40	138	207	1222	42	33	101	134	71	48	203	329
518 Amsterdam-Cabeliastraat	73	54	189	287	1142	67	52	165	239	92	59	285	448
520 Amsterdam-Florapark	65	48	172	237	1232	48	36	121	157	86	65	231	327
640 Utrecht-Universiteitsbibliotheek	52	40	130	178	1157	42	34	94	130	67	48	174	274
straatstations:													
236 Eindhoven-Genovevalaan	98	82	230	308	1672	98	92	205	253	115	80	325	476
237 Eindhoven-Noordbrabantlaan	82	65	212	312	1278	77	63	178	251	103	71	312	469
238 Eindhoven-Piuslaan	119	96	283	371	1029	111	94	254	316	140	105	392	539
433 Vlaardingen-Floreslaan	92	71	214	323	1695	82	65	184	251	117	84	316	557
537 Haarlem-Amsterdamsevaart	101	86	243	310	784	86	78	195	239	122	98	316	450
636 Utrecht-de Jongweg	92	75	231	295	1754	80	65	195	243	109	86	285	411
637 Utrecht-Wittevrouwenstraat	193	151	495	620	1777	170	130	442	559	210	172	517	645
638 Utrecht-Vleutenseweg	99	82	239	314	1131	96	78	231	312	121	96	298	413
639 Utrecht-Erzejstraat	113	88	283	377	2099	105	86	251	319	132	103	339	474

middelingstijd in uren kental	Kalenderjaar 2000					Zomer 2000				Winter (okt. 2000-mrt. 2001)			
	1 gem	1 P50	1 P95	1 P98	1 max	1 gem	1 P50	1 P95	1 P98	1 gem	1 P50	1 P95	1 P98
EU-grenswaarde	30 ¹												
straatstations:													
641 Breukelen-Snelweg	147	128	373	457	811	128	115	304	377	155	111	427	532
727 Apeldoorn-Loolaan	63	50	165	216	622	52	44	124	166	84	61	235	339
728 Apeldoorn-Stationsstraat	88	63	249	354	1224	75	55	203	268	126	88	379	509
729 Apeldoorn-Arnhemseweg	69	48	195	266	840	59	42	170	214	92	65	258	350

¹ Voor overschrijding van de grenswaarde gelden aanvullende eisen. Zie Bijlage C.2.

Tabel E 2.3: Kentallen van de concentratieverdeling van ammoniak in 2000 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

middelingstijd in uren kental	1 gem	1 P50	1 P95	1 P98	1 max
station:					
131 Vredepeel-Vredeweg	16	11	49	67	173
235 Huijbergen-Vennekenstraat	2	1	7	10	45
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	1	1	5	8	16
538 Wieringerwerf-Medemblikkerweg	5	3	17	24	59
633 Zegveld-Oude Meije	8	4	24	40	215
722 Eibergen-Lintveldseweg	8	6	22	30	70
738 Wekerom-Riemterdijk	15	10	48	72	353
929 Valthermond-Noorderdiep	4	2	11	14	86

Tabel E 2.4: Kentallen van de concentratieverdeling van nitraataërosol in 2000 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

middelingstijd in uren kental	24 gem	24 P50	24 P95	24 P98	24 max	aantal
station:						
131 Vredepeel-Vredeweg	2,3	1,8	6,1	7,5	9,4	285
235 Huijbergen-Vennekenstraat	2,8	2,3	6,1	6,9	14,3	322
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	2,7	2,3	6,2	8,1	13,3	364
538 Wieringerwerf-Medemblikkerw.	2,2	1,7	5,7	6,4	17,6	319
627 Bilthoven-Van Leeuwenhoekl.	2,8	2,3	6,2	7,7	10,4	364
929 Valthermond-Noorderdiep	2,0	1,9	5,0	5,8	6,6	282
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	1,9	1,5	4,4	5,4	8,8	315

Tabel E 2.5: Kentallen van de concentratieverdeling van ammoniumaërosol in 2000 (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		1,8	1,4	4,4	5,4	6,3	285
235 Huijbergen-Vennekenstraat		1,9	1,5	4,6	5,7	8,2	322
444 De Zilk-Vogelaarsdreef		1,7	1,3	4,2	4,9	9,2	364
538 Wieringerwerf-Medemblikkerw.		1,6	1,1	4,3	4,9	12,1	319
627 Bilthoven-Van Leeuwenhoekl.		2,0	1,6	5,0	5,4	7,6	364
929 Valthermond-Noorderdiep		1,5	1,3	3,5	4,0	5,4	282
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal		1,3	1,0	3,1	3,7	5,5	315

Tabel E 3: Kentallen van de concentratieverdeling van koolstofmonoxide in 2000 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

middelingstijd in uren kental	1 P50	1 P98	1 P99,9	1 gem	1 max	8 P50	8 P98	8 max
EU-grenswaarde						10000		
NL-grenswaarde	40000					6000		
regionale stations:								
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	280	710	1110	310	1310	280	690	1160
411 Schipluiden-Groeneveld	260	750	1560	300	1850	270	720	1510
633 Zegveld-Oude Meije	260	650	1140	290	1330	270	630	1230
733 Loenen-Eerbeeksedijk	260	660	1300	280	1760	260	620	1260
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	220	560	770	240	890	220	520	800
stadsstations:								
418 Rotterdam-Schiedamsevest	400	1020	2150	440	4530	410	920	2130
441 Dordrecht-Frisostraat	360	1170	3570	420	5940	370	1080	3700
518 Amsterdam-Cabeliastraat	400	1320	3430	470	5140	420	1220	2960
640 Utrecht-Universiteitsbibliotheek	330	850	1870	370	4190	340	790	2030
straatstations:								
236 Eindhoven-Genovevalaan	680	2160	5720	780	13170	710	1850	5490
237 Eindhoven-Noordbrabantlaan	560	1940	4420	660	6560	590	1550	4510
238 Eindhoven-Piuslaan	660	2160	4100	780	6770	700	1720	4460
537 Haarlem-Amsterdamsevaart	790	2350	4480	890	6030	820	2010	3390
636 Utrecht-de Jongweg	530	1580	3340	600	11020	570	1290	4510
637 Utrecht-Wittevrouwenstraat	640	2070	3470	750	6280	680	1830	3610
638 Utrecht-Vleutenseweg	550	1590	3540	630	4520	570	1450	3350
639 Utrecht-Erzejstraat	590	1980	4570	700	15510	630	1610	5590
641 Breukelen-Snelweg	410	950	1360	450	1920	420	880	1430
727 Apeldoorn-Loolaan	490	1500	3280	560	4070	510	1290	3020
728 Apeldoorn-Stationstraat	510	1890	3860	630	5260	540	1580	3670
729 Apeldoorn-Arnhemseweg	390	1480	3720	490	4980	420	1220	3900
niet-LML-stations:								
Prov. N.Holland - Badhoevedorp	320	1060	1580	380	4000			
Prov. N.Holland - Oude Meer	300	920	1300	350	2830			
Prov. N.Holland - Hoofddorp	220	730	1050	260	2420			
Prov. N.Holland - Wijk aan Zee (553)	230	2590		430	7200			
OMEGAM - Einsteinweg			2885		3546		1474	
OMEGAM - Overtoom			1646		2405		888	
OMEGAM - Stadhouderskade			2632		4240		1401	

Tabel E 4: Kentallen van de concentratieverdeling van ozon in 2000 (in µg/m³)

middelingstijd in uren kental	1 gem	1 P50	1 P98	1 max	24 max	8 P50	8 P98	8 max	groei- seizoen gem	1 AOT40 ⁴
NL-grenswaarde				240 ¹				160 ²	100	
NL-richtwaarde				240				160	100	
NL-streefwaarde				120					50	
EU-drempelwaarde				180/200/360	65			110		
EU-streefwaarde								120 ³		18000
regionale stations:										
107 Posterholt-Vlodroppeperweg	37	35	100	161	84	35	89	149	66	5740
131 Vredepeel-Vredeweg	35	34	100	164	88	35	91	146	61	6360
133 Wijnandsrade-Opfergeltstraat	36	36	96	149	85	36	86	135	63	4620
227 Budel-Toom	41	40	109	184	93	40	99	163	71	8430
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	35	34	100	167	90	34	91	147	63	6410
232 Volkel-Heikantsepad	37	35	107	167	91	36	99	154	67	8460
235 Huijbergen-Vennekenstraat	35	33	89	157	87	34	83	144	60	4530
301 Zierikzee-Lange Slikweg	45	46	95	221	98	46	91	162	67	5950
318 Philippine-Stelleweg	41	41	95	208	88	41	89	143	66	
411 Schipluiden-Groeneveld	36	34	93	210	93	35	88	167	65	6710
437 Westmaas-Groeneweg	37	36	91	174	82	36	85	143	61	5700
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	45	48	105	220	112	47	100	179	72	9430
538 Wieringerwerf-Medemblikkerweg	45	47	96	198	106	47	92	160	68	6580
620 Cabauw-Zijdeweg	34	33	96	198	90	33	92	160	60	6690
631 Biddinghuizen-Hoekwantweg	42	42	97	168	95	42	92	151	67	6740
633 Zegveld-Oude Meije	38	37	98	183	94	38	92	151	66	7190
722 Eibergen-Lintveldseweg	37	35	105	195	104	35	99	163	64	8310
724 Wageningen-Binnenhaven	36	33	105	171	99	34	97	152	64	7690
733 Loenen-Eerbeeksedijk	38	36	105	169	98	37	96	160	67	8160
807 Hellendoorn-Luttenbergerweg	40	39	103	189	112	39	99	165	66	
818 Barsbeek-De Veenen	41	42	95	180	96	42	90	153	65	6200
913 Sappemeer-Borgercompagnie	43	42	97	173	100	42	92	159	68	7300
918 Balk-Trophornsterweg	45	47	101	200	108	47	96	166	68	7030
929 Valthermond-Noorderdiep	43	42	100	174	94	43	95	152	67	7170
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	46	46	93	181	111	46	88	163	67	5900
stadsstations:										
404 Den Haag-Rebecquestraat	32	31	77	182	117	32	72	153	55	
441 Dordrecht-Frisostraat	29	24	91	171	87	25	86	147	53	5310
520 Amsterdam-Florapark	31	27	90	189	92	28	85	146	51	4900
640 Utrecht-Universiteitsbibliotheek	29	26	90	169	85	27	84	144	52	4460
straatstations:										
236 Eindhoven-Genovevalaan	28	25	80	152	82	25	75	138	44	2750
238 Eindhoven-Piuslaan	24	20	78	163	82	22	69	150	43	2030
433 Vlaardingen-Floreslaan	28	24	81	183	79	25	75	139	47	3640
636 Utrecht-de Jongweg	27	22	81	146	86	23	77	132	45	3000
638 Utrecht-Vleutenseweg	23	20	72	155	78	21	67	132	40	2410
639 Utrecht-Erzejstraat	25	20	74	151	74	22	69	131	44	2260
641 Breukelen-Snelweg	24	18	78	141	84	19	76	122	38	2400
729 Apeldoorn-Arnhemseweg	33	31	94	163	79	31	85	151	59	5160

middelings­tijd in uren kental	1 gem	1 P50	1 P98	1 max	24 max	8 P50	8 P98	8 max	groei- seizoen gem	1 AOT40 ⁴
NL-grenswaarde				240 ¹				160 ²	100	
NL-richtwaarde				240				160	100	
NL-streefwaarde				120					50	
EU-drempelwaarde				180/200/360	65			110		
EU-streefwaarde								120 ³		18000
niet-LML-stations:										
DCMR - Schiedam (22)	33	28	102	264						
DCMR - Hoogvliet (12)	35	32	99	218						
DCMR - Maassluis (2)	35	33	90	175						
Prov. N.Holland - Badhoevedorp	40	38	105	229	111					
Prov. N.Holland - Oude Meer	37	36	101	251	104					
Prov. N.Holland - Hoofddorp	45	45	109	211	113					
Prov. H.Holland - Wijk aan Zee (553)	45	47	102	199	108					
OMEGAM - Nieuwendammerdijk	39	38	102	236	130					
OMEGAM - Overtoom	34	32	100	200	101					

¹ overschrijding is gedurende 2 dagen per jaar toegestaan

² overschrijding is gedurende 5 dagen per jaar toegestaan

³ overschrijding is gedurende 25 dagen per jaar toegestaan

⁴ de eenheid is µg/m³.h

Tabel E.5.1: Kentallen van de concentratieverdeling van zwarte rook in 2000 (in µg/m³)

middelingstijd in uren kental	Kalenderjaar 2000					Meteorologisch jaar (apr. 2000-mrt. 2001)					Winter (okt. 2000 mrt. 2001)			
	24 gem	24 P50	24 P95	24 P98	24 max.	24 gem.	24 P50	24 P95	24 P98	24 max.	24 gem.	24 P50	24 P95	24 P98
NL-grenswaarde	30	75	90	150										
EU-grenswaarde						80		250			130			
EU-richtwaarde						40- 60				100- 150				
regionale stations:														
131 Vredepeel-Vredeweg	8	8	20	27	45	9	8	19	31	67	10	8	29	41
133 Wijnandsrade-Opfergeltstraat *	9	8	20	31	42	9	8	18	36	73	10	6	34	42
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	9	8	24	31	48	10	8	22	34	93	11	9	32	52
318 Philippine-Stelleweg	8	6	22	36	61	8	6	22	40	117	11	8	38	59
437 Westmaas-Groeneweg	8	6	20	29	54	9	7	20	31	105	11	8	29	54
444 De Zilk-Vogelaarsdreef	6	3	14	22	45	6	4	16	29	67	8	6	23	42
538 Wieringerwerf-Medemblikerweg *	6	5	16	22	39	6	5	16	27	41	7	5	18	36
722 Eibergen-Lintveldseweg	7	5	16	24	34	7	5	16	27	49	8	6	24	34
724 Wageningen-Binnenhaven	8	6	20	29	45	9	7	20	29	64	10	8	27	45
929 Valthermond-Noorderdiep *	5	3	13	16	31	5	4	14	20	40	7	6	19	31
stadsstations:														
640 Utrecht-Universiteitsbibliotheek	11	9	24	29	61	12	10	24	34	90	14	11	34	54
straatstations:														
433 Vlaardingen-Floreslaan	17	14	36	54	89	18	15	36	46	134	19	15	38	84
636 Utrecht-de Jongweg	21	20	42	51	93	21	20	42	57	98	22	20	51	66
637 Utrecht-Wittevrouwenstraat	44	42	84	93	126	44	42	80	96	144	47	45	90	103
niet-LML-stations:														
Prov. N.Holland - Badhoevedorp	10	5	16	24	45									
Prov. N.Holland - Oude Meer	14	12	27	34	49									
Prov. N.Holland - Hoofddorp	7	9	23	32	47									
DCMR - Schiedam (1500)	20	17	40	51	83									
DCMR - Rotterdam (1602)	23	21	40	49	71									
OMEGAM - Nieuwendammerdijk	5	4	13	17	43									
OMEGAN - Einsteinweg	40	33	87	110	132									
OMEGAM - Overtoom	7	6	13	18	39									
OMEGAM - Stadhouderskade	19	17	36	44	72									

* de meetreeks voldoet niet aan de in de AMvB 'Zwavel dioxide en zwevende deeltjes' gestelde criteria ten aanzien van uitval.

Tabel E 5.2: Kentallen van de concentratieverdeling van PM₁₀ (fijn stof) in 2000 (in µg/m³)¹

	middelingstijd in uren kental	24 gem.	24 P50	24 P95	24 P98	24 max.
NL-grenswaarde		40				140
EU-grenswaarde		40				50 ²
regionale stations:						
131 Vredepeel-Vredeweg		35	31	68	80	111
133 Wijnandsrade-Opfergeltstraat		30	27	62	72	102
230 Biest Houtakker-Biestsestraat		34	29	66	76	109
318 Philippine-Stelleweg		34	29	69	88	107
437 Westmaas-Groeneweg		34	29	65	84	122
444 De Zilk-Vogelaarsdreef		31	29	60	69	96
538 Wieringerwerf-Medemblikkerweg		31	29	59	69	98
722 Eibergen-Lintveldseweg		28	25	54	62	79
724 Wageningen-Binnenhaven		33	30	63	72	100
929 Valthermond-Noorderdiep		29	26	51	57	78
stadsstations:						
404 Den Haag-Rebecquestraat		34	30	62	89	133
418 Rotterdam-Schiedamsevest		36	32	62	74	109
441 Dordrecht-Frisostraat		32	30	59	66	96
520 Amsterdam-Florapark		32	29	58	74	145
straatstations:						
236 Eindhoven-Genovevalaan		34	31	66	75	90
433 Vlaardingen-Floreslaan		32	29	58	66	92
639 Utrecht-Erzejstraat		35	32	66	75	123
641 Breukelen-Snelweg		37	33	72	86	112
728 Apeldoorn-Stationsstraat		33	30	60	69	88
niet-LML-stations:						
Prov. Limburg - Geleen Asterstraat		28	25	48	59	84
Prov. Limburg - Maastricht		34	31	63	70	88
DCMR - Rotterdam (1)		29	28	50	58	74
Prov. N.Holland - IJmuiden (551)		29	27	51	63	84
Prov. N.Holland - Wijk aan Zee (553)		35	32	60	77	148

¹ Alle gepresenteerde concentraties zijn verkregen door de gemeten waarden te vermenigvuldigen met een factor 1,33 om op gemiddelde basis te corrigeren voor een systematische onderschatting door de gebruikte meetapparatuur.

² Overschrijding is op 35 dagen per jaar toegestaan

Tabel E 6.1: Kentallen van de concentratieverdeling van arseen in 2000 (in ng/m³)

middelings tijd in uren	24	24	24	24	24	
kental	gem	P50	P95	P98	max	aantal
station:						
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	0,7	0,5	1,9	2,9	4,2	133
433 Vlaardingen-Floreslaan	0,7	0,6	1,6	1,9	2,5	174
627 Bilthoven-van Leeuwenhoeklaan	0,7	0,6	1,8	2,4	3,9	183
934 Kollumerwaard- Hooge Zuidwal	0,5	0,4	1,4	1,9	2,0	91
niet-LML-stations:						
DCMR - Korendijk (800)	0,9	0,7	2,8	3,8	4,1	61
DCMR - Delfland (802)	0,7	0,6	2,1	2,5	2,6	60
DCMR - Bergambacht (806)	0,7	0,6	1,6	2,0	2,7	61
DCMR - Hoek van Holland (807)	0,6	0,5	1,8	2,0	2,3	61

Tabel E 6.2: Kentallen van de concentratieverdeling van cadmium in 2000 (in ng/m³)

middelings tijd in uren	24	24	24	24	24	
kental	gem	P50	P95	P98	max	aantal
station:						
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	0,2	0,2	0,6	0,9	1,2	133
433 Vlaardingen-Floreslaan	0,3	0,2	0,8	1,1	1,2	174
627 Bilthoven-van Leeuwenhoeklaan	0,3	0,2	0,6	1,0	1,9	183
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	0,2	0,1	0,5	0,7	0,7	91
niet-LML-stations:						
DCMR - Rotterdam (1602)	0,5	0,4	1,2	1,7	6,5	93
DCMR - Beerdam (1003)	0,4	0,3	0,9	1,0	1,7	121
DCMR - Vlaardingen (1409)	0,5	0,5	1,0	1,5	1,8	107
DCMR - Oostvoorne (1102)	0,3	0,3	0,9	1,2	1,6	130
DCMR - Hoek van Holland (107)	0,5	0,5	1,0	1,3	2,5	178
DCMR - Korendijk (800)	0,4	0,3	0,9	1,1	1,2	61
DCMR - Delfland (802)	0,3	0,3	0,8	1,1	1,1	60
DCMR - Bergambacht (806)	0,3	0,3	0,8	1,1	1,6	61
DCMR - Hoek van Holland (807)	0,4	0,3	1,2	1,4	1,6	61

Tabel E 6.3: Kentallen van de concentratieverdeling van lood in 2000 (in ng/m³)

	middelings- tijd in uren	24 gem.	24 P50	24 P95	24 P98	24 max	aantal
NL-grenswaarde		500			2000		
EU-grenswaarde		500					
station:							
230 Biest Houtakker-Biestsestraat		10	8	22	43	46	133
433 Vlaardingen-Floreslaan		12	10	28	36	58	174
627 Bilthoven-van Leeuwenhoeklaan		12	9	26	36	173	183
934 Kollumerwaard- Hooge Zuidwal		9	6	19	28	97	91
niet-LML-stations:							
DCMR - Rotterdam (1602)		15	13	34	40	58	93
DCMR - Beerdam (1003)		9	6	26	34	48	121
DCMR - Vlaardingen (1409)		17	11	39	56	231	107
DCMR - Oostvoorne (1102)		7	4	22	27	48	130
DCMR - Hoek van Holland (107)		12	10	27	37	76	178
DCMR - Korendijk (800)		14	13	31	37	40	61
DCMR - Delfland (802)		13	10	31	34	37	60
DCMR - Bergambacht (806)		12	10	26	28	31	61
DCMR - Hoek van Holland (807)		15	10	38	48	61	61

Tabel E 6.4: Kentallen van de concentratieverdeling van zink in 2000 (in ng/m³)

	middelings- tijd in uren	24 gem.	24 P50	24 P95	24 P98	24 max	aantal
station:							
230 Biest Houtakker-Biestsestraat		24	19	55	93	135	133
433 Vlaardingen-Floreslaan		27	22	71	82	95	174
627 Bilthoven-van Leeuwenhoeklaan		27	22	62	94	201	183
934 Kollumerwaard- Hooge Zuidwal		26	20	61	81	223	91
niet-LML-stations:							
DCMR - Korendijk (800)		44	36	103	124	133	61
DCMR - Delfland (802)		43	37	101	111	120	60
DCMR - Bergambacht (806)		48	44	94	118	127	61
DCMR - Hoek van Holland (807)		61	56	116	144	163	61

Tabel E 7: jaargemiddelde en maximum concentratie van vluchtige organische stoffen (VOS) in 2000 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

groep	kental	totaal VOS		alkanen		aromaten		gechl. alkanen		gechl. arom.		
		gem.	max.	gem.	max.	gem.	max.	gem.	max.	gem.	max.	
regionale stations:												
230	Biest Houtakker-Biestsestraat	week	7	20	0,8	2,9	4,8	14,2	1,6	2,5	0,0	0,1
415	Maassluis-Vlaardingsedijk	dag	3	48	2,7	16,4	8,4	30,6	1,8	7,2	0,1	2,6
633	Zegveld-Oude Meije	dag	6	34	0,8	4,8	4,1	25,9	1,5	3,6	0,0	0,2
934	Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	week	4	9	0,3	1,9	2,4	6,1	1,2	2,0	0,0	0,1
stadsstations:												
640	Utrecht Universiteitsbib.	dag	14	81	2,2	14,5	9,7	56,5	1,8	8,1	0,0	0,7
straatstations:												
636	Utrecht-de Jongweg	week	21	41	2,8	7,1	16,2	28,8	2,2	4,9	0,0	0,1
638	Utrecht-Vleutenseweg	dag	31	98	4,6	16,3	23,0	78,0	3,2	14,1	0,0	0,4
639	Utrecht-Erzejstraat	week	26	48	2,9	6,1	20,6	39,1	2,3	6,0	0,0	0,1
728	Apeldoorn-Stationsstraat	week	25	40	2,6	4,4	20,1	32,7	2,1	4,9	0,0	0,1

Tabel E 8: jaargemiddelde en maximum concentratie van benzeen in 2000 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

kental	jaargemiddelde	maximum	
NL-grenswaarde	10		
NL-richtwaarde	5		
NL-streefwaarde	1		
EU-grenswaarde	5		
middelingstijd			
regionale stations:			
230 Biest Houtakker-Biestsestraat	week	0,7	2,1
415 Maassluis-Vlaardingsedijk	dag	1,3	4,3
633 Zegveld-Oude Meije	dag	0,6	3,9
934 Kollumerwaard-Hooge Zuidwal	week	0,6	1,6
stadsstations:			
640 Utrecht Universiteitsbib.	dag	1,0	5,2
straatstations:			
636 Utrecht-de Jongweg	week	1,5	3,2
638 Utrecht-Vleutenseweg	dag	2,0	9,1
639 Utrecht-Erzejstraat	week	1,7	2,9
728 Apeldoorn-Stationsstraat	week	1,6	2,6
niet-LML-stations:			
Prov. N.Holland - Badhoevedorp		1,7	
Prov. N.Holland - Oude Meer		1,0	
Prov. N.Holland - Hoofddorp		0,6	
DCMR - Schiedam (22)	uur	2,6	105
DCMR - Hoogvliet (12)	uur	2,2	119
DCMR - Maassluis (2)	uur	2,4	102

Bijlage F

Onzekerheden in de gerapporteerde gegevens

Inleiding

De in dit rapport opgenomen gegevens zijn verkregen met verschillende hulpmiddelen, waaronder meetinstrumenten, rekenmodellen en combinaties van methoden. De onzekerheid in de gepresenteerde gegevens hangt af van de toegepaste methoden, de betreffende stof en het gepresenteerde gegeven zelf. Een uurgemiddelde meting van CO 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. Deze bijlage over de onzekerheden bij de gerapporteerde gegevens heeft niet de pretentie volledig te zijn, omdat dit een zeer specifieke kennis en uitwerking per product zou vereisen.

De onzekerheid van een bepaalde methode is soms alleen kwalitatief te geven. Een 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 praktijk zal de referentie soms met zeer hoge nauwkeurigheid bekend zijn, zoals in het geval van een ijkgas voor een monitor, maar in andere gevallen is een bruikbare referentie niet voorhanden. Voorbeelden 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 dan 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 relatieve onzekerheid, bijvoorbeeld veroorzaakt door toevalsfactoren. Een gemeten jaargemiddelde concentratie kan zo in absolute zin flink afwijken van de werkelijkheid, maar volkomen juist 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 wel correct zijn, en daarmee de relatieve onzekerheid klein.

Als voorbeeld hiervan kan de vergelijking tussen emissies en concentraties van ammoniak dienen. Enkele jaren geleden werd geconcludeerd dat de metingen aangeven dat de snelle daling van emissies van ammoniak wordt overschat. De onzekerheid in de meetresultaten van ammoniak tesamen met de onzekerheid in de ruimtelijke representativiteit van de meetlocaties was te groot om

een uitspraak omtrent de juistheid van de absolute emissieniveaus te kunnen onderbouwen. De onzekerheid in de trend over de jaren heen is echter veel kleiner, omdat factoren als meettechniek, ruimtelijke representativiteit etc. in de tijd constant blijven en daarmee geen bijdrage meer leveren aan de onzekerheid in de trend, alleen de kleinere relatieve bijdrage aan de onzekerheid speelt dan nog een rol. De gerapporteerde emissietrends en de trend in het meetnet bleken zover af te wijken dat dit niet meer aan onzekerheden rond meetnetgegevens kon worden toegeschreven, wat een nadere studie van deze verschillen noodzakelijk maakte.

Hieronder wordt per hoofdstuk enig inzicht gegeven in de onzekerheden rond de gerapporteerde gegevens.

Behandeld wordt de onzekerheid rond de analysemethoden, wat inzicht geeft in hoeverre een gemeten grootte op de meetlocatie en in de betreffende meetperiode juist is. Daarnaast wordt de onzekerheid in modellen en extrapolatiemethoden aangegeven. Hierbij speelt de ruimtelijke representativiteit van de meetwaarden mede een rol. Deze representativiteit van het meetnet als geheel wordt hier echter niet expliciet behandeld.

Mondiale Luchtverontreiniging

De gepresenteerde gegevens bestaan voornamelijk uit trendfiguren van mondiale concentraties, afkomstig van metingen in internationale netwerken waarvoor een zeer gedegen kwaliteitsbewaking geldt (ALE/GAGE/AGAGE en NOAA/CMDL; Prinn *et al.*, 1998, Elkins *et al.*, 1998). De onzekerheid in gerapporteerde concentraties wordt geschat op 1-3% voor de belangrijkste stoffen. De onzekerheid in de trend, uitgedrukt als procentuele verandering per jaar, wordt geschat op 10% van die procentuele jaarlijkse verandering. De gegevens worden per station gepresenteert, deze stations worden representatief geacht voor het mondiaal gemiddelde. De mate waarin deze locaties representatief zijn voor het mondiaal gemiddelde is echter moeilijk kwantitatief aan te geven. Omdat de meetlocaties vaak zeer afgelegen zijn en daarmee ver verwijderd van directe menselijke invloeden, zijn de gemeten concentraties representatief voor uitgestrekte verlaten gebieden.

Uit de mondiale concentraties wordt het potentieel chloorgehalte van de atmosfeer berekend. De onzekerheid hierin wordt geschat op 5% (Montzka *et al.*, 1996)

De dikte van de ozonlaag, zowel mondiaal als boven Nederland, wordt afgeleid uit metingen van het KNMI in de Bilt, het KMI in Ukkel (België) en uit satellietwaarnemingen. De onzekerheid in de jaargemiddelde ozonwaarde is ongeveer 2%. De onzekerheid in de trend sinds 1980 wordt geschat op 20% (WMO, 1999).

De UV-belasting is bepaald met het RIVM UV-transfermo-

del (den Outer en Slaper, 1998) op basis van de TOMS-satelliet gegevens. Voor Nederland en België stemt deze aanpak goed overeen met de uit grondwaarnemingen voor ozon afgeleide veranderingen. De onzekerheid in de absolute UV-belasting bedraagt circa 10 %, de onzekerheid in de relatieve toename wordt geschat op circa 3 %.

Fotochemische luchtverontreiniging

Ozon op leefniveau wordt op basis van metingen weergegeven, omdat modellen onvoldoende de metingen benaderen. De onzekerheid in jaargemiddelde concentraties wordt geschat op ongeveer 15 % (Blank 2001). Hierin zijn zowel toevallige afwijkingen (ruis) opgenomen als kennis rond systematische afwijkingen door de meetmethode. Bij een vergelijkend Europees onderzoek is gebleken dat de meetresultaten van de ozonmonitor 4 % te laag zijn (Borowiak *et al.*, 2000). De consequenties hiervan worden nog onderzocht. De invloed van toevallige afwijkingen zal groter zijn voor kortdurende meetperioden. Vertaling naar kaartbeelden levert voornamelijk een extra onzekerheid in steden op. Deze is nog niet onderzocht, maar metingen in steden geven aan dat deze onzekerheid niet meer dan enkele tientallen procenten zal bedragen. De gepresenteerde trends in de tijd worden gedomineerd door meteorologisch veroorzaakte fluctuaties die een variatie tot ongeveer een factor twee veroorzaken. De trend is dermate gering, dat verandering van meetmethoden, zoals de monitorwisseling in de winter van 1990/1991, merkbare effecten kunnen hebben op de waargenomen trend (Roemer, 2001).

De onzekerheid in de VOS-concentraties, voortkomend uit monsternamen en de analyse van individuele componenten, ligt op enkele procenten per component (Blank 2001). Veel VOS-componenten vertonen wel concentraties die vaak onder de detectielimiet liggen, maar deze hebben weinig invloed op het totaal per categorie dat wordt gepresenteerd.

Verzuring en vermisting

De gemeten jaargemiddelde concentraties hebben een onzekerheid van ongeveer 7 % voor NH₃ en ca. 5 % voor NO_x. Voor SO₂ is bij concentraties rond 20 µg/m³ de onzekerheid 5 %, maar de meeste regionale concentraties liggen rond of - uurgemiddeld - zelfs onder de detectielimiet van de monitor en hebben daardoor een grotere onzekerheid die tot enkele tientallen procenten kan oplopen (Blank, 2001).

Met kwalitatief hoogwaardige emissie-gegevens blijken de met het OPS-model berekende concentraties van NO_x en SO₂ een onzekerheid te hebben van 20 % per gridcel van 5x5 km, en 10 % gemiddeld over Nederland. Nabij grote bronnen (industrie, stad) is deze onzekerheid wat groter

door de sterkere ruimtelijke gradiënten nabij lokale bronnen. Voor NH₃ zijn deze onzekerheden twee maal zo groot. Deposities zijn onzekerder, per gridcel zijn deze met het OPS-model voor NO_y, SO_x en NH_x resp. 65 %, 30 % en 50 %, gemiddeld over Nederland zijn de onzekerheden resp. 30, 15 en 30 % (Van Jaarsveld, 1989; 1995).

Onzekerheden in de trend liggen duidelijk lager zolang systematische afwijkingen geen rol spelen.

Uit vergelijkingen tussen gemeten en gemodelleerde concentraties is gebleken dat voor trendgegevens van NO_x en SO₂ de modelberekeningen en de metingen goed met elkaar in overeenstemming zijn. Bij ammoniak werd in 1998 een discrepantie waargenomen tussen de sterke daling in de emissieramingen van de negentiger jaren en de meer constante concentratiemetingen, wat tot een nader onderzoek heeft geleid. Dit heeft geleid tot enige afname van het geconstateerde verschil tussen gemodelleerde en gemeten concentraties. Van 1998 tot 2000 is de trend in beiden overeenkomstig en bedraagt het absolute verschil tussen beiden ongeveer 20 % (Van Jaarsveld *et al.*, 2000).

Deeltjesvormige luchtverontreiniging

De onzekerheid in meetwaarden van PM₁₀ op dagbasis wordt geschat op ongeveer 15 %. Voor jaargemiddelden is de onzekerheid ongeveer 10 %. De waarden van de metingen worden met 33 % opgehoogd omdat de monitors een systematische afwijking vertonen met referentie-apparaat. Deze globaal bekende ophoging kent een vrij grote onzekerheid en kan verbeterd worden door toepassing van locatiespecifieker correctiemethoden (Visser *et al.*, 2001). De onzekerheid is groter voor gridcellen in kaartbeelden die gemaakt zijn op basis van een combinatie van meten en modelleren.

Systematische afwijkingen spelen geen wezenlijke rol in de trend zolang de methoden onveranderd blijven, zodat hier de onzekerheid kleiner is. Deze is waarschijnlijk minder dan 10 % indien de trend volledig voor meteorologische invloeden kan worden gecorrigeerd. Omdat de jaargemiddelde concentratie over heel Nederland niet meer dan enkele tientallen procenten afwijkt van de waarde van de norm, leidt de beperkte onzekerheid in de concentratie tot een grotere onzekerheid in de gerapporteerde blootstelling van de bevolking aan normoverschrijding.

Bij zwarte rook ligt de onzekerheid meer in het beantwoorden van de vraag wát de gemeten grootte representeert dan in de meetmethode zelf, die een onzekerheid van ruim 5 % heeft voor jaargemiddelde waarden (Blank, 2001). Van de metingen van benzo[a]pyreen is bekend dat deze met een vrij grote onzekerheid is omgeven.

De metingen van lood beginnen door de sterke daling de detectielimiet te benaderen en hebben een onzekerheid

van ongeveer 20 %. Cadmiumconcentraties liggen ook dicht boven de detectielimiet en hebben daardoor een onzekerheid van ongeveer 10 tot 20 %. De concentraties van zink en vooral van arseen liggen ver onder de detectielimiet en zijn daardoor behept met een onzekerheid, die voor zink ongeveer even groot en voor arseen enkele malen groter is dan de meetwaarde.

Lokale luchtverontreiniging

Lokale luchtverontreiniging wordt voornamelijk via modellen bepaald, omdat zij zeer plaatselijk optreedt en landsdekkend metingen daardoor uit praktische overwegingen niet zinvol zijn. De lokale luchtverontreiniging wordt bepaald als de som van de bijdragen uit de regio, de stadsachtergrond en het plaatselijke verkeer in een straat. De toename van de luchtverontreiniging in de stadsachtergrond ten opzichte van de regio wordt bepaald met de alfa-methode. Deze beperkte toename heeft een onzekerheid van een factor 2, de onzekerheid in de regionale bijdrage ligt op enkele tientallen procenten. Veel wezenlijker voor de onzekerheid in het eindresultaat zijn echter de onzekerheden in het CAR-model en in de VMK-methode. Met het CAR-model wordt de verkeersbijdrage aan luchtverontreiniging in drukke (stads)straten berekend, met een onzekerheid van ongeveer 30 % (RIVM 1999a). Daar bovenop komt de onzekerheid in emissiefactoren, die niet gekwantificeerd is. De trends en absolute omvang van de verkeersemisies van PM_{10} , benzeen, NO_x en CO zijn wel vergeleken met de concentratietrends over het afgelopen decennium, waarbij de emissieramingen en de metingen hooguit enkele tientallen procenten van elkaar afwijken (RIVM 1999).

De VMK-bestanden, VerkeersMilieuKaarten die voor een beperkt deel van de Nederlandse steden beschikbaar zijn, dienen om de berekende concentraties in drukke straten te extrapoleren naar een totaalbeeld voor stedelijk Nederland. De onzekerheid in het totaalbeeld is niet onderzocht, verwacht wordt dat deze rond 50 % in het eindresultaat kan bedragen. Het eindresultaat, kilometers weglengte met normoverschrijding, zal, afhankelijk van de stof, een onzekerheid hebben die bij een flinke mate van normoverschrijding nog beperkt is tot een factor 2. Wanneer sprake is van een gering aantal kilometers met normoverschrijding, enkele tientallen kilometers of minder, geeft het getal alleen een indicatie van mogelijk optredende overschrijdingen. Vooral voor benzo[a]pyreen is de onzekerheid groot. Omdat de methode over de jaren heen constant is, zal de onzekerheid in de trend duidelijk minder zijn.

De concentratie van benzeen wordt bepaald middels een combinatie van metingen en OPS-berekeningen. De onzekerheid in de metingen van benzeen ligt op 6%. De bere-

kende concentraties in de regio zijn redelijk goed in overeenstemming met metingen, zodat de onzekerheid in individuele gridcellen rond 30% zal liggen, en in het gemiddelde over Nederland 20%.

De gerapporteerde accumulatie van fluoriden ligt in minder belaste gebieden rond de detectielimiet. Bekend is dat de concentraties daar laag zijn, maar deze meetwaarden hebben een grote onzekerheid.

Referenties:

- Blank, F.T. (2001). Meetonzekerheid Landelijk Meetnet Luchtqualiteit (LML). Rapportnr. 50050870-KPS/TCM 01-3063. KEMA, Arnhem.
- Borowiak *et al.*, (2000). EC Harmonization Programme for Air Quality Measurements. Intercomparison Exercises 1999/2000 for SO_2 , CO, NO_2 and O_3 . Rapport nr. EUR 19629 EN.
- Elkins, J.W., J.H. Butler, D.F. Hurst, S.A. Montzka, F.L. Moore, and T.M. Thompson, Nitrous Oxide and Halocompounds Group/Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory (NOAH/CMDL) web site (<http://www.cmdl.noaa.gov/noah>), Boulder, CO, updated data available on an anonymous ftp site (<file://ftp.cmdl.noaa.gov/noah>), 1998.
- Montzka, S.A., J.H. Butler, R.C. Myers, T.M. Thompson, T.H. Swanson, A.D. Clarke, L.T. Lock, and J.W. Elkins, (1996). Decline in the tropospheric abundance of halogen from halocarbons: implications for stratospheric ozone depletion, *Science*, 272, 1318-1322.
- Outer, P.N. den, H. Slaper, (1998). Measuring and modelling solar UV irradiance and some quality assurance techniques: RIVM contribution to the Scientific UV Data Management-Project. 2nd interim report.
- Prinn, R.G., R.F. Weiss, P.J. Fraser, P.G. Simmonds, F.N. Alyea, and D.M. Cunnold, (1998). The ALE/GAGE/AGAGE database, DOE-CDIAC World Data Center (Email to: cpd@ornl.gov), Dataset No. DB-1001.
- RIVM (1999). Meten, Rekenen en Onzekerheden. De werkwijze van het RIVM-Milieuonderzoek. Rapportnr 408129005, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- RIVM (1999a). Meten, Rekenen en Onzekerheden. De werkwijze van het RIVM-Milieuonderzoek. ADDENDUM. Rapportnr 408129005, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Roemer, M (2001). In search for trends of ozone and precursors - First Progress Report TROTREP. Rapportnr. R 2001/100, TNO, Apeldoorn.
- WMO (1999). Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1998, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project - Report No. 44, WMO, Geneva.
- Jaarsveld J.A. van (1989). Een Operationeel atmosferisch transportmodel voor Prioritaire Stoffen; specificatie en aanwijzingen voor gebruik. Rapportnr 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, Bleeker A. en Hoogervorst N.J.P., (2000) Evaluatie ammoniakemissiereducties met behulp van metingen en modelberekeningen. Rapportnr 722108025, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Visser, H., Buringh, E., Breugel, PB van, (2001). Comparison and origin of airborne particulate matter in the Netherlands. Rapportnr 650010029, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

