

RIVM rapport 725601 003

**Schets van de knelpunten in de luchtkwaliteit
in Nederland**

K. van Velze, H.S.M.A. Diederens, H.W. ter Maat,
L. van Bree

augustus 2000

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van DGM, Directie Lucht en Energie, in het kader van project 725601, Beleidsadviesing Lucht Nationaal en Internationaal

Abstract

Bottlenecks in air quality in the Netherlands: an outline

The regulations and administrative provisions in the Netherlands will have to comply with the new EU directives on Air Quality by 2001. Governmental institutions on national, provincial and local levels have to harmonise their tasks in implementing and carrying out the new legislation. This process will be supported by the information presented here on current and future air quality, and on resultant health risks to the population. Major areas with air quality bottlenecks are busy city roads and streets. Here NO₂, PM10, black smoke, CO, benzene and B(a)P levels are not always in compliance with air quality limit values. These values are exceeded for NO₂ even in city background levels in the Randstad (the densely populated western part of the Netherlands), as well as on an incidental basis outside these cities. PM10 levels exceed limit values in the whole southern part of the Netherlands. By 2010 the air quality should be improved and only NO₂ and PM10 will be out of compliance. Health risks will occur where limit values are exceeded and sometimes even at lower levels. The expected improvement in air quality by 2010 will also result in a decrease in health risks to the population.

Inhoud

Samenvatting	5
1. Inleiding	7
1.1 Grenswaarden	7
1.2 Werkwijze	8
2. Regionale achtergrond	10
2.1 Stikstofdioxide (NO ₂)	10
2.2 Fijn stof (PM10)	11
2.3 Zwarte rook (ZR)	12
2.4 Zwaveldioxide (SO ₂)	12
2.5 Lood (Pb)	13
2.6 Koolstofmonoxide (CO)	13
2.7 Benzeen	13
2.8 Benzo(a)pyreen (BaP)	13
2.9 Overzicht knelpunten regionale achtergrond	14
3. Stadsachtergrond	15
3.1 Niveaus van luchtverontreiniging in stadsachtergrond	15
3.2 Opbouw concentratiebijdragen	16
3.3 Overzicht knelpunten stadsachtergrond	18
4. Straten en wegen in stedelijke omgeving	19
4.1 Inleiding	19
4.2 Het optreden van overschrijdingen langs drukke straten in steden	19
4.3 Typering van straten in de stedelijke omgeving waar knelpunten voorkomen	22
4.4 Knelpunten nabij straten in stedelijke omgeving	24
5. Autosnelwegen in stedelijke omgeving	25
5.1 Inleiding	25
5.2 Autosnelwegen op locaties aan de rand van een stad	25

5.3 Autosnelwegen welke de stad doorsnijden	28
5.4 Knelpunten rond autosnelwegen	30
6. Blootstelling van de bevolking	31
7. Gezondheidsevaluatie en risicoschatting	36
7.1 Luchtkwaliteit en gezondheid - algemeen	36
7.2 Conclusies gezondheidseffecten	43
8. Conclusies	44
Literatuur	46
Bijlage 1. Grenswaarden	47
Bijlage 2. Resultaten van de berekeningen met CAR	48
Bijlage 3. Toelichting bij het referentiescenario European Co-ordination	52
Bijlage 4. Verzendlijst	54

Samenvatting

De wet milieubeheer geeft aan dat zowel de rijksoverheid als de provinciale, regionale en gemeentelijke overheden een taak hebben in het bereiken en handhaven van een goede luchtkwaliteit. Voor een dergelijk decentraal en onderling afgestemd beleid is het van belang inzicht te hebben voor welke stoffen zich knelpunten voordoen, waar deze liggen en hoe deze zich op basis van het bestaande (inter)nationale beleid zullen ontwikkelen. Dit rapport is opgesteld ter ondersteuning van de beleidsafstemming centraal-decentraal rond de invoering van de nieuwe EU-regelgeving in Nederland.

De luchtkwaliteit op een specifieke locatie is het resultaat van emissies uit bronnen in de omgeving, maar ook van die elders in Nederland en het buitenland. In deze notitie wordt voor stikstofdioxide, fijn stof (PM10), zwarte rook, zwaveldioxide, lood, koolstofmonoxide, benzeen en benzo(a)pyreen een beeld van de luchtkwaliteits situatie geschetst met het accent op de typering van de huidige (basisjaar 1995) en de te verwachten (2010) overschrijding van EU of Nederlandse grenswaarden.

De luchtkwaliteit in stedelijke omgeving is opgebouwd uit drie ruimteschalen: regionale achtergrondconcentratie, stadsachtergrondbijdragen en de straatbijdragen. De regionale achtergrondconcentratie wordt gedomineerd door transport van luchtverontreiniging afkomstig van een groot aantal op min of meer grotere afstand gelegen Nederlandse en buitenlandse bronnen. De stadsachtergrondbijdrage is de gecumuleerde bijdrage van alle bronnen in de stad en hangt af van de specifieke kenmerken van de stad en de emissiedichtheid. De straatbijdrage, tenslotte, wordt veroorzaakt door de lokale bronnen op of naast de specifieke straat of verkeersweg, waarvan het effect afhankelijk kan zijn van omgevings- en verkeerskenmerken zoals bijvoorbeeld type bebouwing en aandeel vrachtverkeer.

De regionale achtergrondconcentratie voor het jaargemiddelde van NO₂ komt in 1995 alleen in de Randstad boven de EU-grenswaarde uit. In andere delen van Nederland kunnen de stads- en straatbijdragen tot gevolg hebben dat de grenswaarde wordt overschreden. Hoewel duidelijk verminderd zal in grote steden op verkeersdrukke punten ook in 2010 nog overschrijding kunnen voorkomen.

Bij de kortstondige blootstelling aan NO₂ is met name de bijdrage van de straat of van een snelweg in of aan de rand van een stad ervoor verantwoordelijk dat de Nederlandse grenswaarde wordt overschreden. Voor NO₂ worden de grenswaarden relatief vaker overschreden langs wegen waar hoge snelheden toegestaan zijn. In 2010 treden waarschijnlijk geen overschrijdingen van deze grenswaarde voor kortstondige blootstelling meer op.

De regionale achtergrondconcentratie in 1995 ligt in veel gevallen boven de EU of Nederlandse grenswaarden voor PM10. De fijn stof concentratie zal 10-15 % dalen in 2010. Dit heeft tot gevolg dat de grenswaarde nog steeds overschreden zal worden, zeker als grenswaarden nog stringenter worden dan nu.

De concentraties van zwarte rook, CO, benzeen en B(a)P liggen in de regionale en stadsachtergrond onder de grenswaarden. Alleen op straatniveau zal er in bepaalde situaties overschrijding van EU of Nederlandse normen plaatsvinden. Overschrijding van een grenswaarde is dikwijls het gevolg van een combinatie van ongunstige verkeerskenmerken (intensief verkeer, hoge snelheden) en ongunstige straatkenmerken (enkelzijdige bebouwing of streetcanyons).

Autosnelwegen (aan de rand van een stad en door een stad) hebben een aantal voor de luchtkwaliteit relevante verschillen in vergelijking met een gewone stadsweg. De verkeersintensiteit, het percentage zwaar verkeer en de gemiddelde rijnsnelheid zijn doorgaans hoger dan op een normale weg in de stad. In 1995 wordt bij drukke autosnelwegen in stedelijke gebieden overal de Nederlandse en de EU-norm overschreden. In 2010 zal dit voor de Nederlandse norm niet en voor de EU-norm veel minder en slechts in bepaalde situaties voorkomen: vooral bij filevorming en wegen met veel vrachtverkeer.

Gezien de (geschatte) concentraties van een aantal luchtverontreinigende stoffen en de overschrijdingen van gezondheidkundige EU-grenswaarden of WHO advieswaarden, mag worden geconcludeerd dat blootstelling aan buitenluchtverontreiniging voor de Nederlandse bevolking gezondheidsrisico's inhoudt. Voor een aantal grenswaarden geldt dat ook bij afwezigheid van overschrijding nog een steeds substantieel gezondheidsrisico kan bestaan. De belangrijkste in deze notitie besproken stoffen vanuit het oogpunt van gezondheidsrisico's zijn: NO₂ (jaargemiddeld), PM10 (daggemiddeld, jaargemiddeld), benzeen (jaargemiddeld), en benzo(a)pyreen (jaargemiddeld). Vanwege hogere concentraties zijn de gezondheidsrisico's voor mensen wonend in een verkeersdrukke straat waarschijnlijk het grootst, gevolgd door de stad respectievelijk de regionale gebieden. In 2010 nemen de gezondheidsrisico's in omvang af, maar verdwijnen niet.

Verondersteld wordt dat verkeersemmissies een belangrijke bijdrage leveren aan de concentraties. De precieze omvang van de hiermee verbonden gezondheidsrisico's is echter nog niet te kwantificeren.

1. Inleiding

In de Europese Unie vindt een herziening van de luchtkwaliteitsnormen plaats. Deels zijn nieuwe grenswaarden van kracht geworden, te weten voor SO₂, NO₂, PM₁₀, lood (Pb). Voor benzeen, benzo(a)pyreen en koolstofmonoxide zijn nieuwe grenswaarden in voorbereiding. Ook voor ozon ligt er een voorstel van de Europese commissie met nieuwe grenswaarden. In dit rapport wordt op basis van bestaand materiaal en bestaande scenario's aangegeven in welke situaties overschrijding van de bestaande en nieuwe grenswaarden te verwachten is, voor Nederland als geheel, in steden of in drukke straten. Tevens wordt een indicatie gegeven van de gezondheidseffecten bij al dan niet overschrijding van de grenswaarden. Tevens is zwarte rook behandeld, hoewel de grenswaarden hiervoor niet herzien worden. Omdat dit rapport zich beperkt tot knelpunten van primaire, direct geëmitteerde, componenten is er geen aandacht besteed aan bijvoorbeeld ozon, wat niet wil zeggen dat deze stof uit het oogpunt van gezondheidseffecten minder belangrijk is.

De luchtkwaliteit wordt beïnvloed door emissies van luchtverontreinigende stoffen uit een veelheid aan bronnen. De luchtkwaliteit op een specifieke locatie is het resultaat van emissies uit bronnen in de omgeving, maar ook van die elders in Nederland, en van meteo-invloeden. Vanwege de hoge emissiedichtheid in stedelijke omgeving komen (vooral verkeersgerelateerde) stoffen daar in verhoogde concentraties voor. Door de relatief beperkte afmeting van Nederland ten opzichte van de transportsnelheid van lucht is daar echter de grootschalige bijdrage en zelfs de bijdrage van het buitenland doorgaans niet verwaarloosbaar.

De wet milieubeheer geeft aan dat zowel de rijksoverheid als de provinciale, regionale en gemeentelijke overheden een taak hebben in het bereiken en handhaven van een goede luchtkwaliteit. Voor een dergelijk decentraal en onderling afgestemd beleid is het van belang inzicht te hebben bij welke stoffen zich knelpunten voordoen, waar deze liggen en hoe deze zich op basis van het bestaande (inter)nationale beleid zullen ontwikkelen. In 2001 moet de nieuwe EU-regelgeving voor de luchtkwaliteit in Nederland zijn geïmplementeerd. In het kader van het VROM-project 'Plan van Aanpak Stedelijke Luchtkwaliteit' vindt afstemming over de taken plaats tussen de verschillende overheidslagen. Ter ondersteuning van de implementatie zijn de huidige en toekomstige (2010) knelpunten in de luchtkwaliteit in Nederland en de daaraan gekoppelde gezondheidseffecten beschreven.

1.1 Grenswaarden

Om de negatieve effecten op de volksgezondheid te beperken tot aanvaardbare niveaus zijn in Nederland voor een reeks stoffen wettelijke grenswaarden voor de concentraties in de lucht vastgesteld. Nederland hoort tevens te voldoen aan de grenswaarden die voor de EU gelden. Op dit ogenblik zijn de Nederlandse grenswaarden doorgaans strenger dan de oude grenswaarden van de EU. Binnen de EU is echter een algehele herziening van deze grenswaarden aan de orde. De zogenaamde 'kaderrichtlijn' met algemene bepalingen is reeds van kracht, de eerste tranche van de stofspectifieke 'dochterrichtlijnen' zijn goedgekeurd en er is een tweede serie in voorbereiding. De grenswaarden in de nieuwe EU-richtlijnen, die vergelijkbaar of strenger zijn dan de huidige Nederlandse, moeten binnen de daarvoor aangegeven termijnen in de Nederlandse wetgeving worden overgenomen.

Bij korte blootstelling aan piekwaarden kunnen acute gezondheidseffecten optreden en langdurige blootstelling aan meer gemiddelde concentratieniveaus kan leiden tot chronische gezondheidseffecten. Afhankelijk van de stof zijn er daarom grenswaarden gesteld voor acute blootstelling (bijvoorbeeld voor het 98-percentiel van uurwaarden of daggemiddelden) en/of voor chronische blootstelling (bijvoorbeeld 50-percentiel van uurwaarden of

jaargemiddelden). Een overzicht van voor deze notitie relevante grenswaarden is gegeven in bijlage 1.

De definitie van sommige EU-grenswaarden voor acute blootstelling wijkt af van de definitie van de huidige Nederlandse en/of Europese grenswaarden (overschrijding een aantal malen toegestaan e.d.). Voor een aantal van de grenswaarden ontbreekt nog het instrumentarium om overschrijding statistisch te toetsen. Daar waar mogelijk wordt er over deze laatste categorie grenswaarden wel een kwalitatieve opmerking gemaakt over het meer of minder stringent zijn ten opzichte van de wel kwantitatief behandelde grenswaarden.

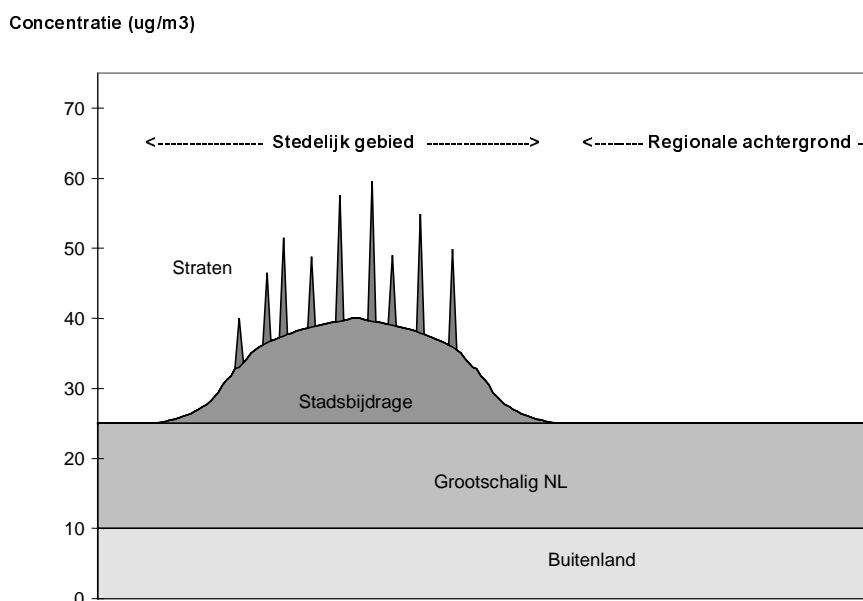
1.2 Werkwijze

In deze notitie zal voor stikstofdioxide, fijn stof, zwarte rook, zwaveldioxide, lood, koolstofmonoxide, benzeen en benzo(a)pyreen een beeld van de luchtkwaliteitsituatie worden geschetst met het accent op de typering van de huidige (basisjaar 1995) en de verwachte toekomstige (2010) overschrijding van grenswaarden. De berekeningen voor 2010 zijn uitgevoerd aan de hand van het door CPB en RIVM gebruikte scenario European Co-ordination (EC) en emissieontwikkelingen als gevolg van maatregelen in Nederland en het buitenland. De maatregelen en economische scenario's zijn grotendeels overeenkomstig MV4 (RIVM, 1997b), met dien verstande dat ze zijn geactualiseerd met enkele sindsdien tot stand gekomen maatregelen. Het volledig overzicht van dit scenario is in bijlage 3 toegelicht. Daarnaast was het, door het ontbreken van daarvoor noodzakelijke gegevens, in de MV4 niet altijd mogelijk het effect van alle maatregelen op de achtergrondconcentraties volledig te berekenen en is dit daar deels door schattingen uitgevoerd. Inmiddels zijn wel alle gegevens aanwezig en zijn de concentraties met de volledige set van maatregelen herberekend. Daardoor kunnen de gegevens in deze notitie afwijken van hetgeen in de MV4 is vermeld.

De geschetste beelden zijn gebaseerd op een combinatie van modellen en van metingen. De gebruikte metingen zijn afkomstig van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) aangevuld met gegevens van provinciale en gemeentelijke meetnetten. Ter bepaling van de bijdrage van broncategorieën wordt gebruik gemaakt van de emissiegegevens en modelberekeningen uit de Milieubalans en Milieuverkenning (OPS en CAR-VMK (RIVM 1997a)).

Voor componenten met een hoge meetnetdichtheid worden de regionale concentratievelden bepaald door interpolatie van de metingen op regionale locaties van het LML. Zijn er onvoldoende meetlocaties dan wordt het ruimtelijk concentratiebeeld berekend met het OPS-model. De stadsachtergrond wordt berekend uit de diameter van de stad en de gemiddelde concentratietoename (t.o.v. de regionale achtergrond) per kilometer bebouwing. Deze wordt jaarlijks bepaald uit de metingen op de stadsachtergrondlocaties van het LML. De niveaus in straten zijn berekend met behulp van het CAR-model en Verkeersmilieukaarten van 23 steden in Nederland. De verkeersemisatie wordt berekend uit het aantal per etmaal en de soort voertuigen, de gemiddelde snelheid en de daarbij behorende emissiefactoren. Uit de emissie wordt de concentratie berekend rekening houdend met het straattypen, de aanwezigheid van bomen, de afstand tot de weg en de regionale verschillen in windsnelheid. De 23 steden met Verkeersmilieukaarten kunnen worden beschouwd als een representatieve steekproef van alle steden in Nederland met meer dan 40 duizend inwoners. Door middel van extrapolatie worden uitspraken voor alle steden in Nederland gedaan.

De lokale overschrijdingen rond specifieke industriële installaties zijn geen onderwerp van deze notitie; de situatie is hier namelijk afhankelijk van de toevallige ontwikkeling van die ene bron.



Figuur 1.1 Schematische weergave van de luchtkwaliteit in de diverse ruimteschalen; als voorbeeld is het jaargemiddelde van NO₂ genomen.

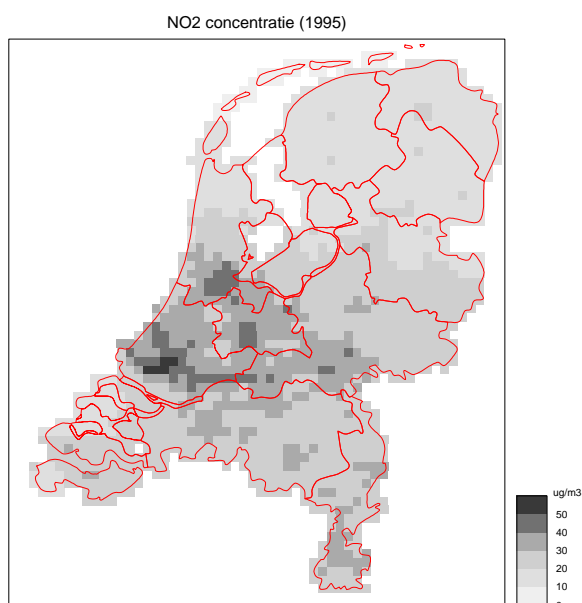
Figuur 1.1 geeft schematisch weer hoe de luchtkwaliteit in stedelijke omgeving is opgebouwd. Hierin zijn drie specifieke ruimteschalen te onderscheiden. Er is een **regionale achtergrondconcentratie**, deels veroorzaakt door grootschalige Nederlandse bronnen deels door een buitenlandse bijdrage. Daar bovenop is een **stadsbijdrage** te onderscheiden, veroorzaakt door de relatief hoge emissiedichtheid in de stad als geheel. In een drukke **straat** zal, afhankelijk van de specifieke situatie in de straat zelf, een extra verhoging kunnen optreden en dus de kans op overschrijden van grenswaarden het grootst zijn. Per ruimteschaal zal in de volgende hoofdstukken in verder detail op de knelpunten in de luchtkwaliteit worden ingegaan. Specifieke knelpunten kunnen zich ook voordoen rond autosnelwegen, vooral als deze interacteren met de stedelijke omgeving. In hoofdstuk 5 zal hier nader op worden ingegaan. In hoofdstuk 6 wordt een indruk gegeven van de blootstelling van de bevolking aan de in Nederland optredende niveaus. Tot slot zal in hoofdstuk 7 een overzicht gegeven worden van de gezondheidseffecten die verbonden zijn aan (stedelijke) luchtverontreiniging.

2. Regionale achtergrond

In de nabijheid van een emissiebron of in de directe nabijheid van een weg wordt de concentratie van een stof in sterke mate beïnvloed door deze specifieke bron en de lokale atmosferische verspreiding. Accumulatie van deze omstandigheden doet zich voor in een industriegebied of in een stad. Buiten de directe invloedssfeer van lokale bronnen en de genoemde accumulatiegebieden spreken we van de zogenoemde regionale achtergrondconcentratie. Hier wordt de luchtkwaliteit gedomineerd door transport van luchtverontreiniging afkomstig van een groot aantal op min of meer grotere afstand gelegen Nederlandse en buitenlandse bronnen. Door regionale variaties in de urbanisatie- en industrialisatiegraad of als functie van de afstand tot grote buitenlandse brongebieden (bijvoorbeeld ten opzichte van het Roergebied) komen ook in de regionale achtergrond ruimtelijke concentratiegradiënten voor. Hieronder wordt per stof de regionale achtergrondconcentratie besproken.

2.1 Stikstofdioxide (NO₂)

In de regionale achtergrond varieert het 98-pct van uurwaarden (piekwaarden) van NO₂ van ca. 45 µg/m³ in noord Nederland tot ca. 80 µg/m³ in delen van de Randstad (RIVM, 1997a). Voor het basisjaar 1995 is er dus geen sprake van overschrijding van de Nederlandse grenswaarde van 135 µg/m³. Omdat de verwachting is dat de niveaus van NO₂ enigszins zullen dalen is ook in 2010 geen overschrijding van deze grenswaarde te verwachten. De EU heeft een grenswaarde vastgesteld voor de uurgemiddelde waarde van 200 µg/m³ (die 18 maal per jaar mag worden overschreden). Op basis van de huidige metingen blijkt dat deze norm qua stringentheid is te vergelijken met bovenstaande Nederlandse norm voor het 98-percentiel en dus ook geen overschrijding van deze EU-norm is te verwachten. Het beeld is minder gunstig bij de jaargemiddelde concentratie van NO₂, relevant voor mogelijke chronische effecten. Er is nu in Nederland geen grenswaarde gesteld voor de jaargemiddelde concentratie, maar er is wel een EU-grenswaarde van 40 µg/m³ vastgesteld.



Figuur 2.1 Regionale jaargemiddelde achtergrondconcentratie van NO₂ in 1995

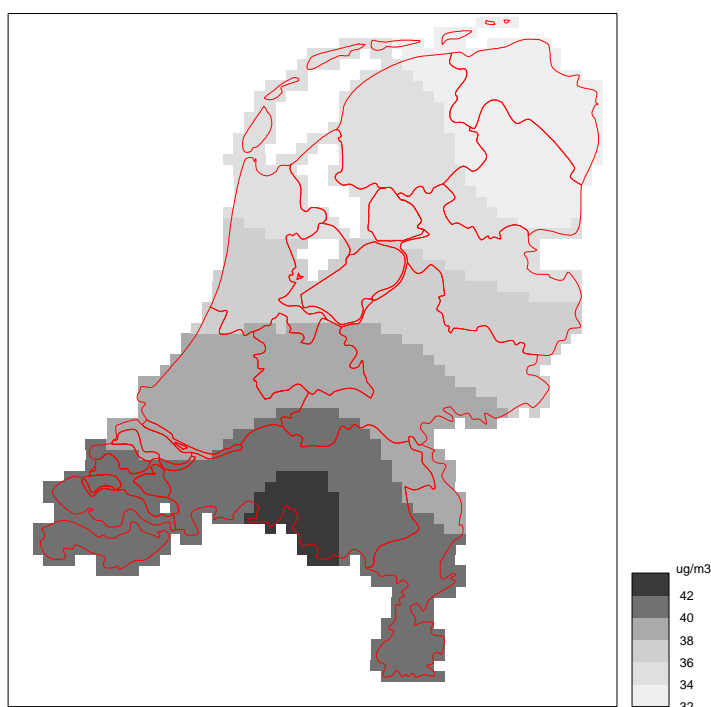
De jaargemiddelde concentratie van NO_2 varieert van ca. $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in de noordelijke provincies, ca. $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor grote delen van de zuidelijke helft van Nederland, tot meer dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in delen van de Randstad met hoge verkeersdichtheid. In figuur 2.1 is voor het basisjaar 1995 weergegeven, waar de regionale achtergrondconcentratie van NO_2 de EU-grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het jaargemiddelde overschrijdt. Het gebied met overschrijding in de regionale achtergrond bedraagt naar schatting 500 km^2 .

De bijdrage van het buitenland aan de concentratie van NO_2 in Nederland is gemiddeld ca. 35%. Van de Nederlandse bronnen is het verkeer met een bijdrage van 45% aan de totale concentratie verreweg dominant.

Door de maatregelen in Nederland en omliggende landen zal de situatie er in 2010 een stuk gunstiger uitzien (MV4, zie ook bijlage 2). De regionale achtergrondconcentraties dalen met enkele tientallen procenten. De hoogste niveaus komen ook dan voor in de Randstad en blijven buiten de stedelijke en industriële gebieden waarschijnlijk onder de EU-grenswaarde.

2.2 Fijn stof (PM10)

De jaargemiddelde regionale achtergrondconcentratie van PM10 (fijn stof) voor het basisjaar 1995 varieert van ca. $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in noord Nederland tot ca. $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in zuid Nederland (zie figuur 2.2; RIVM, 1997a). Er is dus sprake van grootschalige overschrijding (ca. 10.000 km^2) van de Nederlandse grenswaarde (en de nieuwe EU-norm die daar gelijk aan is) van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het jaargemiddelde. De resultaten van modelberekeningen van de concentratie van fijn stof op basis van de beschikbare emissiegegevens liggen afhankelijk van de locatie ruwweg 25 tot 50 % lager dan de gemeten waarden. Dit betekent dat de kennis van fijn stof (emissies en modellen) onvolledig is (Bloemen et al, 1998). Mogelijk worden natuurlijke bronnen (in de grove fractie) en antropogene bronnen (in de fijnere fractie) van PM10 onvolledig meegenomen. De huidige kennis wijst erop dat de bijdrage van buitenlandse bronnen groter is dan die van Nederlandse bronnen (ruwweg tweederde van de regionale concentratie).



Figuur 2.2 Regionale jaargemiddelde achtergrondconcentratie van PM10 in 1995.

De EU heeft met ingang van 2005 een grenswaarde vastgesteld van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de jaargemiddelde concentratie van fijn stof en $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als daggemiddelde concentratie (mag 35 maal per jaar worden overschreden). Kwantitatieve evaluatie van deze daggemiddelde norm is in het kader van deze notitie niet mogelijk. Kwalitatief kan worden geconcludeerd op basis van de huidige metingen van fijn stof dat de dagnorm strenger is en overeenkomt met een jaargemiddelde van ruwweg $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In de EU is indicatief een grenswaarde voor 2010 voorgesteld van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de jaargemiddelde concentratie van fijn stof. Het ligt in de bedoeling in 2003 een evaluatie van deze indicatieve grenswaarde te doen op basis van de dan aanwezige effectgegevens en vervolgens een definitieve grenswaarde voor 2010 vast te stellen.

De jaargemiddelde concentratie van fijn stof zal tussen nu en 2010 naar verwachting met 10% à 15% dalen. Daarmee zal in de regionale achtergrond het niveau ook in zuidelijk Nederland tot onder de huidige norm dalen. Echter in vergelijking met de mogelijk dan van kracht wordende (indicatieve) grenswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is er in zuid Nederland een overschrijding tot bijna een factor twee en zelfs in noord Nederland van ca. 50%.

Vanwege de onzekerheid rondom de bronnen van fijn stof en de onzekerheid over de fractie van fijn stof die gezondheidseffecten veroorzaakt, worden in de EU-regelgeving ook metingen van PM_{2,5} voorzien. Mogelijk is PM_{2,5} een betere indicator voor de gezondheidseffecten en is de bijdrage van natuurlijke bronnen aan de PM_{2,5}-concentratie kleiner dan aan de PM₁₀-concentratie. De Nederlandse PM_{2,5}-niveaus zijn nog maar beperkt bekend. Uit eerste systematische metingen gedurende een jaar op 6 meetpunten blijkt dat de concentratie van PM_{2,5} gemiddeld ruwweg 65% bedraagt van de PM₁₀-concentratie. Tijdens episoden ligt deze verhouding doorgaans hoger. In de nabije toekomst zullen door de voortschrijdende metingen de inzichten verder worden verbeterd en kan de nu gebruikte ruwe indicatie worden gepreciseerd. Het is echter niet waarschijnlijk dat voor Nederland een ander ruimtelijk beeld ontstaat van de knelpunten als PM_{2,5} in plaats van PM₁₀ als indicator wordt gekozen.

2.3 Zwarte rook (ZR)

In 1995 bedroeg de regionale achtergrond van het 98-pct van 24-uurswaarden (piekwaarden) van zwarte rook ca. $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in de noordelijke helft; ca. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in de zuidelijke helft van Nederland, met in Zuid-Limburg waarden van ca. $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze gradiënt wordt veroorzaakt doordat in noord Nederland de relatieve afstand tot binnen- en buitenlandse bronnen het grootst is. In de regionale achtergrond liggen de concentraties een factor twee of meer onder de Nederlandse grenswaarde (98-pct 24-uurswaarden) van $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De EU heeft geen nieuwe grenswaarden voor zwarte rook vastgesteld; de oude blijven echter nog wel van kracht.

De prognose voor 2010 van het 98-pct van 24-uurswaarden van de achtergrondconcentratie van zwarte rook laten een daling zien (ruim een factor 3) ten opzichte van 1995.

2.4 Zwaveldioxide (SO₂)

In de regionale achtergrond varieert het 98-pct van 24-uurswaarden (piekwaarden) van zwaveldioxide in het basisjaar 1995 van ca. $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in noordoost Nederland en ca. $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in de Randstad, delen van Brabant en Zuid-Limburg, tot boven de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in de nabijheid van het Rijnmondgebied en in delen van Zeeuws-Vlaanderen. De hoogste waarden in de regionale achtergrond worden veroorzaakt door de invloed van industriële emissies van hoge bronnen in Nederland en België. Zelfs deze relatief hoge waarden liggen meer dan een factor drie onder de Nederlandse grenswaarde van $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De nieuwe EU-norm voor de uurgemiddelde waarde ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die 24 maal per jaar mag worden overschreden) is qua stringentheid te vergelijken met de Nederlandse norm voor het 98-percentiel. De EU-norm

voor de 24-uursgemiddelde waarde ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die 3 maal per jaar mag worden overschreden) is in ieder geval strenger, maar uit een kwalitatieve beschouwing lijkt de kans beperkt dat deze tot overschrijdingen leidt.

Gemiddeld over Nederland draagt het buitenland ca 70% bij aan de jaargemiddelde concentratie van SO_2 . De grootste broncategorie in Nederland is verkeer en vervoer met een bijdrage van ca 15% aan het totaal.

De prognoses voor 2010 laten een daling van de piekwaarden in de regionale achtergrondconcentratie zien met ongeveer een factor twee.

2.5 Lood (Pb)

De jaargemiddelde concentratie van lood in de regionale achtergrond ligt in 1995 globaal een factor twintig onder de Nederlandse en de daaraan gelijke Europese grenswaarde van $500 \text{ ng}/\text{m}^3$. Zowel in 1995 als in 2010 is er geen sprake van knelpunten.

2.6 Koolstofmonoxide (CO)

In de regionale achtergrond varieert het 98-pct van 8-uurswaarden (piekwaarden) van koolstofmonoxide in het basisjaar 1995 van ca. $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ in de noordelijke provincies tot ca. $1,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ in de Randstad. Dit is overal ruim onder de Nederlandse grenswaarde van $6 \text{ mg}/\text{m}^3$. De prognose voor 2010 laat bijna een halvering van de concentratie zien. CO levert dus geen knelpunt op in de regionale achtergrond.

2.7 Benzeen

De jaargemiddelde regionale achtergrondconcentratie van benzeen in 1995 varieert van minder dan $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in noord Nederland tot ca. $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in delen van de Randstad. Dit is laag in vergelijking tot de Nederlandse grenswaarde van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ of de voorgestelde toekomstige EU-grenswaarde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De bijdrage van het buitenland en van Nederlandse bronnen (vooral verkeer, consumenten en energiesector) is ongeveer even groot.

De prognose voor 2010 ligt ongeveer een factor drie onder de huidige niveaus. Ook benzeen levert dus geen knelpunten op in de regionale achtergrondconcentratie.

2.8 Benzo(a)pyreen (BaP)

De concentratie van B(a)P en andere polycyclische aromatische koolwaterstoffen wordt slechts op een beperkt aantal meetpunten gemeten. De regionale achtergrondconcentratie van B(a)P is niet nauwkeurig bekend, omdat de meetpunten in min of meer lokaal belaste (industriële) omgeving liggen. Naar schatting bedraagt de jaargemiddelde regionale concentratie $0,2$ à $0,3 \text{ ng}/\text{m}^3$ met mogelijk in zuidoostelijk Nederland wat verhoogde waarden door buitenlandse invloeden. Deze ligt ruim onder de Nederlandse grenswaarde voor het jaargemiddelde van $1 \text{ ng}/\text{m}^3$. Ook in de toekomst zijn hier geen knelpunten te verwachten. De prognose voor 2010 laat een daling met een factor drie zien.

2.9 Overzicht knelpunten regionale achtergrond

In onderstaand schema is een overzicht gegeven van de knelpunten in de regionale achtergrond. In 1995 doen zich alleen knelpunten voor bij NO₂ en PM10. In 2010 zal de zeer stringente indicatieve EU-grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie van PM10 (20 µg/m³) in geheel Nederland worden overschreden.

Tabel 2.1 *Overzicht knelpunten in de regionale achtergrond*

Component	Overschrijding grenswaarde	
	1995	2010
NO ₂ : NL-grenswaarde	-	-
NO ₂ : EU-grenswaarde	Delen van de Randstad	-
PM10: NL- en EU-grenswaarde	Zuid Nederland	-
PM10: EU toekomstige indicatieve grenswaarde	Geheel Nederland	Geheel Nederland
Zwarte rook	-	-
SO ₂	-	-
Pb	-	-
CO	-	-
Benzeen	-	-
B(a)P	-	-

3. Stadsachtergrond

3.1 Niveaus van luchtverontreiniging in stadsachtergrond

Door de verhoogde emissiedichtheid van de stad zijn de concentraties van luchtverontreiniging in de steden over het algemeen hoger dan in de omringende regio. Het concentratieniveau in de stad, de stadsachtergrond genoemd, is de som van de grootschalige achtergrond in de regio en de gecumuleerde bijdrage van alle bronnen in de stad. De toename in de stad hangt onder andere af van het karakter van een stad (industriestad of 'slaapstad'), de omvang van de stad, de verkeersaantrekkende werking (omvang gewest) en de emissiedichtheid. Tabel 3.1 geeft een schatting van de invloed van omvang van de stad en de grootschalige achtergrond.

Tabel 3.1 Regionale achtergrondconcentraties en stedelijke bijdragen per stof, regio en afhankelijk van de grootte van een stad

1995				Regio			Grote stad		
Stof	Norm	Eenheid		Noord-Ned.	Zuid-Ned.	Randstad	(*1000 inwoners)		
							40-100	100-300	4 grote steden
NO ₂	Gemiddeld	40	µg m ⁻³	18	25	29	7	15	19
NO ₂	98p (1h)	135	µg m ⁻³	56	67	73	9	17	22
PM10	gemiddeld	20, 40	µg m ⁻³	35	42	40	1	2	2
Zwarte rook	98p (24h)	90	µg m ⁻³	34	40	39	6	12	15
SO ₂	98p (24h)	250	µg m ⁻³	18	34	29	7	15	19
CO	98p (8h)	6000	µg m ⁻³	1000	1000	1000	300	600	750
Benzeen	gemiddeld	5, 10	µg m ⁻³	1,1	1,3	1,4	1	2	2
B(a)P	Gemiddeld	1	ng m ⁻³	0,25	0,25	0,25	0,10	0,20	0,25

2010				Regio			Grote stad		
Stof	Norm	Eenheid		Noord-Ned.	Zuid-Ned.	Randstad	(*1000 inwoners)		
							40-100	100-300	4 grote steden
NO ₂	Gemiddeld	40	µg m ⁻³	10	15	18	6	12	15
NO ₂	98p (1h)	135	µg m ⁻³	43	51	55	8	15	19
PM10	gemiddeld	20, 40	µg m ⁻³	29	34	33	0,6	1,2	1,5
Zwarte rook	98p (24h)	90	µg m ⁻³	10	11	11	2	3	4
SO ₂	98p (24h)	250	µg m ⁻³	8	18	14	3	6	7
CO	98p (8h)	6000	µg m ⁻³	600	600	600	220	440	550
Benzeen	gemiddeld	5, 10	µg m ⁻³	0,3	0,4	0,5	0,2	0,4	0,5
B(a)P	Gemiddeld	1	ng m ⁻³	0,08	0,08	0,08	0,04	0,08	0,10

In de tabel is een gemiddelde voor de regionale achtergrond gegeven voor noord en zuid Nederland en de Randstad. Verder is voor een kleine stad, een middelgrote stad en voor de vier grote steden de extra bijdrage gegeven die de stad zelf zal veroorzaken. Door voor deze verschillende regio's de regionale achtergrond met de bijdrage van een stad met bepaalde

omvang te combineren wordt een indicatie verkregen van de concentratie in de stadsachtergrond zoals die in Nederland voorkomt.

De bijdrage van de stad is ten opzichte van de al heersende regionale achtergrond merkbaar bij het jaargemiddelde van NO₂, zwarte rook en SO₂ en groot bij CO, benzeen en B(a)P. Het belang van de stadsbijdrage ten opzichte van de regionale achtergrond neemt tot 2010 nog toe bij CO en het jaargemiddelde van NO₂.

Overschrijding van grenswaarden komt in 1995 in de stadsachtergrond alleen voor bij het jaargemiddelde van NO₂ en het jaar- en daggemiddelde van PM10. In 2010 liggen de daggemiddelde concentraties van PM10 rond de norm, maar de jaargemiddelden van PM10 komen duidelijk uit boven de aangescherpte (indicatieve) EU-grenswaarde. De EU-norm voor de uurgemiddelde waarde voor NO₂ (200 µg/m³ die 18 maal per jaar mag worden overschreden) blijkt qua stringentheid te vergelijken met de Nederlandse norm voor het 98-percentiel en lijkt dus niet tot knelpunten te leiden.

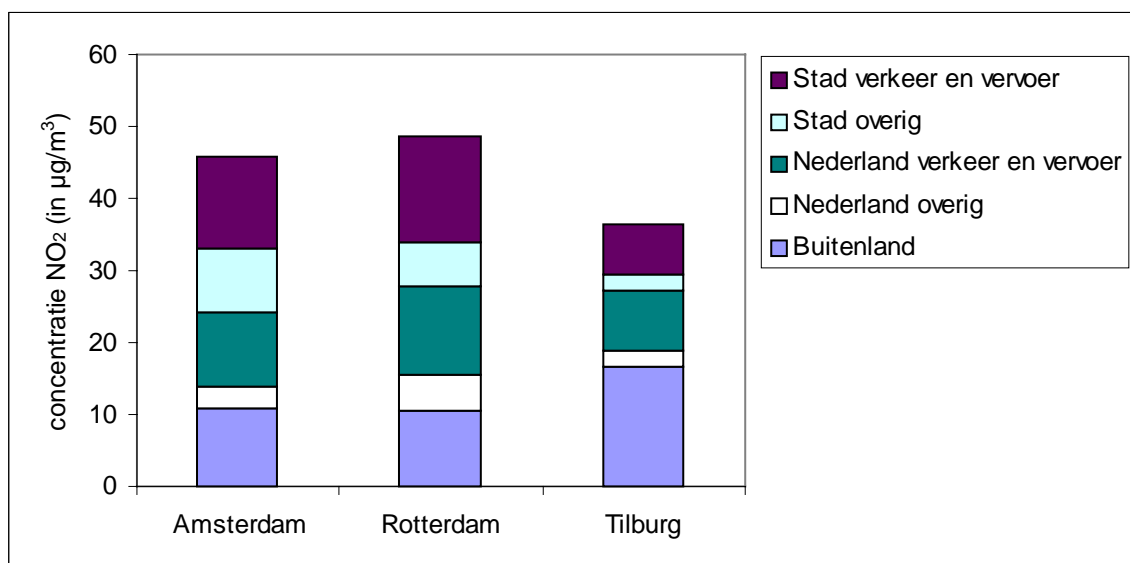
Voor PM10 is er geen grote extra bijdrage van de stad. In 2010 zal zowel in de regionale achtergrond als in de stadsachtergrond geen overschrijding van de Nederlandse en nieuwe EU jaargemiddelde norm van 40 µg/m³ meer optreden. Overschrijding van de daggemiddelde norm is mogelijk en van de indicatieve EU-norm van 20 µg/m³ zeker ruimschoots aan de orde.

De jaargemiddelde concentratie van NO₂ is in het basisjaar 1995 in de regionale achtergrond alleen in delen van de Randstad een probleem. In stedelijke omgeving in de Randstad zal echter zelfs in kleine steden de concentratie doorgaans in de buurt van de hiervoor geldende EU-grenswaarde liggen. De stadsachtergrond in de middelgrote en in de 4 grote steden liggen duidelijk boven de norm. Verder zal de jaargemiddelde concentratie voor NO₂ in middelgrote steden in zuid Nederland rond de grenswaarde liggen. In 2010 is de situatie verbeterd, zodat alleen de vier grote steden in de Randstad in de buurt van de norm komen. Voor lood ligt de regionale achtergrond meer dan een factor tien onder de EU en Nederlandse norm. Door het toenemende gebruik van loodvrije benzine zal de extra bijdrage van de stad nog maar tot 10 tot 20% verhoging leiden, zodat geen normoverschrijding meer plaatsvindt.

3.2 Opbouw concentratiebijdragen

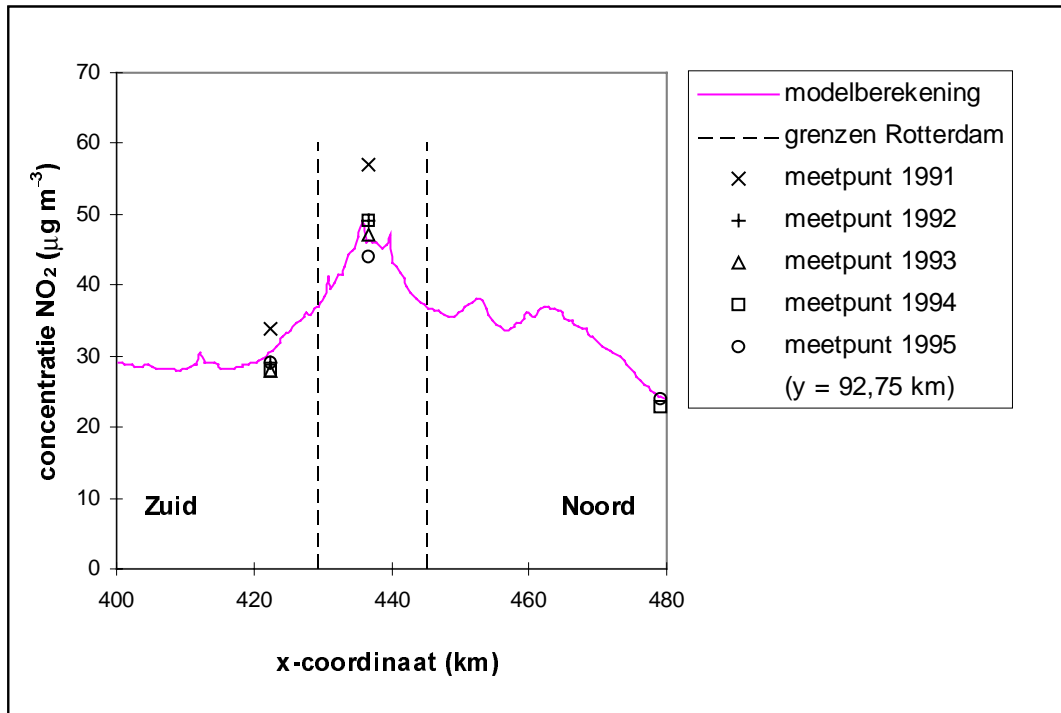
De bronnen die bijdragen aan de concentratie in het centrum van een stad, kunnen worden onderscheiden naar schaalniveau (binnen de stad, buiten de stad en in het buitenland) en naar doelgroep (huishoudens, handel-diensten-overheid, verkeer en vervoer, industrie, etc.). Het aandeel per schaalniveau of doelgroep is afhankelijk van de stof en de kenmerken van de stad. In figuur 3.1 is de opbouw van de concentraties van NO_x weergegeven voor Amsterdam, Rotterdam en Tilburg in 1995 (RIVM, 1998b).

De bijdrage van bronnen binnen de stad neemt toe met de omvang van de stad. De verhouding tussen verkeer en overige bronnen kan per stad verschillen. Er is een zeker effect van de omvang, maar ook heel specifieke stadskenmerken kunnen van invloed zijn. Amsterdam en Rotterdam kennen een relatief grote bijdrage van de doelgroep handel-diensten-overheid. De grootschalige achtergrond is in Tilburg hoger dan in Amsterdam en Rotterdam door een grotere buitenlandse bijdrage. De weergegeven concentraties gelden voor een locatie in het centrum van de stad zonder specifieke nabije bronnen. De verkeersbijdrage op deze locatie ontstaat door cumulatie van bijdragen van een groot aantal wegen in de stad, elke weg afzonderlijk levert slechts een geringe bijdrage. Voor ander stoffen dan NO_x kunnen de verhoudingen totaal anders liggen (zie tabel 3.1).



Figuur 3.1. Opbouw van concentratie NO_2 in 1995 in het centrum van Amsterdam, Rotterdam en Tilburg (RIVM, 1998b).

Ter verdere illustratie van de invloed van een stad op de concentratie is in figuur 3.2 een noord-zuid doorsnede weergegeven van het concentratieprofiel van het jaargemiddelde voor NO_2 in West-Nederland. Het profiel is met modelberekeningen verkregen met een resolutie van 500 m (Pruppers et al., 1996). Het profiel loopt van de Belgische grens dwars door het centrum van Rotterdam naar de Noordzeekust. De stad beïnvloedt ook de concentratie buiten de stadsgrenzen. Op een afstand van ca 5 km van de stadsgrens gaat het niveau over in de regionale achtergrond waarde. De noord- en zuidflanken in de afbeelding nemen minder snel af door de nabijheid van andere steden. Op de zuidflank zijn dat onder andere Barendrecht en Dordrecht. De noordflank wordt door een groot aantal steden in de Randstad beïnvloed. Zoetermeer en Leiden, eveneens doorsneden door het profiel, zijn individueel duidelijk zichtbaar. De lokale pieken in het profiel komen overeen met drukke Rijkswegen. Opgemerkt zij dat deze pieken zijn afgevlakt als gevolg van de gebruikte resolutie van 500 m. Op enkele tientallen meters afstand van de weg zijn de concentraties aanzienlijk hoger dan weergegeven. Drukke verkeerswegen in de stad worden bij de hier gebruikte methode niet zichtbaar. Waren de berekeningen met een hogere resolutie uitgevoerd dan had de stad in het profiel het uiterlijk van een speldenkussen gekregen, zoals schematisch weergegeven in Hoofdstuk 1.



Figuur 3.2 *Dwarsdoorsnede van NO₂-concentratie in West-Nederland (in het gebied tussen de onderbroken lijnen ligt Rotterdam)*

3.3 Overzicht knelpunten stadsachtergrond

In onderstaand schema is een overzicht gegeven van de knelpunten in de stadsachtergrond. In 1995 doen zich alleen knelpunten voor bij NO₂ en PM₁₀. In vergelijking met de knelpunten in de regionale achtergrond kunnen in de stadsachtergrond ook overschrijdingen voorkomen in de Randstad. In 2010 zal de indicatieve EU-grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie van PM₁₀ (20 µg/m³) in geheel Nederland worden overschreden.

Tabel 3.2 *Overzicht knelpunten in de stadsachtergrond*

Component	Overschrijding grenswaarde	
	1995	2010
NO ₂ : NL-grenswaarde	-	-
NO ₂ : EU-grenswaarde	Steden in de Randstad	-
PM ₁₀ : NL- en EU-grenswaarde	Steden in Zuid Nederland en Randstad	-
PM ₁₀ : EU toekomstige indicatieve grenswaarde	Steden in geheel Nederland	Steden in geheel Nederland
Zwarte rook	-	-
SO ₂	-	-
Pb	-	-
CO	-	-
Benzeen	-	-
B(a)P	-	-

4. Straten en wegen in stedelijke omgeving

4.1 Inleiding

Ook als de achtergrondconcentratie in een stad ruim onder de grenswaarden ligt, kunnen in (drukke) straten en wegen overschrijdingen optreden. Dit hoofdstuk gaat in op de invloed van een enkele verkeersweg in een stedelijke omgeving op de luchtkwaliteit in de nabije omgeving van die weg (tot enkele tientallen meters).

De concentraties worden onder andere bepaald door het type verkeer en de omgeving. Overschrijding van een grenswaarde is afhankelijk van de stof het gevolg van een combinatie van twee of drie factoren. In dit hoofdstuk wordt inzicht gegeven in de omvang van de knelpunten, de situaties die moeten worden vermeden om overschrijding te voorkomen, en grootte van de kans dat bij een bepaald type wegvak overschrijding van normen optreedt.

De beschouwde factoren betreffen:

Omgeving van de weg

- de grootschalige achtergrondconcentratie in de regio waarin de stad is gelegen
- de bijdrage van de stad als geheel, afhankelijk van de omvang van de stad
- de windsnelheid
- het type bebouwing in de straat, die onder andere de invloed van de wind bepaald
- de afstand tot de verkeersweg

Verkeer op de weg

- gemiddelde verkeersintensiteit per etmaal
- gemiddelde verkeerssnelheid per auto
- aandeel zwaar verkeer (vrachtauto's en bussen)

Met behulp van het CAR-model en Verkeersmilieukaarten van 23 steden in Nederland zijn concentraties nabij een groot aantal verkeerswegen berekend voor het heden (basisjaar 1995) en de toekomst (EC-2010). De beschikbare steden vormen een representatieve steekproef van alle steden in Nederland met meer dan 40 duizend inwoners. Door middel van extrapolatie worden uitspraken voor alle steden in Nederland gedaan.

4.2 Het optreden van overschrijdingen langs drukke straten in steden

Drukke verkeerswegen in steden hebben in het algemeen de hoogste concentraties van luchtverontreinigende stoffen zoals NO₂, benzeen, CO, zwarte rook en B(a)P. Dit geldt in mindere mate voor PM₁₀, dat een grootschalig karakter heeft met minder prominente lokale verhogingen, en lood en SO₂, die specifiek zijn voor bepaalde (dikwijls industriële) activiteiten waarbij de hoogste concentraties zich meestal beperken tot de werkomgeving.

Overschrijdingen van grenswaarden traden in het afgelopen decennium nog veelvuldig op langs drukke verkeerswegen in steden. Omdat effecten van emissie maatregelen op de luchtkwaliteit door een gemiddelde levensduur van auto's van ca 15 jaar pas na verloop van tijd zichtbaar worden, zijn in de besluiten luchtkwaliteit tijdelijk verhoogde grenswaarden gedefinieerd. De tijdelijk verhoogde grenswaarden nemen stapsgewijs af tot het jaar 2000. Uit berekeningen blijkt dat in de afgelopen jaren de (niet-verhoogde) grenswaarden langs wegen in ruime mate werden overschreden, maar ook dat in 1995 de tijdelijk verhoogde grenswaarden voor NO₂ en benzeen nog werden overschreden. De resultaten van de berekeningen voor 1995 en voor 2010 zijn weergegeven in tabel 4.1. De berekeningen zijn

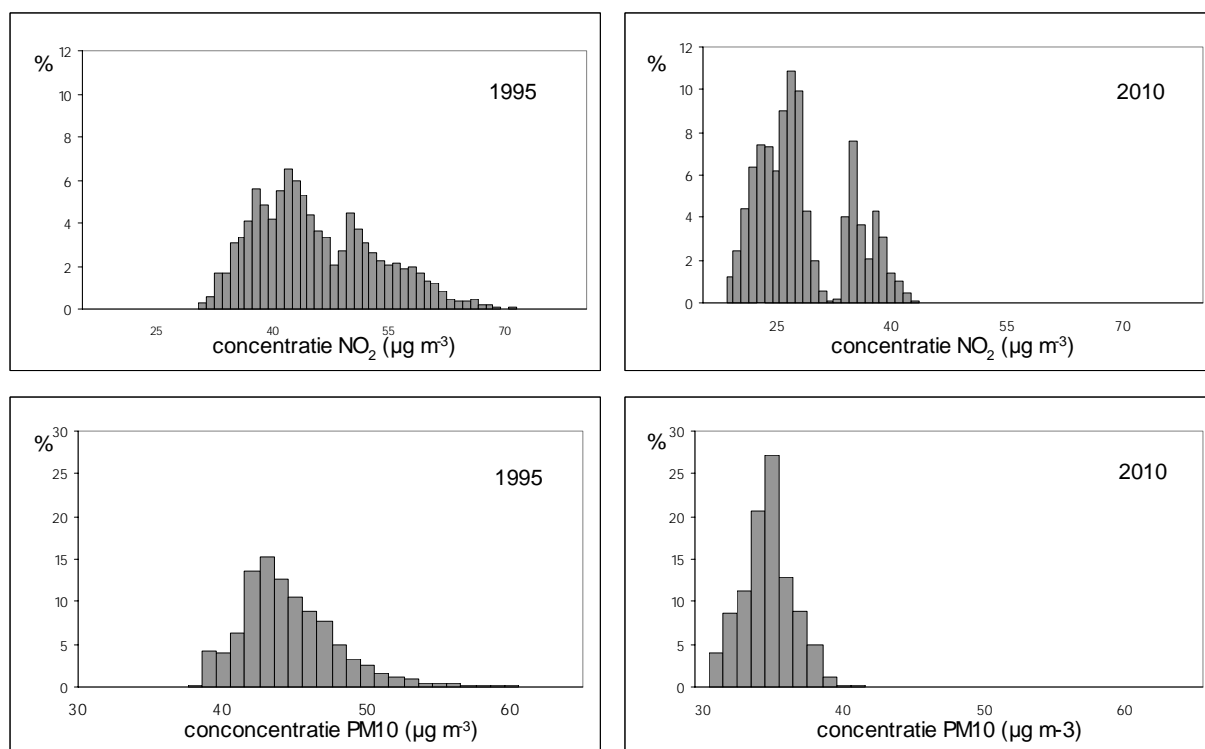
gedaan voor gemiddelde meteorologische omstandigheden van Nederland. In jaren met ongunstige weersomstandigheden zal de overschrijding groter zijn dan op deze wijze berekend. Aan de normen moet echter ook in deze ongunstige jaren worden voldaan. Om een indruk te krijgen van de gevoeligheid van de overschrijding is berekend in hoeverre in jaren met gemiddelde weersomstandigheden het niveau van 90% maal de grenswaarde wordt overschreden. De overschrijdingen van deze verlaagde norm staan ook in tabel 4.1 gegeven.

Tabel 4.1. *Weglengte van straten in steden in Nederland met overschrijding van grenswaarden (in km)*

Stof	Typering	Eenheid	Grenswaarde		Weglengte (1995) in km			Weglengte (EC-2010) in km	
			grens- waarde	tijdelijk verhoogd	tijdelijk verhoogd	grens- waarde	0.9*grens- waarde	grens- waarde	0.9*grens- waarde
NO ₂	gemiddeld	µg m ⁻³	40	n.v.t.		3058	4000	78	835
NO ₂	98p (1h)	µg m ⁻³	135	150	15	36	192	0	0
CO	98p (1h)	µg m ⁻³	6000	10500	0	1	4	0	0
Benzeen	gemiddeld	µg m ⁻³	10	15	1	37	66	0	0
PM10	gemiddeld	µg m ⁻³	40	n.v.t.		4138	100%	10	1700
Zw. Rook	98p (24 h)	µg m ⁻³	90	n.v.t.		27	60	0	0
B(a)P	gemiddeld	ng m ⁻³	1	n.v.t.		119	220	0	0
SO ₂	98p (24 h)	µg m ⁻³	250	n.v.t.		0	0	0	0

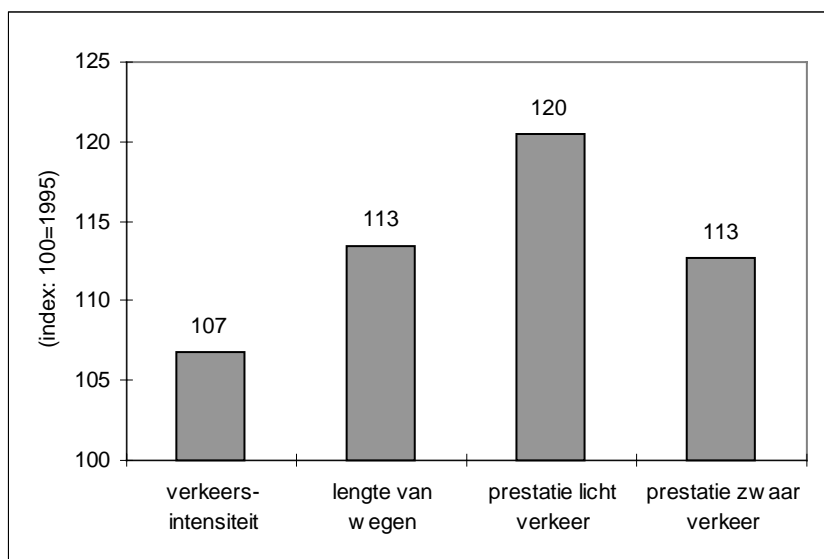
Het blijkt dat in 1995 de grenswaarden voor alle stoffen behalve SO₂ en lood worden overschreden. De EU-norm voor de uurgemiddelde waarde voor NO₂ (200 µg/m³ die 18 maal per jaar mag worden overschreden) blijkt qua stringentheid te vergelijken met de Nederlandse norm voor het 98-percentiel. In de toekomst beperkt het probleem zich vooral tot de stoffen die ook in de stadsachtergrond al een probleem vormen, NO₂ jaargemiddeld en PM10. In tabel 4.1 is uitgegaan van de Nederlandse grenswaarde van 10 µg m⁻³ voor benzeen en de Nederlandse en EU grenswaarde van 40 µg m⁻³ voor PM10. Voor 2010 zullen echter stringenter EU-normen voor deze twee stoffen gelden, respectievelijk 5 (voorstel) en 20 µg m⁻³. Voor het aantal kilometers overschrijding betekent dit dat voor PM10 in alle gevallen overschrijding plaatsvindt. De verlaging van de norm voor benzeen heeft geen invloed op het aantal kilometers overschrijding, want de concentratie benzeen is in alle gevallen lager dan de stringenter norm.

Uit de frequentieverdeling in figuur 4.1 blijkt dat overschrijding in het basisjaar (1995) optreedt in een groot deel van de wegen. In het toekomstjaar treden twee effecten op, de concentraties worden lager door de verlaging van de achtergrondconcentraties en de bandbreedte van de concentratieniveaus wordt smaller door lagere emissiefactoren (en daardoor een lagere verkeersbijdrage).



Figuur 4.1. Frequentieverdeling van de jaargemiddelde concentraties langs verkeerswegen voor NO_2 en PM_{10} in 1995 en EC-2010

Het effect van de toenemende (auto)mobiliteit is in steden minder groot dan op snelwegen, de verkeersintensiteit op een gemiddelde verkeersweg in de stad blijft redelijk stabiel, de verkeerstoename vindt vooral op nieuw aan te leggen wegen plaats. Binnen de bebouwde kom is de toename van het wegennet groter dan de toename van de verkeersintensiteit. De samenstelling van het verkeer zal verschuiven naar meer licht verkeer (zie figuur 4.2).



Figuur 4.2. Ontwikkelingen tussen 1995 en EC-2010 binnen de bebouwde kom

4.3 Typering van straten in de stedelijke omgeving waar knelpunten voorkomen

Welke omgevingsfactor voor welke stof van belang is wordt hieronder besproken. In bijlage 2 is een overzicht gegeven van de uitkomsten van de berekeningen met CAR-VMK voor 1995 (alle stoffen) en 2010 (alleen voor NO₂ en PM10). Hieronder wordt per stof een overzicht gegeven van de situatie in straten in de Nederlandse stedelijke omgeving.

NO₂

Over het algemeen kan voor NO₂ worden geconcludeerd dat bij hogere snelheden de grenswaarden relatief vaker worden overschreden. Bij hoge snelheden neemt de emissiefactor voor stikstofdioxide toe als gevolg van een hoge motortemperatuur. Dit in tegenstelling tot de andere stoffen waarvan de emissiefactoren juist lager worden dankzij een efficiënter verbrandingsproces bij hoge snelheden. Ook een groter aandeel vrachtverkeer zal tot een verhoging van de NO₂ leiden. De EU-grenswaarde voor het jaargemiddelde NO₂ (40 µg m⁻³) wordt langs de meeste verkeerswegen in Nederland in 1995 overschreden, behalve in noord Nederland waarop 17 % van de wegvakken overschrijding plaatsvindt. In de rest van Nederland zijn de hoogste overschrijdingen geconcentreerd in de grotere steden. Kortstondige blootstelling in 1995 komt vooral voor bij streetcanyons en enkelzijdige bebouwing waar de ventilatie beperkt is.

In 2010 zal door maatregelen alleen nog overschrijding van de EU-norm voor het NO₂-jaargemiddelde plaatsvinden en dan vooral in de grote steden in de Randstad waar de stadsachtergrondconcentraties voor NO₂ relatief hoog zijn. Stadsvrachtverkeer levert relatief de grootste bijdrage aan de NO₂-concentratie.

CO

Voor CO wordt in 1995 in enkele gevallen de Nederlandse grenswaarde (6000 µg m⁻³) overschreden. Overschrijding komt alleen voor in de 4 grote steden (Utrecht, Rotterdam, Amsterdam en Den Haag) bij stagnerend stadsverkeer. In 2010 liggen de concentraties gemiddeld een factor 6 onder de grenswaarde en worden geen overschrijdingen meer verwacht.

Benzeen

De Nederlandse benzeengrenswaarde van 10 µg m⁻³ wordt in 1995 in de grote en de middelgrote steden overschreden. Net als bij CO vindt overschrijding vooral plaats bij stagnerend verkeer langs enkelzijdige bebouwing of in de streetcanyons.

In 2010 liggen de concentraties gemiddeld op 1 µg m⁻³, ver onder de huidige grenswaarde. Zelfs de nog vast te stellen stringentere EU-grenswaarde (voorstel 5 µg m⁻³) voor 2010 wordt niet overschreden.

PM10

De jaargemiddelde concentratie PM10 levert overal een overschrijding van de EU en Nederlandse grenswaarde van 40 µg m⁻³ op. In 2010 blijft PM10 een probleem doordat de achtergrondconcentratie niet veel afneemt. Vooral in straten met stagnerend verkeer in de zuidelijke provincies zal nog overschrijding van deze norm voor PM10 voorkomen, mede als gevolg van de grote buitenlandse bijdrage van PM10 in de achtergrondconcentratie aldaar. Als de EU-norm voor PM10 in 2010 uiteindelijk op 20 µg m⁻³ wordt gezet dan vindt in het hele land overschrijding van deze stringente norm plaats.

Zwarte Rook

In 1995 wordt de Nederlandse grenswaarde voor zwarte rook ($90 \mu\text{g m}^{-3}$) in een enkel geval overschreden. Dit zal vooral gebeuren op de wegvakken waar veel stagnerend vrachtverkeer voorkomt. In 2010 zijn er geen overschrijdingen meer van de normen en bedragen de maximale concentraties een derde van de grenswaarde.

Benzo(a)pyreen

De concentraties benzo(a)pyreen (B(a)P) vormen vooral in de grote steden in de Randstad een probleem voor 1995. Daarnaast wordt door de relatief hoge regionale achtergrond de Nederlandse grenswaarde voor B(a)P (1 ng m^{-3}) in de zuidelijke provincies (Noord-Brabant en Limburg) overschreden. De overschrijding vindt dicht langs wegen plaats waar veel stagnerend vrachtverkeer voorkomt. In 31 % van de wegvakken waar stagnerend verkeer is, vindt overschrijding plaats. In 2010 zijn de concentraties zo gedaald dat er geen overschrijding meer plaats vindt. De maximale concentraties zijn de helft van de grenswaarde voor B(a)P in 2010.

SO₂

Zwavel dioxide wordt in 1995 in geen enkel wegvak overschreden. De maximale concentraties liggen een factor 3 onder de Nederlandse grenswaarde ($250 \mu\text{g m}^{-3}$). In vergelijking met 1995 zullen de concentraties in 2010 nog verder dalen en zullen de concentraties dan ook niet boven de EU-grenswaarde uit komen die voor 2005 is vastgesteld.

4.4 Knelpunten nabij straten in stedelijke omgeving

In onderstaand schema is een overzicht gegeven van de knelpunten nabij straten in stedelijke omgeving (dit is exclusief de omgeving van snelwegen; zie hiervoor Hoofdstuk 5). In 1995 doen zich knelpunten voor bij de stoffen NO₂, PM10, zwarte rook, benzeen en benzo(a)pyreen. In incidentele gevallen wordt de Nederlandse grenswaarde voor CO overschreden of benaderd. Voor alle stoffen geldt dat de kans op overschrijding van normen toeneemt met de verkeersintensiteit. Ook stijgt de kans op overschrijding bij kleinere afstanden tot de straat. Voor de luchtkwaliteit ongunstige straten hebben één of meer van de volgende kenmerken:

- lage gemiddelde verkeerssnelheid of stagnerend verkeer
- streetcanyon of enkelzijdige bebouwing
- hoog aandeel vrachtverkeer.

Tabel 4.2 Overzicht knelpunten in straten in de stedelijke omgeving

Component, Norm	Overschrijding grenswaarden nabij wegen in stedelijke omgeving (exclusief snelwegen)	
	1995	2010
NO ₂ : NL-grenswaarde	Wegen met één of meer ongunstige kenmerken	-
NO ₂ : EU-grenswaarde	Wegen met één of meer ongunstige kenmerken	Wegen met één of meer ongunstige kenmerken,
PM10: NL- en EU-grenswaarde	Alle wegen in zuid Nederland Een groot deel van de wegen in de Randstad met één of meer ongunstige kenmerken.	Wegen in zuid Nederland met één of meer ongunstige kenmerken
PM10: EU toekomstige indicatieve grenswaarde	Wegen in geheel Nederland	Wegen in geheel Nederland
Zwarte rook	Wegen met één of meer ongunstige kenmerken	-
SO ₂	-	-
Pb	-	-
CO	Wegen gelegen in een grote stad met een verkeersintensiteit groter dan ca 20 duizend motorvoertuigen per etmaal, een lage gemiddelde verkeerssnelheid	-
Benzeen	Wegen met één of meer ongunstige kenmerken	-
B(a)P	Wegen met één of meer ongunstige kenmerken	-

5. Autosnelwegen in stedelijke omgeving

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden autosnelwegen afzonderlijk besproken omdat in vergelijking met normale stadswegen er een aantal voor de luchtkwaliteit relevante verschillen bestaan. Wat de verkeersstroom op een autosnelweg betreft, zijn de verkeersintensiteit, het percentage zwaar verkeer en de gemiddelde rij snelheid doorgaans hoger dan op een normale weg in de stad. Een hogere verkeersintensiteit en een hoger percentage zwaar verkeer op een wegvak resulteren in hogere emissies van luchtverontreinigende stoffen. Het effect van de rij snelheid is iets gecompliceerder. Bij lage rij snelheden is de emissie hoger dan bij gematigde snelheden omdat het verbrandingsproces dan niet optimaal is. De emissiefactoren voor stikstofoxiden nemen echter vanaf bepaalde hoge rij snelheden weer toe, omdat de vorming van NO_x afhankelijk is van de temperatuur van het motorblok. De laagste emissiefactoren voor NO_x liggen tussen 50 en 80 km/h. Voor vrachtverkeer zijn de emissiefactoren het hoogst voor lage snelheden. Bij snelheden boven de 100 km/h stijgen de emissiefactoren van de andere stoffen eveneens als gevolg van een hoger brandstofgebruik. In dit hoofdstuk is de behandeling beperkt tot NO_2 , omdat overschrijding van de grenswaarden wel voor NO_2 maar niet voor andere stoffen is te verwachten (PM10 daargelaten, maar dat is niet specifiek vanwege de invloed van de snelweg).

Locaties met autosnelwegen kunnen in drie categorieën worden ingedeeld. Wegen in landelijk gebied, wegen aan de rand van een stad en wegen die een stad doorsnijden. Voor wegen in landelijk gebied geldt dat de (regionale) achtergrondconcentratie laag is. De open omgeving belemmert weinig of niet de verdunning van de luchtverontreiniging. Dit in tegenstelling tot autosnelwegen in stedelijk gebied. Snelwegen in landelijk gebied blijven in deze notitie verder buiten beschouwing, omdat de kans op overschrijding van grenswaarden hier gering is.

De beschrijving van autosnelwegen in stedelijk gebied vindt plaats aan de hand van de twee reeds genoemde type locaties, aan de rand van de stad en in de stad. De gekozen voorbeeldsituaties staan model voor o.a. de rijksweg A2 bij Utrecht en de A20 in Rotterdam (Crooswijk). Hierbij is niet de nadruk gelegd op de exacte details van deze specifieke situaties, maar op een analyse die zeker wat betreft hoofdkenmerken vertaald kan worden naar de meeste situaties in Nederland waar de luchtkwaliteit zowel door de algemene stedelijke omgeving als door de aanwezigheid van een autoweg wordt beïnvloed.

5.2 Autosnelwegen op locaties aan de rand van een stad

Aan de rand van een stad is de onzekerheid van de achtergrondconcentratie groot. De niveaus liggen ergens tussen de stadsachtergrond en de regionale achtergrond in, maar een exactere schatting is moeilijk te maken. Van invloed op de hoogte zijn eventueel aanwezige industrieterreinen of andere drukke autosnelwegen, die in de praktijk dikwijls juist aan rand van de stad gesitueerd zijn. Verkeer is een belangrijke bron voor NO_2 en bij aanwezigheid van veel verkeersactiviteiten kan de NO_2 -achtergrond aan de rand van de stad relatief hoog zijn. In een Duitse studie werd een vergelijking gemaakt tussen de luchtkwaliteit in Neurenberg voor en na het verplaatsen van drukke verkeerswegen uit de binnenstad naar de rand van de stad. De NO_2 -concentratie aan de rand van de stad bleek na verplaatsing zelfs hoger dan in het centrum.

Ter illustratie zijn berekeningen gemaakt voor een autosnelweg met een intensiteit van 115 duizend voertuigen per etmaal en 13,5% vrachtverkeer in 1995 en van resp. 150 duizend en 16,5% in EC-2010. De gemiddelde rij snelheid wordt in beide jaren 100 km/h verondersteld.

Een vergelijkbare weg is de A2 bij Utrecht. In het eerste deel van tabel 5.1 wordt de concentratie van NO₂ naast de weg weergegeven voor verschillende situaties voor de achtergrondconcentratie. Daarbij varieert de toegepaste achtergrond van stadsachtergrondniveau (in het centrum van de stad) naar regionaal achtergrondniveau. In het tweede deel staat de afstand van de weg tot het punt waar de grenswaarde voor NO₂ wordt bereikt.

Tabel 5.1 Voor de voorbeeldsituatie is gegeven: concentratie van NO₂ naast de weg bij variatie van de achtergrondconcentratie van stadsachtergrond (bijdrage stad 100%) tot regionale achtergrond (bijdrage stad 0%) en de afstand tot de weg waarbinnen de grenswaarde voor NO₂ wordt overschreden

Achtergrondconcentratie		Concentratie op 30 m afstand van weg (NO ₂ in µg/m ³)			
		Jaargemiddeld (norm 40µg/m ³)		98p (1h) (norm 135µg/m ³)	
Incalculeren van stadsbijdrage (%)		1995	EC-2010	1995	EC-2010
Stadsachtergrond	100	84	48	181	110
	80	82	46	179	109
	60	80	44	177	107
	40	78	43	175	104
	20	76	41	173	102
Regionale achtergrond	0	74	39	171	100

Achtergrondconcentratie		Afstand waarop grenswaarde is bereikt (m)			
		Jaargemiddeld		98p (1h)	
Incalculeren van stadsbijdrage (%)		1995	EC-2010	1995	EC-2010
Stadsachtergrond	100	>4000	65	89	-
	80	>1000	52	82	-
	60	900	43	77	-
	40	500	37	71	-
	20	330	32	67	-
Regionale achtergrond	0	240	28	63	-

De overschrijding van de jaargemiddelde EU-norm komt veel grootschaliger voor dan die van de Nederlandse voor het 98-percentiel. Ook blijkt dat een dergelijk drukke autosnelweg in 1995 tot overschrijding leidt, zelfs wanneer deze in landelijk gebied (regionale achtergrond) wordt verondersteld. In EC-2010 zijn overschrijdingen beperkt tot een smalle strook voor het jaargemiddelde NO₂ (de weergegeven afstanden gelden vanaf de weg/middenberm).

Vermoedelijk zal in de praktijk de achtergrondconcentratie aan de rand van een stad ongeveer halverwege de concentratie in het centrum en in de regionale achtergrond liggen (zie ook

figuur 3.2). In de twee volgende voorbeelden wordt een achtergrond voor de snelweg gelijk gesteld aan de regionale achtergrondconcentratie plus 60% van de stadsbijdrage.

Het percentage vrachtverkeer heeft een belangrijke invloed op de concentratie van NO_2 . De emissiefactor voor vrachtverkeer bij 100 km/h is in 1995 ca 7 maal hoger dan voor personenauto's. In EC-2010 is dit verschil opgelopen tot een factor 13. Overigens is het verschil bij lage snelheden nog sterker; in de stad is de verhouding tussen NO_2 -emissiefactoren vracht-/personenauto's ca 17 in 1995 en 33 in EC-2010. In tabel 5.2 is voor een snelweg aan de rand van een stad de invloed af te lezen die het percentage vrachtverkeer heeft op de concentratie naast de weg. Tevens is af te lezen hoe groot de afstand is tot het punt waar de concentratie juist gelijk is aan de grenswaarde. In dit voorbeeld treden ook in EC-2010 overschrijdingen van de grenswaarde voor het jaargemiddelde NO_2 op behalve bij zeer lage percentages zwaar verkeer.

Tabel 5.2. *Voor de voorbeeldsituatie is gegeven: de concentratie NO_2 naast de weg bij variatie van het percentage vrachtverkeer en de afstand tot de wegas waarbinnen de grenswaarde voor NO_2 wordt overschreden*

Percentage Vrachtverkeer	Concentratie op 30 m afstand van wegas (NO_2 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Jaargemiddeld (norm $40\mu\text{g}/\text{m}^3$)		98p (1h) (norm $135\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	1995	EC-2010	1995	EC-2010
5	67	35	154	89
7,5	71	37	160	94
10	75	39	167	97
12,5	78	41	174	101
15	82	43	181	104
17,5	86	45	187	108

Percentage Vrachtverkeer	Afstand waarop grenswaarde is bereikt (m)			
	Jaargemiddeld		98p (1h)	
	1995	EC-2010	1995	EC-2010
5	600	-	49	-
7,5	700	23	57	-
10	800	28	66	-
12,5	900	34	73	-
15	1000	40	82	-
17,5	1100	45	90	-

De invloed van de gemiddelde rijnsnelheid op de ruimtelijke omvang van de overschrijding van de grenswaarde is in tabel 5.3 weergegeven. Uit deze berekeningen kan slechts een algemene indruk van het effect van de rijnsnelheid worden verkregen, omdat in alle gevallen (ook voor langzaam rijdend verkeer (50 km/h) en file (13 km/h)) alleen met een constante

snelheidssituatie kon worden gerekend (alle verkeerscategorieën, 24 uur per dag). In de praktijk zal gedurende het etmaal een verloop in de gemiddelde verkeerssnelheid optreden.

Tabel 5.3. *Invloed rijnsnelheid op de concentratie NO₂ naast de weg en de afstand waarbinnen de grenswaarde van NO₂ wordt overschreden*

Gemiddelde Rijsnelheid (km/h)	Concentratie op 30 m afstand van wegas (NO ₂ in µg/m ³)			
	Jaargemiddeld (norm 40µg/m ³)		98p (1h) (norm 135µg/m ³)	
	1995	EC-2010	1995	EC-2010
100	80	44	177	107
50	78	46	168	108
File	98	57	205	128

Gemiddelde Rijsnelheid (km/h)	Afstand waarop grenswaarde is bereikt (m)			
	Jaargemiddeld		98p (1h)	
	1995	EC-2010	1995	EC-2010
100	925	43	77	-
50	820	47	66	-
File	1435	88	114	25

Uit de tabel blijkt ook dat bij 50 km/h het oppervlak met normoverschrijding het kleinst is. Beperkte congestie heeft dus geen negatief effect op de luchtkwaliteit. Een ongunstige invloed heeft het file-rijden. De duidelijke toename bij lage snelheden wordt verklaard door de duidelijk hogere emissiefactoren voor zwaar verkeer. In de praktijk is het effect van files afhankelijk van het relatieve aandeel van de verkeersintensiteit in file-omstandigheden. In de toekomst gaan de NO_x-emissies door zwaar verkeer overheersen omdat de emissiereductie voor personenauto's relatief sneller verloopt.

5.3 Autosnelwegen welke de stad doorsnijden

Bij autosnelwegen die een stad doorsnijden is de ruimte tussen weg en leefomgeving nog krappere dan aan de rand van de stad het geval is. Bovendien kunnen zich situaties voordoen waarbij de bebouwing van invloed is op de verdunning van de luchtverontreiniging. In deze paragraaf wordt voor een snelweg in een stad een indicatie gegeven van de te verwachten niveaus op bepaalde afstanden (bijvoorbeeld van bebouwing) tot de weg.

Ter illustratie zijn berekeningen gemaakt voor een autosnelweg met een intensiteit van 160 duizend voertuigen per etmaal en 12% vrachtverkeer in 1995 en van resp. 170 duizend en 15% in EC-2010. De gemiddelde rijnsnelheid wordt in beide jaren 100 km/h verondersteld. Een vergelijkbare weg is de A20 in Rotterdam ter hoogte van Crooswijk. In tabel 5.4 zijn de NO₂-concentraties als functie van de afstand tot het midden van de weg te zien.

Tabel 5.4 Concentratie van NO_2 op verschillende afstanden van de weg

Afstand (m)	Concentratie NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Jaargemiddeld (norm $40\mu\text{g}/\text{m}^3$)		98p (1h) (norm $135\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	1995	EC-2010	1995	EC-2010
30	90	50	192	112
50	77	45	165	102
100	67	40	141	92
200	60	37	125	85
300	57	36	118	83
400	55	36	114	81
500	54	35	112	80
~ 1000	48	33	95	74

Vlak bij de weg komen in 1995 concentraties voor van bijna twee maal de EU-norm voor het jaargemiddelde. De mate van overschrijding van het 98-pct is beperkter.

In tabel 5.5 is voor dezelfde situatie het effect van de verkeersintensiteit op de concentratie op een afstand van 30 respectievelijk 100 meter tot de weg weergegeven. In 1995 zal zelfs bij een relatief rustige snelweg de EU-norm voor het jaargemiddelde worden overschreden. Vanaf een verkeersintensiteit van ca 140.000 voertuigen wordt in 1995 ook de Nederlandse norm voor het 98-pct overschreden. In 2010 heeft het vrachtverkeer een belangrijke rol voor het wel of niet optreden van knelpunten.

Tabel 5.5 Concentratie van NO_2 als functie van de verkeersintensiteit op afstanden 30 m en 100 m van de weg (zwaar verkeer 12% in 1995, 15% in EC-2010)

Verkeersintensiteit (motorvoertuigen per etmaal) (x 1000)	Concentratie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							
	Jaargemiddeld (norm $40\mu\text{g}/\text{m}^3$)				98p (1h) (norm $135\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	1995		EC-2010		1995		EC-2010	
	30m	100m	30m	100m	30m	100m	30m	100m
80	72	58	42	37	152	122	96	84
100	76	61	44	38	162	127	100	86
120	81	63	46	38	172	132	103	88
140	86	65	47	39	182	137	107	89
160	90	67	49	40	192	141	110	91
180	95	69	51	41	202	145	114	93
200	99	70	52	42	211	149	117	95
80, dubbel % vrachtv.	82	63	47	39	171	131	106	89
160, geen vrachtverk.	70	58	39	35	156	125	90	81

5.4 Knelpunten rond autosnelwegen

Knelpunten in de luchtkwaliteit nabij autosnelwegen worden naar verwachting met name veroorzaakt door overschrijding van grenswaarden voor NO₂ en fijn stof. Wat overschrijdingen van de EU en Nederlandse normen voor fijn stof betreft zijn de aanwezige (regionale) achtergrondconcentraties de belangrijkste oorzaak.

In 1995 worden grenswaarden voor NO₂ in de omgeving van autosnelwegen overschreden. Verwacht wordt dat ook in 2010 nog overschrijdingen van de EU-grenswaarde voor het jaargemiddelde van NO₂ voorkomen nabij autosnelwegen. Onderstaand schema geeft een indicatie van de afstand tot een drukke autosnelweg (>50.000 motorvoertuigen per etmaal) waar knelpunten kunnen worden verwacht. De situatie wordt gunstiger naarmate de verkeersintensiteit en/of het aandeel vrachtverkeer daalt. De kans op overschrijding in 2010 wordt gering bij een verkeersintensiteit lager dan 20 duizend motorvoertuigen per etmaal voor een autosnelweg door een stad, en 40 duizend voor een autosnelweg aan de rand van een stad.

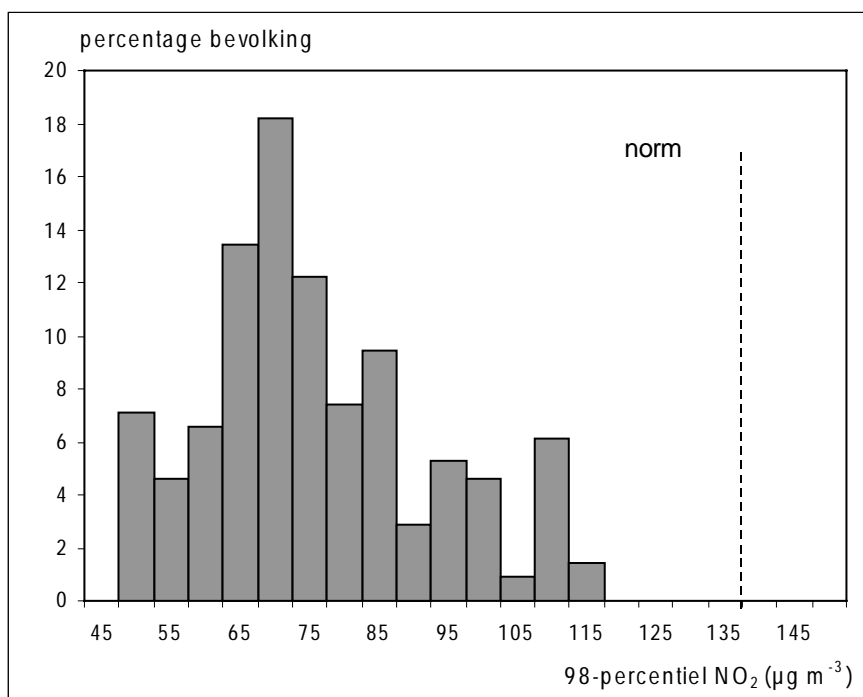
Tabel 5.6 Overzicht knelpunten rond autosnelwegen

Component	Indicatie van afstand tot drukke autosnelweg waarbinnen overschrijding van grenswaarde voor NO ₂ optreedt	
	1995	2010
EU-GRENSWAARDE		
Binnen stad	5000 m	100 m
Rand van stad	1000 m	50 m
Niet-stedelijk gebied	500 m	-
NL-grenswaarde		
Binnen stad	200 m	-
Rand van stad	100 m	-
Niet-stedelijk gebied	50 m	-

6. Blootstelling van de bevolking

Zoals in de voorgaande hoofdstukken is te lezen kan voor de verschillende componenten een grootschalige ruimtelijke variatie van de concentratie over Nederland worden waargenomen. Daar bovenop veroorzaken lokale bronnen in stedelijke omgeving door een extra stads- of straatbijdrage een verhoogde concentratie in die ruimteschalen. Om exact de blootstelling van iemand te bepalen zou het nodig zijn de concentraties in alle relevante ruimteschalen te kennen (ook of vooral ook de binnenlucht) in combinatie met het gedrag van die persoon (bijvoorbeeld hoe lang het verblijf in elke ruimteschaal is). Dit soort gegevens zijn nu nog niet voorhanden, maar er zijn ontwikkelingen gaande om deze route van de bepaling van de blootstelling in de toekomst mogelijk te maken. Om toch een globale indruk te krijgen van de potentiële blootstelling van de Nederlandse bevolking aan de diverse componenten zijn gegevens gecombineerd van de optredende buitenluchtconcentraties en de bevolkingsdichtheid. Op basis van een ruimtelijk grid met een resolutie van 5 bij 5 km is berekend hoeveel inwoners in een grid wonen waar een bepaalde buitenluchtconcentratie voorkomt. Voor componenten die sterk gerelateerd zijn aan verkeer is in de stedelijke omgeving gecorrigeerd voor het aantal bewoners, dat langs drukke verkeerswegen woont. Hiervoor is de concentratieverdeling van de concentratie aan de gevel over de groep berekend.

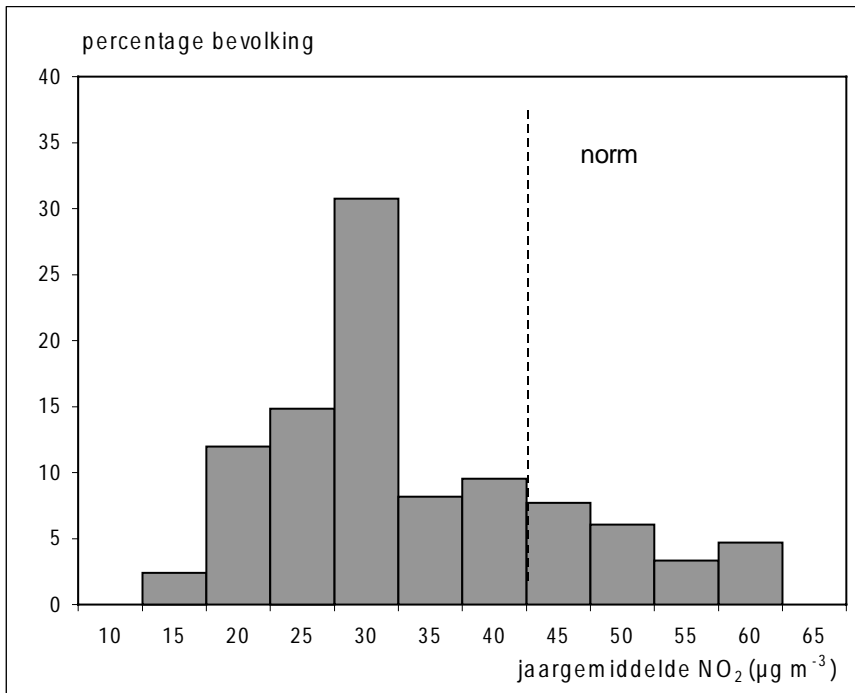
Voor de componenten NO₂, PM₁₀, zwarte rook, SO₂, CO en benzeen zijn de gegevens voorhanden om op deze wijze een indruk van de blootstelling te krijgen. Om consistent te zijn met de overige hoofdstukken is in de onderstaande diagrammen de blootstelling voor het peiljaar 1995 gepresenteerd.



Figuur 6.1 Verdeling van de bevolking als functie van het 98-percentiel van de concentratie van NO₂ in hun woongebied in 1995

Het overgrote deel van de bevolking wordt niet blootgesteld aan piekwaarden van NO₂ boven de Nederlandse norm voor het 98-percentiel (zie figuur 6.1). Een uitzondering geldt voor minder dan 0,1% van de bevolking (in de orde van 10.000 mensen; niet zichtbaar in figuur

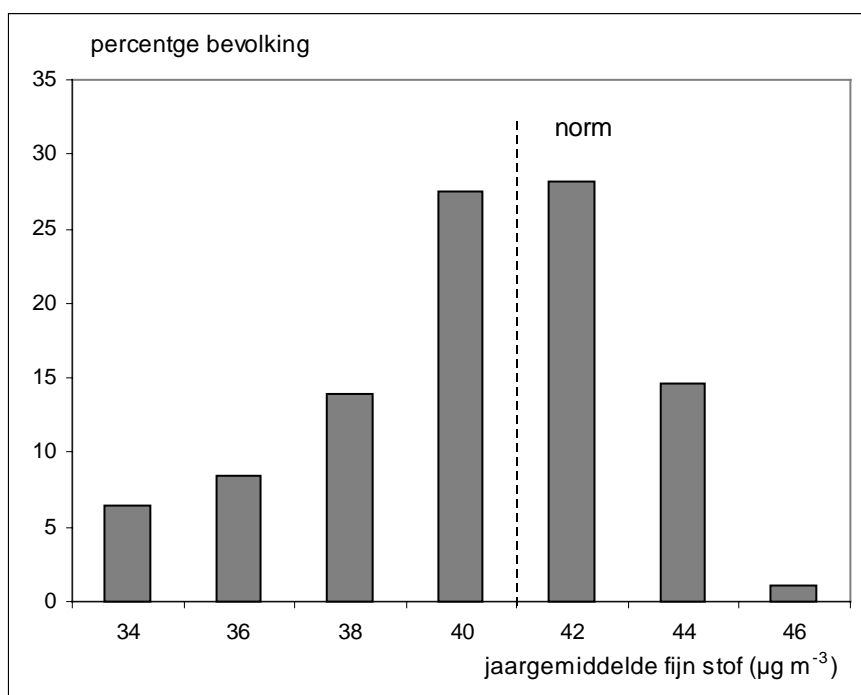
6.1), die wonen langs de drukste wegen van de grote steden in de Randstad. De situatie voor de jaargemiddelde concentratie van NO_2 , waarvoor een EU-norm geldt van $40 \mu\text{g m}^{-3}$, is duidelijk ongunstiger. Ruim 20% van de bevolking (in en rond de grote steden in de Randstad, maar ook nabij drukke straten en wegen in geheel Nederland) woont in een gebied boven deze norm (zie figuur 6.2).



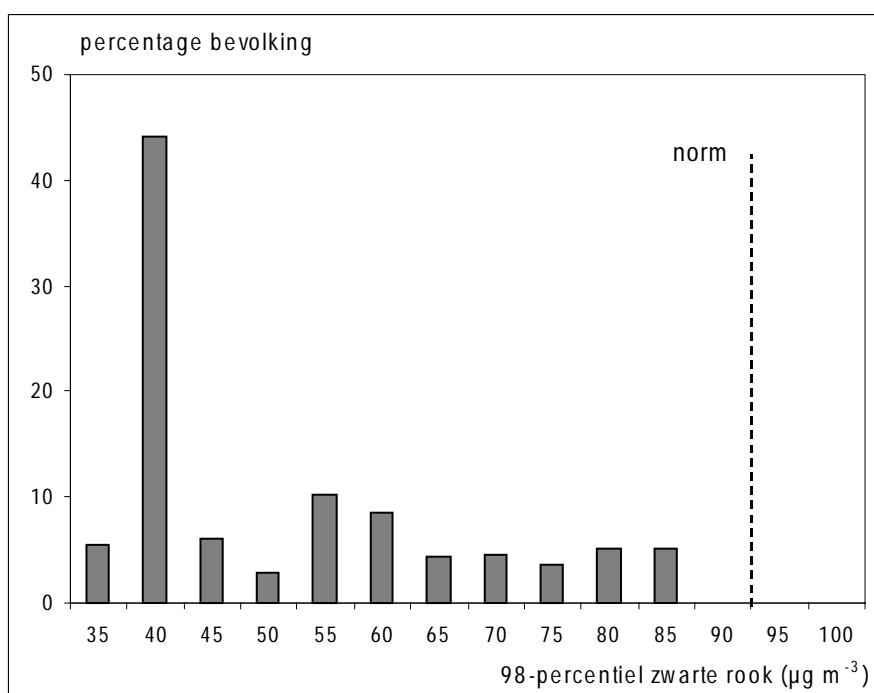
Figuur 6.2 Verdeling van de bevolking als functie van de jaargemiddelde concentratie van NO_2 in hun woongebied in 1995

Zowel de Nederlandse als die nieuwe EU grenswaarde voor het jaargemiddelde van fijn stof is $40 \mu\text{g m}^{-3}$. In 1995 ligt in geheel zuid Nederland en in de stedelijke omgeving van vooral de Randstad de concentratie hierboven. Ruim 40% van de Nederlandse bevolking woont in dit gebied (zie figuur 6.3). Hoewel nu nog slechts indicatief heeft de EU voor 2010 een zeer stringente grenswaarde van $20 \mu\text{g m}^{-3}$ aangegeven. De concentratie in Nederland ligt overal boven deze waarde.

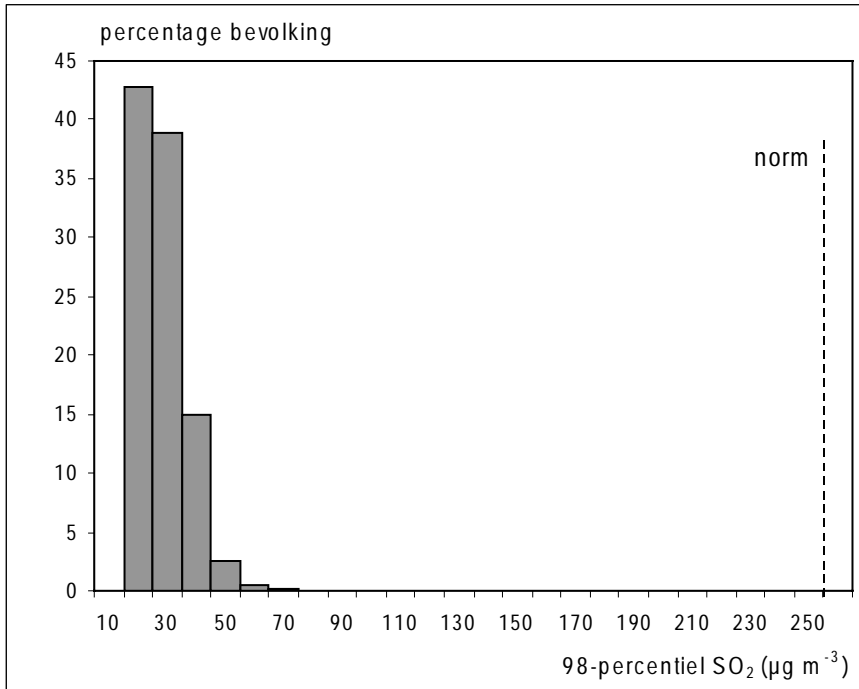
In figuur 6.4 is de blootstelling van de bevolking aan zwarte rook gepresenteerd. Aan de wegrand van de drukste wegen in grote steden wordt in 1995 nog wel incidenteel de Nederlandse grenswaarde voor het 98-percentiel van $90 \mu\text{g m}^{-3}$ bereikt, maar dit geldt niet meer voor de wat verderop gelegen gevel van de woningen.



Figuur 6.3 *Verdeling van de bevolking als functie van de concentratie van fijn stof in hun woongebied in 1995*

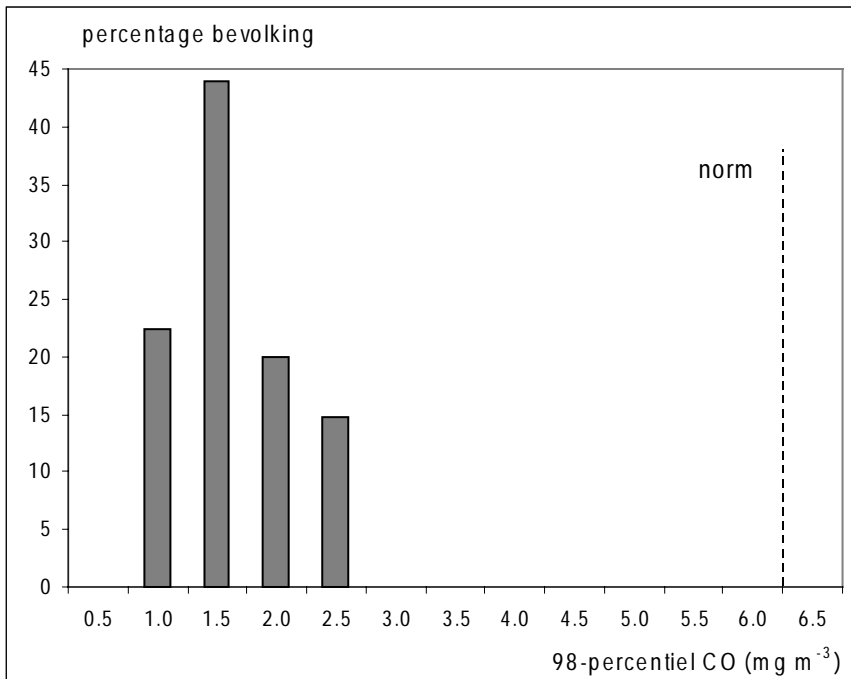


Figuur 6.4 *Verdeling van de bevolking als functie van de concentratie van zwarte rook in hun woongebied in 1995*



Figuur 6.5 *Verdeling van de bevolking als functie van de concentratie van SO₂ in hun woongebied in 1995*

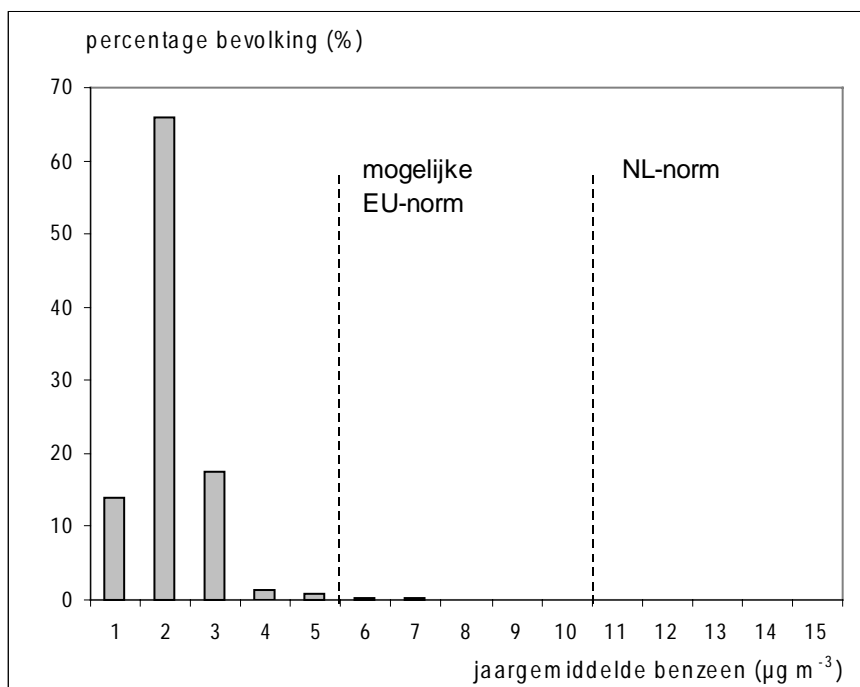
De Nederlandse norm voor het 98-percentiel van 24-uurs waarden van SO₂ ligt bij 250 µg m⁻³. De concentratie ligt nergens meer boven deze norm. In figuur 6.5 is duidelijk te zien dat de Nederlandse bevolking doorgaans wordt blootgesteld aan concentraties die een factor drie onder de grenswaarde liggen.



Figuur 6.6 *Verdeling van de bevolking als functie van de concentratie van CO in hun woongebied in 1995*

Het 98-percentiel van de CO-concentratie ligt in 1995 alleen incidenteel, in zeer drukke straten van grote steden met stagnerend verkeer, aan de rand van de weg nog rond de Nederlandse grenswaarde van 6 mg m^{-3} . Aan de gevel wordt deze grenswaarde niet meer bereikt. In figuur 6.6 is te zien dat ongeveer iedereen in een gebied woont met concentraties van meer dan een factor twee onder de grenswaarde.

Het blootstellingsbeeld voor benzeen is vergelijkbaar met dat van CO. Het aantal wegen waar in 1995 nog aan de wegrand de Nederlandse grenswaarde van $10 \text{ } \mu\text{g m}^{-3}$ wordt bereikt is beperkt tot enkele tientallen kilometers, maar aan de gevel van woningen zal dit daar niet of vrijwel niet meer voorkomen. In figuur 6.7 is wel te zien dat de verdeling bij de hogere concentraties van benzeen wat minder snel afloopt. Dit leidt er toe dat 0,6% van de bevolking in een gebied woont waar wel de voorgestelde toekomstige EU-grenswaarde van $5 \text{ } \mu\text{g m}^{-3}$ voor het jaargemiddelde wordt overschreden.



Figuur 6.7 Verdeling van de bevolking als functie van de concentratie van benzeen in hun woongebied in 1995

7. Gezondheidsevaluatie en risicoschatting

7.1 Luchtkwaliteit en gezondheid - algemeen

Omdat korte en langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging een serieuze bedreiging kan vormen voor de menselijke gezondheid is normstelling en beleid om effecten te verminderen en te voorkomen nodig. Ernstige effecten zoals afname van longfunctie kunnen op grote schaal in de bevolking voorkomen. Andere ernstige gezondheidseffecten zoals toename van astma aanvallen, ziekenhuisopnamen en (vroegtijdige) sterfte, komen minder vaak voor en betreffen vaak met name specifieke risicogroepen, zoals ouderen lijdend aan hart- en longaandoeningen, (astmatische) kinderen, en personen die zich in de buitenlucht langdurig inspannen. Toename van niveaus van luchtverontreiniging veroorzaken tevens een toename van de ernst van de effecten bij een groter deel van de bevolking. In epidemiologisch onderzoek zijn, ook in Nederland, gezondheidseffecten in de algemene bevolking gerelateerd aan concentraties van PM10, NO₂, SO₂, Pb, CO, en O₃. Voor een aantal van deze stoffen is een oorzakelijk verband aangetoond tussen kortdurende blootstelling van, meest jonge, volwassen vrijwilligers en gezondheidseffecten. De blootstellingsniveaus waarbij er effecten van één enkele component optreden zijn vaak (enigszins) hoger dan de concentraties waarbij in epidemiologisch onderzoek gezondheidseffecten worden waargenomen. De blootstellingsduur is in werkelijkheid vaak veel langer. Componenten waarvoor op basis van epidemiologisch onderzoek associaties met gezondheidseffecten bestaan moeten dan ook meer gezien worden als indicator voor het luchtverontreinigingsmengsel dan als enige oorzakelijke factor voor de gezondheidseffecten.

Bij het vaststellen van grenswaarden zijn de mogelijk nadelige effecten op de gezondheid slechts één van de afwegingen. Over- of onderschrijding van deze normen hoeft daarom niet direct gezondheidkundig betekenis te hebben. Afhankelijk van de component kan het voorkomen dat bij concentraties boven de grenswaarden geen gezondheidseffecten optreden, terwijl het ook mogelijk is dat bij concentraties onder de grenswaarden nog gezondheidseffecten voorkomen en meetbaar zijn.

De WHO (1999) heeft voor een groot aantal luchtverontreinigende stoffen gezondheidkundige advieswaarden opgesteld, waarbij wordt verondersteld dat bij concentraties onder deze waarden gezondheidseffecten zoals morbiditeit, carcinogeniteit en mortaliteit weliswaar nog voor kunnen komen, maar aanvaardbaar zijn. Voor PM10 heeft de WHO geen advieswaarde opgesteld, omdat op ieder niveau effecten optreden. Ook voor B(a)P als genotoxisch carcinogeen, heeft de WHO geen advieswaarde aangenomen. Hiervoor bestaat geen drempelwaarde, maar geldt de concentratie die hoort bij het verwaarloosbare en geaccepteerde sterfterisico van 1 per miljoen personen. Deze WHO waarden kunnen dus afwijken van de vigerende wettelijke Nederlandse grenswaarden. Bij de recente herziening van de EU-grenswaarden zijn de WHO richtwaarden als uitgangspunt voor normstelling gekozen.

Doordat enerzijds normen en advieswaarden voor individuele stoffen zijn opgesteld en anderzijds voor sommige stoffen weliswaar associatieve doch geen causale relatie met effecten lijkt is aangetoond, is de betekenis van het luchtverontreinigingsmengsel als geheel en de bijdrage van belangrijke bronnen daarin, zoals bijvoorbeeld verkeer, nog moeilijk te duiden. Gezien de emissies van NO_x en fijn stof lijkt een bijdrage van fijn stof aan de effecten op de gezondheid aannemelijk. In het rapport 'Wintersmog en verkeer' (Rombout et al. 1999) is de recente situatie beschreven.

In deze paragraaf zullen de mogelijk acute en chronische gezondheidsrisico's worden ingeschat aan de hand van de korte en lange termijn gemiddelde concentraties voor de geografische (risico-)gebieden regio, stad en straat. De waarden die hierbij als toetsingskader voor de schatting van gezondheidsrisico's zijn gebruikt, zijn weergegeven in tabel 7.1. Voor de risicoschatting worden hierbij uur-, dag-, of jaargemiddelde concentraties aangegeven en wordt het aantal dagen dat deze concentraties worden overschreden berekend en beoordeeld. Voor de indicator PM10 en de carcinogenen benzeen en B(a)P zal bovendien de omvang van de effecten worden gekwantificeerd aan de hand van blootstelling-effect relaties respectievelijk unit risk factoren. Het mogelijke belang van verkeersemisies voor acute en chronische effecten in stedelijke omgevingen zal slechts kwalitatief worden aangegeven aan de hand van gezondheidsgegevens geassocieerd met de aan verkeer gerelateerde componenten NO₂ en CO.

PM10

In epidemiologische studies wordt een statistische associatie waargenomen tussen kortdurende, en in beperkte mate ook langdurende, blootstelling aan fijn stof in de buitenlucht (PM10) en een toename van onder meer luchtwegklachten, astma aanvallen, ziekenhuisopnames, en (vroegtijdige) sterfte. Vanwege de consistentie in de gevonden relaties tussen PM10 en gezondheidseffecten worden de relaties vooralsnog als causaal beschouwd, ondanks het feit dat de verantwoordelijke deeltjes en componenten niet bekend zijn. De epidemiologische bevindingen geven geen aanleiding te veronderstellen dat er een drempelwaarde bestaat voor het optreden van effecten. Hierdoor zijn effecten onder de norm mogelijk en ook waarneembaar. Mede hierdoor heeft de WHO besloten geen advieswaarde op te stellen maar slechts concentratie-effect relaties aan te geven om beleidsinstanties de mogelijkheid te verschaffen verschillende grenswaarden vast te stellen.

Gezien de waargenomen effecten onder de grenswaarde en de door WHO voorgestelde concentratie-effect relaties, moet aangenomen worden dat acute ernstige effecten op de gezondheid in regionale gebieden, steden en straten bij de huidige concentraties op uitgebreide schaal voorkomen. Aannemende dat de (lineaire) associaties van PM10 met gezondheidseffecten op regionale, stedelijke en straat locaties dezelfde zijn, lijken op basis van de PM10 niveaus de risico's in drukke straten het grootst, gevolgd door stedelijke gebieden en niet-stedelijke gebieden. Voor kwantificering van de omvang van de effecten kunnen onderstaande gegevens (Tabel 7.2) worden gebruikt (Bloemen et al. 1998). Als voorbeeld is de omvang van effecten (% attributief risico en geschatte aantallen personen) uitgerekend bij dagelijkse blootstelling aan 40 µg/m³ PM10. Bij andere PM10-concentraties zijn de gezondheidseffecten rechtevenredig.

Voor oorzaak van de effecten van fijn stof worden verschillende deelfracties verantwoordelijk geacht. Zowel de deeltjesgrootte (grof stof, fijn stof, ultra fijn stof) als de chemische samenstelling (primair, secundair fijn stof, specifieke verbindingen) worden als belangrijkste verklarende factoren gezien. Verkeersemisies kenmerken zich door bijdragen aan de kleinere deeltjes (ultrafijn) en de primaire koolstofhoudende fractie.

Tabel 7.1. EU, WHO en Gezondheidsraad toetsingswaarden ter bescherming van de gezondheid van de mens

Stof	Toetsingswaarde	Effect	Bron
NO₂	200 µg/m ³ – uurgemiddeld 40 µg/m ³ – jaargemiddeld	Luchtwegklachten, toename allergen gevoeligheid bij CARA patiënten, mogelijk chronische effecten (infecties, longafwijkingen)	EU 1998/WHO 1999
PM10	50 µg/m ³ – daggemiddeld 40 µg/m ³ – jaargemiddeld (2005) 20 µg/m ³ – jaargemiddeld (2010)	Luchtwegklachten, astma aanvallen, ziekenhuisopnames, (vroegtijdige) sterfte; zowel acute als chronische effecten	EU 1998
	Concentratie-effect relaties voor acute effecten	Morbiditeit, mortaliteit (zie Tabel 7.2)	Bloemen et al. 1998
SO₂	350 µg/m ³ – uurgemiddeld 125 µg/m ³ – daggemiddeld	Bronchoconstrictie bij astma patiënten	EU 1998/WHO 1999
Pb	500 ng/m ³ - jaargemiddeld	Storing in bloedfunctie en zenuwstelsel (incl. IQ verlies), (vroegtijdige) neonatale sterfte	EU 1998/WHO 1999
CO*	10 mg/m ³ – 8-uurgemiddeld	Stijging COHb; ischaemie bij patiënten met hart-aandoeningen en foetussen	EU 1998/WHO 1999
Benzeen*	Unit risk: 6 x 10 ⁻⁶	Risico op leukemie per µg/m ³ bij levenslange blootstelling	WHO 1999
	VR: 0,17 µg/m ³	Verwaarloosbaar risiconiveau bij levenslange blootstelling (= 10 ⁻⁶ risico levenslang)	WHO 1999
	VR: 0,2-20 µg/m ³	Verwaarloosbaar risiconiveau bij levenslange blootstelling (= 10 ⁻⁶ risico levenslang)	EU 1998
	5 µg/m ³ (2010)		EU 1998
	VR: 12 µg/m ³	Verwaarloosbaar risiconiveau bij levenslange blootstelling (= 10 ⁻⁶ risico levenslang)	Gezondheidsraad 1997
B(a)P	Unit risk: 87 x 10 ⁻⁶	Risico op longkanker per ng/m ³ bij levenslange blootstelling	WHO 1999
	VR: 0,01 ng/m ³	Verwaarloosbaar risiconiveau bij levenslange blootstelling (= 10 ⁻⁶ risico levenslang)	WHO 1999

Het aantal malen toegestane overschrijdingen per jaar is niet in deze tabel vermeld.

* Deze EU-normen zijn voorgesteld en hebben nog geen wetskracht.

Tabel 7.2. Geschatte dagelijkse extra gezondheidseffecten in de Nederlandse bevolking gedurende een dag geassocieerd met een concentratie van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aan PM10 (Bloemen et al. 1998)

Bevolkingsgroep (aantal)	Gezondheidseffect	Attributief risico bij $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 (%)	Gemiddeld extra aantal bij 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10
Kinderen 7-12 jaar (900.000)	Respiratoire symptomen		
	<i>bovenste luchtwegen</i>	8	11.000
	<i>onderste luchtwegen</i>	15	2.700
	Longfunctiedaling > 10 % Daling in FEV_1	0,8	1.500
	Verergering van astma		
	<i>astma-aanvallen</i>	17	600
	<i>gebruik van bronchodilatoren</i>	20	1.800
Ouderen > 65 jaar (2.200.000)	Ziekenhuisopnamen		
	<i>cardiovasculaire aandoeningen</i>	3	10
	<i>respiratoire aandoeningen</i>	7	3
Totale bevolking (15.600.000)	Ziekenhuisopnamen		
	<i>cardiovasculaire aandoeningen</i>	3	19
	<i>respiratoire aandoeningen</i>	4	12
	Spoedopnamen		
	<i>respiratoire aandoeningen</i>	6	8
	Sterfte		
	<i>alle oorzaken</i>	3	11
	<i>cardio-vasculaire oorzaken</i>	5	6
	<i>respiratoire oorzaken</i>	10	2

Gezien de overschrijding van de EU jaargemiddelde grenswaarde voor PM10, lijken chronische effecten op grote schaal eveneens mogelijk. Het gegevensbestand hierover is gebaseerd op slechts enkele studies, zodat de omvang van de effecten nog niet gekwantificeerd kan worden.

Gezien de daling van 10-15% in jaargemiddelde PM10 niveaus in het 2010 EC-scenario zal de overschrijding van de EU en Nederlandse grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ weliswaar geringer worden doch in straten in zuidelijk Nederland en hier en daar in de Randstad nog steeds aanwezig zijn. De overschrijding van de nieuwe (indicatieve) EU-grenswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zal in alle regio's, steden en straten plaatsvinden. De gezondheidseffecten zullen navenant zijn, aannemende dat de samenstelling van het mengsel van gassen en deeltjes niet substantieel verandert.

NO₂

NO₂ kan, afhankelijk van de blootstellingsconcentratie en -duur, directe schadelijke effecten hebben voor de gezondheid van de mens. Epidemiologische studies laten zien dat er een positief verband bestaat tussen langdurige blootstelling NO₂-concentraties binnenshuis en infecties bij kinderen. Het is onbekend of deze relatie ook geldt voor de buitenlucht. Uit epidemiologische studies, ook uitgevoerd in een aantal EU lidstaten waaronder Nederland,

blijkt tevens dat dagelijkse NO₂-concentraties in de buitenlucht positief correleren met een aantal schadelijke effecten, waaronder morbiditeit en mortaliteit. Het is onbekend of deze relaties causaal zijn. Aangenomen wordt dat NO₂ meer gezien moet worden als een indicator voor het luchtverontreinigingsmengsel. Concentratie-effect relaties uit deze studies kunnen dan ook vooralsnog niet gebruikt worden voor effect kwantificering. Klinisch onderzoek heeft laten zien dat kortdurende blootstelling aan (relatief hoge) NO₂-concentraties leidt tot onder meer luchtwegklachten, storing in de ademhalingsfunctie en toename van allergen gevoeligheid bij met name CARA patiënten. Langdurige blootstelling aan NO₂ in proefdieronderzoek leidt tot onherstelbare veranderingen in structuur en functie van de longen. Gezien de ernst van al deze effecten heeft de WHO voor acute uur- en jaargemiddelde advieswaarden vastgesteld van respectievelijk 200 en 40 µg/m³. Deze waarden zijn door de EU overgenomen.

Voor de gezondheidkundige EU-grenswaarde voor acute effecten van NO₂ zijn geen overschrijdingen berekend. De 98-percentielwaarden geven aan dat de Nederlandse grenswaarde van 135 µg/m³ straten mogelijk overschreden wordt. In 1996 zijn incidenteel uurgemiddelden van maximaal 220 en 300 µg/m³ in regio en straat opgetreden. Geringe acute effecten op die locaties kunnen niet worden uitgesloten. In EC-2010 zal, dankzij de daling van de NO₂-concentratie, de acute gezondheidseffecten verder afnemen.

De jaargemiddelde NO₂-concentraties in 1995 geven aan dat in steden, straten en direct langs snelwegen chronische effecten mogelijk zijn. Als wordt verondersteld dat de associaties van NO₂ met gezondheidseffecten op regionale, stedelijke en straatlocaties dezelfde zijn, zullen de risico's in de drukke straten groter zijn dan in de stadsachtergrond en de regionale achtergrond. In EC-2010 zal, dankzij de dalingen van de NO₂-concentratie, in steden en straten, de chronische gezondheidseffecten geringer zijn dan in 1995.

De bijdrage van het (stads)verkeer aan de NO₂-concentratie lijkt substantieel. Op stadslocaties kan NO₂ opgevat worden als een indicator voor aan verkeer gerelateerde luchtverontreiniging en lijkt een (substantiële) bijdrage van het verkeer aan gezondheidseffecten aannemelijk. Kwantificering van de verkeersbijdrage aan de gezondheidseffecten die geassocieerd zijn met NO₂ en/of veroorzaakt worden door (stads)verkeer is echter (nog) niet mogelijk.

SO₂

SO₂ kan, afhankelijk van de blootstellingsconcentratie en duur, directe negatieve effecten voor de mens hebben. Aantasting van de slijmvliezen van mond, neus, en longen, en storing in de ademhalingsfunctie, en wellicht hierdoor ook verergering van hart en vaataandoeningen, zijn de belangrijkste toxische effecten. Klinische gegevens duiden op effecten, met name bronchoconstrictie, bij zich fysiek inspannende astma patiënten vanaf 1000 µg/m³ gemiddeld over 10 minuten. Recente epidemiologische gegevens, onder andere ook uit EU lidstaten, tonen een positief verband tussen (relatief lage) SO₂-concentraties en ziekenhuisopnames en (vroegtijdige) sterfte (Touloumi et al., 1997; COMEAP, 1998). Het is onbekend of deze huidige verbanden causaal zijn. Voor de concentratieniveaus zoals die thans in Nederland optreden is recent aannemelijk gemaakt dat SO₂ geen causale risicofactor is voor sterfte. De recente EU-grenswaarden voor de bescherming van de gezondheid van de mens, afgeleid van de WHO Air Quality Guidelines, zijn 350 en 125 µg/m³ als respectievelijk uur- en daggemiddelde concentratie.

Voor de gezondheidkundige EU-grenswaarden voor acute effecten van SO₂ zijn geen overschrijdingen berekend. De 98-percentiel grenswaarde voor daggemiddelden van 250 µg/m³ wordt nergens overschreden. Op basis van de 98-percentielwaarden mag worden verondersteld dat gezondheidseffecten geassocieerd met SO₂ niet zullen optreden. Gezien de

dalende tendens van de SO₂-concentratie zal dat ook voor het scenario EC-2010 het geval zijn.

Pb

Pb kan, afhankelijk van de blootstellingsconcentratie en duur, directe negatieve effecten voor de mens hebben. Met name de opname via de voeding lijkt hierbij van belang. Langdurige blootstelling aan Pb kan leiden tot hypertensie (verhoogde bloeddruk), stoornissen in het zenuwstelsel, met mogelijk IQ-verlies, en vroegtijdige sterfte van baby's. De WHO heeft een jaargemiddelde richtwaarde voor Pb vastgesteld van 500 ng/m³. De EU heeft deze waarde overgenomen.

De huidige jaargemiddelde concentraties van Pb van ~25 (regionaal) en 25-40 ng/m³ (steden) liggen ver onder de EU-grenswaarde van 500 ng/m³, zodat geen gezondheidseffecten te verwachten zijn.

CO

CO kan, afhankelijk van de blootstellingsconcentratie en duur, de gezondheid negatief beïnvloeden door vermindering van het zuurstoftransport in het bloed en naar de organen. De toxische effecten zijn dan ook het meest pregnant in organen en weefsels waar het zuurstofverbruik relatief hoog is, zoals hersenen en hart. Bij zeer hoge niveaus, zoals binnenshuis bij calamiteiten wel eens voorkomt, kan CO lethaal zijn. Bij lagere concentraties kan verminderde coördinatie, cognitieve functie, hoofdpijn en duizeligheid optreden. De CO-concentraties in de buitenlucht zijn meestal laag. Personen met coronaire hartaandoeningen alsmede foetussen zijn het meest gevoelig. De WHO heeft vier advieswaarden met verschillende middelingstijden voor CO opgesteld ter bescherming van 1) niet-rokende volwassenen en ouderen met (latente) coronaire hartaandoeningen en 2) foetussen van niet-rokende moeders. Een veelgebruikte waarde voor de beoordeling van mogelijke gezondheidseffecten door CO in de buitenlucht is het 8-uurgemiddelde van 10 mg/m³. Deze laatste waarde is ook door de EU voorgesteld.

Voor de gezondheidkundige EU-grenswaarde voor CO zijn geen overschrijdingen berekend. Gezien de 98-percentielwaarden lijken marginale acute effecten in straten te kunnen optreden. Bij een daling van CO in het EC-2010 scenario lijkt gezondheid niet meer in het geding.

Benzeen

Benzeen kan, afhankelijk van de blootstellingsconcentratie en duur, de gezondheid van de mens negatief beïnvloeden. Benzeen is na langdurige blootstelling hematotoxisch, genotoxisch en carcinogeen. Verhoogde mortaliteit ten gevolge van leukemie is waargenomen in epidemiologisch onderzoek bij arbeiders in de industrie. De WHO is bij de vaststelling van de gezondheidkundige richtwaarde uitgegaan van de afwezigheid van een drempelwaarde voor effecten en heeft een unit risk factor voor het optreden van leukemie vastgesteld op 6×10^{-6} per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ benzeen bij levenslange blootstelling. Als verwaarloosbaar risico van 10^{-6} (1 per miljoen personen) geldt dan een niveau van $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ benzeen bij levenslange blootstelling. Deze WHO schatting wordt in het algemeen als conservatief beschouwd. Discussies over onzekerheden in de extrapolatie en over het bestaan van een drempelwaarde, zoals gevonden in (mechanistisch) toxicologisch onderzoek, heeft er toe geleid dat de EU een grenswaarde voor benzeen van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ heeft voorgesteld. Daarnaast stelt de EU een range voor van $0,2\text{-}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ benzeen als verwaarloosbaar risico van 10^{-6} (1 per miljoen personen) bij levenslange blootstelling. De Gezondheidsraad heeft het

verwaarloosbaar risico van 10^{-6} (1 per miljoen personen) gerelateerd aan een niveau van $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ benzeen bij levenslange blootstelling.

Aannemende dat voor effecten van benzeen geen drempelwaarde bestaat, kan met behulp van de unit risk of VR factor de omvang van de effecten worden geschat.

Volgens de WHO schatting en bij levenslange blootstelling aan voornoemde concentraties zijn de aantallen personen met leukemie per miljoen Nederlanders ongeveer 6 - 12, 7 - 21, en 18 - maximaal 94 op de respectievelijke locaties regio, stad, en straat.

Volgens de EU schatting en bij levenslange blootstelling aan voornoemde concentraties zijn de aantallen personen met leukemie per miljoen Nederlanders ongeveer 0,05 - 10, 0,06 - 18, en 0,15 - maximaal 80 op de respectievelijke locaties regio, stad, en straat.

In het EC-2010 scenario wordt dan verwacht dat deze aantallen met een factor 3 tot 4 zijn gedaald.

B(a)P

Benzo(a)pyreen (B(a)P) kan, afhankelijk van de blootstellingsconcentratie en duur, de gezondheid van de mens negatief beïnvloeden. B(a)P is na langdurige blootstelling genotoxisch en carcinogeen. Verhoogde mortaliteit ten gevolge van longkanker is waargenomen in epidemiologisch onderzoek bij arbeiders in de industrie. De WHO is bij de vaststelling van de gezondheidkundige richtwaarde uitgegaan van geen drempelwaarde voor effecten en heeft een unit risk factor voor het optreden van longkanker vastgesteld op 87×10^{-6} per ng/m^3 B(a)P bij levenslange blootstelling. Als verwaarloosbaar risico van 10^{-6} (1 per miljoen personen) geldt dan een niveau van $0,01 \text{ ng}/\text{m}^3$ B(a)P bij levenslange blootstelling. Er is geen gezondheidkundige EU-grenswaarde voor B(a)P.

Aannemende dat voor effecten van B(a)P geen drempelwaarde bestaat, kan met behulp van de WHO de unit risk factor de omvang van de effecten worden geschat. Bij levenslange blootstelling aan voornoemde concentraties zijn de aantallen personen met longkanker per miljoen Nederlanders ongeveer 17 - 26, 30 - 48 en 44 - maximaal 174 op de respectievelijke locaties regio, stad en straat. In het EC-2010 scenario wordt verwacht dat deze aantallen met een factor 3 - 4 zijn gedaald.

7.2 Conclusies gezondheidseffecten

In tabel 7.3 is aangegeven in welke situaties gezondheidsrisico's kunnen optreden. Dit is niet alleen het geval bij overschrijding van de normen, maar ook bij onderschrijding van de normen.

Tabel 7.3 *Overzicht van knelpunten bij overschrijding EU of WHO grenswaarden en bij gezondheidsrisico's van stedelijke luchtverontreiniging*

Stof	Overschrijding van EU of WHO waarde en voorkomen van gezondheidsrisico (minder risico weergegeven door zwakkere arcering)		
		1995	2010*
NO₂	Uurgemiddelde	NB**; overschrijding en risico's mogelijk	NB; overschrijding en risico's mogelijk, doch afnemend
	Jaargemiddelde	Overschrijdingen: risico's snelwegen>straten> steden>regio randstad	Overschrijdingen: risico's in snelwegen>straten> stad
PM10	Daggemiddelde	NB, risico's in straat>stad>regio	NB; overschrijding en risico's waarschijnlijk
	Jaargemiddelde	Overschrijdingen: risico's in straat>stad>regio	Overschrijdingen: risico's in straat>stad>regio
SO₂	Uurgemiddelde	NB; overschrijding en risico's onwaarschijnlijk	NB; overschrijding en risico's onwaarschijnlijk
	Daggemiddelde	NB; overschrijding en risico's onwaarschijnlijk	NB; overschrijding en risico's onwaarschijnlijk
Pb	Jaargemiddelde	Geen overschrijdingen	Geen overschrijdingen
CO	8-uurgemiddelde	NB; overschrijding en risico's mogelijk in straat	NB; overschrijding en risico's onwaarschijnlijk
Benzeen	Jaargemiddelde	Overschrijding in straten; risico's in straat>stad>regio	Overschrijding in straten mogelijk; risico's in straat>stad> regio
B(a)P	Jaargemiddelde	Overschrijding in straten; risico's in straat>stad>regio	-; risico's in straat>stad>regio

* In 2005/2010 moet aan een aantal nieuwe EU-grenswaarden zijn voldaan

** NB = Niet berekend

8. Conclusies

De vastgestelde grenswaarden voor NO₂, PM₁₀, B(a)P, CO, zwarte rook en benzeen zijn in 1995 in meer of mindere mate overschreden. In 2010 geldt dit nog voor NO₂ (jaargemiddeld) en PM₁₀.

In de regionale achtergrond komen de jaargemiddelde concentraties van NO₂ hier en daar in de Randstad boven de EU-norm uit van 40 µg/m³. Het is duidelijk dat de betreffende concentraties in grote steden en in de straten binnen de steden in deze regio ook boven deze norm zullen uitkomen. Extra ongunstige zijn die situaties waarbij een snelweg in of aan de rand van een stad ligt, in versterkte zin als ook nog eens een hoog percentage vrachtverkeer gebruik er van maakt. In 2010 zal de norm voor het jaargemiddelde van NO₂ in drukke straten in grote steden nog worden overschreden. Dit geldt ook voor snelwegen in en nabij steden, maar de afstand vanaf de weg van de snelweg waar NO₂-concentraties boven deze grenswaarde wordt aanzienlijk kleiner.

De Nederlandse grenswaarde voor het 98-percentiel van uurwaarden van NO₂ wordt alleen op straatniveau en bij stedelijke snelwegen overschreden. In 2010 zal door de daling van de niveaus met enkele tientallen waarschijnlijk geen overschrijding meer plaatsvinden.

De grenswaarden voor PM₁₀ zijn in 1995 op grote schaal overschreden. Dit heeft vooral te maken met de relatief hoge regionale achtergrondconcentraties, die jaargemiddeld tussen de 30 en 45 µg/m³ uitkomen. De jaargemiddelde concentraties van PM₁₀ in de regionale achtergrond zullen in 2010 10-15 % dalen in vergelijking met 1995. Behalve bij drukke wegen in steden in het zuidelijke deel van Nederland zullen de jaargemiddelde concentraties dan onder de huidige norm uitkomen. Bij een toekomstige verlaging van de EU-norm naar de (nog als indicatieve aangemerkte) waarde van 20 µg/m³ zal er echter overal in Nederland overschrijding van deze zeer stringente norm plaats vinden.

Voor Zwarte Rook, CO, Benzeen en B(a)P liggen de concentraties in 1995 in de regionale achtergrond onder de grenswaarden. In bepaalde gevallen komen de concentraties op straatniveau echter boven de betreffende grenswaarde uit. Meestal treden deze overschrijdingen op in straten in de grote steden in de Randstad met stagnerend (zwaar) verkeer en waar door bebouwing de ventilatie beperkt is. In 2010 zullen de concentraties van de genoemde vier stoffen zodanig gedaald zijn dat de concentraties onder de grenswaarde komen te liggen.

De concentraties van de stoffen SO₂ en Pb liggen in de regionale en stedelijke achtergrond al ver onder de norm. De grenswaarden zullen mede daardoor ook op straatniveau in 1995 en in 2010 niet worden overschreden.

Gezien de (geschatte) concentraties van een aantal luchtverontreinigende stoffen en de overschrijdingen van gezondheidkundige EU-grenswaarden of WHO advieswaarden, mag worden geconcludeerd dat blootstelling aan buitenluchtverontreiniging voor de Nederlandse bevolking gezondheidsrisico's inhoudt. Voor een aantal stoffen en middelingstijden kon echter geen evaluatie worden opgemaakt door het ontbreken van gegevens. De belangrijkste in deze notitie besproken stoffen vanuit het oogpunt van gezondheidsrisico's zijn: NO₂ (jaargemiddeld), PM₁₀ (daggemiddeld, jaargemiddeld), benzeen (jaargemiddeld), en benzo(a)pyreen (jaargemiddeld). Vanwege hogere concentraties zijn de gezondheidsrisico's voor mensen wonend in een verkeersdrukke straat waarschijnlijk het grootst, gevolgd door de

stad respectievelijk de regionale gebieden. In het EC-2010 scenario nemen de gezondheidsrisico's in omvang af, maar verdwijnen niet. Een samenvatting van deze bevindingen is te vinden in de tabel 8.1. Tevens blijkt hieruit dat ook bij de afwezigheid van een beleidsknelpunt in de zin van overschrijding van normen of grenswaarden, de omvang van gezondheidsrisico's nog substantieel kan zijn. Verondersteld wordt dat verkeersemisies een belangrijke bijdrage leveren aan de concentraties. De precieze omvang van de hiermee verbonden gezondheidsrisico's is echter nog niet te kwantificeren.

Tabel 8.1 Generaal overzicht van knelpunten bij beleid vs. gezondheid bij blootstelling aan stedelijke luchtverontreiniging

Stof	Middelingstijd	Overschrijding grenswaarden		Gezondheidsrisico	
		1995	2010	1995	2010
NO₂	Uur	Ja	-	Mogelijk	Mogelijk
	Jaar	Ja	Ja	Ja	Ja
PM₁₀	Dag	Ja	Ja	Ja	Ja
	Jaar	Ja	Ja	Ja	Ja
SO₂	Uur	-	-	-	-
	Dag	-	-	-	-
Pb	Jaar	-	-	-	-
CO	8-uur	Incidenteel	-	Marginaal mogelijk	-
Benzeen	Jaar	Incidenteel	-	Ja	Ja
B(a)P	Jaar	Incidenteel	-	Ja	Ja

Literatuur

- Bloemen, H.J.Th., L. van Bree, E. Buringh, P.H. Fischer, S. de Loos, M. Marra, P.J.A. Rombout (1998) Fijn stof in Nederland, Een tussenbalans, RIVM-rapport 650010006. RIVM, Bilthoven
- Buringh, E., P. Fischer, G. Hoek (1999) Is SO₂ a causative factor for the PM related mortality risks in the Netherlands? (in press)
- Committee on the medical effects of air pollution (COMEAP) (1998) Quantification of the effects of air pollution on health in the United Kingdom. London, Department of Health
- Hoek, G., Verhoeff, A., and Fischer, P. (1997) Daily mortality and air pollution in the Netherlands, 1986-1994. Wageningen, Agricultural University
- Hoek, G. en B. Brunekreef, B. (1999). Further analyses of daily mortality in relationship to air pollution. Wageningen, Agricultural University
- Pruppers M.J.M. (1996), K.D. van den Hout, B.J.M. Ale, E. Buringh en H.M.E. Miedema, Cumulatie van milieurisico's voor de mens: geografische verschillen in Nederland. RIVM-rapport nr. 610127001 (en achtergronddocument RIVM-rapport nr. 610127002). RIVM, Bilthoven
- RIVM (1997a) Luchtkwaliteit Jaaroverzicht 1995, RIVM-rapport 722101028. RIVM, Bilthoven
- RIVM (1997b) Nationale Milieuverkenning 1997-2020 (MV4), Samson H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan den Rijn
- RIVM (1998a). Luchtkwaliteit, jaaroverzicht 1996, RIVM-rapport 722101029. RIVM, Bilthoven
- RIVM (1998b) Achtergronden bij: Milieubalans 98. Internet www.milieubalans.rivm.nl/themas/ind_4_8_vt_8002.html. Bilthoven 1998.
- Rombout, P.J.A, H.J.Th. Bloemen, L. van Bree, E. Buringh, H.C. Eerens, P.H. Fischer, M. Marra (1999) Wintersmog en verkeersmaatregelen, effecten op de luchtkwaliteit en gezondheid, RIVM-rapport 650010 012. RIVM, Bilthoven
- Touloumi, G., Katsouyanni, K., Zmirou, D., Schwartz, J., Spix, C., deLeon, A.P., Tobias, A., Quennel, P., Rabczenko, D., Bacharova, L., Bisanti, L., Vonk, J.M. and Ponka, A. (1997) Short-term effects of ambient oxidant exposure on mortality: a combined analysis within the APHEA project. *Am. J. Epidemiology* 146: 177-185.
- Vonk, J. M. en J. P. Schouten (1998) Daily emergency hospital admissions and air pollution in the Netherlands, 1982-1986 and 1986-1995. Groningen, State University, Faculty of Medicine.
- WHO (1999). Second Edition of the WHO Air Quality Guidelines for Europe, WHO, Copenhagen, Denmark, in press

Bijlage 1. Grenswaarden

Component	Grenswaarde	Typering	NL / EU
NO ₂	200 µg/m ³	18 overschrijdingen uurwaarde	EU
	135 µg/m ³	98-pct van uurgemiddelden	NL
	40 µg/m ³	jaargemiddelde	EU
PM10	50 µg/m ³	35 overschrijdingen van daggemiddelde	EU
	40 µg/m ³	jaargemiddelde	NL, EU
	20 µg/m ³	jaargemiddelde	EU (Indicatief 2010)
Zwarte rook	90 µg/m ³	98-pct 24-uurswaarden	NL
SO ₂	250 µg/m ³	98-pct 24-uurswaarden	NL
	125 µg/m ³	3 overschrijdingen van daggemiddelde	
Pb	0,5 µg/m ³	jaargemiddelde	NL, EU
CO	10 mg/m ³	8-uurswaarden	EU
	6 mg/m ³	98-pct 8-uurswaarden	NL
Benzeen	10 µg/m ³	jaargemiddelde	NL
	5 µg/m ³	jaargemiddelde	EU (waarschijnlijk)
B(a)p	0,001 µg/m ³	jaargemiddelde	NL

Bijlage 2. Resultaten van de berekeningen met CAR

Met behulp van het CAR-model en Verkeersmilieukaarten van 23 steden in Nederland zijn concentraties nabij een groot aantal verkeerswegen berekend voor het heden (basisjaar 1995) en de toekomst (EC-2010). De beschikbare steden vormen een representatieve steekproef van alle steden in Nederland met meer dan 40 duizend inwoners. In deze bijlage staat in tabelvorm het percentage aan wegvakken waar overschrijding van de norm plaatsvindt per omgevingskenmerk of verkeerskenmerk. De eerste twee tabellen vormen de resultaten voor 1995 en de derde tabel geeft alleen de resultaten voor de probleemstoffen, NO₂ en PM10, in 2010.

De gegevens in deze tabellen geven inzicht in welke mate bepaalde kenmerken van straten tot overschrijding aanleiding kan geven. Hieronder een toelichting in de vorm van een voorbeeld hoe de gegevens in de tabellen moeten worden geïnterpreteerd:

Voorbeeld: Overschrijdingstatistiek voor de jaargemiddelde EU-norm voor NO₂ in 2010 (zie tabel C) voor wegvakken die onderling verschillen voor wat betreft de typering van de gemiddelde doorstroomsnelheid van het verkeer

Van alle wegvakken in de stedelijke omgeving van Nederland met stagnerend verkeer kent 16% een overschrijding. Van alle wegvakken met snelheidskenmerk 'normaal stadsverkeer' kent 11% een overschrijding. Van alle wegvakken met typering 'snelweg' kent 52% een overschrijding, enz..

De percentages zijn dus per regel geldig. De aantallen wegvakken van bepaalde typering kunnen onderling behoorlijk verschillen. Als er bijvoorbeeld veel wegvakken zijn met normaal stadsverkeer en weinig met kenmerk 'snelweg' zullen dus binnen het totaal van alle wegvakken de overschrijdingen op wegvakken met 'normaal' verkeer een veel groter aandeel hebben. Echter een wegvak in de stedelijke omgeving met typering snelweg zal in meer dan de helft van de gevallen een knelpunt opleveren.

Gemiddelde verkeerssnelheid	Jaargem. NO ₂ 2010
stagnerend verkeer	16
normaal stadsverkeer	11
snelheidslimiet 70 km/h	13
snelweg	52

Tabel A: Percentage van wegvakken met overschrijding van grenswaarde per omgevings-/verkeerskenmerk voor de stoffen NO₂ (jaargemiddeld en 98-percentielwaarde), CO en benzeen in 1995

1995	NO ₂ gemiddeld	NO ₂ 98p (1h)	CO 98p (8h)	benzeen gemiddeld
Omgevingskenmerken				
Provincies				
Noord-Nederland	17	0	0	0
Randstad	98	5	0	3
Zuid-Nederland	81	1	0	1
Omvang stad				
40 - 100 duizend inwoners	86	1	0	1
100 - 300 duizend inwoners	86	1	0	1
4 grote steden	100	11	1	5
Bebouwing				
incidentele bebouwing	97	0	0	0
verspreide bebouwing	88	2	0	1
tweezijdig aaneengesloten bebouwing	87	2	0	1
streetcanyon	94	7	0	5
enkelzijdige bebouwing	93	9	1	7
Afstand tot wegas				
5 - 10 meter	88	4	0	2
10 - 20 meter	94	4	0	1
20 - 30 meter	95	3	0	0
Verkeerskenmerken				
Intensiteit (duizend per etmaal)				
5 - 10	95	0	0	0
10 - 15	98	4	0	1
15 - 20	100	13	0	10
20 - 30	100	16	2	11
30 - 50	100	37	3	25
50 - 70	100	28	0	3
70 - 100	100	10	0	0
> 100	100	36	0	0
Gemiddelde verkeerssnelheid				
stagnerend verkeer	100	16	1	10
normaal stadsverkeer	89	3	0	2
snelheidslimiet 70 km/h	95	1	0	0
snelweg	100	12	0	0
Aandeel zwaar verkeer				
0 - 4%	90	4	0	3
4 - 8%	93	3	0	1
8 - 12%	67	4	0	2
12 - 16%	97	2	0	1
>16%	98	21	0	0

Tabel B: Percentage van wegvakken met overschrijding van grenswaarde per omgevings-/verkeerskenmerk voor de stoffen PM10, zwarte rook, B(a)P en SO₂ in 1995

1995	NO ₂ gemiddeld	NO ₂ 98p (1h)	CO 98p (8h)	benzeen gemiddeld
Omgevingskenmerken				
Provincies				
Noord-Nederland	100	0	0	0
Randstad	100	1	8	0
Zuid-Nederland	100	1	5	0
Omvang stad				
40 – 100 duizend inwoners	100	1	2	0
100 – 300 duizend inwoners	100	1	4	0
4 grote steden	100	2	15	0
Bebouwing				
incidentele bebouwing	100	0	1	0
verspreide bebouwing	100	1	3	0
tweezijdig aaneengesloten bebouwing	100	1	4	0
streetcanyon	100	1	17	0
enkelzijdige bebouwing	100	3	16	0
Afstand tot weg				
5 - 10 meter	100	1	14	0
10 - 20 meter	100	0	9	0
20 - 30 meter	100	0	2	0
Verkeerskenmerken				
Intensiteit (duizend per etmaal)				
5 – 10	100	0	2	0
10 – 15	100	0	12	0
15 – 20	100	3	28	0
20 – 30	100	11	26	0
30 – 50	100	15	44	0
50 – 70	100	3	3	0
70 – 100	100	0	0	0
> 100	100	0	0	0
Gemiddelde verkeerssnelheid				
stagnerend verkeer	100	10	31	0
normaal stadsverkeer	100	1	7	0
snelheidslimiet 70 km/h	100	0	0	0
snelweg	100	0	0	0
Aandeel zwaar verkeer				
0 - 4%	100	1	6	0
4 - 8%	100	1	5	0
8 - 12%	100	3	14	0
12 - 16%	100	2	6	0
>16%	100	5	23	0

Tabel C: Percentage van wegvakken met overschrijding van grenswaarde per omgevings-/verkeerskenmerk voor de stoffen NO₂ (jaargemiddeld) en PM10 (voor twee grenswaarden (gw) van 20 en 40 µg m⁻³) in 2010

2010	NO ₂ gemiddeld	PM10-gw 20 gemiddeld	PM10-gw 40 gemiddeld
Omgevingskenmerken			
Provincies			
Noord-Nederland	0	100	0
Randstad	21	100	6
Zuid-Nederland	0	100	33
Omvang stad			
40 – 100 duizend inwoners	0	100	18
100 – 300 duizend inwoners	0	100	19
4 grote steden	45	100	11
Bebouwing			
incidentele bebouwing	48	100	17
verspreide bebouwing	9	100	16
tweezijdig aaneengesloten bebouwing	7	100	9
streetcanyon	18	100	12
enkelzijdige bebouwing	18	100	30
Afstand tot weg			
5 - 10 meter	10	100	15
10 - 20 meter	14	100	22
20 - 30 meter	33	100	17
Verkeerskenmerken			
Intensiteit (duizend per etmaal)			
5 – 10	12	100	15
10 – 15	21	100	20
15 – 20	26	100	42
20 – 30	33	100	41
30 – 50	55	100	51
50 – 70	93	100	37
70 – 100	100	100	0
> 100	100	100	0
Gemiddelde verkeerssnelheid			
stagnerend verkeer	16	100	50
normaal stadsverkeer	11	100	15
snelheidslimiet 70 km/h	13	100	21
snelweg	52	100	29
Aandeel zwaar verkeer			
0 - 4%	12	100	17
4 - 8%	15	100	16
8 - 12%	0	100	19
12 - 16%	3	100	4
>16%	34	100	27

Bijlage 3. Toelichting bij het referentiescenario European Co-ordination

In de referentiescenario's voor Milieuverkenningen wordt het zogenoemde vastgesteld beleid verondersteld. Onder vastgesteld beleid wordt verstaan: beleid dat in officiële beleidsdocumenten is vastgelegd, gefinancierd is en voldoende geïnstrumenteerd. Sinds de totstandkoming van de Vierde Milieuverkenning (MV4) zijn er nieuwe maatregelen tot stand gekomen. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van een geactualiseerde versie (stand van zaken augustus 1999) van het MV4-scenario European Co-ordination (EC). Hieronder volgt een overzicht van maatregelen. Gezien het belang van de doelgroep verkeer voor de stedelijke luchtkwaliteit worden de technische maatregelen voor deze doelgroep gedetailleerd beschreven.

Verkeer - Bronbeleid wegverkeer:

Personenauto's

1. Aanscherping van emissienormering voor nieuwe modellen personenauto's vindt zowel in 2000 als in 2005 plaats (EU-richtlijn 98/69/EG), stoffen CO, HC, NO_x en PM10. In MV4 werd in het EC-scenario reeds uitgegaan van aanscherping in 2005, echter nu is verondersteld dat een extra pakket maatregelen actief wordt, onder meer:
 - Wijziging van de testcyclus voor typegoedkeuring (Eurotest) met als belangrijkste veranderingen dat gemeten wordt vanaf het begin van de koude start in plaats van na 40 seconden stationair draaien, en dat er aparte normen voor VOS en NO_x komen in plaats van voor de som van VOS en NO_x.
 - Verplicht stellen van On Board Diagnostics.
2. Emissie-eisen voor nieuw typen personenauto's vanaf 1 januari 2002 waarbij CO- en VOS-emissies gedurende een stadscyclus bij -7 °C is gelimiteerd (EU-richtlijn 98/69/EG).
3. Een nieuw convenant met de Europese auto-industrie (ACEA) betreft vrijwillige limitering van CO₂-emissies bij personenauto's per 2008, gebaseerd op de standaard testcyclus. Daaraan voorafgaand geldt een tussendoelstelling in 2003 en worden vanaf 2000 reeds enkele CO₂-arme modellen geproduceerd. In 2002/2003 wordt het reductiepotentieel voor 2012 overwogen.
4. De Uitvoeringsnota Klimaatbeleid leidt tot energiebesparende maatregelen:
 - Stimulering van zuinige auto's via BPM-belasting en etikettering (vanaf 2000)
 - Versterking handhaving huidige snelheidslimieten
 - Bevordering in-car instrumenten via convenanten en fiscale regeling
 - Belastingmaatregel ter beperking van woon-werkverkeer
 - Verhoging bandenspanning
5. De typegoedkeuring is vanaf 1999 ook van toepassing voor auto's met LPG-installatie (EU-richtlijn 98/77/EG). Montage van LPG-installaties in de fabriek wordt dan mogelijk met lagere meerkosten tot gevolg.
6. Verlaging verwijderingsbijdrage voor nieuwe auto's per 1998.

Vrachtauto's, trekkers en bussen

Aanscherping emissienormering wegvoertuigen zwaarder dan 3,5 ton per 2000 (Euro3), 2005 (Euro4) en 2008 (Euro5), stoffen CO, HC, NO_x en PM10. In MV4 werd uitgegaan van maatregelen t/m Euro3. Vanaf Euro3 wordt op 2 manieren getest, met verschillende eisen. Voor zogenaamde Enhanced Environmentally-friendly Vehicles (EEV), zoals LPG- of

stadsdistributievoertuigen gelden strengere eisen, welke in Nederland wel/niet worden opgelegd.

Bestelauto's

Aanscherping emissienormering nieuw verkochte bestelauto's in 2000 en 2005, stoffen CO, HC, NO_x en PM10. Ook voor bestelauto's wordt een extra pakket van maatregelen actief, onder meer:

- Een zelfde verandering van de testcyclus als voor personenauto's
- Verplicht stellen van On Board Diagnostics.
- Verscherpte periodieke keuring
- Verbeterde testmethode voor het meten van verdampingsemissies

Motor- en bromfietsen

1. Emissienormen voor motorfietsen (EU-richtlijn 97/24/EG) in 1999, stoffen CO, HC en NO_x. Met de in de richtlijn genoemde 2^e fase wordt in het scenario geen rekening gehouden wegens onvoldoende instrumentatie van de maatregel.
2. Aanscherping emissienormen voor bromfietsen (EU-richtlijn 97/24/EG) in 1999 en 2002.

Consumenten:

1. Typekeuring cv-ketels (toevoeging sinds MV4)
2. Regulering energiebelasting en energiebesparingsactiviteiten als in Milieu Actie Plan
3. Energieprestatienorm woningbouw met aanscherpingen tot 2000
4. Doorwerking KWS2000-maatregelen voor huishoudelijke producten (VOS)

Industrie en bedrijven:

1. Invoering van kostenverevening voor NO_x-emissies uit vaste bronnen (toevoeging sinds MV4)
2. Verlaging emissiefactoren overeenkomstig op dit moment vastgestelde beleidsmaatregelen en doelgroep-convenanten (deels toevoeging sinds MV4)
3. Wijziging/aanscherping Besluit Emissie-Eisen Stookinstallaties (BEES) en invoering EU-richtlijn Large Combustion Plants (deels toevoeging sinds MV4)
4. Verbetering energie-efficiency door Meerjarenafspraken
5. Europese oplosmiddelenrichtlijn (toevoeging sinds MV4)
6. Ontwerp VOS-besluit (toevoeging sinds MV4)

Bouw en Handel, diensten en overheid:

1. ARBO-regelgeving VOS (toevoeging sinds MV4)
2. Doorwerking KWS2000-maatregelen (VOS)
3. Regelgeving benzine distributieketen + uitbreiding (toevoeging sinds MV4)
4. Reductie volgens NMP3 van 80% voor VOS (toevoeging sinds MV4)
5. Europese oplosmiddelenrichtlijn (2001 en 2007) en Europese verfrichtlijn (toevoeging sinds MV4)

Bijlage 4. Verzendlijst

1	B.C.J. Zoeteman, plv. Directeur-Generaal Milieubeheer
2	A.J. Baayen, directeur Klimaatverandering en Industrie DGM
3	C.M. Plug, directeur Lokale Milieukwaliteit en Verkeer DGM
4	M.M.J. Allesie, DGM
5	J.A. Herremans, DGM
6	A. Bussemaker, IMH-NW
7	R. Braakenburg van Backum, V&W DGV
8	A. Wijbenga, IPO, provincie Zuid-Holland
9	C. Hagenstein, VNG
10	J. Verspoor, DGM
11	H. Brouwer, DGM
12	A. Bezemer, DGM
13	N. Tetteroo, VROM/RPD
14	F. Bruinsma, IMH-W
15	K.R. Krijgsheld, DGM
16	A.P.M. Blom, DGM
17	R.C.G. Warmenhove, DGM
18	M. Roorda-Knape, DWW V&W
19	R. Smeenge, provincie Gelderland
20	C. Schoonebeek, provincie Noord-Holland
21	C.E. van Dam, provincie Zuid-Holland
22	M. Buring, provincie Limburg
23	F. van Zandbrik, provincie Noord-Brabant
24	A. Flohr, gemeente Hengelo (Ov)
25	B. van der Berg, gemeente Leiden
26	P. Schildwacht, gemeente Utrecht
27	H. Robanus, gemeente Den Haag
28	T. Tjisse Klasen, gemeente Arnhem
29	R.A. Ketelaars, gemeente Amsterdam
30	G.J. Smits, gemeente Enschede
31	S. van der Zee, GG&GD Amsterdam
32	K.D. van den Hout, TNO
33	B. Brunekreef, RUU
34	Depot van Nederlandse Publikaties an Nederlandse Bibliografie
35	Directie RIVM
36	F.L. Langeweg, adir Sector Milieuonderzoek RIVM
37	E. Lebret, hLBM
38	A. Opperhuizen, hLEO
39	D. van Lith, hLLO
40	A.E.M. de Hollander, CCM
41	P. Rombout, LEO
42	E. Buringh, LEO
43	P.H. Fischer, LBM
44	G.J. Eggink, MNV
45	R.A.W Albers, LLO
46	A. van der Meulen, LLO
47	W.J.A. Mol, LLO
48	R.J.C.F. Sluyter, LLO
49	E. Buijsman, LLO
50	H.J.Th.M. Bloemen, LLO
51	H. Noordijk, LLO
52	L.H.J.M. Janssen, LLO
53	Hoofd Bureau Voorlichting en Public Relations
54	Bureau Rapportenregistratie
55	Bibliotheek RIVM
56-59	Auteurs
60	Archief LLO
61-80	Bureau Rapportenbeheer
81-130	Reserve exemplaren