

rivm

Rapport 680177001/2008

M.G. Mennen | M. Mooij | J. van Dijk

Inventarisatie CO-emissies uit de industrie: emissiereductiedoelstelling loslaten?

RIVM Rapport 680177001/2008

Inventarisatie CO-emissies uit de industrie: emissiereductiedoelstelling loslaten?

M.G.Mennen
M. Mooij
J. van Dijk

Contact:
M.G. Mennen
Centrum Inspectie-, Milieu en Gezondheidsadviesing, IMG
marcel.mennen@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Directie Klimaatverandering en Industrie van het ministerie VROM, in het kader van M/680177/07/CO, Beleidsondersteuning Industrie - CO-emissies

© RIVM 2008

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

Rapport in het kort

Inventarisatie CO-emissies uit de industrie: emissiereductiedoelstelling loslaten?

De koolmonoxide-emissies van de industrie zijn de afgelopen jaren flink afgenomen, maar de doelstelling om de emissies tot 2010 met 90% te verminderen zal de industrie niet halen. Bij de huidige emissies en concentraties koolmonoxide in de lucht verwacht het RIVM geen negatieve gezondheidseffecten voor mensen. Ook de effecten op het milieu zijn naar verwachting gering.

In het begin van de jaren '90 heeft de overheid afspraken gemaakt met de industrie om de emissies van koolmonoxide terug te dringen. Eén van die afspraken was dat de emissies in 2010 met 90% zouden zijn verminderd ten opzichte van 1985. De Directie Klimaatverandering en Industrie (KvI) van het ministerie van VROM wil deze doelstelling mogelijk herzien. Ze heeft het RIVM gevraagd een inventarisatie te maken van de verschillende aspecten met betrekking tot industriële koolmonoxide emissies.

De koolmonoxide-emissies van de industrie zijn door de invoering van betere technieken de afgelopen jaren flink afgenomen. De verwachting is echter dat de emissies niet verder zullen afnemen, tenzij tegen zeer hoge kosten. Bovendien wordt vanuit het milieubeleid meer aandacht gegeven aan het terugdringen van emissies van andere stoffen, zoals stikstofoxiden en het broeikasgas. Omdat grote bedrijven nationaal en internationaal verplicht zijn hun koolmonoxide-emissies te monitoren, blijft er zicht op de ontwikkeling van de totale emissie aan koolmonoxide door de Nederlandse industrie. Wel is door verschillende partijen (Facilitaire Organisatie Industrie, Milieu- en Natuurplanbureau en VROM-Inspectie) de nodige zorg geuit over de kwaliteit van het monitoren.

De concentraties koolmonoxide in de buitenlucht zijn de afgelopen jaren flink afgenomen en liggen overal in Nederland ruim beneden de Europese grenswaarde. Hoewel enkele grote bedrijven een relevante bijdrage leveren aan de concentraties koolmonoxide in hun omgeving, liggen ook hier de concentraties onder de Europese grenswaarde.

Trefwoorden:

koolmonoxide, emissies, concentraties, industrie, emissiereductiedoelstelling, gezondheid, milieu

Abstract

Inventory of carbon monoxide emissions in Dutch industry: releasing the objective for reducing emissions?

In the early nineteen-nineties, the Dutch government made agreements with the industry to bring down the levels of carbon monoxide emissions. One of the agreements made then was that emissions should be reduced by 90% by the year 2010, compared with 1985. This objective, however, will not be achieved. But no negative health effects are expected to occur due to the current carbon monoxide concentrations in the air. Also the effects on the environment are expected to be negligible.

The National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) has concluded this. The Climate Change and Industry Directorate operating under the VROM-Directorate was the commissioning body for this study. They have requested the RIVM to make an inventory of the various aspects relating to industrial carbon monoxide emissions.

Due to the introduction of improved industrial technology, industrial carbon monoxide emissions have greatly decreased in recent years. It is expected that emissions will not decrease any further unless very high-cost methods are implemented. Moreover, from the perspective of environmental policy, more attention will be given to reducing emissions of other substances, such as nitrogen oxides and greenhouse gases. Because large companies are obliged by national and international legislation to monitor their carbon monoxide emissions, an overview of the development of the carbon monoxide emission is available. Although, various parties such as the Dutch Facility Organization for Industry (FO-Industrie), the Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP) and the VROM-Inspectorate express concerns on the quality of the monitoring.

The concentrations of carbon monoxide in the Netherlands have decreased sharply in recent years and are well below the European limit value. Whilst a few large industries have an impact on the concentrations of carbon monoxide in their direct environment, even here, the European limit value is not exceeded.

Key words:

carbon monoxide, emissions, concentrations, industry, emission reduction objective, health, environment

Inhoud

Samenvatting		9
1	Inleiding	11
1.1	Algemeen	11
1.2	Leeswijzer	12
2	Doel, vraagstelling en werkwijze	13
2.1	Doel en vraagstelling	13
2.2	Werkwijze	13
3	Koolmonoxide: eigenschappen en effecten	15
3.1	Eigenschappen en voorkomen	15
3.2	Effecten op milieu	15
3.3	Effecten op gezondheid	16
3.4	Normen en grenswaarden	17
3.5	Koolmonoxide als prioritaire stof?	19
4	Emissies	23
4.1	Bronnen en hun bijdragen	23
4.2	De doelgroep Industrie	25
4.3	Emissienormen en regelgeving	30
4.3.1	Algemeen	30
4.3.2	Eisen voor koolmonoxide	31
4.4	Monitoring	36
4.4.1	Internationale verplichtingen	36
4.4.2	Nationale verplichtingen	38
4.5	Toekomstige ontwikkelingen	38
5	Concentraties in de buitenlucht	41
5.1	Achtergrondwaarde en jaargemiddelde	41
5.2	Percentielen en maximale concentraties	43
5.3	Andere meetstations	45
5.4	Lokale effecten van grote industriële bronnen	46
5.4.1	Werkwijze berekeningen	46
5.4.2	Corus	49
5.4.3	Aldel	50
5.4.4	Componenta	51
5.4.5	Dow	53
5.4.6	Electrabel	54
5.4.7	Shell-raffinaderij	54
5.4.8	Samenvatting lokale effecten	55
6	Conclusies	57
Literatuur		59

Samenvatting

In het begin van de jaren negentig zijn emissiereductiepercentages geformuleerd voor een aantal zogeheten prioritaire stoffen. Het doel hiervan was om voor deze stoffen de concentraties in het milieu terug te brengen. Eén van de prioritaire stoffen is koolmonoxide (CO). De aanvankelijke doelstelling voor deze stof was een emissiereductie van 50% in het jaar 2000, ten opzichte van 1985, en een emissiereductie van 90% in het jaar 2010. Dit zijn vastgelegd in afspraken met de doelgroep Industrie: de zogenaamde Integrale Milieu Taakstellingen.

De doelstelling van 50% afname in 2000 is min of meer gehaald, maar het wordt ernstig betwijfeld of de doelstelling van 90% reductie in 2010 eveneens gehaald gaat worden zonder dat zeer ingrijpende maatregelen nodig zijn. De vraag is echter of dat noodzakelijk is, gelet op de huidige koolmonoxideconcentraties in de lucht.

Onderliggend rapport is een inventarisatie van de verschillende aspecten die te maken hebben met de (industriële) CO-emissies. Het rapport kan worden gebruikt ter onderbouwing van een mogelijke herziening van de emissiereductiedoelstelling voor CO.

Emissies van CO worden vooral veroorzaakt door verkeer (60%), maar ook in belangrijke mate door industrie (29%). Door invoering van verbeter technieken zijn de CO-emissies van zowel verkeer en vervoer als de industrie in de afgelopen jaren sterk afgenomen. De grootste reductie binnen de doelgroep Industrie is bereikt in de basismetaleindustrie, die veruit de grootste industriële bron van CO vormt (circa 80%), gevolgd door de chemische industrie (18%), en de overige industrie (samen 2%).

Sinds 2000 is de totale CO-emissie uit de industrie echter ongeveer constant gebleven met beperkte fluctuaties van jaar tot jaar en de verwachting voor de toekomst is dat bij de huidige maatregelen en technieken de industriële emissies niet meer zullen afnemen, maar eerder licht zullen toenemen. Dat is deels ook een gevolg van het feit dat, vanuit een algemene milieubeleid, er meer aandacht wordt besteed aan het optimaliseren de energie-efficiency en de reducties van NO_x- en CO₂-emissies dan aan reductie van CO-emissies. Dit wordt ook ondersteund door de Facilitaire Organisatie Industrie (FO-Industrie). Hierdoor zal geen van deze vier industrietakken noch de overige industrie de reductiedoelstelling van 90% in 2010 halen.

De emissies uit het verkeer blijven nog enige tijd dalen, maar die daling gaat langzaam en is gering.

Het belangrijkste instrument voor de Nederlandse overheid om emissies te reguleren zijn de milieuvergunningen en de daaraan gerelateerde richtlijnen en wettelijke bepalingen. Uit een analyse van enkele milieuvergunningen blijkt dat de belangrijkste CO emitterende bedrijfstakken de Beste Beschikbare Technieken uit de IPPC-documenten voor het beperken van CO-emissies toepassen. Daardoor is een nog grotere emissiereductie zeer moeilijk haalbaar behalve tegen hoge kosten.

Wel is het van belang de CO-emissies van bedrijven te blijven volgen om inzicht te blijven houden in de ontwikkelingen in de toekomst en tijdig in te kunnen grijpen als de emissies weer (sterk) zouden stijgen. De monitoring van CO-emissies is voor een aantal bedrijven verplicht, zowel

nationaal (Besluit milieuverslaglegging) als internationaal (PRTR- protocol: protocol on Pollutant Release and Transfer Registers). Ook dient Nederland vanuit verschillende internationale verplichtingen (Kyotoprotocol, EMEP, E-PRTR) jaarlijks haar CO-emissies vast te stellen en te rapporteren. Dit houdt in dat er zicht blijft op de ontwikkelingen in koolmonoxide-emissies door de Nederlandse industrie. Een aandachtspunt hierbij is echter de kwaliteit van de monitoring. Door verschillende instanties (Milieu en Natuurplanbureau, Facilitaire Organisatie Industrie, VROM-Inspectie) is de nodige zorg geuit over de kwaliteit van zowel de door bedrijven opgegeven emissies als de validatie daarvan door het bevoegde gezag. Verbeteringen in de kwaliteit van het monitoren van emissies zijn gewenst. Er zijn geen internationale emissiereductie verplichtingen of emissieplafonds voor koolmonoxide.

Door de daling van CO-emissies zijn ook de CO-concentraties in de buitenlucht in de afgelopen jaren flink afgenomen. Langs drukke wegen en rondom een enkel bedrijf kunnen incidenteel nog wel hoge, kortdurende piekconcentraties voorkomen, maar de maximaal glijdend 8-uursgemiddelde waarden liggen ruim beneden de Europese grenswaarde van 10 mg/m^3 , dat gelijk is gesteld aan het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau. De huidige achtergrondconcentraties in Nederland liggen tussen de 200 en $400 \text{ }\mu\text{g/m}^3$. Dat is nog wel boven de (niet-wettelijke) streefwaarde, die $100 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ bedraagt. Hoewel de concentraties nog enige jaren zullen dalen, is de verwachting dat deze daling zo langzaam gaat dat ook op termijn de streefwaarde niet gehaald wordt.

Lokaal kunnen CO-emissies uit de industrie invloed hebben op concentraties in de nabije omgeving. In dit rapport zijn berekeningen uitgevoerd rondom een zestal grote bedrijven, die veel CO emitteren.

Uit de berekeningen blijkt dat twee bedrijven, namelijk Corus (ijzer- en staalfabriek) en Componenta (ijzergieterij) een relevante impact hebben op de concentraties koolmonoxide in de omgeving. Rondom de andere onderzochte bedrijven is er nauwelijks verhoging of is de verhoging (jaargemiddeld) beperkt tot maximaal 10-20% van de achtergrondconcentratie. Bij geen van de bedrijven wordt, aldus de berekeningen, de Europese grenswaarde van 10 mg/m^3 overschreden. Alleen rond Componenta kan, vanwege onzekerheden in de modelberekeningen en het feit dat er rond het bedrijventerrein mogelijk een extra bijdrage is van verkeersemisies, niet worden uitgesloten dat er piekconcentraties boven de Europese grenswaarde optreden. Omdat de hier geselecteerde bedrijven de hoogste emissies CO binnen hun doelgroep hebben, kunnen we stellen dat de situatie rond de andere bedrijven gunstiger is en er dus nergens een overschrijding van de Europese grenswaarde is te verwachten.

Bij de huidige CO-emissies en -concentraties in de lucht zijn geen negatieve effecten voor de mens te verwachten. De effecten op het milieu (broeikasewerking, ozonvorming) zijn, vergeleken met die van andere stoffen, zeer gering.

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In het begin van de jaren negentig is als onderdeel van het Nationaal Milieu Beleidsplan een lijst opgesteld met prioritare stoffen, waarvoor algemene emissiereductiepercentages zijn geformuleerd. Het doel hiervan was om voor deze stoffen de concentraties in het milieu uiteindelijk te laten afnemen tot de streefwaarde, die is gerelateerd aan het verwaarloosbaar risiconiveau. Dit niveau zou in 2010 bereikt moeten worden. Als tussenstap was het bereiken van het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) in het jaar 2000 als doel gesteld.

Later is het beleid voor prioritare stoffen verder gedifferentieerd – zo zijn er stoffen bijgekomen en zijn voor sommige stoffen scherpere of minder scherpe emissie-eisen geformuleerd –, maar deze algemene doelen bleven in principe van kracht. Eén van de prioritare stoffen is koolmonoxide (CO). De aanvankelijke doelstelling voor deze stof was een emissiereductie van 50% in het jaar 2000, ten opzichte van 1985, en een emissiereductie van 90% in het jaar 2010 (VROM, 2001).

De belangrijkste bronnen van CO zijn verkeer, vervoer en industrie. De emissies uit het verkeer zijn afgenomen door technologische verbeteringen en steeds schonere motoren. Dit beleid lijkt succesvol te zijn, gezien de sterke afname van verkeersemissies sinds de jaren negentig.

Om de emissies uit industriële bronnen te reduceren zijn afspraken gemaakt met de industrie in de vorm van het doelgroepenbeleid Milieu en Industrie. Binnen dit beleid heeft een aantal brancheorganisaties van verschillende bedrijfstakken uit de doelgroep Industrie afspraken gemaakt met de overheid, die zijn vastgelegd in intentieverklaringen of milieuconvenanten (Facilitaire Organisatie Industrie, 1992; 1993). Hierin zijn onder meer doelen geformuleerd om de emissies van stoffen naar het milieu te verminderen. Ook zijn er afspraken in opgenomen over monitoring van en verslaggeving over de jaarlijkse emissies.

De algemene doelstelling voor koolmonoxide van 50% reductie in 2000 is min of meer bij de meeste industriële doelgroepen gehaald (Peek, 2006; VROM, 2006). Het wordt echter zeer betwijfeld of de doelstelling van 90% in 2010 eveneens gehaald gaat worden zonder dat zeer ingrijpende maatregelen nodig zijn. Daarbij is de vraag of die reductie van 90% nog wel noodzakelijk is, gelet op de huidige CO-concentraties in de lucht. Er is immers al jaren achtereen geen overschrijding van enige grenswaarde voor CO in de buitenlucht meer geconstateerd. Door het ministerie van VROM, beleidsdirecties KvI en SAS, is daarom de vraag gesteld of de emissiereductiedoelstelling voor CO van 90% in 2010 niet kan worden losgelaten. Om deze vraag te kunnen beantwoorden is er behoefte aan inzicht in de huidige en toekomstige CO-concentraties in de leefomgeving in Nederland in relatie tot de (gezondheidskundige) grenswaarden voor deze stof. Daarnaast dient de bijdrage van de industrie aan deze concentraties te worden bepaald, niet alleen landelijk gemiddeld maar vooral ook lokaal, in de directe omgeving van notoire CO-bronnen. Ook de trends in emissies en concentraties over de afgelopen jaren en de mogelijke gevolgen van beleid voor andere stoffen dienen in de overwegingen meegenomen te worden. Tot

slot moet worden nagegaan of bepaalde Europese regelgeving nu en in de toekomst gevolgen kan hebben voor de CO-emissies en het beleid daaromtrent.

1.2 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden het doel en de vraagstelling van het onderzoek beschreven en toegelicht. Ook geven we in dit hoofdstuk een kort overzicht van de onderzoeksaanpak.

Hoofdstuk 3 bevat algemene informatie over koolmonoxide. Zaken als de eigenschappen van de stof, het ontstaan en het voorkomen, de toepassingen van koolmonoxide in industriële processen en de effecten op het milieu worden kort toegelicht. Daarnaast wordt, iets uitgebreider, ingegaan op de effecten van koolmonoxide op de gezondheid en de daarop gebaseerde normen en grenswaarden voor CO in de lucht. Tot slot besteden we aandacht aan de status van en het beleid rond koolmonoxide als prioritaire stof.

In hoofdstuk 4 staan de emissies van koolmonoxide centraal. Er wordt een overzicht gegeven van de verschillende Nederlandse bronnen van koolmonoxide en hun bijdragen aan de totale jaarlijkse emissies tussen 1985 en nu. Daarna gaan we dieper in op de emissies van de doelgroep Industrie, de verschillende daartoe behorende bedrijfstakken en de grootste CO emitterende bedrijven. Ook wordt aandacht besteed aan wettelijke regelingen en richtlijnen voor emissienormen in het kader van de milieuvergunningen. Naast het doelgroepenbeleid vormen de milieuvergunningen een belangrijk middel om indien dat nodig is de emissies van koolmonoxide te reguleren. Ten slotte komen in dit hoofdstuk monitoringsverplichtingen aan bod en worden toekomstverwachtingen van CO-concentraties in de buitenlucht belicht.

De concentraties koolmonoxide in de buitenlucht worden besproken in hoofdstuk 5, zowel jaargemiddelde concentraties als percentielen en piekwaarden. Het verloop van de concentraties gedurende de afgelopen jaren tot op heden wordt beschreven, zowel in regionale en stedelijke gebieden als nabij drukke straten en rondom industriële bronnen. Ook hebben we met een verspreidingsmodel de bijdrage van de CO-emissies uit enkele grote bedrijven op de leefomgeving berekend om na te gaan of er lokaal overschrijdingen van grenswaarden zijn te verwachten.

In hoofdstuk 6 worden de belangrijkste aspecten van de vraagstelling – kan de emissiereductie-doelstelling voor koolmonoxide worden losgelaten? – nog eens kort samengevat in de conclusies.

2 Doel, vraagstelling en werkwijze

2.1 Doel en vraagstelling

Het doel van deze studie is een brede inventarisatie te maken, waarin de verschillende in de inleiding genoemde aspecten systematisch tegen het licht worden gehouden. Deze inventarisatie dient ter onderbouwing van een mogelijke herziening van de emissiereductiedoelstelling voor CO. In de inventarisatie moeten de volgende zaken aan de orde komen:

1. De stand van zaken, de emissietrends gedurende de afgelopen jaren en de verwachtingen voor de toekomst ten aanzien van de CO-emissies uit de industrie en andere bronnen. Daarbij is het gewenst de belangrijkste bedrijfstakken, die CO uitstoten, apart onder de loep te nemen.
2. De bijdrage van industriële CO-emissies ten opzichte van die van andere CO-bronnen. Hierbij dienen ook de ontwikkelingen in de afgelopen jaren en die in de toekomst te worden meegenomen.
3. De CO-concentraties in de lucht en het verloop daarvan gedurende de afgelopen jaren tot op heden, zowel in regionale en stedelijke gebieden als nabij drukke straten en industriële bronnen.
4. Het berekenen van de bijdrage van industriële CO-emissies aan de concentraties op leefniveau, zowel landelijk gemiddeld als lokaal, in de directe omgeving van grote bronnen. Tevens zal deze bijdrage worden afgezet tegen de bijdrage van andere bronnen op leefniveau.
5. Een overzicht van normen uit de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007, voorheen het Besluit Luchtkwaliteit, en andere relevante gezondheidskundige grenswaarden en een toelichting hierop met betrekking tot de betekenis voor het milieu en de volksgezondheid.
6. Een overzicht van andere mogelijk relevante ontwikkelingen, zoals Europese regelgeving, en de gevolgen daarvan voor de industriële CO-emissies in Nederland.
7. Aanbevelingen voor een eventuele herziening van de emissiereductiedoelstelling voor CO.

2.2 Werkwijze

Voor dit onderzoek is een aantal documenten bestudeerd, namelijk:

- beleidsdocumenten zoals het Nationaal Milieu Beleidsplan en daaraan gerelateerde stukken, de voortgangsrapportage milieubeleid Nederland, intentieverklaringen van verschillende bedrijfstakken, et cetera.;
- jaarrapportages van het doelgroepbeleid Milieu en Industrie en die van de afzonderlijke bedrijfstakken over de periode 2000 tot en met 2005;
- diverse wetenschappelijke rapporten over koolmonoxide, in het bijzonder over de eigenschappen van de stof, ontstaan en voorkomen in het milieu en de effecten op de gezondheid;
- wet- en regelgeving op het gebied van CO in lucht, zowel Nederlandse als Europese;
- documenten over emissie-eisen, zoals de Nederlandse emissie Richtlijnen (NeR) en een aantal BREF's (referentiedocumenten waarin voor een bepaalde bedrijfstak de Beste Beschikbare

Technieken worden beschreven om het milieu zo min mogelijk te belasten) voor IPPC-plichtige bedrijfstakken.

Verder is informatie verzameld via diverse websites:

- www.emissieregistratie.nl
- www.fo-industrie.nl
- www.milieuennatuurcompendium.nl
- www.cbs.nl
- ec.europa.eu/environment/ippc/index.htm
- www.eper.cec.eu.int/eper/
- www.stoffen-risico.nl
- www.InfoMil.nl
- www.wetten.nl

Meetgegevens van CO-concentraties in de buitenlucht zijn gehaald uit de jaarrapporten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit over de periode 1985 tot nu. In deze jaarrapporten staan ook data van andere meetnetten, zoals dat van DCMR Milieudienst Rijnmond en de provincie Noord-Holland.

Er zijn verspreidingsberekeningen gedaan om CO-concentraties rondom een aantal belangrijke industriële CO-bronnen te bepalen. Hiervoor is het computerprogramma Stacks gebruikt, dat is gebaseerd op het Nieuw Nationaal Model. Gegevens over emissies en andere parameters voor de berekeningen zijn opgevraagd bij de vergunningverleners of gehaald uit de milieujaarverslagen van de geselecteerde bedrijven.

3 Koolmonoxide: eigenschappen en effecten

3.1 Eigenschappen en voorkomen

Koolmonoxide (CO) is een geurloos, kleurloos en niet-irriterend gas dat met name ontstaat door (onvolledige) verbranding van koolstofhoudende materialen zoals olie, kolen, gas en hout, en bij industriële processen. Belangrijke industriële bronnen zijn de metaalindustrie en de chemische industrie. Koolmonoxide wordt onder meer gebruikt bij de productie van chemicaliën (bijvoorbeeld azijnzuur, mierzuur, N,N-dimethylformamide, acrylzuur en chemische tussenproducten). Syngas of synthegas, een geproduceerd gasmengsel van koolmonoxide en waterstof, wordt toegepast bij de synthese van vele koolwaterstoffen (Fischer-Tropsch proces) en van ammonia en kunstmest. Een andere belangrijke toepassing is het gebruik van koolmonoxide als reducerend agens bij de winning van metalen, met name ijzer, uit ertsen in hoogovens. In deze ovens wordt CO-gas bij hoge temperatuur (2000-2400 °C) door de ijzererts (in de vorm van sinters, pellets en stukerts) geleid. Het in het erts aanwezige ijzeroxide wordt door CO omgezet in ijzer, waarbij het CO reageert tot CO₂.

Daarnaast komt koolmonoxide als verbrandingsproduct vrij uit elektriciteitscentrales, afvalverbrandingsinstallaties en raffinaderijen, in het laatste geval bij het affakkelen van overtollige hoeveelheden koolwaterstoffen.

Niet alleen in de buitenlucht, maar ook in het binnenmilieu kan koolmonoxide ontstaan bij onvolledige verbranding bij verbrandingstoestellen, zoals CV-ketels, (afvoerloze) geisers of openhaarden. In woningen, caravans of andere verblijfplaatsen komt het regelmatig voor dat slecht werkende en niet goed onderhouden verbrandingstoestellen ernstige gezondheidseffecten tot gevolg hebben en soms zelfs met een dodelijke afloop. Volgens de registratie van Consument en Veiligheid overlijden ongeveer twaalf mensen per jaar door blootstelling aan hoge concentraties koolmonoxide. Vooral in combinatie met een slechte ventilatie van de ruimte kunnen koolmonoxideconcentraties hoog oplopen. Concentraties in een woning van 60 mg/m³ of meer duiden op een defecte verbrandingsinstallatie en kunnen zeer gevaarlijke situaties opleveren.

3.2 Effecten op milieu

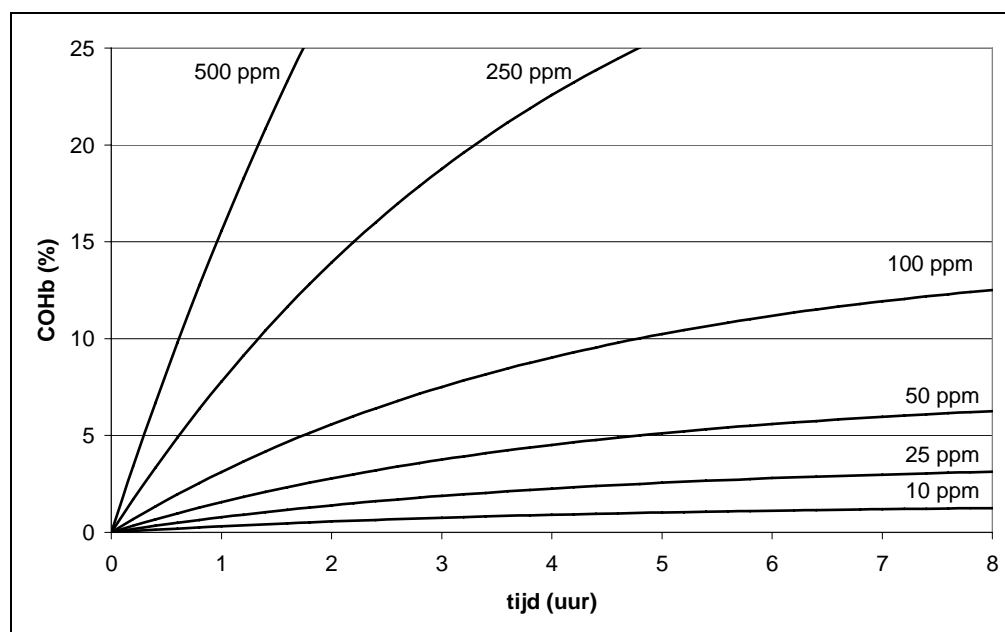
Koolmonoxide heeft een gemiddelde verblijftijd in de atmosfeer van ongeveer twee maanden en wordt in de buitenlucht omgezet in kooldioxide (CO₂) onder invloed van OH-radicalen. Bij dit proces ontstaat tevens ozon (O₃). Zowel CO₂ als O₃ zijn broeikasgassen en ozon is tevens een veroorzaker van zomersmog.

De emissie van koolmonoxide ten opzichte van de directe broeikasgassen is erg klein (<1%), ongeveer 1:225 CO₂-equivalenten. Het effect van koolmonoxide op de klimaatverandering is dus relatief klein. Het ozon op leefniveau dat zorgt voor zomersmog, wordt met name gevormd door stikstofoxiden en vluchtige organische stoffen (VOS). Het effect van koolmonoxide op het ontstaan van zomersmog is dus ook relatief klein.

3.3 Effecten op gezondheid

Koolmonoxide komt vrij bij uitlaatgassen, emissies van industrie, verbrandingsgassen binnenshuis en sigarettenrook. Blootstelling aan koolmonoxide kan tot verschillende gezondheidsklachten leiden. Bij een lichte vergiftiging kan een slaperig gevoel optreden, hoofdpijn, draaierigheid, moeite met zien en moeite met concentreren. Bij een ernstigere vergiftiging kan men misselijk worden, overgeven en bewusteloos raken. Koolmonoxidevergiftiging treedt op doordat het gas 200 keer sneller in het bloed opgenomen wordt dan zuurstof. Daardoor ontstaat zuurstofgebrek in de vitale organen zoals hersenen en het centrale zenuwstelsel. Mensen kunnen zelfs overlijden nadat ze zijn blootgesteld aan zeer hoge concentraties koolmonoxide (Peeters (red), 2007; websites: VROM en Consument en Veiligheid).

Koolmonoxide komt via de longen het lichaam binnen en wordt vervolgens in het bloed opgenomen. Hier bindt het zich aan het eiwit hemoglobine, dat in de rode bloedlichaampjes zorgt voor het transport van zuurstof in het lichaam. Koolmonoxide bindt sneller aan hemoglobine dan zuurstof en vormt dan carboxyhemoglobine (COHb). Deze vorm van hemoglobine kan geen zuurstof meer vervoeren. De mate van blootstelling aan koolmonoxide kan onderzocht worden door het bepalen van het COHb-gehalte in het bloed van de patiënt. De COHb-waarde in het bloed onder normale omstandigheden is kleiner dan 2% bij niet rokers, en 5-6% bij rokers. Een COHb-gehalte van 8-12% geeft een indicatie van een CO-vergiftiging weer (Hegger, 1991). Het verband tussen de CO-concentratie in de inademiingslucht, de blootstellingsduur en het COHb-gehalte in het bloed is niet lineair. Figuur 1 geeft de samenhang hiervan weer (Peeters (red), 2007).



Figuur 1. Het verband tussen het COHb-gehalte in het bloed en de CO-concentratie in de inademiingslucht en de blootstellingsduur voor een persoon die lichte inspanning verricht. In rust en bij zware inspanning zal het COHb-gehalte respectievelijk langzamer en sneller stijgen.
1 ppm CO \approx 1,15 mg/m³ CO (bij standaard condities)

Bij verschillende COHb-gehalten in het bloed kunnen verschillende symptomen optreden. Tabel 1 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 1. Effecten van blootstelling aan koolmonoxide.

COHb-gehalte in het bloed (%)	Symptomen
<3	Geen symptomen bekend
3-10	Lichte verschijnselen als afwijkingen in het ECG, afname van reactie- en onderscheidingsvermogen
10-20	In sterkere mate afwijkingen in het ECG en afname van reactie- en onderscheidingsvermogen, drukkend gevoel op hoofd, kortademigheid bij zware inspanning
20-30	Kortademigheid bij matige inspanning, bonzend gevoel in het hoofd, verminderd oordeelsvermogen
30-40	Gezichtsstoornissen, prikkelbaarheid, duizeligheid, misselijkheid, zwaktegevoel, hartkloppingen
40-60	Verwardheid, braken, bewustzijnsverlies bij geringe inspanning
60-80	Coma, stuiptrekkingen, wijde pupillen
>80	Snel dodelijk

Bron: Peeters (red), 2007.

Sommige mensen zijn meer gevoelig voor CO-vergiftiging dan anderen. Zwangere vrouwen en de foetus zijn twee van de meest sensitieve groepen uit de bevolking. Het is mogelijk dat wanneer een zwangere vrouw een CO-vergiftiging oploopt, er bij de foetus misvormingen ontstaan. Ook pasgeborenen, ouderen, mensen met hart- en longziekten of mensen met bloedarmoede of andere bloedziekten zijn meer gevoelig voor CO-intoxicatie (Green et al., 1999; Foster et al., 1999). Ook mensen die roken, op gas koken, nabij zeer drukke verkeerswegen wonen of onderhoudswerkzaamheden uitvoeren aan de grote wegen, kunnen mogelijk sneller koolmonoxidevergiftiging oplopen omdat hun basisblootstelling aan CO hoger is dan normaal (Green et al., 1999).

Na een langdurige en zeer ernstige chronische vergiftiging verloopt, na het uitschakelen van de bron, het herstel vaak erg langzaam. De klachten kunnen nog vele maanden voortduren of recidiveren om uiteindelijk toch geheel te verdwijnen.

3.4 Normen en grenswaarden

Voor de bescherming van de gezondheid van de bevolking zijn normen opgesteld waaraan men maximaal mag worden blootgesteld zonder dat negatieve gezondheidseffecten zullen optreden. Deze concentraties zijn gekoppeld aan een bepaalde blootstellingsduur.

Voor koolmonoxide in de buitenlucht moet iedere lidstaat van de EU sinds 1 januari 2005 voldoen aan een grenswaarde van 10 mg/m^3 ($= 10.000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) als maximaal glijdend 8-uursgemiddelde. Deze grenswaarde is vastgelegd in een Europese richtlijn van 13 december 2000 (EU, 2000). De

grenswaarde is overgenomen in de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007, voorheen het Besluit Luchtkwaliteit (VROM, 2007). De grenswaarde is bedoeld voor de buitenlucht en dient ter bescherming van de gezondheid van de gehele bevolking.

Tot 2005 werden in Nederland twee andere grenswaarden gehanteerd, namelijk een grenswaarde van 40 mg/m^3 als 99,9-percentiel van uurgemiddelde concentraties en een grenswaarde van 6 mg/m^3 als 98-percentiel van de glijdend 8-uursgemiddelde concentratie. De nieuwe EU-grenswaarde is strenger dan de waarden die vroeger in Nederland van kracht waren. De grenswaarde van 10 mg/m^3 als maximaal glijdend 8-uursgemiddelde komt ongeveer overeen met een waarde van $3,6 \text{ mg/m}^3$ als 98-percentiel van de glijdend 8-uursgemiddelde concentratie. Voor koolmonoxide in de buitenlucht is ook een streefwaarde vastgesteld van $0,1 \text{ mg/m}^3$. Deze waarde is gebaseerd op het natuurlijke achtergrond niveau. Deze streefwaarde heeft echter geen directe betekenis ten aanzien van de bescherming van het milieu of de volksgezondheid. De streefwaarde heeft ook geen wettelijke status en is niet opgenomen in de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. In Nederland wordt deze waarde van $0,1 \text{ mg/m}^3$ overal overschreden (Velders et al., 2007).

Naast de grens- en streefwaarden zijn ook advieswaarden opgesteld. Deze gelden voor verschillende blootstellingstijden variërend van 15 minuten tot 8 uur. Door de Gezondheidsraad en de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) zijn gezondheidkundige advieswaarden opgesteld ter bescherming van de algemene bevolking. Verder zijn er, door het ministerie van VROM, maximale concentraties koolmonoxide opgesteld waaraan men mag worden blootgesteld tijdens calamiteiten en incidenten (alarmeringsgrenswaarde en levensbedreigende waarde). Naast maximale blootstellingsconcentraties voor de algemene bevolking zijn ook publieke grenswaarden (voorheen MAC-waarden) opgesteld voor de bescherming van werknemers.

In Tabel 2 worden al deze normen en advieswaarden voor blootstelling aan koolmonoxide weergegeven.

Bij een 8 uur durende blootstelling aan koolmonoxideconcentraties van 10 mg/m^3 blijft de COHb onder de maximale 'natuurlijke' concentratie $< 2\%$. Zoals Tabel 1 laat zien zijn bij COHb-waarden in het bloed kleiner dan 3% geen negatieve gezondheidseffecten te verwachten, ook niet bij gevoelige groepen mensen zoals personen met hartklachten en zwangere vrouwen.

Tabel 2. Normen en advieswaarden voor blootstelling aan koolmonoxide.

Organisatie	Blootstellingsduur	Tijdgewogen gemiddelde concentratie (mg/m ³)
Europese grenswaarde	8 uur	10 als maximum
Streefwaarde	n.v.t.	0,1
‘Oude’ Nederlandse grenswaarden	1 uur	40 als 99,9-percentiel
	8 uur	6 als 98-percentiel
Advieswaarden WHO	15 minuten	100
	30 minuten	60
	1 uur	30
	8 uur	10
Advieswaarden Gezondheidsraad	1 uur	38,5
	8 uur	10
Publieke grenswaarde voor werksituaties	8 uur	29
	15 minuten	174
Bij calamiteiten (VROM):		
Alarmeringsgrens waarde (AGW)	1 uur	115
Levensbedreigende waarde (LBW)	1 uur	573

Bron: Peeters (red), 2007

3.5 Koolmonoxide als prioritaire stof?

De meeste stoffen die op de Nederlandse prioritaire stoffenlijst staan zijn afkomstig van internationale (prioritaire) stoffenlijsten. De stoffen zijn geselecteerd omdat ze vanwege hun gevaarseigenschappen, emissies en/of mate van voorkomen in het milieu een meer dan verwaarloosbaar risico voor mens en milieu kunnen veroorzaken, nu of in het nabije verleden. Blootstelling van mensen aan prioritaire stoffen kan jaarlijks tot enkele duizenden voortijdige sterftegevallen en verlies van gezonde levensjaren leiden (bijvoorbeeld blootstelling aan fijn stof en asbest).

In de notitie Emissiereductiedoelstellingen (VROM, 2001) zijn doelstellingen genoemd voor 50 prioritaire stoffen voor alle compartimenten (lucht, bodem en oppervlaktewater). Naast deze lijst prioritaire stoffen die in 2001 opgesteld is, is door de ministeries VROM en VWS in 2004 een lijst met 162 aanvullende prioritaire stoffen opgesteld. Het betrof stoffen die op internationale lijsten staan en op basis van hun stoffeigenschappen eveneens reden tot zeer ernstige zorg zijn. De oude lijst van 50 prioritaire stoffen en de hierboven genoemde aanvullende stoffenlijst zijn samengevoegd tot een nieuwe Nederlandse prioritaire stoffenlijst. Tevens zijn er enkele nieuwe stoffen toegevoegd waarvoor internationale afspraken zijn gemaakt, die door Nederland moeten

worden geïmplementeerd. Uit de voortgangsrapportage prioritaire stoffen blijkt dat voor een aanzienlijk aantal prioritaire stoffen het noodzakelijk blijkt om de emissies verder te reduceren, omdat de milieukwaliteit van deze stoffen nog niet aan de nationale en internationale doelstellingen voldoet. Maar voor een groot deel van de prioritaire stoffen ligt de concentratie tussen het maximaal toelaatbaar risico (MTR) en de streefwaarde (SW). Voor een ander deel van de stoffen is niet bekend of er milieukwaliteitsnormen overschreden worden. Dit komt doordat er onvoldoende kwantitatieve gegevens zijn over de milieukwaliteit. Dit betreft met name stoffen die recent aan de Nederlandse prioritaire stoffenlijst zijn toegevoegd en waarvoor geen monitoring plaatsvindt.

In de lijst van prioritaire stoffen komt een viertal verschillende categorieën voor. Tabel 3 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 3. Omschrijving vier categorieën Nederlandse prioritaire stoffenlijst.

Categorie	Omschrijving
A	<i>Concentratie in één van de milieucompartimenten ligt landelijk of regionaal gezien boven het MTR of er is anderszins sprake van een groot milieuprobleem.</i>
B	<i>Concentratie in één of meer milieucompartimenten ligt landelijk of regionaal gezien tussen MTR en SW of er is anderszins sprake van een beperkt milieuprobleem. Incidentele lokale overschrijdingen van het MTR kunnen voorkomen.</i>
C	<i>Concentratie in alle milieucompartimenten ligt landelijk gezien rond of beneden de SW of er is geen sprake van een milieuprobleem. Incidentele lokale overschrijdingen van de SW kunnen voorkomen.</i>
D	<i>Er zijn onvoldoende gegevens over de concentratie van de stof in het milieu, waardoor de stof nog niet kan worden ingedeeld. De meeste stoffen in deze categorie worden in Nederland wel geproduceerd, gebruikt en/of geëmitteerd naar lucht en/of water.</i>

Bron: VROM, 2007

Belangrijke uitgangspunten bij de inzet van landelijke beleidsinstrumenten zijn dat er vooral aandacht moet worden gegeven aan prioritaire stoffen in de categorie A en in mindere mate aan stoffen in de andere categorieën. Maar de inzet van beleidsinstrumenten mag niet in strijd zijn met internationale verdragen of EU-regelgeving (VROM, 2007).

Koolmonoxide valt in de categorie B van de prioritaire stoffenlijst. Stoffen uit deze categorie geven in het algemeen geen landelijk probleem, al kunnen sommige stoffen incidentele overschrijdingen vertonen of anderszins een beperkt milieuprobleem vormen. De concentraties koolmonoxide in de buitenlucht liggen in heel Nederland tussen de streefwaarde van 0,1 mg/m³ en de Europese grenswaarde van 10 mg/m³. In hoofdstuk 5 gaan we hier dieper op in en zullen we aantonen dat er ook lokaal nagenoeg geen problemen zijn met koolmonoxide, al kunnen er langs drukke wegen en in de omgeving van grote industriële bronnen wel hoge kortdurende piekconcentraties koolmonoxide voorkomen. De enige uitzondering geldt voor binnenlucht, waar nog wel eens problemen kunnen ontstaan met slecht functionerende verbrandingsinstallaties.

Naast het feit dat koolmonoxide niet de meest prioritaire stof is (categorie B van de stoffenlijst), geven ook de Milieukwaliteitsindicatoren (MKI's) aan dat CO geen probleemstof is voor het

milieu. Deze indicatoren geven namelijk aan hoe het met het Nederlandse milieu ervoor staat. Binnen het thema *Verspreiding* is een drietal Milieukwaliteitsindicatoren (MKI's) opgesteld om aan te geven in hoeverre de emissies en concentraties afwijken van de gestelde beleidsdoelstellingen (Sterkenburg et al., 2000):

1. Milieudrukindicator (MDI) die aangeeft in welke mate de emissies afwijken van voorgenoemde emissiedoelstellingen.
2. Milieukwaliteitsindicator voor lucht (MKI_{LUCHT}) die een beeld geeft van de mate waarin de milieukwaliteit afwijkt van de geformuleerde beleidsdoelstellingen.
3. Milieueffectindicator (MEI) die aangeeft hoe ernstig een bepaalde mate van normoverschrijding is, uitgedrukt in termen van effecten op ecosystemen (MEI_{ECO}) en volksgezondheid (MEI_{VGZ}).

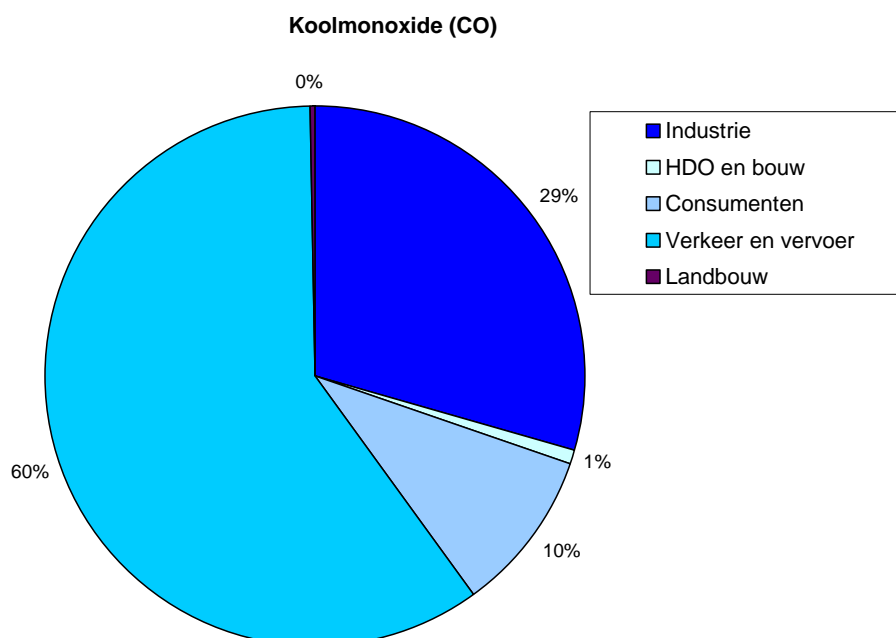
Voor koolmonoxide geldt dat de afgelopen jaren een dalende trend waargenomen is betreffende de hier genoemde MKI's (Van de Bovenkamp et al., 1999; Sterkenburg et al., 2006; Sterkenburg et al., 2000; De Zwart et al., 2006). Deze dalende trend betekent dat de CO-emissies, de milieukwaliteit en de effecten op mens en milieu minder afwijken van de gestelde beleidsdoelstellingen.

4 Emissies

4.1 Bronnen en hun bijdragen

De emissies van koolmonoxide worden vooral veroorzaakt door verkeer (60%) en industrie (29%). Daarnaast draagt de doelgroep consumenten voor ongeveer 10% bij. Het aandeel van andere bronnen bedraagt in totaal slechts 1%.

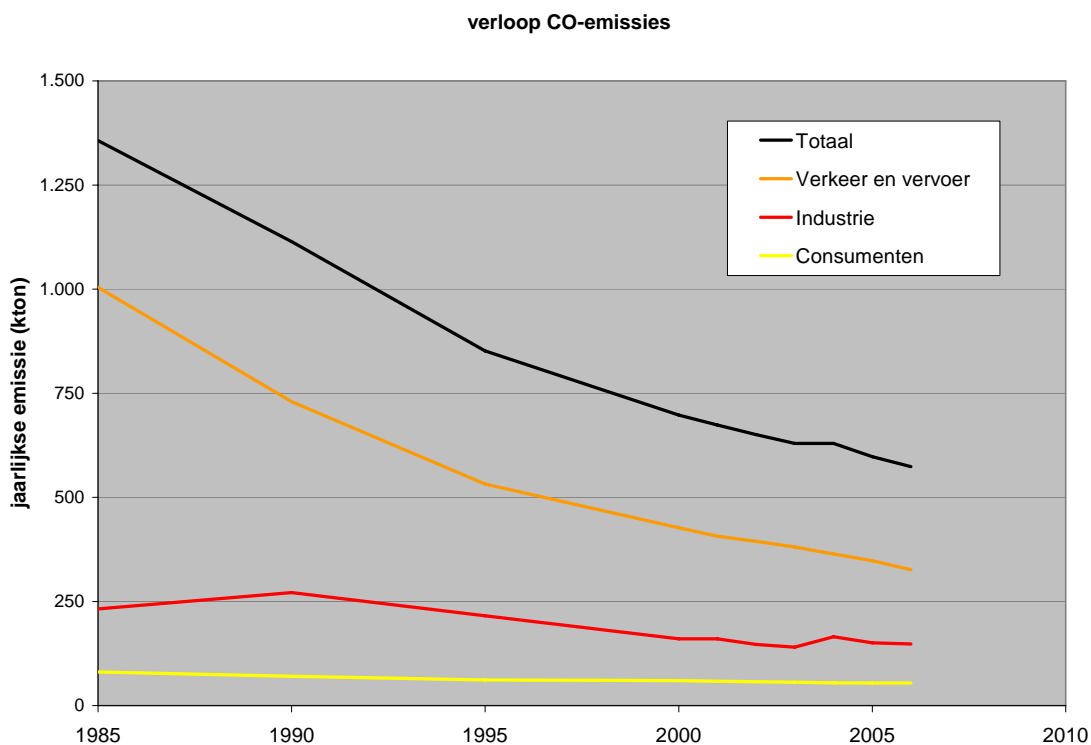
Figuur 2 laat de verschillende bijdragen van de belangrijkste doelgroepen aan de CO-emissies zien. De gegevens zijn afkomstig uit de Emissieregistratie. We gebruiken de meest recente gevalideerde data (uit 2006). We merken op dat in Figuur 2 de doelgroepen energiesector en raffinaderijen zijn samengevoegd met de doelgroep Industrie.



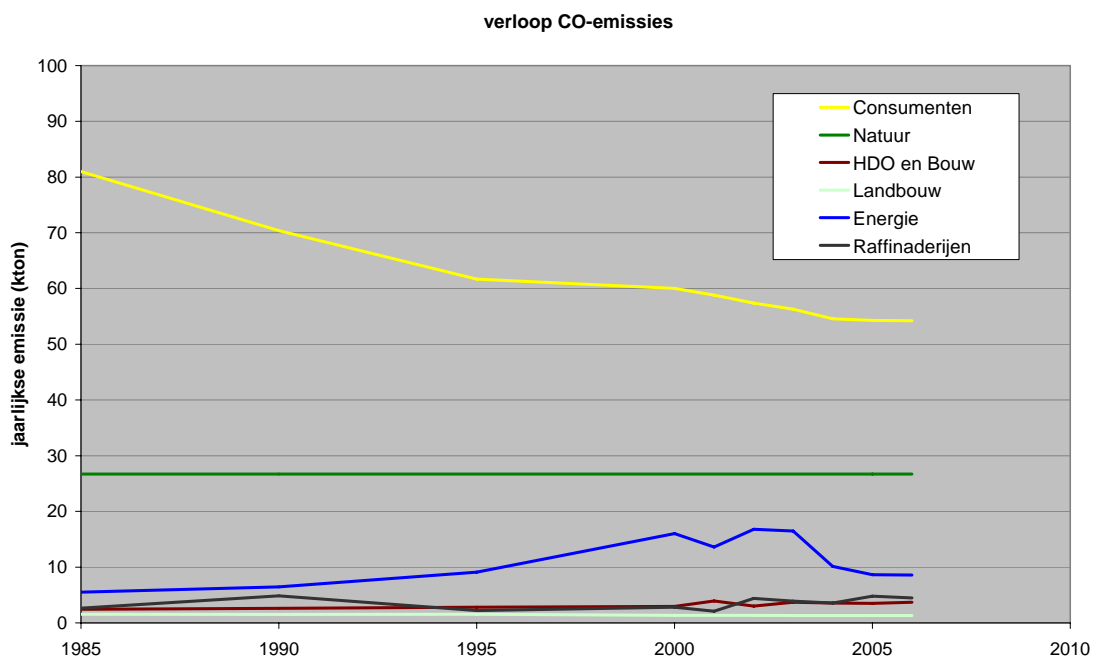
Figuur 2. Bijdragen van de belangrijkste emissiebronnen van CO in Nederland (data uit 2006).

De Figuren 3a en 3b geven het verloop van de CO-emissies van 1985 tot 2006 weer, per doelgroep en in totaal. In Figuur 3a staan de doelgroepen met de hoogste CO-emissies en in Figuur 3b staan de doelgroepen met lagere CO-emissies.

De totale emissie aan CO is sinds 1985 met ruim de helft is afgenomen. Vooral de afname in de verkeeremissies is hiervoor verantwoordelijk; deze bedraagt een factor 3. Voor andere doelgroepen is de afname veelal minder sterk en soms is er zelfs helemaal geen afname, maar dat betreft dan meestal bronnen die nauwelijks een bijdrage leveren aan de totale CO-emissie (bijvoorbeeld de energiesector en de doelgroep Handel, Diensten en Overheden/ HDO).



Figuur 3a. Verloop van de jaarlijkse emissies van koolmonoxide voor de belangrijkste doelgroepen.



Figuur 3b. Verloop van de jaarlijkse emissies van koolmonoxide voor de overige doelgroepen.

4.2 De doelgroep Industrie

In dit rapport richten we ons op de CO-emissies van de doelgroep Industrie. Figuur 3a laat zien dat de CO-emissies van deze doelgroep in totaal zijn afgenomen, al is die afname minder sterk dan die van de verkeersemisies. Voor de hele doelgroep bedraagt de afname sinds 1985 ongeveer een factor 1,6.

Binnen de doelgroep Industrie heeft de overheid aanvankelijk met vier verschillende bedrijfstakken convenanten ondertekend over emissiereductiedoelstellingen. Dit zijn de basismetaalindustrie, de chemische industrie, de papier- en kartonindustrie en de textiel- en tapijtindustrie. Met deze vier bedrijfstakken zijn Integrale Milieutaakstellingen (IMT) overeengekomen, waaronder een emissiereductiedoelstelling voor koolmonoxide van 50% in 2000 en van 90% in 2010 ten opzichte van 1985. Later is ook met de metaalelektro-industrie een doelstelling van 90% reductie in 2010 afgesproken.

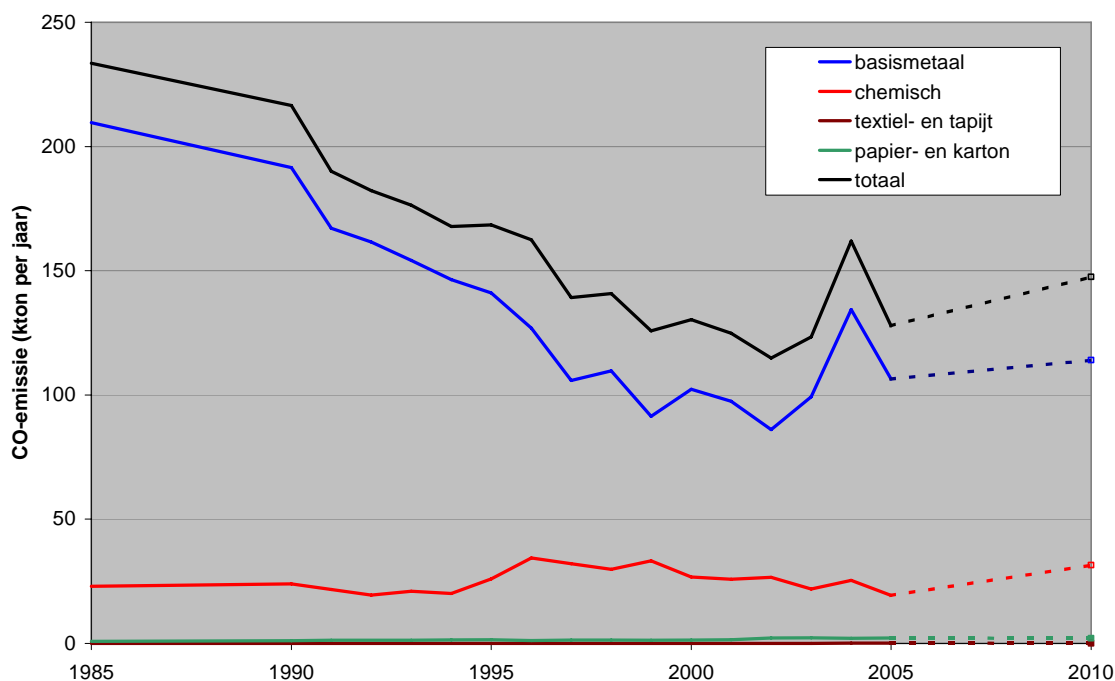
De basismetaalindustrie vormt veruit de grootste bron van CO (in 2005 ongeveer 80% van de totale uitstoot door de doelgroep), gevolgd door de chemische industrie die voor 18% verantwoordelijk is. De CO-emissies van de papier- en kartonindustrie en de textiel- en tapijtindustrie vormden in 2005 slechts 2% respectievelijk <1% van de totale CO-emissie door de doelgroep Industrie. Er zijn geen gegevens over de CO-uitstoot van de metaalelektro-industrie in 2005. In 1985 bedroeg de CO-emissie van deze bedrijfstak 4,7 kton oftewel 2% van de totale emissie van de doelgroep Industrie in dat jaar. Andere bedrijfstakken (onder meer de rubber- en kunststofindustrie, de zuivelindustrie, de grafische industrie, de betonmortelindustrie en de vleesindustrie) emitteren eveneens nauwelijks CO. De bijdragen van deze bedrijfstakken zijn vergelijkbaar of lager dan die van de textiel- en tapijtindustrie.

Figuur 4 geeft het verloop van de CO-emissies voor vier bedrijfstakken over de periode 1985 tot en met 2005. Deze gegevens zijn afkomstig uit de jaarrapportages van deze vier afzonderlijke bedrijfstakken en de jaarrapportages doelgroepbeleid Milieu en Industrie (Facilitaire Organisatie Industrie, 2005; 2006; 2007). Er zijn nog geen jaarrapportages over 2006 uitgebracht. In de figuur is ook een prognose voor het jaar 2010 gegeven. Deze is gebaseerd op inschattingen door de genoemde bedrijfstakken. De bedrijfstak metaalelektro-industrie is vanwege het ontbreken van gegevens niet in deze figuur – en dus ook niet in de prognose voor 2010 – opgenomen.

We merken op dat de totale emissie van de doelgroep Industrie, zoals weergegeven in Figuur 4, iets lager uitvalt dan die in Figuur 3a. Dit komt, doordat de gegevens die zijn gebruikt voor de jaarrapportages van de bedrijfstakken soms onvolledig zijn en doordat een deel van de bedrijven haar data te laat heeft aangeleverd. Voor die bedrijven is met schattingen of oude gegevens gewerkt. De data in de emissieregistratie (waar Figuur 3 op is gebaseerd) zijn wel up-to-date. De verschillen tussen beide figuren zijn overigens gering en de trends komen wel overeen.

In Tabel 4 staan de emissies en de gehaalde emissiereductiepercentages voor de afzonderlijke bedrijfstakken en voor de hele doelgroep Industrie, inclusief de prognose voor 2010. Ter informatie zijn ook de emissies van de verwante doelgroepen energiesector en raffinaderijen in de tabel opgenomen. Deze doelgroepen hebben geen IMT opgesteld, maar de bedrijven uit die doelgroepen emitteren CO en de bedrijfsactiviteiten zijn vergelijkbaar met die van de doelgroep Industrie.

CO-emissies per bedrijfstak



Figuur 4. Verloop van de jaarlijkse emissies van koolmonoxide voor de vier bedrijfstakken uit de doelgroep Industrie.

Tabel 4. Overzicht van jaarlijkse CO-emissies, in kton, van de belangrijkste industriële bedrijfstakken, inclusief reductiepercentages ten opzichte van het jaar 1985.

Bedrijfstak	1985	2000	2005	prognose 2010
Basismetaalindustrie	210	102 (51%)	106 (49%)	114 (46%)
Chemische industrie	23,0	26,8 (-16%)	19,2 (16%)	31,5 (-37%)
Papier- en kartonindustrie	0,04	0,02 (24%)	0,04 (-19%)	0,03 (27%)
Textiel- en tapijtindustrie	0,8	1,3 (-59%)	2,1 (-123%)	2,1 (-155%)
Metaalelektro-industrie	4,7	niet bekend	niet bekend	niet bekend
Overige industrie	0,3	0,14 (59%)	0,21 (38%)	0,16 (53%)
Industrie totaal	240	130 (44%)	128 (45%)	148 (37%)
Energiesector	5,5	16 (-191%)	8,7 (-57%)	niet bekend
Raffinaderijen	2,7	2,8 (-6%)	4,8 (-81%)	niet bekend

Uit de tabel blijkt dat in 2005 de gerealiseerde reductiedoelstelling voor de hele doelgroep Industrie ongeveer 45% bedroeg en dat geen van de vier industrietakken noch de overige industrie de reductiedoelstelling van 90% in 2010 zal halen. Voor de bedrijfstak metaalelektro-industrie is vanwege het ontbreken van gegevens niet bekend of de doelstelling wordt gehaald. De grootste reductie is bereikt in de jaren negentig en dan vooral in de basismetalaalindustrie. Deze groep haalde in 2000 de tussentijdse reductiedoelstelling van 50%, maar daarna zijn de emissies niet meer afgenomen. De chemische industrie vertoont een door de jaren heen fluctuerend beeld. De emissies in 2005 waren 16% lager dan in 1985, maar voor 2010 worden iets hogere CO-emissies verwacht. De emissies van de andere industriegroepen hebben een vergelijkbaar wisselend beeld, maar deze dragen zeer weinig bij aan de totale CO-emissie van de industrie. Verder zien we dat de CO-emissies van de doelgroepen energiesector en raffinaderijen zijn toegenomen ten opzichte van 1985. Voor deze doelgroepen was echter geen emissiereductiedoelstelling vastgesteld en hun bijdrage aan het totaal is beperkt.

Het lijkt er op dat de totale CO-emissie uit de industrie sinds 2000 ongeveer constant is met beperkte fluctuaties van jaar tot jaar. Die fluctuaties zijn gerelateerd aan variaties in de productie van bedrijven als gevolg van economische ontwikkelingen. Ook storingen en calamiteiten kunnen van invloed zijn geweest. Meestal gaan die gepaard met ongunstige verbranding en daardoor hogere CO-emissies. In 2004 was er een tijdelijke toename van de jaarlijkse CO-emissie in de basismetalaalindustrie. Volgens de jaarrapportage van deze bedrijfstak (Facilitaire Organisatie Industrie, 2005b) was dit toe te schrijven aan twee bedrijven, waarvan er één een toename in de productie als verklaring gaf – voor zover uit de rapportage is op te maken, betreft het een aluminiumproducent – en het andere geen verklaring gaf. In 2005 zijn de emissies weer afgenomen naar het niveau van rond het jaar 2000.

In de jaarrapportage van de textiel- en tapijtindustrie over 2005 (Facilitaire Organisatie Industrie, 2007b) wordt als reden voor de toegenomen CO-emissies opgevoerd, dat die is veroorzaakt doordat er meer bedrijven over CO-emissies rapporteren dan in het basisjaar 1985. In deze bedrijfstak zijn de CO-emissies uitsluitend het gevolg van verbrandingsemissies. Het verminderen van energiegebruik voor de productie en het verbeteren van de energie-efficiency zou moeten leiden tot een afname van de emissies aan verbrandingsgassen zoals CO en ook NO_x en SO₂. Volgens de jaarrapportage zou de bedrijfstak daar in 2005 al een eind mee zijn gevorderd en zijn de mogelijkheden voor verdere reductie van de emissies van deze gassen beperkt.

Een vergelijkbare redenering is te vinden in de jaarrapportages van de papier- en kartonindustrie (Facilitaire Organisatie Industrie, 2007c) en die van de chemische industrie. In de praktijk zijn emissies van koolmonoxide bij verbrandingsprocessen immers onvermijdelijk.

De chemische industrie ziet koolmonoxide niet als probleem, als die stof wordt afgezet tegen NO_x. In de jaarrapportage over 2005 staat dat ‘het niet-realiseren van de reductiedoelstelling voor koolmonoxide niet als knelpunt wordt aangeduid, omdat de prioriteit ligt bij het reduceren van NO_x-emissies en het verbeteren van de energie-efficiency’ (Facilitaire Organisatie Industrie, 2006). Men is van mening dat wanneer de doelstellingen voor NO_x en energie-efficiency worden gerealiseerd, de koolmonoxide-emissies vanzelfsprekend ook zullen afnemen (FO-Industrie, 1997). Hoewel in deze bedrijfstak verbranding niet de enige bron van CO is – procesemissies dragen immers ook bij – is ze wel de belangrijkste. De chemische industrie geeft hiermee dus min of meer aan geen actieve bijdrage (meer) te leveren aan het verder terugdringen van de CO-

emissies. Die zouden vanzelf moeten afnemen door energiebesparende en NO_x-reducerende maatregelen, aldus de Facilitaire Organisatie Industrie.

Opvallend is dat de prognose voor 2010 ongunstiger uitvalt dan de emissies over 2005. De toename in 2010 ten opzichte van 2005 is voornamelijk een gevolg van een verwachte stijging van de productie als gevolg van economische groei. Doordat de CO-emissies per eenheid van productie nauwelijks meer afnemen – er worden immers geen specifiek voor CO bedoelde reducerende maatregelen meer getroffen – levert dit een nettotoename van de CO-emissies op van, aldus de prognose, 15% over 5 jaar. Als deze prognose uitkomt, wordt in 2010 de aanvankelijke reductiedoelstelling van 50% voor het jaar 2000 niet meer gehaald en is de doelstelling van 90% zeer ver weg. We komen hier op terug in paragraaf 4.5.

Zoals gezegd vormen de basismetaalindustrie en de chemische industrie de twee bedrijfstakken met de hoogste CO-emissies. Binnen die groepen is een beperkt aantal bedrijven verantwoordelijk voor meer dan 60% van de totale emissie van de industrie. De emissies van deze grootste CO-emittenten in de jaren 2004 tot en met 2006, afkomstig uit de Emissieregistratie, zijn vermeld in Tabel 5. In deze tabel zijn naast de twee relevante bedrijfstakken uit de doelgroep Industrie ook enkele bedrijven opgenomen uit andere bedrijfstakken en uit de doelgroepen Energiesector en Raffinaderijen. In dit overzicht staan geen bedrijven uit de bedrijfstak metaalelektro-industrie. De totale CO-emissie van deze bedrijfstak is weliswaar relevant, maar die wordt vooral bepaald doordat die bedrijfstak bestaat uit een relatief grote groep van bedrijven die elk minder dan 0,5 kton CO per jaar emitteren.

Voor enkele bedrijven uit Tabel 5 hebben we verspreidingsberekeningen uitgevoerd om vast te stellen hoe hoog de lokale CO-concentraties in de leefomgeving zijn als gevolg van de uitstoot van die bedrijven. De berekeningen worden besproken in paragraaf 5.4.

Het valt op dat bij sommige bedrijven de emissies van jaar tot jaar sterk verschillen. Ook ontbreken er van enkele bedrijven soms jaarcijfers in de Emissieregistratie (in de tabel aangeduid met n.g.).

Tabel 5. Overzicht van bedrijven met de hoogste jaarlijkse CO-emissies, in kton per jaar. De gegevens zijn van de jaren 2004 tot en met 2006 (bron: Emissieregistratie).

Naam bedrijf	Doelgroep	Activiteit	CO-emissie (kton per jaar)		
			2004	2005	2006
Corus	Basismetalaalindustrie	IJzer- en staalfabriek (hoogovens)	60,9	61,4	74,6
ZALCO nv ¹⁾	Basismetalaalindustrie	Aluminiumfabriek	n.g. ²⁾	34,0	27,7
Aldel	Basismetalaalindustrie	Aluminiumfabriek	11,8	10,1	9,8
Dow	Chemische industrie	Fabr. chemische producten	4,9	3,8	3,6
Electrabel	Energiesector	Elektriciteitscentrale	4,9	3,0	1,8
Brunner Mond bv	Chemische industrie	Fabr. chemische producten	3,4	n.g. ²⁾	n.g. ²⁾
Thermphos International bv	Chemische industrie	Fabr. chemische producten	2,8	1,8	1,7
Shell Nederland Raffinaderij bv	Raffinaderijen	Olieraffinage	2,4	3,1	3,7
DSM Special Products Rotterdam bv	Chemische industrie	Fabr. chemische producten	2,1	0,65	0,65
Aluminium & Chemie Rotterdam bv	Basismetalaalindustrie	Fabr. aluminium en elektro-technische machines	2,1	n.g. ²⁾	2,1
Chemelot	Chemische industrie	Fabr. chemische producten	2,0	1,74	2,5
Componenta bv	Basismetalaalindustrie	IJzergieterij	1,98	2,5	2,9
ExxonMobil Chemical Holland bv	Chemische industrie	Fabr. chemische producten	1,63	0,40	0,48
Nuon Power Generation bv	Energiesector	Elektriciteitscentrale	1,58	0,35	0,29
Invista Polyester bv	Chemische industrie	Fabr. chemische producten	1,32	1,18	1,30
Gasunie	Energiesector	Aardolie- en aardgaswinning	1,02	1,05	0,86
Norit Nederland bv	Chemische Industrie	Fabr. chemische producten	0,93	1,54	0,44
Esso Nederland bv	Raffinaderijen	Olieraffinage	0,86	1,39	1,21
CSM Suiker bv	Overige industrie	Suikerfabricage	0,79	0,33	0,63
Suiker Unie	Overige industrie	Suikerfabricage	0,79	1,98	0,86
E.On Benelux Generations nv	Energiesector	Elektriciteitscentrale	0,70	1,43	0,72
Nijmeegsche IJzergieterij bv	Basismetalaalindustrie	IJzergieterij	0,68	0,73	0,71
Shell Nederland Chemie bv	Chemische Industrie	Fabr. chemische producten	0,65	0,60	0,77
Nannoka Vulcanus Industries bv	Basismetalaalindustrie	IJzergieterij	0,62	n.g. ²⁾	1,50
Kollo silicon carbide bv (voorheen ESD)	Chemische Industrie	Fabr. chemische producten	0,61	0,77	0,45
Shell Nederland Chemie bv	Chemische Industrie	Fabr. chemische producten	0,61	0,35	0,48
Heineken Nederland bv	Overige industrie	Bierbrouwerij	n.g. ²⁾	0,54	0,44
Methanor vof	Chemische Industrie	Fabr. chemische producten	0,57	0,45	0,10
Lyondell Chemical Nederland Ltd	Chemische Industrie	Fabr. chemische producten	n.g. ²⁾	0,39	0,78
Nedmag Industries Mining & Manufacturing Holding bv	Bouw	Delfstoffenwinning	0,55	0,45	0,61

1) Voorheen Pechiney Nederlands bv (onder die naam staat het bedrijf nog in de Emissieregistratie).

2) n.g. = geen data geregistreerd in de Emissieregistratie in dat jaar

4.3 Emissienormen en regelgeving

4.3.1 Algemeen

Veel bedrijven emitteren stoffen naar de lucht. De regulering van deze emissies van stoffen is vastgelegd in de Wet milieubeheer, de Nederlandse emissie Richtlijnen (NeR), de Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) directive, het Besluit Emissie-Eisen Stookinstallaties (BEES) en het Besluit verbranden afvalstoffen. Het bevoegd gezag van een bedrijf – bij grote bedrijven is dat meestal de provincie en bij kleinere bedrijven de gemeente – kan emissie-eisen opleggen in de milieuvergunning en dient daarbij de genoemde wettelijke regelingen en richtlijnen in acht te nemen.

De milieuvergunningen en de daaraan gerelateerde richtlijnen en wettelijke bepalingen vormen naast convenanten met de doelgroepen (zoals de eerder genoemde Integrale Milieutaakstellingen) het belangrijkste instrument voor de overheid om emissies te reguleren. Om die reden besteden we er in deze rapportage ruime aandacht aan.

In de NeR zijn voor een groot aantal componenten emissie-eisen vastgesteld. Er zijn algemene emissie-eisen en specifieke eisen voor bepaalde bedrijfstakken, installaties of processen (de zogenaamde bijzondere regelingen). De eisen uit de NeR zijn niet wettelijk verplicht, maar dienen als richtlijn voor vergunningverleners bij het opstellen van vergunningen. Niettemin mag een vergunningverlener alleen gemotiveerd afwijken van de eisen uit de NeR.

Voor grote bedrijven is sinds 1996 de IPPC-richtlijn (Europese Richtlijn 96/61/EG inzake geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging) van toepassing. Deze richtlijn verplicht de lidstaten van de EU om de milieubelasting, veroorzaakt door grote vervuilende bedrijven, te reguleren door middel van een *integrale* vergunning gebaseerd op de beste beschikbare technieken (BBT) voor de betreffende bedrijfstak. De IPPC-richtlijn richt zich op installaties die een groot verontreinigingspotentieel hebben en mogelijk een grensoverschrijdend risico vormen. In de regel zijn dat de grote bedrijven en installaties zoals energiecentrales, basismetaalbedrijven, chemische bedrijven, afvalverwerkers, raffinaderijen, grote voedselproducenten, maar bijvoorbeeld ook intensieve veehouderijen.

Centraal in de IPPC-richtlijn staat het concept Beste Beschikbare Technieken (BBT). Deze dienen een hoog beschermingsniveau te garanderen voor het gehele milieu. Emissiebeperkingen en 'operating conditions' van de vergunningplichtige bedrijven worden gebaseerd op de BBT, waarbij rekening mag worden gehouden met de technische staat van een installatie, de geografische locatie en het lokale milieu.

De BBT vormen geen emissie-eis en ook geen middelvoorschrift dat voor alle installaties op dezelfde manier geldt, maar een integrale afweging gericht op bescherming van het gehele milieu. Het kan bijvoorbeeld zijn dat een technologie beter scoort op energierendement (en daarmee een lagere CO₂-emissie), maar minder goed op geluidsoverlast. Welk effect het belangrijkste is dient in de vergunning te worden afgewogen.

Informatie over de BBT is terug te vinden in de zogenaamde BREF's: de BBT-referentie-documenten. Deze worden gemaakt door het European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPC) met bijdragen vanuit de industrie, de overheid en de niet-gouvernementele organisaties (NGO's), verenigd in het EEB (European Environmental Bureau). De Europese

Commissie organiseert de uitwisseling van informatie tussen de lidstaten en de betrokken bedrijfstakken over de BBT's en de daarmee samenhangende ontwikkelingen. In de BREF's is uitgebreide informatie te vinden over verschillende technieken, onder andere ook over emissies en emissiekentallen. Zowel bedrijven als vergunningverleners kunnen van deze informatie gebruikmaken. Voor Nederland wordt, door InfoMil, bij elke BREF een korte oplegnotitie vastgesteld bedoeld om de vergunningverlener te informeren over de toepassing van de BREF. De BREF's hebben een vergelijkbare status als de NeR. Dat wil zeggen dat bij de vergunningverlening in principe moet worden uitgegaan van technieken en bijbehorende milieuprestaties (lees: haalbare emissies) omschreven in de BREF, tenzij daar gemotiveerd van wordt afgeweken. Bij de motivatie moet worden aangegeven op welke wijze een hoog niveau van milieubescherming is gewaarborgd.

Voor afvalverbrandingsinstallaties en meeverbrandingsinstallaties zijn de BREF for Waste Incineration en het Besluit verbranden afvalstoffen van toepassing. De BREF is hierbij leidend. Het Besluit verbranden afvalstoffen is rechtstreeks afgeleid van de Europese richtlijn nr. 2000/76/EG betreffende de verbranding van afval (EU, 2000b). In het besluit zijn voor diverse componenten, waaronder koolmonoxide, emissie-eisen gesteld.

Meeverbrandingsinstallaties zijn 'technische eenheden, die in hoofdzaak bestemd zijn voor de opwekking van energie of de vervaardiging van producten en waarin afvalstoffen als brandstof worden gebruikt of afvalstoffen thermisch worden gereinigd ten behoeve van verwijdering. Een installatie van een energiecentrale waarin afvalstoffen gebruikt worden als brandstof behoort dus tot de categorie meeverbrandingsinstallaties. Ook zogenaamde thermische reinigingsinstallaties moeten voldoen aan het Besluit verbranden afvalstoffen. Het besluit kent een aantal uitzonderingen zoals installaties waarin bepaalde plantaardige afvalstoffen worden verbrand, installaties voor de verbranding van kadavers en radioactieve afvalstoffen en experimentele verbrandingsinstallaties. Hierop is andere regelgeving van toepassing.

4.3.2 Eisen voor koolmonoxide

Nederlandse emissie Richtlijnen (NeR)

In de NeR zijn geen algemene emissie-eisen voor koolmonoxide opgenomen. Dat betekent dat vanuit de NeR voor de meeste bedrijven geen algemeen geldende grenswaarden worden gesteld aan de CO-emissies.

Voor enkele bedrijfstakken of processen bestaan wel specifieke eisen, namelijk:

- *Het thermisch reinigen van elektromotoren in zogenaamde uitbrandovens en het thermisch reinigen van met polymeer verontreinigde apparaten voor kunststofverwerking (bijzondere regeling F2 van de NeR):* Voor deze processen geldt een emissie-eis voor koolmonoxide van 100 mg/Nm³.
- *Installaties voor verbranding van communaal en daarmee gelijk te stellen industrieel afvalwaterzuiveringsslib (bijzondere regeling F6 van de NeR):* Voor deze installaties geldt een emissie-eis voor koolmonoxide van 50 mg/Nm³. Overigens wordt deze bijzondere regeling binnenkort opgeheven.
- *Installaties voor de verbranding van schoon resthout (bijzondere regeling F7 van de NeR):* Voor deze installaties met een totaal thermisch vermogen tussen 1,5 en 5 MW geldt een emissie-eis voor koolmonoxide van ten hoogste 250 mg/Nm³. Voor installaties met

een totaal thermisch vermogen kleiner dan 1,5 MW hoeft geen emissie-eis te worden gesteld. Wel staat in de NeR toegelicht dat bij emissieconcentraties groter dan 2000 mg/Nm³ niet wordt voldaan aan de eis van goede verbranding. In dat geval moet onderhoud worden gepleegd aan de installatie.

We merken op dat dit geen installaties zijn die in Nederland op grote schaal worden gebruikt. Hun bijdrage aan de totale CO-emissies in Nederland is verwaarloosbaar.

In de NeR zijn niet direct specifieke emissie-eisen opgenomen voor bedrijfstakken waarvan bekend is dat ze wel veel CO emitteren, zoals ijzergieterijen, aluminiumsmelters, producenten van ijzer en staal en chemische bedrijven. In de bijzondere regelingen voor deze bedrijfstakken wordt verwezen naar de algemene emissie-eisen uit de NeR (voor CO zijn die er niet) en naar de BREF's voor deze categorieën bedrijven.

BREF's uit de IPPC

Hoewel de BREF's een vergelijkbare status hebben als de NeR – in de zin dat bij de vergunningverlening alleen gemotiveerd mag worden afgeweken van de in de BREF omschreven technieken en bijbehorende milieuprestaties – bevatten ze geen eisen in de vorm van massagrenswaarden of grenswaarden van emissieconcentraties. In de BREF's en de door Infomil gemaakte oplegnotities staan wel kentallen van emissieconcentraties of emissies, die typerend zijn voor bepaalde processen en die met bepaalde technieken en (milieu)maatregelen gehaald kunnen worden. Het voert te ver om in dit document alle kentallen uit de verschillende BREF's te behandelen. Hieronder geven we enkele voorbeelden uit een aantal, voor wat betreft CO relevante BREF's.

Eén van de belangrijkste bronnen van CO is de basismetalaalindustrie en dan met name de productie van ijzer en staal. Hiervoor is de 'BREF on the Production of Iron and Steel' van toepassing. In de door InfoMil gemaakte oplegnotitie bij deze BREF zijn de belangrijkste zaken weergegeven. In deze notitie is ook bij een aantal technieken en maatregelen het standpunt van de Nederlandse overheid opgenomen. Het gaat om zaken waarover in de technische werkgroep, die de BREF heeft samengesteld, verschil van opvatting was (zogenaamde 'split views')¹.

In de BREF wordt op diverse plaatsen aandacht besteed aan CO-emissies van verschillende processen in de staalproductie. Ten dele betreft dit emissies bij verhitten van ovens en andere installaties voor het smelten en bewerken van metaal en metaalerts (verbrandingsemissies). In de BREF worden hiervoor kentallen genoemd van 100 tot 200 mg/Nm³ als emissieconcentratie. Dit zijn normale concentraties in afgassen van verbrandingsinstallaties die op fossiele brandstoffen werken en daar valt qua emissiereducties weinig winst te behalen. De totale CO-emissies zijn wel te verminderen door energiezuiniger te werken, zodat minder brandstof wordt verbruikt en dus ook minder CO vrijkomt. In de oplegnotitie wordt hierover opgemerkt dat de voordelen van verminderd energieverbruik moeten worden afgewogen tegen de nadelen van mogelijk hogere NO_x-emissies.

¹ Een voorbeeld is de emissieconcentratie aan stof bij het machinaal schoonbranden. In de BREF worden hiervoor verschillende niveaus genoemd als haalbare concentratie, namelijk <5 mg/Nm³ en <20 mg/Nm³. Het standpunt van de Nederlandse overheid is <5 mg/Nm³. Vergunningverleners in Nederland dienen hier dan van uit te gaan.

Hoge CO-emissies komen vrij bij het productieproces en dan vooral bij het sinteren en de ijzerproductie. CO wordt in de hoogovens gebruikt als reductiemiddel om ijzeroxide om te zetten in ijzer, waarbij CO wordt omgezet in CO₂. Het CO-gas wordt daartoe bij een temperatuur van 2000-2400 °C door de ijzererts (in de vorm van sinters, pellets en stukerts) geleid. Bij dit proces en ook bij het sinteren komen restgassen vrij, die nog veel CO bevatten. Hoewel dit CO door recirculatie- en regeneratieprocessen zo veel mogelijk wordt hergebruikt of wordt verbrand, kan niet worden voorkomen dat een deel naar de atmosfeer wordt geëmitteerd. In de BREF worden kentallen genoemd tot ongeveer 25.000 g CO per ton geproduceerd staal.

Door toepassing van nieuwe technieken zoals Emission Optimised Sintering, een door Hoogovens (tegenwoordig Corus) ontwikkelde techniek, zijn emissiereducties voor CO te bereiken van 45 tot 50%. Door toepassing van deze techniek verminderen ook het energieverbruik en de emissies van andere gassen (koolwaterstoffen, NO_x en SO₂) en stof. De techniek is als BBT opgenomen in de BREF. Corus past de techniek al enkele jaren toe en dat verklaart mede de grote reductie aan CO-emissies in de basismetaleindustrie in Tabel 4.

Een ander proces waar CO bij vrijkomt is het beitsen van ijzer of staal met zoutzuur. Daarbij zijn emissieconcentraties haalbaar van 150 mg CO/Nm³, vergelijkbaar met die van verbrandingsemissies.

Naast de productie van ijzer en staal zijn binnen de basismetaleindustrie twee andere belangrijke bedrijfstakken relevante bronnen van CO, namelijk de non-ferrometaal industrie en de metaal- en ijzergieterijen. Voor beide zijn aparte BREF's gemaakt, namelijk de 'BREF of the Smitheries and Foundries Industry' en de 'BREF of the Non-ferrous Metals Industries'.

De BREF of the Smitheries and Foundries Industry bevat een overzicht van haalbare emissies voor verschillende toegepaste processen bij metaalgieterijen. Voor CO zijn de emissies sterk afhankelijk van het type smeltproces, dat wordt toegepast. De hoogste emissies treden op in hetelucht koepelovens; volgens de BREF bedragen de emissieconcentraties bij toepassing van BBT 20 tot 1000 mg/Nm³. In elektrische ovens en draaitrommelovens zijn met de BBT concentraties haalbaar van 200 respectievelijk 20-30 mg/Nm³. Bij het bewerken van non-ferro metalen variëren de concentraties van 5 tot 150 mg/Nm³, afhankelijk van het type oven dat wordt gebruikt. De BREF bevat een groot aantal, gedetailleerd beschreven technieken en maatregelen die kunnen worden toegepast om deze emissies te bereiken.

Hetzelfde geldt voor de 'BREF of the Non-ferrous Metals Industries', die nog veel uitgebreider is dan die voor de metaalgieterijen, omdat de groep non-ferro metalen omvangrijk is en er voor de verschillende metalen uiteenlopende bewerkingsprocessen worden gebruikt. Naast veel toegepaste metalen als aluminium, zink en koper wordt in deze BREF ook aandacht besteed aan BBT voor de bewerking van onder meer edelmetalen, kwik, nikkel, kobalt en alkalimetalen. Net als bij de productie van staal en ijzer komt CO vrij bij zowel verbrandingsemissies (verhitten van ovens en dergelijke) als bij bepaalde bewerkingsprocessen zoals sinteren, met name bij de productie van ijzerlegeringen en die van nikkel en kobalt. Afgas dat veel CO bevat, kan worden gebruikt als brandstof voor de productie van elektriciteit. Op die wijze wordt vrijgekomen CO hergebruikt en wordt op efficiënte wijze energie geproduceerd, een schoolvoorbeeld van BBT die het milieu integraal ten goede komen. In de BREF wordt deze techniek bij de productie van diverse soorten metalen beschreven, maar er wordt ook bij aangegeven dat de mogelijkheid tot toepassing van de techniek sterk afhankelijk is van de omstandigheden. De BREF bevat nagenoeg geen kentallen van

CO-emissies of CO-concentraties in het afgas. In de regel zullen die vergelijkbaar zijn met die van de emissies bij de productie van ijzer en staal.

Ook in de BREF voor 'Mineral Oil and Gas Refineries' wordt aandacht besteed aan CO-emissies bij toepassing van verschillende technieken en ook hier kan onderscheid worden gemaakt in procesemissies en verbrandingsemissies. Bij het katalytisch kraken kunnen emissieconcentraties voorkomen van <50 tot 900 mg/Nm³, afhankelijk van de gebruikte grondstoffen, de procesomstandigheden en de mate van naverbranding die wordt toegepast. Door toepassing van adequate 'CO boilers' of toepassing van zogenaamde 'CO oxidation promotors' kunnen de oorspronkelijke emissies uit het productiegas sterk worden gereduceerd. Het nadeel van het gebruik van 'oxidation promotors' is dat de NO_x-emissies hierdoor toenemen. De toelaatbare emissies van CO en NO_x dienen dan goed tegen elkaar afgewogen te worden. Bij gebruik van een 'CO-boiler' of toepassing van zogenaamde hoge-temperatuur-regeneratie (van de katalysator) kunnen zowel de CO- als NO_x-emissies worden gereduceerd (tot respectievelijk 50 mg/Nm³ voor CO en 100 tot 500 mg/Nm³ voor NO_x), maar deze techniek vraagt weer meer energie, een zorgvuldig ontwerp van de installatie en een goede operationele controle.

Verbrandingsemissies ontstaan als gevolg van zowel verhitting van installaties, naverbranding van restgas uit processen en het affakkelen van overtollig gasvormig product of restgas. Bij naverbranding zijn emissies van 100 mg/Nm³ en zelfs minder 50 mg/Nm³ goed haalbaar. Over de emissies die ontstaan in fakkels is weinig bekend. Over het algemeen is de verbranding in fakkels matig, omdat het verbrandingsproces moeilijker controleerbaar is dan in bijvoorbeeld naverbranders. Naar verwachting zijn de CO-emissies variabel, maar gemiddeld genomen zullen ze aanzienlijk hoger zijn dan in gecontroleerde verbrandingsinstallaties. Door raffinaderijen wordt er naar gestreefd zo min mogelijk restgas af te fakkelen, maar bij storingen of andere incidenten is affakelen soms toch noodzakelijk.

De BREF bevat een uitgebreide bijlage, waarin onder meer de normen voor CO-emissies in verschillende EU-lidstaten worden genoemd. Voor Nederland staat geen norm genoemd, maar in België en Finland worden emissiegrenswaarden gehanteerd van respectievelijk 150 en 50 mg/Nm³. Opvallend is dat in de oplegnotitie van InfoMil niet wordt ingegaan op emissies van CO, maar alleen op technieken voor de reductie van emissies van stof, NO_x, SO₂ en vluchtige organische stoffen en het verbeteren van de energie-efficiency, hoewel volgens de BREF sommige van deze technieken consequenties kunnen hebben voor de uitstoot aan CO.

Voor de chemische industrie zijn meerdere BREF's opgesteld, zoals bijvoorbeeld de BREF voor de 'Large Volume Organic Chemical Industry', de BREF voor 'the Production of Polymers', de BREF voor 'the Chlor-Alkali Manufacturing Industry', de BREF voor 'the Production of Speciality Chemicals' en de BREF voor de 'Glass Manufacturing Industry'. In een aantal van deze BREF's wordt substantieel aandacht besteed aan CO-emissies en aan technieken om deze emissies te reduceren.

Hoewel ook hier verbrandingsemissies een rol spelen – sommige processen vinden immers plaats bij hoge temperatuur en daarvoor is warmte nodig – bevatten de BREF's vooral informatie over procesemissies. CO wordt gebruikt als reactant in diverse processen, zoals de productie van ammoniak, aldehyden en alcoholen (zogenaamde carboxylatiereacties) en organische zuren als azijnzuur en mierzuur. Hoewel het CO hier reageert met andere stoffen, kan het daarbij

vrijkomende afgas resten CO bevatten. Bij de productie van ammoniak worden bijvoorbeeld emissies genoemd van 0,001 tot 0,03 kg CO per ton ammoniak.

Daarnaast komt bij vele processen CO vrij als reactieproduct. Voorbeelden zijn de omzetting van calciumfosfaat in fosfor, dat wordt gebruikt voor de productie van fosforzuur, de omzetting van calciumcarbonaat in calciumoxide en de productie van metaaloxiden, zoals titaniumoxide dat wereldwijd wordt toegepast als witte kleurstof in verven en kunststoffen. Ook in de organisch-chemische industrie komt CO vrij bij vele processen, vooral bij oxidatiereacties waarbij koolwaterstoffen met zuurstof reageren. De emissies zijn hier vaak hoger dan bij de processen waar CO als reactant wordt toegepast. Typische emissieconcentraties variëren van minder dan 5 tot soms meer dan 3000 mg/Nm³. Als regeneratie of naverbranding wordt toegepast, zijn emissieconcentraties haalbaar van minder dan 20 mg/Nm³. Daar kleven soms andere nadelen aan en de kosten zijn vaak hoog. In de organisch-chemische industrie wordt, evenals in raffinaderijen, soms afgefakkeld.

Besluit verbranden afvalstoffen en BREF for 'Waste Incineration'

In het Besluit verbranden afvalstoffen zijn de volgende emissie-eisen opgenomen, welke afkomstig zijn uit de Europese richtlijn nr. 2000/76/EG betreffende de verbranding van afval (EU, 2000b). In de BREF for 'Waste Incineration' wordt, voor wat betreft de emissie-eisen voor CO, ook verwezen naar deze richtlijn.

Voor installaties, waarbij meer dan 40% van de opgewekte warmte afkomstig is van gevaarlijke afvalstoffen, gelden de zogenaamde A-tabellen. Hierin staat voor koolmonoxide een grenswaarde van 50 mg/m³ als daggemiddelde, 100 mg/m³ als halfuurgemiddelde en 150 mg/m³ als 10-minutengemiddelde (voor 95% van alle 10-minutengemiddelden in een willekeurige periode van 24 uur).

Voor alle andere afvalverbrandingsinstallaties wordt de emissie-eis voor koolmonoxide berekend volgens de zogenaamde mengregel. Deze komt er op neer dat een gewogen emissie-eis wordt berekend, waarbij het percentage gevaarlijke afvalstoffen dat wordt verbrand als weegfactor wordt gebruikt. Deze emissie-eis zal over het algemeen minder streng zijn dan die uit de A-tabellen.

We gaan hier niet nader in op de exacte definitie van de afvalstoffen, zoals bedoeld in dit besluit, en op de diverse uitzonderingen die in het besluit worden gemaakt. De grenswaarden voor koolmonoxide liggen in de regel in de orde van 100 mg/m³ en dat is vergelijkbaar met gangbare waarden voor emissies bij andere verbrandingsprocessen.

Milieuvergunningen in Nederland

We hebben niet expliciet onderzocht in hoeverre de NeR en de IPPC-richtlijn in Nederland consequent worden toegepast bij het opstellen van milieuvergunningen (opmerking: het Besluit verbranden afval en het BEES zijn rechtstreeks werkende Algemene Maatregelen van Bestuur, waardoor bedrijven zich 'automatisch' aan de daarin gestelde eisen hebben te houden). Naar verwachting zal dat bij de grotere bedrijven zeker het geval zijn. De NeR en het Besluit verbranden afval (althans de voorloper daarvan) zijn immers al jaren van kracht, bepaalde wijzigingen daargelaten. Ook de IPPC-richtlijn is voor grote bedrijven sinds 1996 van toepassing en vanaf 2007 moeten alle bedrijven aan de richtlijn voldoen. Zelfs als een aantal (kleinere) bedrijven niet voldoet aan alle milieuregelgeving – het is bekend dat de implementatie van de IPPC-richtlijn niet zo snel is gerealiseerd als aanvankelijk de bedoeling was – heeft dat geen grote

gevolgen voor de totale CO-emissies, aangezien de bijdrage van de kleinere bedrijven samen niet al te hoog is.

Een aantal bedrijven heeft actief bijgedragen aan de totstandkoming van BREF's. Een voorbeeld daarvan is Corus, dat een nieuwe techniek (Emission Optimised Sintering) heeft ontwikkeld, waarmee de (hoge) CO-emissies uit de processen met 45 tot 50% konden worden gereduceerd. Deze techniek is als BBT opgenomen in de 'BREF on the Production of Iron and Steel' en wordt door Corus al enkele jaren toegepast. Anders gezegd: Corus voldoet al aan de best haalbare emissies die in de BREF worden beschreven.

Ook heeft Tebodin Consultancy/CE in een onderzoek uit 2003 geconcludeerd, dat een aantal grote bedrijven uit de basismetaleindustrie voldoet aan de stand er techniek op het niveau van de BREF's voor deze bedrijfstak (Facilitaire Organisatie Industrie, 2005b).

Naar verwachting voldoen dus de vergunningen van de meeste (relevante) industriële bedrijven aan de eisen voor CO-emissies uit de van toepassing zijnde wetten en richtlijnen.

We merken op dat BREF's regelmatig worden aangepast. De 'BREF on the Production of Iron and Steel' en de 'BREF of the Non-ferrous Metals Industries' bijvoorbeeld zullen in 2009 worden herzien.

4.4 Monitoring

4.4.1 Internationale verplichtingen

Er bestaan geen internationale emissiereductiedoelstellingen of emissieplafonds voor koolmonoxide. Ook blijkt uit informatie over het milieubeleid van de Europese Unie in de komende jaren dat koolmonoxide niet wordt gezien als een belangrijke stof om emissies ervan aan te pakken of op andere wijze CO-concentraties te doen verminderen.

Wel zijn er door het Europees Parlement emissieplafonds vastgesteld voor een aantal andere verontreinigende stoffen namelijk zwaveldioxide, stikstofoxiden, vluchtige organische stoffen en ammoniak. Deze staan in de zogeheten NEC-richtlijn (Directive 2001/81/EC of the European Parliament). Deze richtlijn heeft tot doel de oppervlakte in Europa die door verzuring is aangetast met de helft te verminderen en het verminderen van de ozonbelasting voor de mens.

Elke lidstaat dient in 2010 te voldoen aan de voor dat land gestelde plafonds voor deze vier componenten. Het Milieu- en Natuurplanbureau heeft berekend dat met het huidige beleid Nederland niet aan de verplichtingen uit de NEC-richtlijn zal voldoen (Hammingh et al., 2006). Inmiddels liggen de emissies dicht in de buurt van het plafond. Dit komt vooral door de positieve resultaten die bereikt zijn bij de verkeeremissies. Momenteel worden de emissies aan stikstofoxiden in 2010 geschat op 277 kton, terwijl het plafond ligt bij 260 kton. De verwachting is dat de NEC-Richtlijn voor NO_x in 2020 verder wordt aangescherpt. Het is dus van belang de uitstoot van stikstofoxiden, door onder meer de industrie die ruim een kwart van de totale emissie veroorzaakt, verder te reduceren. Er worden eerste stappen gezet om die reductie te realiseren. Ook de zwaveldioxide-uitstoot moet verder omlaag worden gebracht.

Dit kan indirect gevolgen hebben voor de emissies van koolmonoxide in de zin dat:

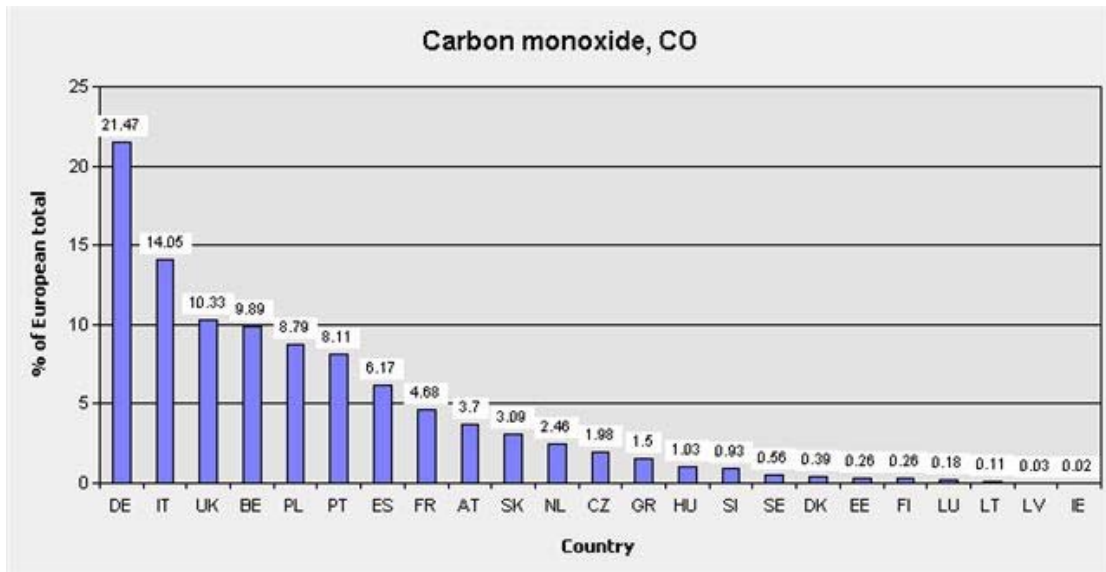
- a) niet of nauwelijks aandacht wordt besteed aan het terugdringen van CO-emissies, en
- b) in sommige gevallen het reduceren van NO_x-emissies een toename van de CO-emissies tot gevolg kan hebben.

Er bestaan wel internationale verplichtingen ten aanzien van de monitoring van koolmonoxide-emissies. Deze monitoring is verplicht op grond van:

- het VN-Klimaatverdrag (art. 4.1a, 12.1.a en 12.5), het Kyoto-Protocol (art. 5.1, 5.2, 7.1 en 7.3) en de Europese Beschikking 280/2004 betreffende een bewakingsstelsel voor de uitstoot van broeikasgassen in de Gemeenschap en de uitvoering van het Protocol van Kyoto.
- de UN-ECE Convention on Long-Range Transboundary Air-Pollution (LRTAP-Convention) (art. 8a, 9.e en 9.f), het European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) en Decision 2002/10 of the Executive Body on Emission Data Reporting;
- het UN-ECE Protocol on Pollutant Release and Transfer Registers (PRTR-Protocol) onder de Aarhus Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice (Verdrag van Aarhus) en Verordening (EG) nr. 166/2006 betreffende de instelling van een Europees register inzake de uitstoot en overbrenging van verontreinigende stoffen en tot wijziging van de Richtlijnen 91/689/EEG en 96/61/EG.

Het Europese PRTR-Protocol verplicht bepaalde (lees: onder de IPPC-richtlijn vallende) bedrijven om de emissiegegevens van diverse componenten te registreren en te rapporteren aan de overheid. Voor Nederland zijn dit voor de doelgroep Industrie 1140 bedrijven. Het bevoegd gezag moet deze gegevens beoordelen op volledigheid, consistentie en juistheid. Vervolgens stelt zij de gegevens beschikbaar voor het European Pollutant Emission Register (EPER). Dit register is vergelijkbaar met de Nederlandse Emissieregistratie, maar dan voor alle EU-lidstaten samen.

Het EPER bevat gegevens over jaarlijkse emissies van componenten per lidstaat en per type bron of bedrijfstak. Ter illustratie is in Figuur 5 de relatieve bijdrage van elke lidstaat aan de jaarlijkse CO-emissie uit de industrie weergegeven. De totale emissie over al deze landen in 2004 bedroeg 4600 kton en de bijdrage van de Nederlandse industrie daaraan was ongeveer 2,5%. Net als in de Nederlandse situatie is de basismetaleindustrie ook Europees gezien de grootste industriële bron van CO (67% van het totaal).



Figuur 5. Overzicht van de relatieve bijdrage aan de CO-emissies in Europa door industriële bronnen (jaar 2004).

4.4.2 Nationale verplichtingen

Naast internationale monitoring verplichtingen (E-PRTR), zijn er ook nationale verplichtingen betreffende de verslaglegging van emissiegegevens. Op grond van het Besluit Milieuverslaglegging zijn 248 bedrijven sinds 1999 verplicht een Milieujaarsverslag (MJV) op te stellen. Over het algemeen geldt dat bijna alle MJV-plichtige bedrijven ook E-PRTR-plichtig zijn. In Nederland kunnen bedrijven gebruikmaken van het elektronisch Milieujaarsverslag (e-MJV), een elektronisch formulier waarin het bedrijf haar emissies naar lucht, water en bodem kan vastleggen. Echter, ook andere niet-MJV-plichtige bedrijven kunnen het e-MJV gebruiken. Het voordeel daarvan is dat de verslaglegging gestandaardiseerd en eenduidig wordt gedaan. Dit vergemakkelijkt bijvoorbeeld het sommeren van emissies van bedrijven uit een bepaalde groep. Ook is het e-MJV, indien dat na de controle door het bevoegd gezag nodig blijkt te zijn, vrij simpel aan te passen. Een nadeel van het e-MJV is dat bepaalde gestandaardiseerde omrekeningen niet voor alle gevallen de best mogelijke resultaten geven.

De Facilitaire Organisatie Industrie (FO-industrie) gebruikt de gegevens uit de e-MJV's voor haar jaarlijkse rapportages over emissies van prioritaire stoffen door de verschillende bedrijfstakken en de toetsing daarvan aan de emissiereductiedoelstellingen.

4.5 Toekomstige ontwikkelingen

In het kader van dit onderzoek hebben wij bij enkele instanties informatie ingewonnen over de verwachtingen voor de emissies van koolmonoxide in de toekomst.

Volgens zowel de FO-industrie als het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) zijn er in de toekomst geen beleidsmaatregelen te verwachten die de CO-emissies en daarmee ook de concentraties in de buitenlucht negatief beïnvloeden, noch vanuit het Nederlandse noch vanuit het Europese milieubeleid.

In de praktijk is de emissie van koolmonoxide bij verbrandingsprocessen onvermijdelijk. Bij de optimalisatie van verbrandingsprocessen wordt voornamelijk gekeken naar de energie-efficiency, naar emissies van NO_x en emissies van CO₂. Volgens de FO-industrie wordt, vooral bij de doelgroep chemische industrie, de prioriteit gelegd bij de bestrijding van de NO_x-emissies en de verbetering van de energie-efficiency. Men is van mening dat maatregelen hiervoor ook verlaging van de koolmonoxide-emissies tot gevolg heeft (FO-Industrie, 1997). We merken op dat dit wel geldt voor verbrandingsemissies, maar niet altijd voor procesemissies (zie paragraaf 4.3.2).

Bij de procesemissies is al veel bereikt door toepassing van BBT en zal verdere reductie gepaard gaan met hoge kosten en investeringen. Zonder duidelijke noodzaak of dwang zullen bedrijven geen investeringen doen om deze emissies verder naar beneden te brengen.

Hierdoor zullen, totaal gezien, de CO-emissies per eenheid van productie nauwelijks meer afnemen. Integendeel, als gevolg van economische groei verwacht de doelgroep Industrie een nettotoename van de CO-emissies van, aldus de prognose in Tabel 4, 15% over 5 jaar. Zelfs als deze toename optreedt, zullen de emissies in 2010 niet zodanig hoog zijn dat de CO-concentraties in de buitenlucht te hoog worden, te meer daar de emissies uit het verkeer nog enige tijd langzaam zullen afnemen.

Het is wel van belang de emissies en concentraties te blijven monitoren, zodat bij een eventuele verdere stijging tijdig maatregelen genomen kunnen worden.

De monitoring van de emissies is echter een zorgpunt. Zowel de FO-industrie als het MNP is van mening dat de monitoring de laatste jaren slechter geworden is. In de laatste jaarrapportages van FO-industrie wordt aangegeven dat e-MJV's vaak te laat worden aangeleverd door het bedrijf en ook te laat worden gecontroleerd door het bevoegd gezag (Facilitaire Organisatie Industrie, 2005b). Het MNP heeft de nodige zorgen over de betrouwbaarheid van de emissiegegevens. In een evaluatie over de data van prioritair stoffen in de Emissieregistratie (Alkemade et al., 2005) stelt zij dat de emissiegegevens beperkt betrouwbaar zijn en dat de betrouwbaarheid in de laatste jaren is afgenomen. Aan de andere kant staat in hetzelfde rapport dat de cijfers voor koolmonoxide als voldoende nauwkeurig worden verondersteld.

De VROM-Inspectie heeft in 2006 in samenwerking met PricewaterhouseCoopers, de KEMA en het RIVM een onderzoek gedaan naar het validatieproces van milieujaarverslagen (VROM-Inspectie, 2007). Zij concludeerde dat er een significant risico bestaat op fouten in de door bedrijven opgegeven emissiecijfers, die in de validatie door het bevoegd gezag onontdekt blijven. Ongeveer een kwart van de onderzocht emissies kreeg de kwalificatie 'niet betrouwbaar'. In hoeverre deze constatering geldt voor specifiek koolmonoxide, staat niet vermeld in het rapport. Ook is niet bekend hoe groot het effect van deze 'fouten' is op de nauwkeurigheid van de totale emissies uit alle bedrijven en of er sprake is van een systematische over- of onderschatting van de werkelijke emissies.

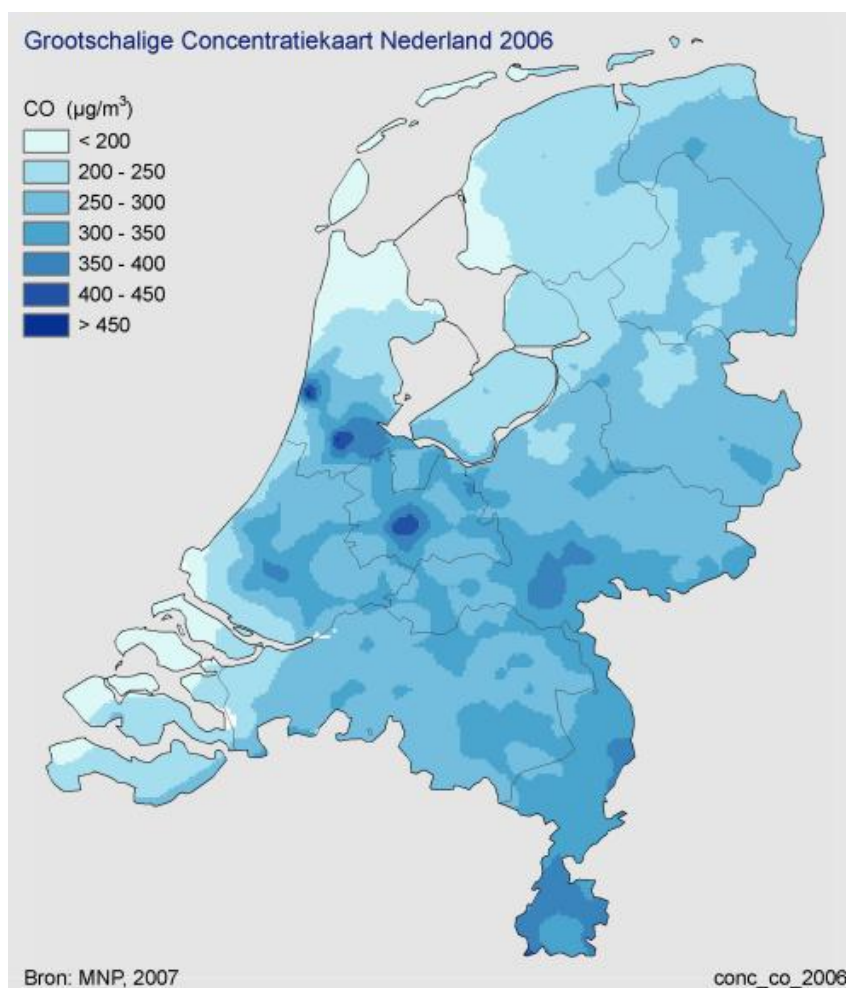
Het onderzoek bracht eveneens aan het licht dat bij meer dan de helft van de doorgelichte bedrijven procedures ontbreken voor het opstellen van milieujaarverslagen en dat er bij veel bedrijven in de milieuvergunning geen (uniforme) voorschriften zijn opgenomen voor meet- en registratiesystemen van emissies.

Kortom, er valt het nodige te verbeteren aan de kwaliteit van de emissiegegevens en de VROM-Inspectie heeft er in haar rapportage op aangedrongen dat die verbeteringen in gang worden gezet. Uiteraard verandert dat niets aan de werkelijke emissies en het verloop daarvan.

5 Concentraties in de buitenlucht

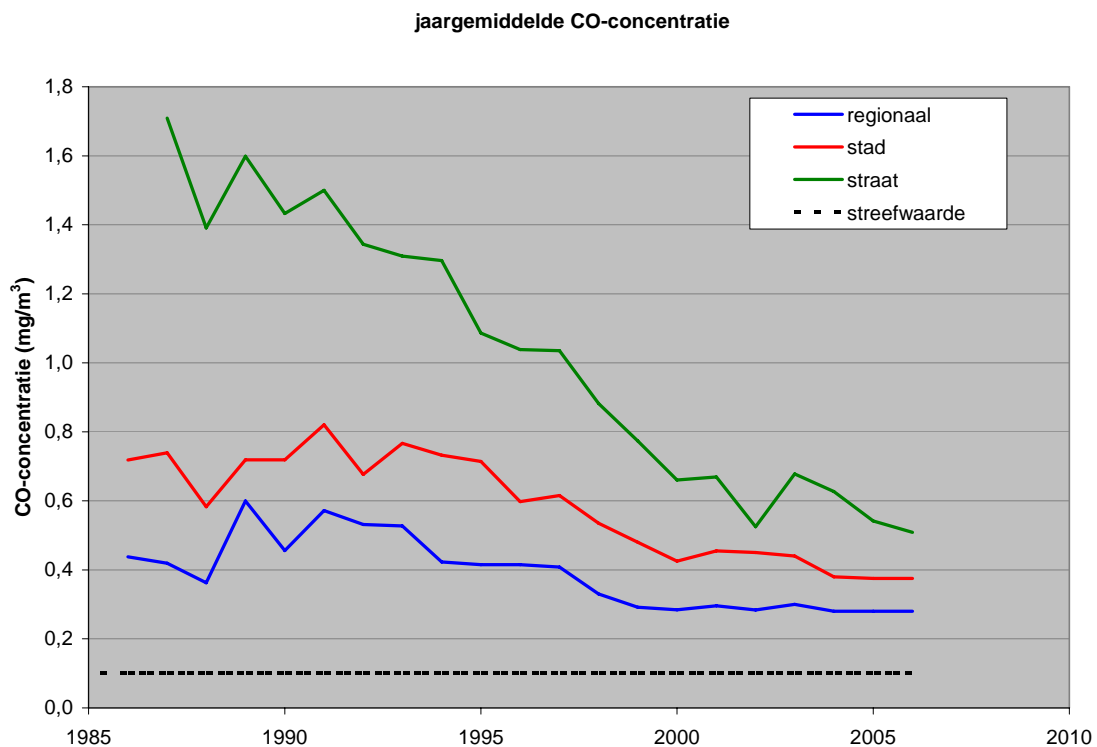
5.1 Achtergrondwaarde en jaargemiddelde

Koolmonoxide komt van nature slechts in zeer lage concentraties voor in de lucht: ongeveer $0,03 \text{ ppm} = 0,000003\% \approx 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De bronnen zijn voornamelijk oxidatie van natuurlijke methaanemissies, bosbranden en emissies van oceanen. Figuur 6 laat zien dat de huidige achtergrondconcentraties in Nederland gemiddeld tussen de 200 en $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liggen (Velders et al., 2007). De laagste waarden komen voor in de kustgebieden in noord- en zuidwestelijk Nederland en de hoogste in een aantal stedelijke agglomeraties. De (uurgemiddelde) piekconcentraties langs drukke straten in steden liggen in Nederland tussen de 2500 en $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Beijk et al., 2007).



Figuur 6. Achtergrondconcentraties van CO in Nederland.

De koolmonoxideconcentraties zijn sinds het begin van de jaren negentig sterk afgenomen, onder andere door de invoering van de katalysator bij auto's en maatregelen bij de industrie. Figuur 7 laat het verloop zien van de jaargemiddelde concentratie CO op de regionale, stadsachtergrond- en straatstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) tussen 1985 en 2006.



Figuur 7. Verloop van de jaargemiddelde CO-concentratie op drie typen meetstations in Nederland.

In deze figuur is de afname duidelijk waarneembaar. De afname is het sterkst op de straatstations, waar tussen 1985 en 2006 de jaargemiddelde concentratie met een factor 3 is afgenomen. Op de regionale en stadstations bedraagt de afname een factor 1,5 tot 2. De grote reductie van CO-emissies in het verkeer heeft hier ongetwijfeld sterk aan bijgedragen. Echter, ook de afname van industriële CO-emissies heeft een rol gespeeld, al is dat niet in deze data terug te zien.

We merken op dat de waarden in Figuur 7 berekend zijn door de jaargemiddelde concentraties van de afzonderlijke meetstations te middelen per type station (regionaal, stad of straat). Het aantal regionale en stadstations waar CO wordt gemeten, is echter beperkt (4 tot 6) en de verschillen in concentraties tussen de stations zijn, zeker op de stadstations, soms groot. Het aantal straatstations is groter, maar de verschillen tussen de concentraties op die stations ook. Niettemin geven de waarden een redelijk goed beeld van de gemiddelde situatie op de drie typen stations in Nederland. Een andere kanttekening is dat er in de loop der jaren enkele stations zijn verwijderd of bijgekomen. Dat kan soms hebben geleid tot een schijnbare trendbreuk, bijvoorbeeld als een station langs een niet al te drukke straat is vervangen door een station aan een straat met zeer veel verkeer. Het effect hiervan op het totale plaatje is echter gering.

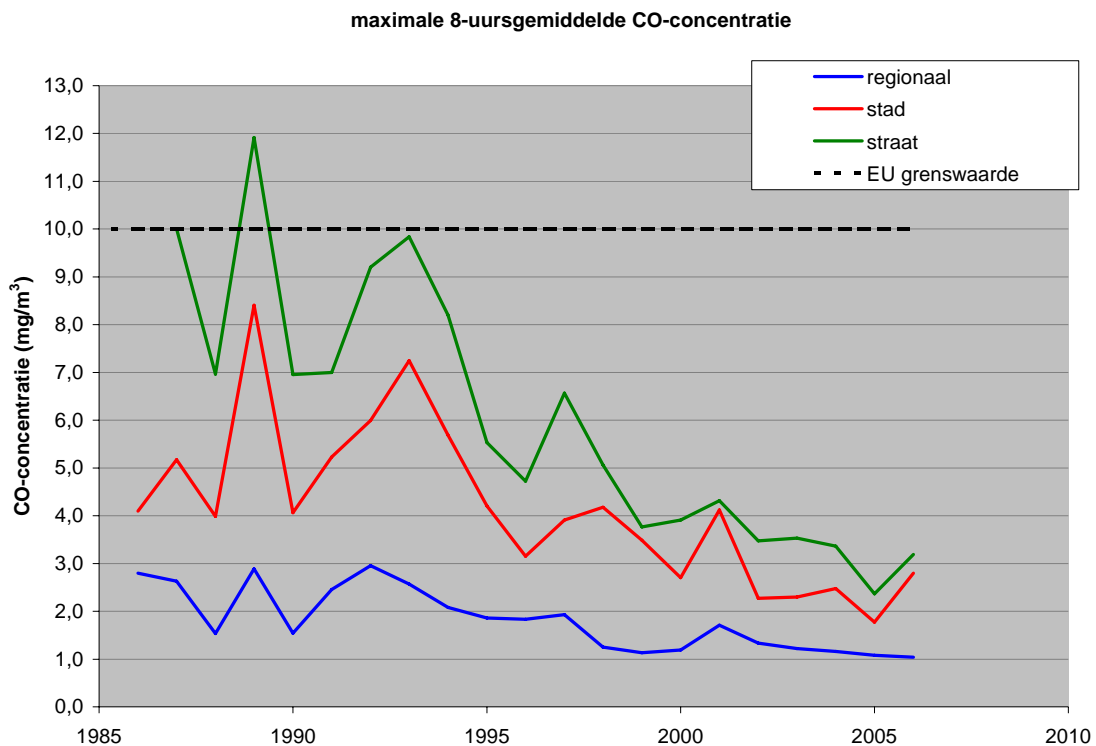
Figuur 7 maakt ook duidelijk dat de (niet-wettelijke) streefwaarde van $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niet wordt gehaald. Zelfs op het meest noordelijk gelegen regionale station (Kollumerwaard, in de provincie

Friesland) was de jaargemiddelde CO-concentratie in 2006 ongeveer $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hoewel uit de figuur blijkt dat de CO-concentraties nog enige jaren zullen dalen, is de verwachting dat deze daling zo langzaam gaat dat ook op termijn de streefwaarde niet wordt gehaald. Echter, bij de huidige gemiddelde concentraties op de regionale stations zijn geen negatieve effecten te verwachten op het milieu of voor de gezondheid (zie paragraaf 3.4).

5.2 Percentielen en maximale concentraties

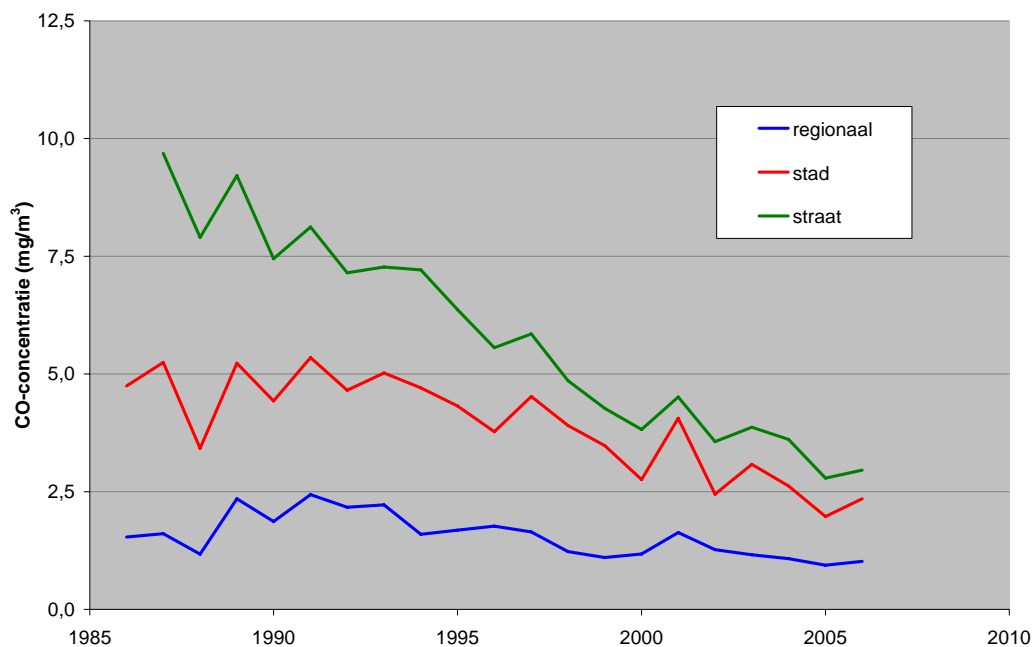
Voor de bescherming van de gezondheid is de EU-grenswaarde van $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ als maximaal glijdend 8-uursgemiddelde van belang. Deze is sinds 13 december 2000 van kracht en sinds 2005 geïmplementeerd in de Nederlandse wet- en regelgeving. Tot die tijd werden in Nederland twee andere grenswaarden gehanteerd, namelijk een grenswaarde van $40 \text{ mg}/\text{m}^3$ als 99,9-percentiel van uurgemiddelde concentraties en een grenswaarde van $6 \text{ mg}/\text{m}^3$ als 98-percentiel van de glijdend 8-uursgemiddelde concentratie.

In de Figuren 7 tot en met 9 is het verloop sinds 1985 weergegeven van enkele aan de grenswaarden gerelateerde concentraties op de regionale, stadsachtergrond- en straatstations van het LML. Achtereenvolgens zijn gegeven de maximaal 8-uursgemiddelde, het 99,9-percentiel van uurgemiddelde concentraties en het 98-percentiel van 8-uursgemiddelde concentraties.



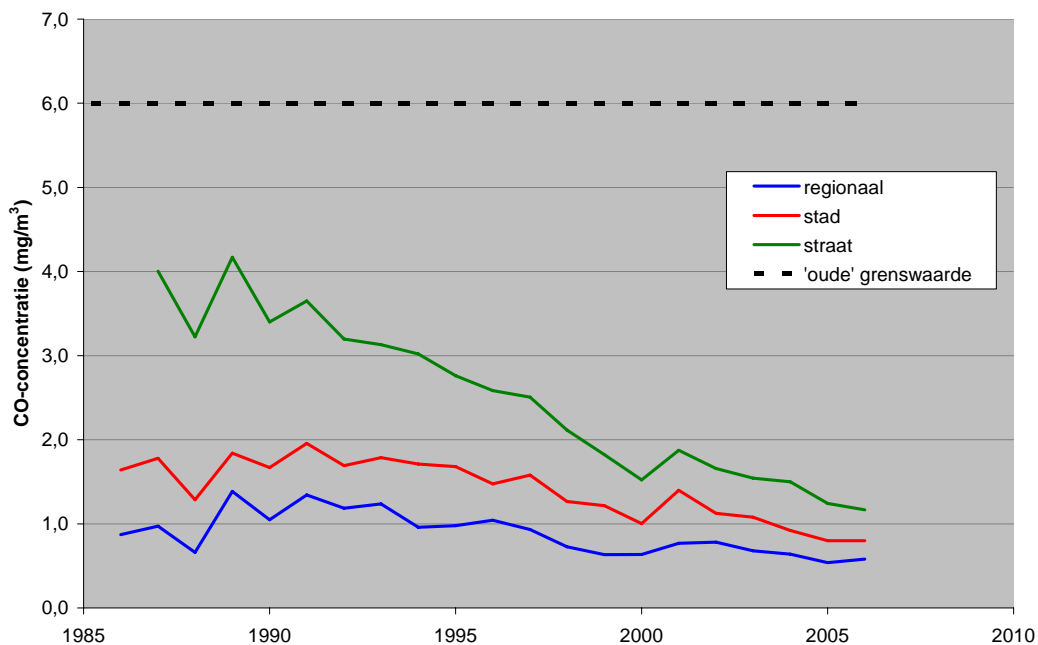
Figuur 8. Verloop van de maximale glijdend 8-uursgemiddelde CO-concentratie op drie typen meetstations in Nederland.

99,9-percentiel van uurgemiddelde CO-concentratie



Figuur 9. Verloop van het 99,9-percentiel van de uurgemiddelde CO-concentratie op drie typen meetstations in Nederland. De vroegere grenswaarde van 40 mg/m³ is niet in de grafiek weergegeven.

98-percentiel van 8-uursgemiddelde CO- concentratie



Figuur 10. Verloop van de het 98-percentiel van de glijdend 8-uursgemiddelde CO-concentratie op drie typen meetstations in Nederland.

Uit Figuur 7 is af te lezen dat, gemiddeld over Nederland, de maximaal glijdend 8-uursgemiddelde koolmonoxideconcentraties in de buitenlucht sinds het begin van de jaren negentig onder de Europese grenswaarde van 10 mg/m³ liggen. Sinds 1994 is dat zelfs het geval voor elk individueel meetstation van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit en andere meetnetten (zie paragraaf 5.3). Ook de afname van de CO-concentratie in de loop der jaren is in de Figuren 7 tot en met 9 duidelijk waarneembaar. Die afname is, net als voor de jaargemiddelde concentraties, het sterkst op de straatstations.

De maximale 8-uursgemiddelde concentraties op dit type stations is tussen 1985 en 2006 met ongeveer een factor 3 verminderd. Op de regionale en stadstations is de afname minder sterk. De Figuren 8 en 9 geven een vergelijkbaar beeld. Voor deze parameters – die een maat zijn voor piekconcentraties – geldt, meer nog dan voor de jaargemiddelde concentraties, dat vooral de reductie van CO-emissies in het verkeer hier een grote rol in heeft gespeeld.

We merken op dat de eerder gemaakte kanttekeningen over de verschillen tussen de afzonderlijke meetstations en de mogelijke schijnbare trendbreuk door veranderingen in het meetnet ook gelden voor de percentielen en de maximale waarden. Echter, ook nu geven de waarden in de figuren een redelijk goed beeld van de gemiddelde situatie op de drie typen stations in Nederland.

5.3 Andere meetstations

Naast het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit bestaan er in Nederland nog enkele lokale luchtmeetnetten. De meetgegevens van deze netten zijn opgenomen in de jaarlijkse rapportages van het LML (jaarrapportages luchtkwaliteit). De dataset is echter minder compleet dan die van de LML-meetstations. Van sommige jaren ontbreken gegevens en enkele stations zijn nog niet zo lang in bedrijf. Daarom zijn deze niet meegenomen in het landelijk overzicht in de voorafgaande paragrafen, maar worden ze hier in een aparte paragraaf besproken.

De Dienst Centraal Milieubeheer Rijnmond (DCMR) heeft een meetnet in het Rijnmondgebied. In dit meetnet wordt op twee stations CO gemeten, namelijk Overschie en Rotterdam-Noord. Beide meetpunten zijn vooral gericht op de verkeersemisies en stedelijke achtergrond. De CO-concentraties die daar worden gemeten liggen op ongeveer hetzelfde niveau als die op de straatstations van het LML.

De GGD Amsterdam heeft een eigen meetnet, dat bestaat uit een aantal stadsachtergrond- en een aantal straatstations. Op vijf stations wordt CO gemeten, namelijk Overtoom, Einsteinweg, Stadhouderskade, Haarlemmerweg en langs de zuidelijke ringweg van de A10. Net als in het meetnet van DCMR liggen de CO-concentraties op ongeveer hetzelfde niveau als die op de stadsachtergrond- en straatstations van het LML.

De provincie Limburg heeft gedurende een aantal jaren een straatstation gehad in Geleen. Naast effecten van het verkeer werden hier ook de gevolgen van de emissies afkomstig van het industrieterrein van DSM (tegenwoordige Chemelot genaamd) bepaald. De CO-concentraties lagen meestal iets boven het gemiddelde stadsachtergrondniveau in Nederland.

In de provincie Noord-Holland wordt op vijf meetstations de CO-concentratie gemeten. Twee van die stations liggen in de nabijheid van het havengebied en het terrein van Corus (voorheen de Hoogovens), namelijk in Wijk aan Zee en in IJmuiden. Zoals blijkt uit Tabel 4, vormt Corus veruit de grootste industriële bron van CO. Dat is enigszins zichtbaar in de concentraties die op deze meetstations worden gevonden. De jaargemiddelde concentraties liggen rond het stadsachtergrondniveau (ongeveer $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$), terwijl zonder de invloed van Corus concentraties op regionaal niveau (ongeveer $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zouden worden verwacht, zeker op het station in Wijk aan Zee. De maxima, 98- en 99,9-percentielen, die alle een maat vormen voor piekconcentraties, liggen zelfs op het niveau dat ook langs drukke wegen wordt aangetroffen, terwijl beide stations niet langs een drukke weg liggen. Zo waren in 2006 de maximale 8-uursgemiddelde concentraties op deze meetpunten $3200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (IJmuiden) en $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Wijk aan Zee), terwijl die op regionale meetstations rond de $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lagen. We komen hier op terug in paragraaf 5.4.2 bij de bespreking van de verspreidingsberekeningen rond Corus. De andere drie stations liggen in de omgeving van Schiphol en hebben vooral tot doel het effect van het vliegverkeer op de luchtkwaliteit rond deze luchthaven te bepalen. De jaargemiddelde CO-concentraties op deze stations liggen tussen regionaal en stadsachtergrondniveau en piekconcentraties liggen rond het niveau in stedelijk gebied met af en toe een uitschieter naar boven. De concentraties zijn echter lager dan langs drukke wegen, zodat we kunnen concluderen dat het effect van het vliegverkeer op de CO-concentratie op leefniveau minder groot is dan dat van het autoverkeer.

Op alle stations van deze meetnetten liggen de maximaal glijdend 8-uursgemiddelde CO-concentraties in de buitenlucht, net als op de LML-stations, ruim onder de Europese grenswaarde van $10 \text{ mg}/\text{m}^3$.

5.4 Lokale effecten van grote industriële bronnen

De inrichting van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit is gebaseerd op het verkrijgen van een landelijk dekkend beeld van de luchtkwaliteit. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in regionale meetstations, die een beeld geven van de achtergrondconcentraties in verschillende gebieden van Nederland en stadsachtergrondstations, die een beeld geven van de stedelijke luchtkwaliteit. Naast deze twee typen zijn er de straatstations, waarmee de lokale effecten van het verkeer op de luchtkwaliteit worden bepaald. Mogelijke effecten van emissies uit industriële bronnen op de lokale leefomgeving, in de directe nabijheid van een bron, worden echter niet zichtbaar op de LML-stations. Daarvoor liggen de stations over het algemeen te ver van die bronnen af. De lokale meetnetten, die in de vorige paragraaf zijn besproken, zijn hier ten dele wel op ingericht, maar ook die hebben een te geringe ruimtelijke dekking om de (potentiële) invloeden van alle industriële bronnen vast te kunnen stellen.

5.4.1 Werkwijze berekeningen

Om inzicht te krijgen in de effecten van grote industriële bronnen van koolmonoxide op de lokale leefomgeving hebben we voor een aantal bedrijven verspreidingsberekeningen uitgevoerd. Voor de selectie van de bedrijven hebben we gebruikgemaakt van de gegevens uit de Emissieregistratie

uit het jaar 2004, die ook zijn vermeld in Tabel 5 in paragraaf 4.2 (toen we de selectie maakten, waren de emissiecijfers over 2005 en 2006 nog niet volledig verwerkt in de Emissieregistratie; deze hebben we later toegevoegd in Tabel 5).

De selectie van bronnen is als volgt gedaan. Ten eerste zijn de drie bedrijven met de hoogste CO-emissies in het jaar 2004 geselecteerd. Daarnaast is uit elke relevante doelgroep (chemische industrie, overige industrie, energiesector en raffinaderijen) minimaal één bedrijf gekozen, waarvan de CO-emissie in 2004 meer dan 1 kton per jaar bedroeg. Verder is gekeken naar zaken als het aantal bronnen op het bedrijfsterrein en de verdeling van emissies over die bronnen, naar de bronhoogte (een lage bron heeft meer impact op de lokale leefomgeving) en naar het gebied waar het bedrijf ligt (landelijk, stedelijk of groot industriegebied). Dit heeft geleid tot de selectie van de volgende 6 bedrijven:

- Corus in IJmuiden (doelgroep basismetaalindustrie). Dit bedrijf heeft veruit de hoogste CO-emissie, namelijk ruim 60 kton in 2004 tot bijna 75 kton in 2006. Op het bedrijfsterrein zijn ruim twintig puntbronnen van CO aanwezig, waarvan vier grote; deze zijn samen verantwoordelijk zijn voor bijna 90% van de totale CO-emissie van het bedrijf.
- Aldel in Delfzijl (doelgroep basismetaalindustrie). Ook dit bedrijf emitteert veel CO (10 tot 12 kton) en was daarmee in 2004 de op één na grootste industriële CO emittent². De grootste CO-bron op het bedrijfsterrein is de gasreinigingsinstallatie, een puntbron van 35 m hoogte. Daarnaast komt er CO vrij uit twee lange elektrolysehallen met een relatief lage bronhoogte, namelijk ongeveer 20 m. Deze emissie is min of meer diffuus en dat is uitzonderlijk voor bronnen van koolmonoxide.
- Componenta bv in Hoensbroek (doelgroep basismetaalindustrie). De CO-emissie van deze ijzergieterij bedraagt ongeveer 2 tot 3 kton per jaar en die wordt veroorzaakt door slechts één puntbron, de gasreinigingsinstallatie van de koepeloven, met een hoogte van 25 m. De lokale impact kan daardoor groot zijn. Tot de doelgroep overige industrie behoren nog meer ijzergieterijen, onder andere de Nijmeegsche IJzergieterij BV en Nannoka Vulcanus Industries bv, maar de CO-emissie van deze bedrijven is een factor 3 of meer lager dan die van Componenta.
- Dow Chemical in Terneuzen (doelgroep chemische industrie). Dit bedrijf is de grootste CO-emittent uit de groep chemische industrie. Op het bedrijfsterrein is een groot aantal bronnen aanwezig, die CO uitstoten. Dat zijn vooral verbrandingsinstallaties en fakkels. Van een deel van die bronnen is de CO-emissie zo gering, dat ze niet in de berekeningen zijn meegenomen. De totale jaarlijkse CO-uitstoot is 3,5 tot 5 kton. In de groep chemische industrie staan nog enkele grote bedrijven die veel CO emitteren, maar die zijn qua configuratie en omvang van de emissies vergelijkbaar met Dow. Daarom is Dow een goede representant van deze groep.
- Electrabel in Nijmegen (doelgroep energiesector). Dit bedrijf is de grootste CO-emittent uit de energiesector. Haar CO-emissie is 2 tot 3 maal zo groot als die van het eerstvolgende bedrijf in deze groep. Opvallend zijn de grote verschillen in emissies van Electrabel over drie jaren: bijna 5 kton in 2004, 3 kton in 2005 en 1,8 kton in 2006. Ook andere energiecentrales vertonen wisselende emissies, maar die bedragen ongeveer 1,5 kton per jaar of minder.

² In 2005 en 2006 was de CO-emissie van ZALCO nv, een andere grote aluminiumproducent, veel hoger dan die van Aldel (circa 30 kton per jaar). Om het effect van deze emissies op de leefomgeving van dit bedrijf te bepalen, hebben we gebruikgemaakt van de berekeningen rond Aldel en een kwalitatieve inschatting voor de situatie rond ZALCO op basis van de meest relevante emissieparameters. De resultaten daarvan staan in paragraaf 5.4.3.

Relevante bronparameters zoals hoogte, afgasdebiet en temperatuur zijn vergelijkbaar met die van Electrabel.

- Shell Nederland Raffinaderij bv in Pernis (doelgroep raffinaderijen). Deze doelgroep kent slechts twee grote CO-emittenten, namelijk Shell en Esso. De emissies van Shell (circa 2,5 tot 3,5 kton per jaar) zijn ruim 3 maal zo hoog als die van Esso en daarom is voor Shell gekozen. Het betreft voornamelijk emissies uit verbrandingsinstallaties en fakkels.

Van elk van deze 6 bedrijven zijn de relevante brongegevens, zoals coördinaten, bronhoogte, diameter, emissie, afgasdebiet, afgastemperatuur en ruwheidslengte opgevraagd bij de vergunningverlener of via een andere informatiebron. Deze parameters zijn gebruikt voor de verspreidingsberekeningen. Bij lage bronnen is ook rekening gehouden met eventuele gebouwinvloed.

De berekeningen zijn gedaan volgens het Nieuw Nationaal Model (TNO, 1998). Dit model is ontwikkeld door de KEMA, TNO en het RIVM. Het model is algemeen geaccepteerd als hét verspreidingsmodel voor hoge puntbronnen en wordt onder meer toegepast bij het verlenen van vergunningen. Het model is uitvoerig gevalideerd met behulp van metingen. In de afgelopen jaren is het model verder ontwikkeld, zodat ook zaken als gebouwinvloed en situaties met zeer lage bronnen doorgerekend kunnen worden.

Er bestaan meerdere computerprogramma's van het Nieuw Nationaal Model. In dit geval is gekozen voor het programma Stacks (versie 6.2) van de KEMA. Dit programma is geschikt om concentraties te berekenen rondom bronnen als het gaat om risicobeoordelingen en toetsing van grenswaarden. Voorwaarde is wel dat daarbij rekening wordt gehouden met de onzekerheden in het model. Praktisch gezien betekent dit dat bij de vergelijking van een berekende blootstelling met de van toepassing zijnde norm of grenswaarde een marge van ongeveer een factor 2 moet worden gehanteerd.

In dit onderzoek zijn voor elk bedrijf twee berekeningen gedaan, namelijk één waarbij uurgemiddelde CO-concentraties zijn berekend en één waarbij 8-uursgemiddelde CO-concentraties zijn berekend. In beide sets berekeningen zijn jaargemiddelde concentraties berekend en ook maximale concentraties en percentielen. De maximale 8-uursgemiddelde CO-concentraties en sommige percentielen kunnen worden vergeleken met de daarvoor geldende grenswaarden (zowel de huidige als de normen die tot voor kort werden gebruikt), samengevat in paragraaf 3.4. Omdat we er van uit gaan dat de gebruikte gegevens van de emissies en de bronparameters als redelijk betrouwbaar kunnen worden beschouwd, hebben we geen aparte worstcasescenario's doorgerekend en geen gevoeligheidsberekeningen gedaan. Wel zijn we over het algemeen uitgegaan van conservatieve benaderingen. Voorbeeld: als er meerdere gegevens beschikbaar zijn over de warmte-inhoud van een bron, hebben we de laagst mogelijke waarde genomen. Deze geeft de meest ongunstige verspreiding (lagere pluimstijging) en dus de hoogste concentraties in de leefomgeving.

In de volgende paragrafen geven we per bedrijf eerst een korte toelichting op de uitvoering van de berekeningen (de zogenaamde scenario's, zoals die in het model Stacks worden gebruikt). Daarna worden de resultaten besproken. Bij die bespreking richten we ons in eerste instantie op de maximale 8-uursgemiddelde concentraties, omdat deze direct toetsbaar zijn aan de Europese grenswaarde voor de bescherming van de gezondheid. In het verlengde hiervan zullen we ook de percentielen bespreken, die zijn gerelateerd aan de normen die tot 2005 werden gebruikt.

Daarnaast besteden we aandacht aan de bijdrage van de emissies aan de jaargemiddelde concentraties in de leefomgeving.

5.4.2 Corus

Berekeningen

Op het bedrijfsterrein van Corus zijn ruim twintig puntbronnen aanwezig, die CO emitteren. De vier grootste bronnen zijn samen verantwoordelijk voor bijna 90% van de totale CO-emissie van het bedrijf. Daarnaast zijn er enkele wat kleinere bronnen en een aantal bronnen, waarvan de CO-emissie nagenoeg verwaarloosbaar is. Niettemin zijn ook deze bronnen in de berekeningen meegenomen.

De grootste bron is de hogedrukwasser van de sinterfabriek, met een emissie van ruim 30 kton per jaar. De hoogte van deze bron is 75 m en door de hoge temperatuur en het hoge afgasdebiet is de warmte-inhoud groot: ruim 10 MW. Daar staat tegenover dat de pluim veel vocht bevat, hetgeen een enigszins remmend effect heeft op de pluimstijging. Van de andere drie grote CO-bronnen, deels verbrandingsemissies en deels procesemissies, ligt de emissiehoogte tussen 76 en 150 m. Ook bij deze bronnen is er, op één na, sprake van pluimstijging door een hoge temperatuur en afgasdebiet. Door de pluimstijging en de hoge bronhoogtes zal het CO tot ver in de omgeving verspreid worden en zal, vanwege de grote verdunning, de concentratiebijdrage op leefniveau van elke afzonderlijke bron beperkt blijven. De gezamenlijke impact van deze bronnen kan echter wel relevant zijn, zeker als daar ook nog de bijdragen van de kleinere bronnen, waarvan er enkele een wat lagere bronhoogte of warmtedebiet hebben, bij worden geteld.

De gebruikte bron- en emissiegegevens zijn overgenomen uit de door de vergunningverlener geleverde informatie. Omdat vrijwel alle bronnen relatief hoog zijn (50 m of hoger), is er geen rekening gehouden met gebouwinvloed.

Er is gebruikgemaakt van de meteorologie van station Schiphol (nabij de kust gelegen bedrijf) en een ruweidslengte van 1 m (industriegebied met veel obstakels en stedelijk gebied in de directe omgeving).

Resultaten

De maximale 8-uursgemiddelde concentratie bedraagt ongeveer $2200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, exclusief de lokale achtergrondbijdrage³ van circa $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit maximum bevindt zich aan de zuidwestkant net buiten het terrein van Corus, in het havengebied. In het ten westen gelegen Wijk aan Zee is de maximale 8-uursgemiddelde concentratie niet hoger dan $1200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook hier moet de achtergrondbijdrage nog worden bijgeteld. De totale 8-uursgemiddelde concentratie in de leefomgeving, dus inclusief het achtergrondniveau, komt niet boven de $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en ligt daarmee ruim beneden de Europese grenswaarde van $10 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Ook het berekende 99,9-percentiel van uurgemiddelde concentraties – buiten het bedrijfsterrein maximaal $2300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – en het 98-percentiel van de glijdend 8-uursgemiddelde concentratie – buiten het bedrijfsterrein maximaal $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – liggen ruim beneden de normen die tot 2005 werden gehanteerd, ook na verrekening van de achtergrondbijdrage.

³ Dit is de gemiddelde achtergrondconcentratie aan CO in het betreffende gebied. We merken op dat in perioden met ongunstige meteorologische omstandigheden – en dat zijn omstandigheden, waarin ook de bijdrage van emissie uit het bedrijf aan de concentratie in de leefomgeving relatief hoog kan zijn – het achtergrondniveau hoger kan zijn, tot maximaal een factor 2.

De jaargemiddelde concentratie in de omgeving van Corus als gevolg van haar emissies bedraagt 50 tot 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in Wijk aan Zee – dat is ongeveer 25% van het lokale achtergrondniveau – en 20 tot 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in Velsen-Noord en Beverwijk. Corus levert dus een substantiële bijdrage aan de CO-concentratie in de buitenlucht in de omliggende woongebieden. De bijdrage is echter niet zo groot dat deze leidt tot overschrijding van de Europese grenswaarde, zelfs niet nabij drukke verkeerswegen in deze gemeenten.

Het is interessant om de berekende CO-concentraties rondom Corus te vergelijken met de gemeten waarden op de meetstations van de provincie Noord-Holland in Wijk aan Zee en IJmuiden. In paragraaf 5.3 is geconstateerd dat de jaargemiddelde concentraties op deze twee stations ongeveer 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger zijn dan die op regionale meetstations in noordwest Nederland. Deze verhoging komt qua orde van grootte overeen met de berekende bijdrage van Corus (maximaal 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Bedacht moet worden dat in het betreffende gebied ook nog andere bronnen aanwezig zijn in de vorm van industriële activiteiten, intensieve scheepvaart en stedelijke emissies, die ook bijdragen aan de CO-concentratie.

Voor piekconcentraties geldt een vergelijkbaar verhaal. De maximale 8-uursgemiddelde concentraties op de beide meetstations vallen 2000 tot 3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger uit dan die op regionale meetstations en de berekende bijdrage van Corus in Wijk aan Zee bedraagt ongeveer 1200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.4.3 Aldel

Berekeningen

Bij dit bedrijf komt CO vrij uit de gasreinigingsinstallatie, een puntbron van 35 m hoogte, en uit de twee lange elektrolysehallen van ongeveer 20 m hoog. De gasreinigingsinstallatie is de grootste CO-bron op het bedrijfsterrein. Haar bijdrage aan de totale CO-emissie van Aldel is ongeveer 98%.

De emissie uit de twee elektrolysehallen, bij elkaar circa 2% van de totale CO-emissie, vindt op lagere hoogte plaats, namelijk ongeveer 20 m. Het CO (en ook andere gassen) komt niet vrij via puntbronnen, maar over het hele oppervlak van de hallen. Het is daarom min of meer een diffuse emissie en dat is uitzonderlijk voor bronnen van koolmonoxide. Omdat diffuse emissies niet goed zijn door te rekenen met het verspreidingsmodel Stacks is de CO-emissie zo goed als mogelijk gesimuleerd door de hallen als het ware op te delen in 10 puntbronnen per hal. De locaties van die bronnen zijn gelijk verdeeld over de beide hallen en de emissie per puntbron is berekend door de totale emissie te delen door 20. Deze benadering is overigens overgenomen van de provincie Groningen, vergunningverlener van dit bedrijf. De provincie heeft dezelfde methodiek gebruikt om de verspreiding van andere gassen uit dit bedrijf te berekenen. We hebben de daarbij gebruikte parameters uit de berekeningen van de provincie overgenomen, maar uiteraard de bronsterktes aangepast aan die van CO.

Hoewel de temperatuur van het gas dat de hallen verlaat groter is dan de omgevingstemperatuur, heeft de provincie bij de berekeningen de warmte-inhoud uit de 20 puntbronnen gelijkgesteld aan 0 MW. De reden hiervoor is dat de emissie over een dusdanig groot oppervlak verdeeld is, dat er nauwelijks sprake zal zijn van pluimstijging door warmtebewegingen. We merken op dat het gelijk stellen aan 0 MW impliceert dat in de berekening helemaal geen pluimstijging is verdisconteerd. De gekozen benadering is dus conservatief. Hoewel de CO-emissie uit de hallen veel lager is dan die uit de gasreinigingsinstallatie, kan door het gebrek aan pluimstijging en de relatief lage bronhoogte de impact op de leefomgeving nog duidelijk merkbaar zijn.

Ten aanzien van de hallen is er gerekend met gebouwinvloed, omdat de gesimuleerde emissiepunten nauwelijks uitsteken boven de hallen zelf (18 m hoog).

Verder is gebruikgemaakt van de meteorologie van station Schiphol (nabij de kust gelegen bedrijf) en een ruwheidslengte van 0,5 m (industriegebied met hier en daar open terrein).

Resultaten

De maximale 8-uursgemiddelde concentratie bedraagt ongeveer 1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, exclusief de lokale achtergrondbijdrage³ van circa 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit maximum bevindt zich op het terrein van Aldel, aan de zuidwestkant van de elektrolysehallen. Direct buiten het terrein van Aldel is de maximale 8-uursgemiddelde concentratie niet hoger dan ongeveer 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook hier moet de achtergrondbijdrage nog worden bijgeteld. De totale 8-uursgemiddelde concentratie in de omgeving, dus inclusief het achtergrondniveau, komt niet boven de 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en ligt daarmee ruim beneden de Europese grenswaarde van 10 mg/m^3 .

Ook het berekende 99,9-percentiel van uurgemiddelde concentraties – maximaal 3700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – en het 98-percentiel van de glijdend 8-uursgemiddelde concentratie – maximaal 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – liggen ruim beneden de normen die tot 2005 werden gehanteerd, ook na de verrekening met de achtergrondbijdrage.

Tot slot hebben we de jaargemiddelde concentratie berekend. Direct buiten het terrein van Aldel bedraagt deze ten hoogste 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ofwel ongeveer 10% van het lokale achtergrondniveau. De impact van de CO-emissies van Aldel op de leefomgeving is dus beperkt.

ZALCO NV

De situatie bij dit bedrijf is goed vergelijkbaar met die bij Aldel. Ook bij ZALCO komt CO vrij uit de gasreinigingsinstallatie en de productiehallen. De totale emissie van ZALCO is echter ongeveer drie maal zo hoog als die van Aldel. Daar staat tegenover dat de schoorsteen van de gasreinigingsinstallatie, waarlangs veruit het meeste CO wordt uitgestoten, 60 m hoog is (tegenover 35 m bij Aldel). Ook het debiet en de temperatuur van het afgas – en daarmee de pluimstijging door warmte – bij ZALCO zijn iets hoger dan bij Aldel. De emissie uit de productiehallen vindt op vergelijkbare hoogte plaats als bij Aldel, namelijk 21 m, maar het debiet van de dakventilatoren op de hallen van ZALCO is aanzienlijk groter dan het debiet uit de hallen van Aldel. Wij verwachten daarom dat de concentraties op leefniveau rondom ZALCO vergelijkbaar of hooguit een beetje hoger zijn dan in de omgeving van Aldel. Dat betekent dat ook rondom ZALCO de CO-concentratie ruim beneden de Europese grenswaarde van 10 mg/m^3 zal liggen en de bijdrage aan het jaargemiddelde 10 tot hooguit 20% zal bedragen.

5.4.4 Componenta

Berekeningen

Bij Componenta zijn ruim tien emissiepunten aanwezig, waarvan er enkele CO emitteren. Zoals gezegd is de gasreinigingsinstallatie van de koepeloven veruit de grootste CO-bron. De emissies uit de andere bronnen zijn verwaarloosbaar klein vergeleken bij deze bron en zijn derhalve niet meegenomen in de berekeningen (een kleine testberekening met één extra bron naast de koepeloven bevestigde dat deze aanname juist was).

De schoorsteen van de gasreinigingsinstallatie heeft een hoogte van 25 m. De andere brongegevens zijn overgenomen uit de Wm vergunning van het bedrijf. De emissie ofwel vracht is berekend uit een emissieconcentratie van 11.290 mg/m^3 en een afgasdebiet van 22.800 Nm^3/h . We

merken op dat de gebruikte emissieconcentratie de hoogst gemeten waarde is uit onderzoek dat ten grondslag lag aan de vergunningaanvraag (in dat onderzoek is ook een keer 5.520 mg/m^3 gemeten) en dat in de vergunning een emissie-eis van 10.000 mg/m^3 is opgenomen (deze grenswaarde is overigens hoger dan wat volgens de BREF of the Smitheries and Foundries Industry haalbaar is; zie paragraaf 4.3.2). De in de modelberekening gebruikte emissie zou dus overschat kunnen zijn, maar aan de andere kant komt deze wel redelijk overeen met de jaarlijkse emissie van ongeveer 2 kton volgens de Emissieregistratie (zie Tabel 4).

Er is gerekend met gebouwinvloed, omdat het emissiepunt minder dan 2 maal zo hoog is als de hoogte van het gebouw, waar de koepeloven zich bevindt. Het emissiepunt steekt slechts 5 m boven dit gebouw uit. Vanwege deze relatief lage bronhoogte en de invloed van het gebouw kan de lokale impact van de emissie groot zijn.

Verder is gebruikgemaakt van de meteorologie van station Eindhoven (landinwaarts gelegen bedrijf) en een ruwheidslengte van 1 m (stedelijk en industrieel gebied).

Resultaten

De resultaten van de verspreidingsberekeningen bevestigen de grote lokale impact van de CO-emissie en de invloed van het gebouw op de verspreiding. De maximale 8-uursgemiddelde concentratie bedraagt ongeveer $7500 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, exclusief de lokale achtergrondbijdrage³ van circa $350 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Dit maximum bevindt zich op het terrein van Componenta, op ongeveer 50 m van de bron. Bij de dichtstbij gelegen woonwijk, op circa 400 m van de bron, bedraagt de maximale 8-uursgemiddelde concentratie ongeveer $1000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en op het bedrijventerrein de Koumen, waar Componenta is gelegen, is de maximale 8-uursgemiddelde concentratie $2500 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. In beide gevallen moet daar moet nog de achtergrondbijdrage worden bijgeteld.

Hoewel deze waarden, samen met de achtergrondbijdrage, onder de Europese grenswaarde van 10 mg/m^3 liggen, kunnen we wel spreken van een enigszins kritiek geval. Er dient immers rekening te worden gehouden met de onzekerheden van de modelberekeningen en met het feit dat er op en rond het bedrijventerrein mogelijk een extra bijdrage is van verkeeremissies. Anders gezegd: er bestaat een, overigens geringe, kans dat hier lokaal niet wordt voldaan aan de Europese grenswaarde voor CO.

Recent heeft het geuronderzoeksbureau Odournet een onderzoek uitgevoerd bij Componenta. Daarbij hebben zij CO gebruikt als tracer voor het volgen van de emissiepluim uit de koepeloven. Tijdens dit onderzoek is op zeker moment een piekconcentratie van $13 \text{ ppm} \approx 15.000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ CO gemeten op circa 500 m van het bedrijf. Hoewel het hier om een kortdurende en incidentele meting gaat en de meetwaarde daardoor niet direct is te vergelijken met een 8-uursgemiddelde concentratie, bevestigt de meting van Odournet wel dat in de omgeving van Componenta sterk verhoogde concentraties kunnen heersen. We merken op dat de hoogst berekende uurgemiddelde concentratie op die locatie ongeveer $3000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ CO bedraagt.

Het berekende 99,9-percentiel van uurgemiddelde concentraties – buiten het bedrijfsterrein maximaal $4200 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ – en het 98-percentiel van de glijdend 8-uursgemiddelde concentratie – buiten het bedrijfsterrein maximaal $1800 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ – liggen duidelijk beneden de normen die tot 2005 werden gehanteerd, ook na correctie voor de achtergrondbijdrage. Die normen waren echter minder streng dan de huidige Europese grenswaarde.

De bijdrage van Componenta aan de jaargemiddelde CO-concentratie is op het industrieterrein de Koumen ten hoogste $300 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en in de dichtstbij gelegen woonwijk niet meer dan $100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, te vergelijken met een lokaal achtergrondniveau van circa $350 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Dat houdt in dat het bedrijf

substantieel bijdraagt aan de CO-concentratie in de leefomgeving. Pas op ongeveer 700 m en verder van het bedrijf is die bijdrage afgenomen tot maximaal 10% van het achtergrondniveau. De impact van Componenta op de leefomgeving zou verminderd kunnen worden – en daarmee wordt ook de kans op een eventuele overschrijding van de Europese grenswaarde nog kleiner – door middel van een strengere emissie-eis voor CO in de vergunning. Volgens de BREF of the Smitheries and Foundries Industry zijn met de BBT lagere CO-emissies haalbaar.

5.4.5 Dow

Berekeningen

Op het bedrijfsterrein is een groot aantal CO-bronnen aanwezig, vooral verbrandingsinstallaties en fakkels. De totale jaarlijkse CO-uitstoot is bijna 5 kton. Alleen de bronnen met een jaarlijkse CO-emissie van 20 ton of meer (in totaal 19 stuks) zijn in de berekeningen zijn meegenomen. De grootste bron (de ethyleenproductie) heeft een jaarlijkse CO-emissie van bijna 900 ton en van vier bronnen ligt de jaarlijkse CO-emissie tussen 200 en 800 ton. De meeste van deze bronnen hebben een hoogte van meer dan 60 meter; van één grote CO-bron is de hoogte echter 20 m. Ook enkele kleinere bronnen hebben een relatief lage bronhoogte (18 tot 30 m). In enkele gevallen is in de berekening de invloed van het gebouw waar de bron zich bevindt meegenomen.

Omdat nagenoeg alle bronnen verbrandingsinstallaties en fakkels zijn, is er door de hoge afgastemperatuur sprake van een aanzienlijke pluimstijging, waardoor het CO tot ver in de omgeving verspreid wordt. De gezamenlijke impact van alle bronnen kan echter wel relevant zijn. De gebruikte bron- en emissiegegevens zijn overgenomen uit het milieujaarverslag over 2006 en de door de vergunningverlener geleverde aanvullende informatie.

Er is gebruikgemaakt van de meteorologie van station Schiphol (nabij de kust gelegen bedrijf) en een ruweheidslengte van 1 m (industriegebied met veel obstakels).

Resultaten

De maximale 8-uursgemiddelde concentratie bedraagt ongeveer $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$, exclusief de lokale achtergrondbijdrage³ van circa $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit maximum bevindt zich aan de noordoostkant van het bedrijfsterrein van Dow. In het meest nabijgelegen woongebied (het dorpje Hoogedijk, dat iets ten zuiden van het Dow-terrein ligt) is de maximale 8-uursgemiddelde concentratie niet hoger dan $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De totale 8-uursgemiddelde concentratie, dus inclusief het achtergrondniveau, komt nergens boven de $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en ligt daarmee ruim beneden de Europese grenswaarde van $10 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Ook het berekende 99,9-percentiel van uurgemiddelde concentraties – buiten het bedrijfsterrein maximaal $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – en het 98-percentiel van de glijdend 8-uursgemiddelde concentratie – buiten het bedrijfsterrein maximaal $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – liggen ruim beneden de normen die tot 2005 werden gehanteerd, ook na verrekening van de achtergrondbijdrage.

De jaargemiddelde concentratie in de omgeving van Dow als gevolg van haar emissies bedraagt niet meer dan $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dat is minder dan 10% van het lokale achtergrondniveau. De impact van de CO-emissies van Dow op de concentraties in de leefomgeving is dus gering.

5.4.6 Electrabel

Berekeningen

De elektriciteitscentrale van Electrabel in Nijmegen heeft slechts één bron die CO emitteert, namelijk de schoorsteen waarlangs de verbrandingsgassen worden afgevoerd. Deze heeft een hoogte van 150 m, een afgasdebiet van ruim 400 Nm³/s en een temperatuur van ongeveer 100 °C. De warmte-inhoud is daardoor groot: ongeveer 46 MW. Door de grote pluimstijging en de hoge bronhoogte is de verwachting dat de concentratiebijdrage van CO op leefniveau gering zal zijn, ondanks dat de bronsterkte vrij hoog is, namelijk bijna 5 kton kg per jaar ofwel ongeveer 0,15 kg/s.

De gebruikte bron- en emissiegegevens zijn overgenomen uit de het milieujaarverslag van het bedrijf over 2005. Vanwege de grote schoorsteenhoogte is er niet gerekend met gebouwinvloed. Er is gebruikgemaakt van de meteorologie van station Eindhoven (inlands gelegen bedrijf) en een ruwheidslengte van 0,25 m (deels stedelijk gebied met wat industrie, deels open terrein).

Resultaten

De maximale 8-uursgemiddelde concentratie bedraagt ongeveer 20 µg/m³. Dat is veel lager dan de lokale achtergrondconcentratie³ van circa 300 µg/m³. Het maximum bevindt zich op ruim 3 km ten noordoosten van de bron. De bijdrage van de CO-uitstoot van de centrale aan de concentratie is zo laag, dat de totale concentratie in de leefomgeving, dus inclusief het achtergrondniveau, ver onder de Europese grenswaarde van 10 mg/m³ blijft.

Ook het berekende 99,9-percentiel van uurgemiddelde concentraties – maximaal 35 µg/m³ – en het 98-percentiel van de glijdend 8-uursgemiddelde concentratie – maximaal 7 µg/m³ – liggen zeer ruim beneden de normen die tot 2005 werden gehanteerd.

De bijdrage van de centrale aan de jaargemiddelde CO-concentratie in de omgeving is niet hoger dan 0,5 µg/m³. Deze is dus nagenoeg verwaarloosbaar.

5.4.7 Shell-raffinaderij

Berekeningen

De berekeningen rond de Shel-raffinaderij konden niet worden uitgevoerd, omdat Shell niet bereid was relevante brongegevens zoals coördinaten, bronhoogte, diameter, afgasdebiet en afgastemperatuur beschikbaar te stellen. Volgens Shell heeft zij met de vergunningverlener (DCMR) afgesproken dat dit soort data niet vrijgegeven wordt. In het milieujaarverslag van Shell zijn wel de CO-emissies van enkele verbrandingsinstallaties en van de processen (affakkelen) gerapporteerd, maar zonder de andere brongegevens zijn geen verspreidingsberekeningen uit te voeren.

Echter, voor zover ons bekend⁴ zijn de emissiepunten van de verbrandingsinstallaties en fakkels dusdanig hoog (in de orde van 100 m of meer), dat wij geen sterk verhoogde CO-concentraties verwachten in de leefomgeving. De situatie is grofweg vergelijkbaar met die van Electrabel.

⁴ Eén van de auteurs heeft onlangs een bezichtiging gehad van de raffinaderij van Shell en daarbij is informatie verstrekt over de verbrandingsinstallaties en fakkels. In combinatie met visuele waarneming concluderen wij dat het hier hoge bronnen betreft.

5.4.8 Samenvatting lokale effecten

Van de zes bedrijven waarvoor we berekeningen hebben uitgevoerd zijn er twee, die een relevante impact hebben op de CO-concentraties in de buitenlucht: Corus en Componenta. De emissies van Electrabel leiden nauwelijks tot verhoging van de CO-concentraties in leefomgeving. Voor Dow en Aldel – en ook voor ZALCO, waarvoor we hebben geconstateerd dat de situatie grofweg vergelijkbaar is met die rondom Aldel – is de verhoging beperkt: hun bijdrage aan de jaargemiddelde CO-concentratie in de omgeving is namelijk maximaal 10-20% van de achtergrondconcentratie. Ook de impact van de CO-emissies van de Shell raffinaderij is waarschijnlijk gering, maar deze konden we niet berekenen, omdat Shell niet bereid was relevante brongegevens beschikbaar te stellen. Onze inschatting is gebaseerd op het feit dat, voor zover ons bekend, de emissiepunten van de verbrandingsinstallaties en fakkels dusdanig hoog zijn dat de geëmitteerde gassen op leefniveau sterk zijn verdund.

De CO-concentraties in de omgeving van Corus zijn duidelijk verhoogd. Die verhoging is dusdanig dat de jaargemiddelde concentraties in de directe omgeving ongeveer gelijk zijn aan het niveau dat op stadsachtergrondstations wordt gemeten. Piekconcentraties rondom Corus liggen zelfs op een niveau, dat normaliter langs drukke wegen wordt aangetroffen. De totale concentraties in de leefomgeving, dus inclusief het achtergrondniveau, liggen echter ruim beneden de Europese grenswaarde van 10 mg/m³.

Bij Componenta is de situatie iets ingewikkelder. De berekende concentraties rondom het bedrijf liggen weliswaar onder de Europese grenswaarde van 10 mg/m³, maar daarbij is nog geen rekening gehouden met de onzekerheden van de modelberekeningen en met het feit dat er op en rond het bedrijventerrein mogelijk een extra bijdrage is van verkeersemisies. Er bestaat dus een, overigens geringe, kans dat lokaal niet wordt voldaan aan de Europese grenswaarde voor CO. Metingen die zijn gedaan in het kader van een geuronderzoek bevestigen dat er hoge piekconcentraties aan CO in de leefomgeving kunnen voorkomen. De bijdrage van Componenta aan de jaargemiddelde concentratie is 30 tot 100% van de achtergrondwaarde (binnen enkele honderden meters van het bedrijf).

De bedrijven die we hebben geselecteerd voor de berekeningen hebben binnen hun doelgroep de hoogste CO-emissies van Nederland. Wij verwachten daarom dat de situatie rond andere bedrijven gunstiger is dan bij deze zes. Dat houdt in dat, behalve misschien bij Componenta, er nergens overschrijding plaatsvindt van de Europese grenswaarde van 10 mg/m³ als maximum 8-uursgemiddelde. Zoals gezegd kan dat rondom Componenta niet helemaal worden uitgesloten, al is de kans op overschrijding gering en kan deze kans verder worden verminderd door middel van een strengere emissie-eis in de vergunning.

6 Conclusies

De algemene emissiereductiedoelstelling van de industriële bronnen voor koolmonoxide van 50% afname in 2000 ten opzichte van 1985 is min of meer gehaald. Er wordt echter betwijfeld of de doelstelling van 90% reductie in 2010 eveneens gehaald gaat worden zonder dat zeer ingrijpende maatregelen nodig zijn. De vraag is of het nog wel noodzakelijk is om deze reductiedoelstelling van 90% te halen, gelet op de huidige koolmonoxideconcentraties in de lucht.

In onderliggend rapport is een inventarisatie gemaakt waarin verschillende aspecten tegen het licht gehouden worden die kunnen dienen ter onderbouwing van een mogelijke herziening van de emissiereductiedoelstelling van CO. Hieronder worden kort de conclusies gegeven:

1. De doelgroep Industrie is voor 29% verantwoordelijk voor de totale emissies CO in Nederland. De basismetalaalindustrie vormt hierbinnen de grootste bron (circa 80%). De doelgroep verkeer en vervoer is voor 61% verantwoordelijk voor CO-emissies en daarmee de grootste bron.
2. De trendanalyse van CO-emissies vanaf 1985 tot heden laat zien dat de emissies aanzienlijk gereduceerd zijn, maar deze reductie wat betreft de bijdrage van de industrie nu min of meer is gestabiliseerd. De toekomstverwachting is dat bij de huidige maatregelen en technieken de industriële emissies niet meer zullen afnemen, maar eerder licht zullen toenemen. De emissies uit het verkeer blijven nog enige tijd dalen, maar die daling gaat langzaam en is gering.
3. Uit de analyse van de milieuvergunningen en de BREF's blijkt dat een nog grotere emissiereductie zeer moeilijk haalbaar is. Door de belangrijkste bronnen worden de Beste Beschikbare Technieken voor het beperken van CO-emissies al toegepast en verdere reductie zal gepaard gaan met zeer hoge kosten. Het beperken van emissies van andere stoffen is vanuit het algemene milieubeleid en volgens de FO-Industrie momenteel belangrijker en bij de optimalisatie van verbrandingsprocessen wordt daarom vooral gelet op de energie-efficiency en de reducties van NO_x- en CO₂-emissies.
4. De monitoring van CO-emissies is voor een aantal bedrijven zowel nationaal (Besluit milieuverslaglegging) als internationaal (PRTR) verplicht. Ook dient Nederland vanuit verschillende internationale verplichtingen jaarlijks haar CO-emissies vast te stellen. De monitoring is belangrijk om inzicht te blijven houden in de ontwikkelingen in de toekomst en tijdig in te kunnen grijpen als de emissies weer (sterk) zouden stijgen.
5. Een aandachtspunt hierbij is echter de kwaliteit van de monitoring. Door verschillende instanties is de nodige zorg geuit over de kwaliteit van zowel de door bedrijven opgegeven emissies als de validatie daarvan door het bevoegd gezag. Verbeteringen zijn gewenst.
6. Uit analyses van meetnetgegevens en berekeningen rondom enkele grote bedrijven blijkt dat de concentraties CO in de buitenlucht in de afgelopen jaren flink zijn afgenomen. Langs drukke wegen en rondom een enkel bedrijf kunnen nog wel incidenteel hoge, kortdurende piekconcentraties voorkomen, maar de maximaal glijdend 8-uursgemiddelde waarden liggen ruim beneden de Europese grenswaarde van 10 mg/m³, dat gelijk is gesteld aan het MTR. Bij één van de onderzochte bedrijven lagen de berekende

piekconcentraties dicht tegen de grenswaarde, maar die zouden door invoering van een scherpere emissie-eis in de milieuvergunning kunnen worden verlaagd.

7. De niet-wettelijke streefwaarde van $0,1 \text{ mg/m}^3$ wordt overal overschreden. De concentraties zullen nog enige jaren blijven dalen maar de verwachting is dat ook op termijn de streefwaarde niet gehaald zal worden.
8. Bij de huidige CO-emissies en -concentraties in de lucht zijn geen negatieve effecten voor de mens te verwachten. De effecten op het milieu (broeikaseffect, ozonvorming) zijn, vergeleken met die van andere stoffen, gering.

Literatuur

- Alkemade G.E.M., Peek, C.J., Ruysenaars P.G., 2005. Prioritaire stoffen in de EmissieRegistratie: Emissies naar lucht, kwaliteit en aanbevelingen voor de verbetering van de EmissieRegistratie. RIVM rapport 500055003. RIVM, Bilthoven.
- Beck J., Breugel P. van, Buijsman E., Diederer H., Noordijk H., Ruiters J. de, Tromp J., Velders G., Velze K. van, 2002. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2001. RIVM rapport 725301009. RIVM, Bilthoven.
- Beijk R., Mooibroek D., Hoogerbrugge R., 2007. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2003-2006. RIVM rapport 680704002. RIVM, Bilthoven.
- Bleeker A., Bloemen H.J.Th., Hartog P.R. den, Janssen L.H.J.M., Pul W.A.J. van, Rentinck E.C.M., Swaan P., Velders G.J.M., Velze K. van, 1998. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 1996. RIVM rapport 722101029. RIVM, Bilthoven.
- Bovenkamp B. van de, Sterkenburg A., Wesselink B., 1999. Milieudrukindicator Verspreiding. RIVM rapport 601503018. RIVM, Bilthoven.
- Breugel P. van, Buijsman E., Diederer H., Hammingh P., Kamst A., Noordijk H., Rentink L., Swaan P., Velders G., Velze K. van, 2001. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 1998 en 1999. RIVM rapport 725301006. RIVM, Bilthoven.
- Breugel P. van, Diederer H., Hammingh P., Jimmink B., Kamst A., Noordijk H., Swaan P., Velders G., Velze K. van, 2002. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2000. RIVM rapport 725301008. RIVM, Bilthoven.
- Buijsman E., 2004. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2002. RIVM rapport 500037004. RIVM, Bilthoven.
- Dassen A.G.M., 2006. De luchtkwaliteit rond Schiphol: MNP-bevindingen over het onderzoek naar de uitstoot van het vliegverkeer en de luchtkwaliteit rond Schiphol door ADECS Airinfra BV in het kader van de Evaluatie Schipholbeleid. MNP rapport 500133001. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- European Commission, 1999. Draft version 5.2: Ambient air pollution Carbon Monoxide. Position paper.
- European Commission, 2001. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC); Reference Document on Best Available Techniques in de Glass Manufacturing Industry.
- European Commission, 2001. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC); Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel.
- European Commission, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC); Reference Document on Best Available Techniques for Mineral Oil and Gas Refineries.
- European Commission, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC); Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Organic Chemical Industry.
- European Commission, 2005. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC); Reference Document on Best Available Techniques in the Smitheries and Foundaries Industry.
- European Commission, 2007. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC); Reference Document on Best Available Techniques for Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals- Ammonia, Acids and Fertilisers.
- Europese Unie, 2000a. Richtlijn 2000/69/EG van het Europees Parlement en de Raad: betreffende grenswaarden voor benzeen en koolmonoxide in de lucht.

- Europese Unie, 2000b. Richtlijn 2000/76/EG van het Europees Parlement en de Raad: betreffende de verbranding van afval.
- Facilitaire Organisatie Industrie, 1992. Intentieverklaring Uitvoering Milieubeleid Basismetaalindustrie. Den Haag.
- Facilitaire Organisatie Industrie, 1993. Intentieverklaring Uitvoering Milieubeleid Chemische Industrie. Den Haag.
- Facilitaire Organisatie Industrie, 1997. Notitie Koolmonoxyde: reductiedoelstellingen koolmonoxyde voor de chemische industrie. FO-Industrie, 4 maart 1997.
- Facilitaire Organisatie Industrie, 2005. Doelgroep Milieu en Industrie, Jaarrapportage 2003; Stand van zaken van het Doelgroepenbeleid Milieu en Industrie in Nederland. Den Haag.
- Facilitaire Organisatie Industrie, 2005. Uitvoering intentieverklaring Basismetaalindustrie Jaarrapportage 2003. Den Haag.
- Facilitaire Organisatie Industrie, 2006. Uitvoering intentieverklaring Basismetaalindustrie Jaarrapportage 2005. Den Haag.
- Facilitaire Organisatie Industrie, 2006. Uitvoering intentieverklaring Chemische industrie Jaarrapportage 2005. Den Haag.
- Facilitaire Organisatie Industrie, 2007. Stand van zaken Indienen en Beoordelen van Milieujaarverslagen over Verslagjaar 2006. Den Haag.
- Facilitaire Organisatie Industrie, 2007. Uitvoering intentieverklaring Textiel- en tapijtindustrie Jaarrapportage 2005. Den Haag.
- Facilitaire Organisatie Industrie, 2007. Uitvoering intentieverklaring Papier- en kartonindustrie Jaarrapportage 2005. Den Haag.
- Folkert R.J.M., Jimmink B.A., Noordijk H., 2002. Preliminary assessment of air quality for carbon monoxide and benzene in the Netherlands under EU legislation. RIVM rapport 725601007. RIVM, Bilthoven.
- Foster M., Salvatore R., Goodwin R., Williams C., Loeffler J., 1999. Recurrent Acute Life-threatening Events and Lactic Acidosis Caused by Chronic Carbon Monoxide Poisoning in an infant. *Pediatrics*, 104 (3), 1-3.
- Green E., Short S., Shuker L.K., Harrison P.T.C., 1999. Carbon Monoxide Exposure in the Home Environment and the Evaluation of Risks to Health- A UK Perspective. *Indoor Built Environ*, 8, 168-175.
- Haaxma C.A., Eijk J.J.J. van, Vliet A.M. van der, Renier W.O., Bloem B.R., 2007. Bilaterale leasies van de basale ganglia als aanwijzing voor een chronische koolmonoxide-intoxicatie. *Ned Tijdschr. Geneesk*, 151 (15), 868-873.
- Hammingh P., Aben J.M.M., Beck J.P., Elzenga H.E., Esbroek M.L.P. van, Geilenkirchen G.P. Gijzen A., Haan B.J. de, Hinsberg A. van, Hoen A., Jaarsveld J.A. van, Jimmink B.A., Koelemeijer R.B.A., Nijdam D.S., Maas R.J.M., Peek C.J., Smeets W.L.M., Zeijts H. van, 2006. Haalbaarheid nationale emissieplafonds in 2010: Basisgegevens betreffende emissieramingen, aanvullende opties en effecten. MNP rapport 500092001. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Hartog P. den, 1999. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 1997. RIVM rapport 725301001. RIVM, Bilthoven.
- Hegger C., Savelkoul T.J.F., Sangster B., 1991. Intoxicatie met koolmonoxide. *Ned Tijdschr Geneesk*, 135 (4), 113-116.

- Peek C.J., 2006. Emissies van prioritaire stoffen naar de lucht in Nederland 1990-2004. MNP rapport 500080005. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Peeters E. (redactie), 2007. Handboek Binnenmilieu 2007. Hoofdstuk 8 Verbrandingsproducten. GGD Nederland, Utrecht.
- Sterkenburg A., Bakker J., Hollander H.A. den, 2006. Prioritaire stoffen in het milieu. RIVM rapport 607880005. RIVM, Bilthoven.
- Sterkenburg A., Bovenkamp A. van de, Hollander H.A. den, Meent D. van de, 2000. Milieukwaliteitsindicator Verspreiding. RIVM rapport 607880001. RIVM, Bilthoven.
- TNO, 1998. Nieuw Nationaal Model. Verslag van het onderzoek van de projectgroep Revisie Nationaal Model. TNO Rapport R98/306, uitgegeven door Infomil, Den Haag.
- Velders G.J.M., Aben J.M.M., Beck J.P., Blom W.F., Dam J.D. van, Elzenga H.E., Geilenkirchen G.P., Hoen A., Jimmink B.A., Matthijsen J., Peek C.J., Velze K. van, Visser H., Vries W.J. de, 2007. Concentratiekaarten voor grootschalige luchtkwaliteit in Nederland. MNP rapport 500088001. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- VROM, 2001. Emissiereductiedoelstellingen prioritaire stoffen, notitie voor de Tweede Kamer, VROM00694, juli 2001.
- VROM, 2006. Voortgangsrapportage Milieubeleid voor Nederlandse Prioritaire Stoffen. VROM, Den Haag.
- VROM, 2007. Nederlandse Prioritaire-stoffenlijst april 2007, VROM, Den Haag.
- VROM, 2007. Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. VROM, Den Haag.
- VROM-Inspectie, 2007. Omissies in emissies. Onderzoek naar het validatieproces van emissiejaarvrachten in milieujaarverslagen. Artikelcode 7153. VROM, Den Haag.
- Website: www.cbs.nl
 Betreft: Meetnetten en –gegevens van centraal bureau voor de statistiek.
- Website: ec.europa.eu/environment/ipcc/index.htm
 Betreft : De IPPC Directive.
- Website: www.emissieregistratie.nl
 Betreft: Nederlandse emissies luchtkwaliteit.
- Website: www.eper.cec.eu.int/eper/
 Betreft : Europese emissie gegevens.
- Website: www.fo-industrie.nl
 Betreft: Facilitaire Organisatie Industrie.
- Website: www.infomil.nl
 Betreft: Nederlandse emissierichtlijnen lucht (NeR) 2007, regelingen voor specifieke situaties zoals de BAT Referentie documenten (BREF's) en Besluit verbranden afvalstoffen.
- Website: www.milieuennatuurcompendium.nl
 Betreft: Grootschalige concentratie kaarten CO, meetnetten en –gegevens.
- Website: www.stoffen-risico.nl
 Betreft: Informatie over stoffen en risico's.
- Website: www.veiligheid.nl
 Betreft: Consument en Veiligheid, veiligheid in huis, koolmonoxide, registratie koolmonoxidevergiftigingen.
- Website: <http://wetten.overheid.nl>
 Betreft: Nederlandse wetten en regelgeving luchtkwaliteit.

Wesselink L.G., Bovekamp A. van de, 1997. Emissiereductiepercentages voor prioritare stoffen. RIVM rapport 601503009. RIVM, Bilthoven.

Zwart D. de, Hollander H.A. den, Geelen L., Huijbregts M.A.J., 2006 Environmental effect indicators for priority pollutants. RIVM rapport 607880006. RIVM, Bilthoven.

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl