

Air pollution by traffic

Dr. R. GUICHERIT en P. J. BLOKZIJL

Instituut voor Gezondheidstechniek TNO

Samenvatting

Door het gemotoriseerde verkeer komen vooral koolmonoxide, koolwaterstoffen, oxiden van stikstof, aldehyden, ketonen, organische zuren, ammoniak en vaste aerosolen (waaronder loodverbindingen en carcinogene polynucleaire aromaten) in de buitenlucht. Deze z.g. primaire luchtverontreinigende componenten kunnen onder bepaalde omstandigheden tot reacties aanleiding geven, waardoor secundaire luchtverontreinigende verbindingen zoals ozon, peroxyacynitrat, aldehyden, (halogeen-aryl-) ketonen en koolmonoxide worden gevormd. Het zijn ten dele zeer irriterende en giftige stoffen, die behalve een gevaar voor de gezondheid van mens en dier ook schade aan land- en tuinbouw en aan materialen kunnen veroorzaken. Van de luchtverontreiniging door het verkeer is de bijdrage van het wagenpark, met in Nederland meer dan 2 miljoen personenauto's, het belangrijkste. Maatregelen om deze vorm van luchtverontreiniging te beperken zijn noodzakelijk.

Summary

Motor traffic brings many polluting substances, especially carbon monoxide, hydrocarbons, nitrogen oxides, aldehydes, ketones, organic acids, ammonia, and solid aerosols (among which lead compounds and carcinogenic polynuclear aromates) into the atmosphere. These so-called primary air polluting components can under certain conditions cause reactions, thus forming secondary air polluting compounds such as ozone, peroxy-acyl nitrates, aldehydes, (halogen aryl) ketones and carbon monoxide. These are partly very irritating and toxic substances which, apart from being dangerous to human and animal health, can also cause damage to agriculture, horticulture, and materials. The fleet of cars, consisting in the Netherlands of more than two million passenger cars, is the chief contributing source of air pollution by traffic. Measures have been proposed to limit this form of air pollution.

Inleiding

Benzine is een mengsel van koolwaterstoffen waaraan soms andere verbindingen, zoals loodverbindingen, zijn toegevoegd om de benzine speciale eigenschappen te geven. Na ontsteking mag het gecompriëerde lucht/benzine mengsel niet voortijdig ontbranden aangezien de motor dan onregelmatig gaat lopen en ongewenst hoge lagerdrukken optreden (kloppen!). De structuur van de te verbranden koolwaterstofmoleculen is bepalend voor de klopvastheid van de benzine. Koolwaterstoffen met een rechte keten zijn minder stabiel dan die met een vertakte keten of ringstructuur. Een maat voor de klopvastheid van de brandstof is het octaangetal. Voor de bepaling hiervan heeft men twee standaardbrandstoffen gekozen: N-heptaan en iso-octaan met per definitie octaangetallen 0 respectievelijk 100. Het octaangetal van een gegeven soort benzine wordt aangegeven door het percentage iso-octaan in een mengsel van iso-octaan en N-heptaan dat in een standaardmotor

onder standaard condities even sterk klopt als de gegeven soort benzine

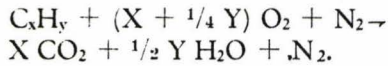
De ontstekingskwaliteit van benzine kan ook worden verbeterd door toevoeging van zogenaamde „dopes”. Dit zijn hoofdzakelijk organometallische verbindingen zoals tetra-ethyl-lood (TEL) en tetramethyl-lood (TML) die de spontane ontbranding van het gecompriëerde lucht/benzine mengsel vertragen. TEL en TML gaan bij verbranding in de motor over in H₂O, CO₂ en loodoxide. Aangezien het smeltpunt van loodoxide 900°C is, zou het zich gemakkelijk in de cilinders kunnen afzetten. Daarom voegt men ook ethyleendichloride en ethyleendibromide aan de benzine toe, waardoor bij verbranding veel vluchtigere loodhalogeenverbindingen ontstaan. De hoeveelheid TEL of daaraan equivalente andere loodalkylverbindingen die aan de benzine wordt toegevoegd, bedraagt ca. 500 mg Pb/l. Aan vliegtuigbenzine die een octaangetal van meer dan 120 bezit voegt men tot 4 maal deze hoeveelheid toe.

Ondanks deze voorzorgsmaatregelen kunnen er toch loodoxide-deeltjes op de cilinderwand en op de zuiger achterblijven. Deze blijven nagloeien en

* Publikatie no. 422 van het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO, Delft.

zouden aldus de ontsteking voortijdig kunnen inleiden. Om dit te voorkomen worden aan de benzine organische fosforzuurverbindingen toegevoegd die een dovend effect hebben; de z.g. „ignition control additives”. Dit heeft mede tot gevolg dat in auto-uitlaatgassen ook organische zuren voorkomen.

Complete verbranding van benzine levert CO₂ en H₂O volgens:



Om een volledige verbranding van de brandstof te krijgen moet voor een bepaalde hoeveelheid brandstof in de cilinders een juiste hoeveelheid lucht aanwezig zijn. Men noemt dit een stoechiometrisch mengsel. De verhouding lucht/benzine voor zo'n mengsel is ca. 14,5 : 1. Is er te weinig lucht aanwezig (dit is o.a. bij het accelereren het geval) dan noemt men het mengsel rijk en is er te veel lucht aanwezig (o.a. bij het decelereren) dan noemt men het mengsel arm. In beide gevallen is de verbranding niet volledig en worden er naast CO₂ en H₂O ook andere producten zoals CO, koolwaterstoffen (ten dele nog onverbrande en ten dele nieuw gevormde), aldehyden, ketonen en waterstof geëmitteerd.

Vanwege de hoge temperaturen die er bij het verbrandingsproces optreden zal een gedeelte van de stikstof uit de lucht zich met de zuurstof verbinden, waardoor er oxiden van stikstof (NO_x = NO + NO₂) worden gevormd. De hoeveelheid stikstofoxide die wordt gevormd is afhankelijk van:

- de temperatuur in de cilindres bij verbranding van het lucht-zuurstofmengsel. Bij hogere temperaturen wordt er meer NO gevormd;
- de hoeveelheid zuurstof die beschikbaar is om met stikstof, stikstofoxide te kunnen vormen;
- de snelheid waarmee de verbrandingsproducten worden afgekoeld.

C_xH_y-, CO- en NO_x-EMISSIE (niet op schaal)

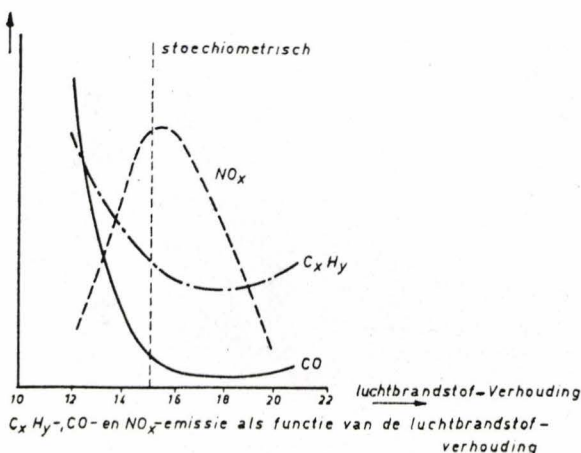


Fig. 1. C_xH_y-, CO- en NO_x-emissie als functie van de lucht-brandstofverhouding.

Een langzame afkoeling zal dissociatie van NO in N₂ en O₂ bewerkstelligen, terwijl bij een snelle afkoeling het evenwicht bevroren wordt en het NO-gehalte van de verbrandingsproducten hoog is.

Zoals in figuur 1 is weergegeven is de NO_x-emissie maximaal als de CO- en C_xH_y-emissie minimaal is. Dit komt omdat de verbrandingswarmte voor een stoechiometrisch mengsel maximaal is. Als er te veel lucht aanwezig is zou er theoretisch meer O₂ beschikbaar zijn om stikstofoxide te vormen. Er wordt echter, voor het verwarmen van de overmaat lucht die niet aan de verbrandingsreactie deelneemt, zoveel warmte aan de omgeving onttrokken dat de temperatuur daalt en de NO_x-productie minder wordt.

Tenslotte komen in uitlaatgassen vrij aanzienlijke hoeveelheden vaste deeltjes en geringere hoeveelheden organische zuren en ammoniak voor. Ook de hoeveelheid zwavelverbindingen, met name SO₂, die in uitlaatgassen van benzinemotoren voorkomt is gering. Dit komt omdat het zwavelgehalte van normale zowel als van super-benzine erg laag is n.l. ca. 0.192% resp. ca. 0.095%.

In tegenstelling tot benzine-motoren is het kenmerk van dieselmotoren dat het elektrische ontstekingsapparaat ontbreekt. De lucht wordt hierbij in de cilinders verdicht tot een dusdanige druk en temperatuur, dat de ingespoten brandstof spontaan verbrandt. Van belang is echter, dat het inspuiten van de brandstof in de juiste hoeveelheid, met de juiste verdeling en op het juiste moment geschiedt.

De uitlaatgassen van dieselmotoren zijn berucht om hun roet en stank. In de roetfractie komen relatief veel polynucleaire aromaten voor waarvan enkele carcinogene eigenschappen bezitten. Het CO-gehalte is laag, de koolwaterstoffen-emissie gering, doch het gehalte aan oxiden van stikstof en aldehyden is vrij aanzienlijk. Omdat voorts het aantal dieselmotorrijtuigen veel minder is dan het aantal benzinemotorrijtuigen is de bijdrage tot de luchtverontreiniging door dieselmotoren klein vergeleken bij de bijdrage door benzinemotoren.

Aandeel luchtverontreiniging door het verkeer

De totale emissie aan verontreinigingen door het Nederlandse wagenpark is afhankelijk van het gemiddelde jaarkilometrage per auto en de gemiddelde geproduceerde verontreiniging per kilometer. Het laatste is weer afhankelijk van het type motor, de lucht-benzineverhouding in de cilinders, de tijd-snelheidsrelatie in het verkeer, de verschillende belastingen waaronder de motor wordt bereden en natuurlijk ook van de technische voorzieningen waarmee de auto's zijn uitgerust.

Uit de aan ons ter beschikking staande gegevens kan worden berekend dat de productie aan verontreinigingen door het autopark er voor 1971 als volgt uitzag:

1700 · 10³ ton CO

190 · 10³ ton C_xH_y (produktie via de carter en verdampingsverliezen uit de carburator en brandstoftank inbegrepen)

62 · 10³ ton NO_x

15 · 10³ ton vaste deeltjes (waaronder 2,5 · 10³ ton lood)

6 · 10³ ton zwavelverbindingen

4 · 10³ ton ammonia en organische zuren

3 · 10³ ton aldehyden en ketonen

Totaal 1980 · 10³ ton

Bovendien wordt daarbij nog 4000 · 10³ ton CO₂ en H₂O geproduceerd.

Deze verbindingen worden doorgaans niet als verontreinigingen gekwalificeerd en zullen derhalve verder niet worden genoemd. Het grote aantal bromfietsen levert landelijk nog eens ongeveer 5% plaatselijk in de steden kan het aandeel van de bromfietsen tot 25% van de verkeersemmissie zijn.

Het scheepvaartverkeer produceert volgens W. J. Beek (1971):

90 · 10³ ton zwavelverbindingen

25 · 10³ ton vaste deeltjes

1 · 10³ ton NO_x

Totaal 116 · 10³ ton

Het luchtverkeer produceert daarbij:

13,5 · 10³ ton CO

5 · 10³ ton C_xH_y

0,7 · 10³ ton NO_x

0,2 · 10³ ton vaste deeltjes

Totaal 14,9 · 10³ ton

In tabel 1 is de totale emissie van luchtverontreinigende stoffen in Nederland weergegeven.

Het aandeel van het verkeer (inclusief scheepvaart en luchtvaart) bedraagt 57%.

Het aandeel van het verkeer in de verschillende luchtverontreinigende componenten is weergegeven in tabel 2.

De luchtverontreinigende verbindingen die in uitlaatgassen voorkomen, zijn ten dele zeer irriterend en giftig en kunnen onder invloed van zonlicht tot reacties aanleiding geven waardoor (fotochemische) smogvorming optreedt.

Tabel 1

Bron	Emissie
Huisverwarming	141 · 10 ³ ton
Kasverwarming	41 · 10 ³ ton
Elektriciteits- en energiebedrijven	500 · 10 ³ ton
Industriële energievoorziening en procesemissie	930 · 10 ³ ton
Verkeer	2120 · 10 ³ ton
	Totaal 3732 · 10 ³ ton

Tabel 2

Component	Verkeer	Totaal*	Aandeel verkeer
CO	1750 · 10 ³ ton	1825 · 10 ³ ton	>90 %
C _x H _y	205 · 10 ³ ton	400 · 10 ³ ton	50 %
NO _x	65 · 10 ³ ton	250 · 10 ³ ton	26 %
Zwavelverbindingen	96 · 10 ³ ton	1000 · 10 ³ ton	9,5%
Vaste deeltjes	40 · 10 ³ ton	310 · 10 ³ ton	12 %

* Voor de totale emissiecijfers is mede gebruik gemaakt van W. J. Beek (1971).

Het blijkt dat onder invloed van langgolvig UV licht voornamelijk tussen oxiden van stikstof en bepaalde koolwaterstoffen reacties optreden, waardoor

- de koolwaterstoffen worden geoxideerd en verdwijnen
- reactieproducten zoals aldehyden en peroxyacynitrat worden gevormd
- NO wordt omgezet in NO₂
- vorming van ozon begint zodra vrijwel alle NO is omgezet.

Dit is schematisch in figuur 2 weergegeven.

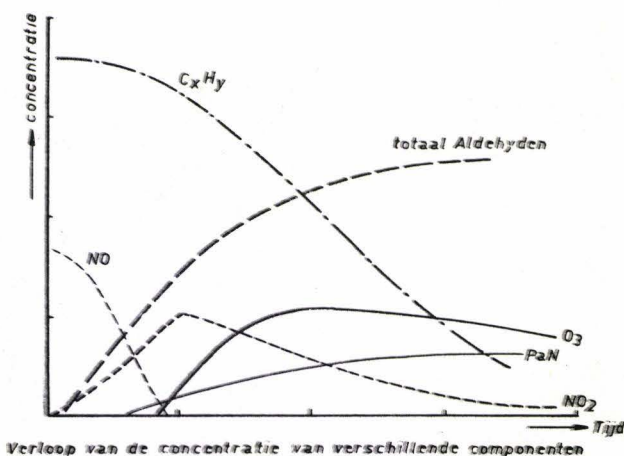


Fig. 2. Verloop van de concentratie van verschillende componenten tijdens de smogvorming.

Geheel in tegenspraak met wat steeds wordt beweerd dat smogvorming typisch een Los Angeles-aangelegenheid zou zijn (toe te schrijven aan de topografische ligging, de lokale meteorologische omstandigheden en een hoge concentratie aan luchtverontreinigende verbindingen) werd door metingen nabij het TNO-gebouw in de Zuidpolder te Delft op verschillende dagen ook hier smogvorming geconstateerd.

In dit verband is het goed erop te wijzen dat het woord „smog” een samentrekking is van „smoke” en „fog” en oorspronkelijk uitsluitend sloeg op de beruchte Londense mist. Hierin kwamen als voornaamste luchtverontreinigende componenten zwaveldioxide, zwavelzuurnevel en roet voor. De samenstelling van de lucht is in dit geval dus duidelijk anders dan van de Los Angeles- of fotochemische smog. In Nederland spreekt men tegenwoordig ook te pas en te onpas over „smog” maar duidt dan daarmee een situatie aan die noch met de Londense „smog”, noch met de Los Angeles „smog” te vergelijken is. Aspecten van beide verontreinigingstypen zijn voor bepaalde gebieden in Nederland, met name in de Randstad, herkenbaar. Echter kan de situatie, zelfs binnen de Randstad, van plaats tot plaats verschillen. Met smog bedoelt men hier dan ook vaak alleen maar sterk verontreinigde buitenlucht.

Tabel 3

Component	Stationnair draaien	Accelereren	Kruissnelheid	Decelereren
Uitlaatgasvolume l/min	225	1700	1000	225
Relatief brandstofverbruik	1	7	4	1

Tabel 4

Gemeten 19/9/71 te Delft		Verkeersverdeling	% van het verkeer afkomstig
CO	2-3 ppm*		
ethaan	6,3 pphm**	0,4	< 10%
etheen	3,8 „	2,0	< 60%
acetyleen	2,0 „	2,0	100%
propaan	8,7 „	0,4	< 10%
propeen	0,7 „	0,7	100%
i- en n-butaan	5,0 „	0,5	< 10%
buteen	< 0,5 „	0,3	100%
i- en n-pentaaan	2,5 „	0,8	< 40%

* ppm = parts per million - delen per miljoen.

** pphm = parts per 100 million - delen per honderd miljoen.

Metingen

Metingen van luchtverontreiniging door het verkeer kunnen uit verschillende oogmerken worden ondernomen.

1. In de eerste plaats kan men willen nagaan of een bepaalde verbinding in de buitenlucht voorkomt en zo ja in welke concentratie. Ook de relatieve concentraties van verschillende verbindingen bij verschillende verkeerssituaties kunnen zo worden nagegaan.

Zo blijkt dat bij stagnerend rijverkeer de CO- en C_xH_y-concentraties in uitlaatgas vrij aanzienlijk zijn terwijl het gehalte aan loodverbindingen en NO_x dan laag is. Bij vlot doorrijdend verkeer is juist het omgekeerde het geval. Hieruit volgt dat de opvatting als zou verandering van de wegsituatie in de zin van betere doorstroming er toe bijdragen om de verontreiniging door uitlaatgasen te verminderen, wat te ongenueanceerd is.

In dit opzicht moet er op worden gewezen, dat de concentratie van de verontreinigende componenten bij de verschillende condities waaronder de auto wordt bereden, geen goede indicatie is voor de werkelijke hoeveelheden die worden geëmitteerd. Dit komt omdat het volume van de uitlaatgasen onder verschillende rijcondities sterk varieert. Het geëmitteerde gewicht per tijdseenheid of per bepaalde hoeveelheid brandstof, of per bepaalde afstand door de auto afgelegd, is een betere maat.

Ter illustratie is in tabel 3 zeer globaal het uitlaatgas-volume en het relatieve benzine-verbruik bij verschillende rijcondities gegeven.

Kent men de onderlinge verhouding van de verschillende componenten van verkeersverontreiniging, dan zou men met deze z.g. „fingerprint” het aandeel van de luchtverontreiniging door het verkeer van dat van andere herkomst kunnen scheiden. Als voorbeeld dient tabel 4.

Uit buitenluchtmetingen op 19 september 1971 in Delft bleek uit de verhouding CO (van het verkeer afkomstig) en acetyleen, dat ook vrijwel alle acetyleen van het verkeer afkomstig was. Gemeten werd 2,0 pphm acetyleen. Door deze waarde voor acetyleen in de „fingerprint” in te vullen, werden de waarden voor de andere componenten zoals aangegeven in de kolom verkeersverdeling van tabel 4 verkregen. Vergelijkt men de gemeten concentraties van de overige koolwaterstoffen met de zojuist genoemde theoretisch berekende waarden dan blijkt dat met uitzondering van etheen alleen de onverzadigde koolwaterstoffen geheel van het verkeer afkomstig konden zijn, terwijl de paraffinen voor een zeer belangrijk deel van een andere oorsprong waren.

Metingen kunnen voorts ook een inzicht verschaffen wat betreft het transport en (foto-)chemische

omzetting van luchtverontreinigende verbindingen in de buitenlucht.

2. In de tweede plaats wordt er gemeten om een inzicht te krijgen in de mate van luchtverontreiniging door het verkeer in verschillende gebieden. Het niveau dat de concentratie in het emissie-gebied zal bereiken is voornamelijk afhankelijk van:

- de verkeersintensiteit
- het type verkeer
- het rijpatroon
- de afstand tot de verkeersbeweging
- de meteorologische condities
- de terreingesteldheid.

Dat de verkeersintensiteit belangrijk bijdraagt aan het niveau van verontreiniging is vanzelfsprekend, immers het aantal auto's bepaalt de emissie. In figuur 3 is het verloop weergegeven van de loodconcentratie over de week, waarin de werkdagen tezamen genomen zijn. Deze dagen geven een vrijwel identiek verkeerspatroon te zien.

De zaterdag en zondag zijn afwijkend (b.v. geen ochtendpiek). Duidelijk komt dit verschil tot uitdrukking in de figuur. Daar vrijwel alle lood in de buitenlucht afkomstig is van het verkeer, zal dus het aantal auto's per tijdseenheid de loodemissie, en dus ook de loodconcentratie in de buitenlucht gedurende de tijdseenheid bepalen.

Het type verkeer is van invloed op de verhouding waarin de verschillende componenten in de buitenlucht voorkomen. Zo zal op een plaats waar uitsluitend benzinemotoren passeren een ander ver-

Tabel 5

Gemeten componenten	dieselmotoren	benzinemotoren
roet e.d. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 - 870	100 - 160
lood $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,9 - 1,6	8,0 - 20,0
CO ppm	1 - 2	16 - 30
NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *	90 - 170	60 - 90
aldehyden $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 - 39	30 - 49
etyleen pphm	0,5 - 0,8	7,4 - 14,8
acetyleen pphm	0,4	2,1 - 6,3
aantal auto's per uur	64 - 92	400-1700

* 1 ppm NO₂ ~ 1900 μg NO₂/m³.

ontreinigingspatroon aanwezig zijn dan op een plaats waar dieselmotoren voorbij gaan.

In tabel 5 is een indruk gegeven van de concentraties van verschillende componenten bij een grensovergang, waar het vrachtverkeer (dieselmotoren) en het personenverkeer (vnl. benzinemotoren) gescheiden de grens passeert. De beide metingen vonden vrijwel gelijktijdig plaats.

Uit de verhoudingen van de componenten onderling van de beide soorten motoren is duidelijk het verschil te zien in emissie: de verhouding CO-NO₂ b.v. is bij de dieselmotoren ongeveer 20, bij de benzinemotoren ongeveer 550.

Het rijpatroon is al eerder ter sprake gekomen.

De afstand tot de verkeersbeweging bepaalt mede de mate van luchtverontreiniging. Zo blijkt duidelijk uit tabel 6 dat de verontreiniging afneemt bij grotere afstand tot de weg.

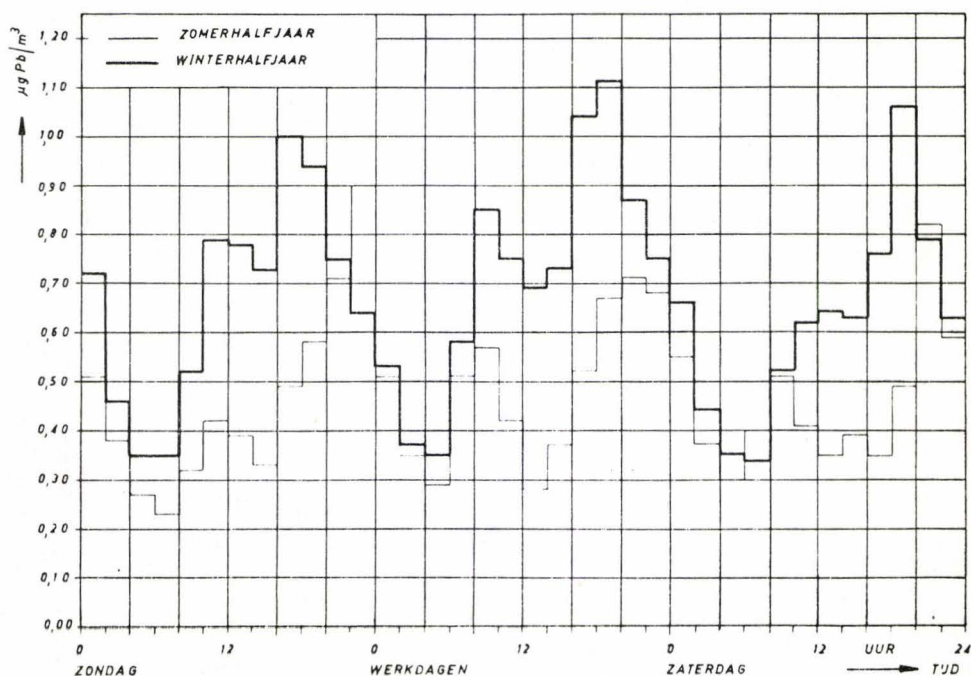


Fig. 3. Verloop van de loodconcentratie over de week in zomer- en winterhalfjaar.

Tabel 6

Meetplaats	Loodgehalte in gras
middenberm	376 $\mu\text{g/g}$
zijberm	75 „
70 m v. d. zijberm	36 „
105 m v. d. zijberm	17 „
160 m v. d. zijberm	9 „

In de reeds eerder genoemde figuur 3 is te zien dat de meteorologische condities mede van invloed zijn op de te meten concentraties. Het verschil in concentraties tussen het zomer- en winterhalfjaar wordt geheel veroorzaakt door het meteorologisch verschil in de beide periodes; immers beide halfjaren is gemeten op hetzelfde meetpunt, terwijl er geen groot verschil is in het aantal auto's dat per seizoen het meetpunt passeert om een dergelijk verschillend concentratieniveau te zullen veroorzaken.

De windrichting speelt hierbij een belangrijke rol. Eén en ander moge blijken uit tabel 7.

Tabel 7

Periode	Windrichting	Loodconcentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
		08.00-10.00 uur	14.00-16.00 uur	18.00-20.00 uur
Winterhalfjaar	NO-OZO	1,12	1,22	1,86
	ZW-WNW	0,19	0,18	0,20
Zomerhalfjaar	NO-OZO	0,92	0,70	1,18
	ZW-WNW	0,19	0,18	0,19

In de tabel zijn de gemiddelde loodconcentraties van de buitenlucht weergegeven op een punt dat op 150 m afstand ten westen van Rijksweg 13 is gelegen. Op dit punt blijkt dat bij windrichtingen tussen NO en OZO zowel in zomer- als in winterhalfjaar de gemeten concentraties duidelijk hoger liggen dan bij windrichtingen tussen ZW en WNW. In het eerste geval is de wind vanaf de Rijksweg naar het meetpunt toe, in het tweede geval van het meetpunt af naar de weg toe. Tevens is in de tabel te zien dat het eerder gegeven dagelijks verloop (figuur 3) wordt veroorzaakt bij windrichtingen vanaf de Rijksweg. Bij windrichtingen tussen ZW en WNW is geen sprake van een dagelijks verloop.

De concentratie van gemiddeld $0,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zou als een achtergrondconcentratie voor dit meetpunt kunnen worden beschouwd.

Ook de windsnelheid is mede bepalend voor het niveau van de verontreiniging. Tabel 8 geeft (wederom) loodconcentraties te zien van het bovengenoemde meetpunt bij diverse windsnelheden en bij windrichtingen tussen Oost en OZO (want daarbij

Tabel 8

	Windsnelheid (in m/sec)			
	2,1 - 4,0	4,1 - 6,0	6,1 - 8,0	8,1 - 10,0
Gemiddelde Pb-concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,54	1,15	1,08	0,70

werden tenslotte de niveau-bepalende concentraties gemeten).

Bij windsnelheden lager dan 2 m/sec. is het moeilijk een juiste windrichting aan te geven, daar de windrichting dan plaatselijk sterk varieert; derhalve zijn deze laagste windsnelheden niet opgenomen. Uit de tabel blijkt een vermindering van de Pb-concentraties bij toenemende windsnelheden.

Ook de terreingesteldheid is een factor die mede het verontreinigingsniveau bepaalt. Bij een sterk geaccidenteerde omgeving zal de daardoor ontstane extra luchtturbulentie er voor zorg dragen dat de verontreinigingen beter verdund zullen worden dan bij een vlak terrein.

3. Tenslotte kan er worden gemeten om het effect van planologische beslissingen op het verloop van de verontreiniging alsook het effect van bij de wet voorgeschreven maatregelen om de luchtverontreiniging door het verkeer te verminderen vast te stellen.

Gedacht wordt in dit opzicht aan o.a.

- het instellen van verkeersvrije zones in steden;
- het stellen van normen inzake de emissie van uitlaatgassen;
- het opheffen van verkeersstagnaties.

Normstelling

De eerste stap die zou moeten leiden tot verbetering van de luchtverontreiniging door het verkeer is het vaststellen van normen waaraan uitlaatgassen moeten voldoen.

Bij de analyse van autouitlaatgassen worden de verschillende verbindingen bepaald in het uitlaatgas dat wordt geproduceerd tijdens een gesimuleerde rit, waarbij de bewegingen van het voertuig worden geregistreerd door middel van een chassisdynamometer.

Een uitgebreide statistische studie van het tijdsnelheidsverloop van personenwagens in typisch stadsverkeer, heeft het eerst de Amerikaanse overheden, en daarna ook de deskundigen binnen de E.E.G. mogelijk gemaakt, een „typische” stadsrit voor te schrijven gedurende welke de uitlaatgassen worden geanalyseerd. Het geanalyseerde uitlaatgas verkregen volgens de z.g. E.E.G.-cyclus mag per kg wagentgewicht niet meer dan een bepaald gewicht aan koolmonoxide en koolwaterstoffen per test bevatten; dit geldt althans voor prototype wagens,

voor seriewagens is men met ca 20% voor CO en ca 30% voor C_xH_y minder streng.

Als voorbeeld kiezen wij een wagen in de gewichtsklasse van 1250-1470 kg. Het uitlaatgas van deze wagens mag per test:

Voor prototypes	Voor seriewagens
152 g CO	182 g CO
10,1 g C _x H _y	13,1 g C _x H _y

bevatten.

De test duurt 4 x 195 sec. De gemiddelde snelheid bij de test is 18,5 km/uur. D.w.z. dat de getallen

door $\frac{4.195}{3600}$ 18,5 moeten worden gedeeld om de

emissie per kilometer te krijgen. Dit levert 38 g CO/km en 2,5 g C_xH_y/km voor prototypewagens op. Voor seriewagens zijn deze getallen 45,5 g CO/km en 3,2 g C_xH_y/km. Voor Amerika waren de normen in 1970 (onafhankelijk van het autogewicht!) 14,3 g CO/km en 1,6 g C_xH_y/km.

Hiermede is de soepelheid van de E.E.G.-norm duidelijk aangetoond.

Deze methode is zeker niet geschikt om op grote schaal personenauto's in het verkeer te controleren. Hiervoor heeft men binnen de E.E.G. een ander type test voorgeschreven; n.l. dat het CO-gehalte in volumeprocenten van het uitlaatgas van een motor, die stationair draait en op bedrijfs-

temperatuur is, niet meer dan 4,5% mag bedragen. Een bezwaar tegen deze test is dat de CO-emissie niet alleen bij stationair draaien plaats vindt en er geen vaste of zelfs te benaderen verhouding tussen het percentage CO bij stationair draaien en het aantal grammen CO/test (dus de werkelijk geëmitteerde hoeveelheden CO in het rijverkeer) bestaat. Er moet wel worden toegegeven dat vermindering van het CO-gehalte bij stationair draaien wel zal leiden tot vermindering van de totale CO-hoeveelheid die er tijdens een complete rijcyclus wordt geëmitteerd.

Nog een bezwaar tegen deze test is dat ook niet naar het C_xH_y en NO_x-gehalte wordt gekeken. Hierbij dient te worden aangemerkt dat vermindering van het C_xH_y-gehalte bij stationair draaien niet tot vermindering van het C_xH_y-gehalte bij andere tijd-snelheidsrelaties in de rijcyclus hoeft te leiden, terwijl dit voor de oxiden van stikstof zeker niet het geval is.

Uit Amerikaanse gegevens is wel bekend dat vóór de normstelling in California (voor 1966) en nadat de normen voor CO en C_xH_y van kracht werden, het gehalte aan oxiden van stikstof in het uitlaatgas tijdens de rijcyclus gemiddeld met een faktor 1,5 toenam. Dit is een reden temeer om in E.E.G.-verband ten spoedigste ook tot normstelling t.a.v. oxiden van stikstof te komen.