

Onderzoek naar de effecten van verkeersmaatregelen op de gezondheid van bewoners

Hanna Boogaard¹, Nicole A.H. Janssen², Paul H. Fischer², Gerard P.A. Kos³, Ernie P. Weijers³, Flemming R. Cassee², Saskia C. van der Zee⁴, Henk Jans⁵, Gerard Hoek¹

¹Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS), Universiteit Utrecht, Utrecht

²Centrum Milieu, Gezondheid en omgevingskwaliteit. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven

³Afdeling Luchtkwaliteit en klimaatverandering, Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), Petten

⁴Afdeling milieu en Gezondheid, Gemeentelijke Gezondheidsdienst (GGD), Amsterdam

⁵ Gemeentelijke Gezondheidsdienst West-Brabant/Zeealand, 's Hertogenbosch

Brochure

Definitieve versie

24 oktober 2012, Utrecht



Inleiding

De afdeling IRAS (Institute for Risk Assessment Sciences) van de Universiteit Utrecht heeft onderzoek gedaan naar de effecten van lokale verkeersmaatregelen in Nederland op de luchtkwaliteit en gezondheid van bewoners in drukke straten. Het onderzoek is mogelijk gemaakt door financiële steun van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) en de provincie Noord-Brabant. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de Gemeentelijke Gezondheidsdiensten van Amsterdam en West-Brabant/Zeeland (GGD-en) en het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN).

Deze brochure geeft de opzet van het onderzoek en de belangrijkste resultaten weer op hoofdlijnen. Voor meer detail over de gevolgde methoden en de resultaten verwijzen wij naar de wetenschappelijke artikelen over het onderzoek en het proefschrift van Hanna Boogaard, zie bijgevoegde literatuurlijst.

Wat is de achtergrond en doel van het onderzoek?

De achtergrond van het onderzoek was dat vooral in drukke straten normen voor luchtkwaliteit van fijn stof (PM) en stikstofdioxide (NO₂) werden overschreden. Op Europees, landelijk, provinciaal en lokaal niveau is beleid ingezet om concentraties van luchtverontreinigende stoffen te verlagen.

Een belangrijke doelstelling van het beleid is daarbij om de gezondheid van de bevolking te verbeteren. Het geplande lokale beleid bood een goede gelegenheid om met gericht onderzoek te meten wat de effecten zijn op luchtkwaliteit en gezondheid van bewoners van drukke straten waar maatregelen getroffen zijn. Veel van de lokale beleidsmaatregelen hadden betrekking op het gemotoriseerde wegverkeer, omdat dit de belangrijkste lokale bron is van stedelijke luchtverontreiniging.

Welke verkeersmaatregelen zijn onderzocht?

De milieuzone is onderzocht in het centrum van 5 steden (Amsterdam, Den Haag, 's Hertogenbosch, Tilburg en Utrecht). Oude ('vieze') vrachtwagens mogen sinds een paar jaar niet meer in het centrum rijden. Eisen waaraan de vrachtwagens moeten voldoen worden steeds strenger met de jaren. Sinds 2010 mogen alleen vrachtwagens vanaf EURO-III (bouwjaar 2000) met roetfilter en niet ouder dan 8 jaar de milieuzone inrijden. De milieuzone wordt gehandhaafd door scanners (Amsterdam, Den Haag) of door speciaal opgeleid personeel ('s Hertogenbosch, Tilburg, Utrecht). Overtreders riskeren een flinke geldboete. Tot nu toe zijn er in Nederland 11 steden met een milieuzone. De grootte van de milieuzone verschilt per stad, en is het grootste in Amsterdam.

Naast de milieuzone is er in Den Haag ook gekeken naar de invloed van het verkeerscirculatieplan in één straat (Stille Veerkade). Door deze maatregel is een verschuiving van het autoverkeer opgetreden. Er rijdt veel minder verkeer door diverse drukke straten in het centrum van Den Haag (zoals de in dit onderzoek onderzochte Stille Veerkade) en meer verkeer door andere straten in en rond het stadscentrum.

Bij de start van het onderzoek in 2008 was de verwachting dat in alle straten naast de milieuzone een stevig pakket van lokale verkeersmaatregelen zou worden genomen. Het onderzoek was dan ook opgezet om relatief grote ($>1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) veranderingen in de luchtkwaliteit in die straten te kunnen aantonen. Uiteindelijk hebben de betrokken steden vooral ingezet op maatregelen (ook) gericht op verlagen van de achtergrondconcentratie, om de luchtkwaliteit voor veel meer inwoners te verbeteren.

Waar heeft het onderzoek plaatsgevonden?

Voor de lucht- en gezondheidsmetingen zijn 8 drukke straten onderzocht in 5 steden. Dit zijn straten in de milieuzone. Het gaat om de Haarlemmerweg (Amsterdam), Hoofdweg (Amsterdam), Stille Veerkade (Den Haag), Brugstraat ('s Hertogenbosch), Koningsweg ('s Hertogenbosch), Hart van Brabantlaan (Tilburg), Vleutenseweg (Utrecht) en Weerdsingel Westzijde (Utrecht). In deze straten is de luchtkwaliteit gemeten op de eerste verdieping aan de voorgevel van een woning.



Als controlelocaties zijn er lucht- en gezondheidsmetingen gedaan in 4 gemeenten in de buurt van de steden (Bilthoven, Bussum, Oisterwijk en Voorschoten). Hierdoor kunnen we rekening houden met veranderingen in luchtkwaliteit in grote gebieden van Nederland, bijvoorbeeld doordat er meer schonere auto's komen en veranderingen in gezondheid door andere oorzaken. Naast de drukke straten is de luchtkwaliteit ook op een rustige locatie in de milieuzone gemeten in het centrum van de 5 steden (stadsachtergrond). Daar is geen gezondheidsonderzoek gedaan.

Wat is er precies onderzocht?

De luchtkwaliteit en de gezondheid zijn gemeten voor (in 2008) en na de invoering van de milieuzone (in 2010), met een periode van 2 jaar ertussen. We hebben concentraties fijn stof (PM_{10} , $PM_{2.5}$) en stikstofdioxide (NO_2) gemeten, omdat voor deze stoffen normen in Nederland bestaan. Verder hebben we ook roet gemeten. Fijn stof bestaat uit deeltjes die diep in de longen kunnen doordringen na inademing. Roet is een maat voor de zwarteheid van het fijn stof, veroorzaakt door deeltjes die bijvoorbeeld bij dieselmotoren en kolenverbranding vrijkomen. Roet is veel specifiek voor verkeersemissies dan fijn stof en wordt daarom in toenemende mate gebruikt in de praktijk om de effecten van verkeersmaatregelen zichtbaar te maken en effecten op de gezondheid te schatten. NO_2 (en NO_x) is een gas dat ontstaat bij alle verbrandingsprocessen, bijvoorbeeld ook door automotoren.

In 2008 en in 2010 is de luchtkwaliteit gedurende 6 meetweken gemonsterd, verspreid over een half jaar (juni-december). De metingen zijn steeds gelijktijdig in de drukke straten en de rustige straten gedaan om weersinvloeden zoveel mogelijk uit te sluiten.

De gezondheid van de longen is onderzocht bij 650 vrijwilligers, kinderen en volwassenen, direct na de metingen van de luchtkwaliteit. De vrijwilligers waren bewoners van een van de 8 drukke straten of de 4 controlelocaties. Er zijn 3 verschillende testen uitgevoerd: een longfunctiemeting waarbij zo hard en diep mogelijk is uitgeademd, een luchtwegweerstandmeting om obstructie in de luchtwegen te bepalen, en een meting om ontstekingen aan te kunnen tonen in de longen. Verder is er een vragenlijst ingevuld met vragen over leeftijd, roken, woonomstandigheden, leefstijl etc. De gezondheidsmetingen zijn begin 2009 (voor de milieuzone) en begin 2011 (na invoering van de milieuzone) uitgevoerd.

In 's Hertogenbosch, Tilburg en Utrecht was de milieuzone al van kracht toen de voormeting is uitgevoerd. In Amsterdam en Den Haag is de milieuzone ingevoerd tijdens de voormeting in 2008. De handhaving van de milieuzone was in 2008 echter nog zeer beperkt. De handhaving is tussen 2008 en 2010 sterk verscherpt en ook zijn de eisen aan toegelaten vrachtwagens strenger geworden.

Hoe is het effect van de maatregelen onderzocht?

Er is onderzocht of de luchtkwaliteit meer verbeterd is op de drukke straten dan op de rustige locaties in of buiten de onderzochte steden. Dit geeft een indicatie dat de milieuzone voor een meetbare verbetering in luchtkwaliteit op de drukke straten heeft gezorgd. Als de verandering in luchtkwaliteit in de drukke straten en op de rustige locaties in en rond de steden gelijk is, dan zijn andere invloeden dan de milieuzone hiervoor verantwoordelijk, zoals weersinvloeden of landelijke maatregelen.

In de gezondheidsanalyse is er gekeken of een verbetering in luchtkwaliteit ook tot een meetbare verbetering van de respiratoire gezondheid heeft geleid. In deze vergelijking is rekening gehouden met andere risicofactoren zoals roken. Ook hier is een vergelijking van de trend in de gezondheidsmetingen tussen drukke straten en controlelocaties gemaakt.

Is het verkeer veranderd in de onderzochte periode?

In de meeste onderzochte straten is het totale verkeer en de samenstelling van het verkeer (hoeveelheid auto's, vrachtwagens) in 2010 vergelijkbaar met 2008. Dat was ook de verwachting omdat de milieuzone niet gericht was op vermindering van het aantal vrachtwagens, maar wel het type vrachtwagens. Alleen op de Stille Veerkade in Den Haag waar het verkeerscirculatieplan is ingevoerd, is het totale verkeer afgenomen met meer dan 50%. Op de Vleutenseweg in Utrecht is het aantal vrachtwagens zelfs iets toegenomen (3%).

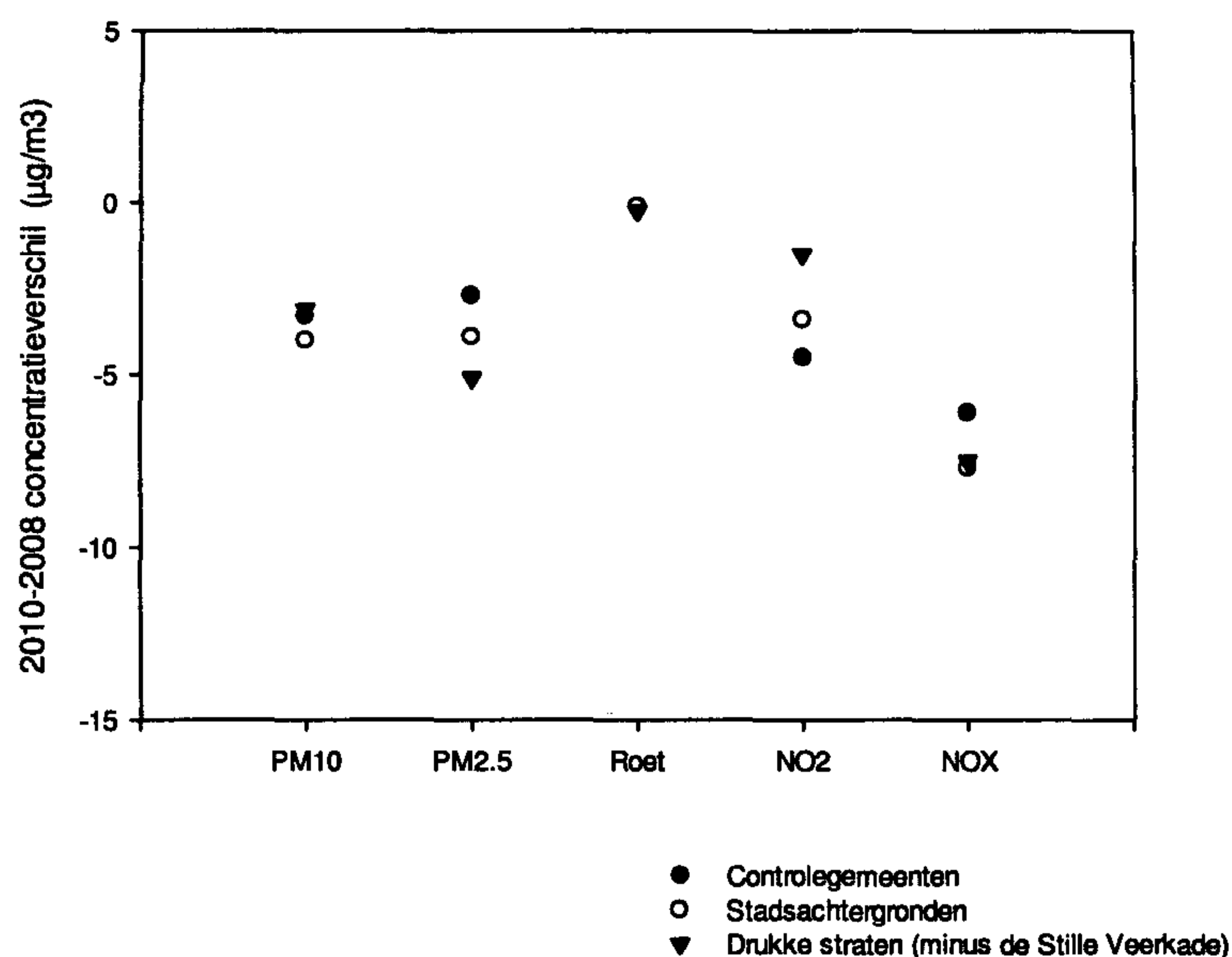
Uit monitoring door de gemeenten bleek dat door de invoering van de milieuzone er meer oude ('vieze') vrachtwagens vervangen zijn door nieuwe vrachtwagens. De milieuzone heeft voor een jonger vrachtwagenpark gezorgd dan anders het geval zou zijn geweest.

Is de luchtkwaliteit verbeterd door de verkeersmaatregelen?

We hebben eerst een analyse gedaan voor de straten waar alleen de milieuzone van kracht was, dus zonder de Stille Veerkade in Den Haag. Gemiddeld was de concentratie trend tussen 2008 en 2010 van verkeersgerelateerde luchtverontreiniging (roet, NO₂, NO_x) op de drukke straten niet statistisch significant verschillend van de trend op de rustige controlelocaties buiten de milieuzones (Figuur 1). Dit suggereert dat de milieuzone gericht op oude vrachtwagens geen meetbaar effect heeft gehad op concentraties van verkeersgerelateerde luchtverontreiniging. In de studie is er wel een grotere afname van PM_{2.5} gemeten in de drukke straten dan op de rustige controlelocaties, maar waarschijnlijk is dit niet toe te schrijven aan de milieuzone. PM_{2.5} is geen specifieke verkeersgerelateerde luchtverontreinigingscomponent, en wordt vaak over grote afstanden (10-100 kilometer) getransporteerd.

In sommige steden (Amsterdam en 's Hertogenbosch) zien we een kleine verbetering in verkeersgerelateerde luchtkwaliteit (roet, NO_x), mogelijk door de milieuzone. Tegelijkertijd zien we een kleine verslechtering in luchtkwaliteit in 1 straat in Utrecht, waarschijnlijk door een kleine toename van het vrachtverkeer in deze straat (Tabel 1). Voorlopige resultaten van een andere studie door de GGD Amsterdam laten ook kleine effecten van de Amsterdamse milieuzone zien op de concentraties roet in een drukke straat die niet in dit onderzoek betrokken was. Dit effect was wel statistisch significant verschillend van de trend op een rustige locatie in het stadscentrum omdat er meer metingen gedaan zijn. De omvang van het effect op roet was vrijwel identiek aan de schatting in dit onderzoek.

Op de Stille Veerkade in Den Haag - waar naast de milieuzone voor vrachtwagens ook het overige verkeer flink was afgenomen - waren vooral roet, NO_x en NO₂ concentraties meer gedaald (41, 36 en 25%) dan op de rustige controlelocatie (22, 14 en 7%) (Tabel 1). Dit illustreert dat lokale verkeersmaatregelen de luchtkwaliteit op straatniveau wel kunnen verbeteren maar dat dit meer inspanning vergt dan een milieuzonering gericht op oude vrachtwagens.



Figuur 1 Gemiddelde 2010-2008 concentratieverschillen (µg/m³). Hoe negatiever het concentratieverschil, hoe groter de verbetering in luchtkwaliteit.

Tabel 1 Gemiddelde concentratie luchtverontreiniging ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) voor en het verschil na de invoering van de milieuzone - per locatie

	PM ₁₀		PM _{2.5}		Roet		NO ₂		NO _x	
	Voor	Vershil	Voor	Vershil	Voor	Vershil	Voor	Vershil	Voor	Vershil
Amsterdam										
Haarlemmerweg	27,5	-1,3#	17,8	-5,5#	3,92	-0,50	54,3	-3,4	100,5	-17,1
Hoofdweg	22,4	3,0	15,1	-4,3	2,58	-0,24	47,5	-6,1	75,6	-14,1#
Stadsachtergrond	23,2	-2,1	13,3	-3,9#	1,66	-0,20	34,4	-3,7	49,1	-5,4
Controle (Bussum)	18,1	1,8	13,1	-1,8	1,49	-0,11	25,5	-3,5	35,2	-0,5
Den Haag										
Stille Veerkade	32,2	-4,3	19,4	-7,6	4,26	-1,74##	54,1	-13,4##	109,9	-39,5#
Stadsachtergrond	23,2	-1,8	14,1	-3,7	1,67	-0,28	32,1	-4,0	52,4	-10,9
Controle (Voorschoten)	23,5	-4,6	12,4	-1,7	1,58	-0,34	24,3	-1,7	39,8	-5,3
's Hertogenbosch										
Brugstraat	32,9	-7,7	18,0	-6,0	3,66	-0,23	53,9	-0,5	99,3	5,2
Koningsweg	30,2	-5,8	17,4	-6,9#	2,84	-0,50#	44,2	-4,9	78,3	-21,6##
Stadsachtergrond	26,6	-5,2	14,8	-3,5	1,61	-0,17	27,6	-1,9##	42,4	-6,5
Controle (Oisterwijk)	26,4	-7,7	15,3	-4,2	1,52	-0,18	23,0	-4,5	33,1	-7,6
Tilburg										
Hart van Brabantlaan	29,4	-7,5	17,2	-5,6	2,37	0,04	36,6	1,3##	60,6	-5,1
Stadsachtergrond	27,0	-6,4	16,6	-5,8	1,56	-0,14	31,6	-4,5	45,9	-11,5
Controle (Oisterwijk)	26,4	-7,7	15,3	-4,2	1,52	-0,18	23,0	-4,5	33,1	-7,6
Utrecht										
Vleutenseweg	25,9	-1,7	15,4	-3,7	2,06	0,72#	41,7	2,5##	70,3	-3,6
Weerdsingel Wz	29,1	-1,1	16,6	-3,1	3,36	0,27	52,4	0,3	87,7	3,8
Stadsachtergrond	25,6	-4,3	14,7	-2,8	1,54	0,17	34,2	-2,9##	48,8	-4,2##
Controle (Bilthoven)	21,5	-2,9	14,6	-3,2	1,31	0,22	30,2	-8,4	45,3	-10,9

Verschil tussen straat en controlelocatie buiten de stad is significant met 90% betrouwbaarheid.

Verschil tussen straat en controlelocatie buiten de stad is significant met 95% betrouwbaarheid.

Waarom zijn de effecten op de milieuzone geringer dan verwacht?

Bij aanvang van het onderzoek werd op basis van modelberekeningen een concentratieverbetering verwacht in de orde van grootte van 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Later (in 2010) moest die verwachting evenwel worden bijgesteld naar een effecten kleiner dan 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Het is belangrijk om te benadrukken dat wij met onze studieopzet verbeteringen in de luchtkwaliteit kleiner dan 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ niet statistisch significant kunnen aantonen.

Tot nu toe is de milieuzone alleen gericht op oude vrachtwagens. Dit is een klein gedeelte van het gemiddelde wagenpark (<1%). Effecten van een uitbreiding van de milieuzone gericht op oude bestelauto's en/of personenauto's zullen waarschijnlijk groter zijn. De naleving van de milieuzone was niet optimaal, en het aantal ontheffingen relatief hoog - vooral in de beginperiode (2008). Een andere oorzaak voor het geringe effect is dat de uitstoot van NO_x van nieuwe vrachtwagens (EURO IV-V, bouwjaar 2005 en 2008) in de stad niet zoveel verschilt vergeleken met oude vrachtwagens als eerder gedacht. Hoe dit gaat uitwerken voor nieuwe vrachtwagens (EURO VI) met bouwjaar 2013 wordt nader onderzocht, maar de verwachtingen zijn positief.

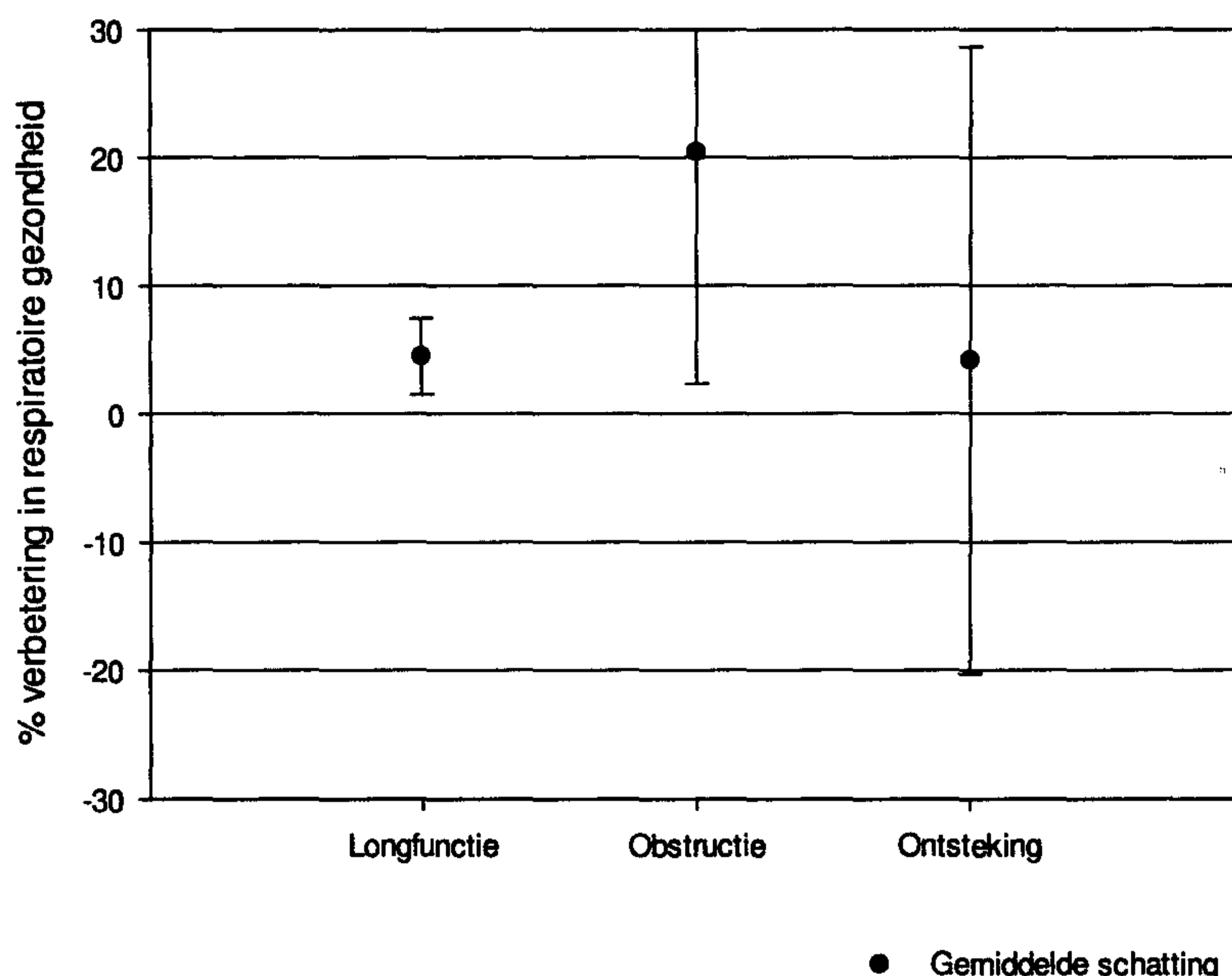
Zijn er nog andere redenen te bedenken voor het geringe effect?

Er is een afname in luchtverontreiniging op bijna alle locaties gemeten, dus niet alleen op de drukke straten, maar ook op de rustige locaties in en om de stad. Waarschijnlijk komt dit deels door de gunstigere weersomstandigheden in 2010 vergeleken met 2008. De economische crisis die vanaf 2008 hard toesloeg in Nederland kan een andere reden zijn voor de afname in luchtverontreiniging op bijna elke locatie. Misschien zijn de controlelocaties buiten de stad ook beïnvloed door de milieuzone (uitstralingseffect). Een andere reden zou kunnen zijn dat er andere maatregelen tegelijkertijd zijn genomen die het effect van de milieuzone teniet hebben gedaan. Naast een afname in luchtverontreiniging door de milieuzone kunnen ook andere veranderingen in dezelfde tijd voor een toename gezorgd hebben. Het aantal vervuilende personenauto's is bijvoorbeeld toegenomen de laatste jaren, vooral door invoer vanuit het buitenland (voornamelijk Duitsland). Voor NO_2 geldt dat de afgelopen jaren de concentratie in de meeste steden niet meer gedaald is, ondanks allerlei maatregelen die hebben geleid tot een landelijke afname in NO_x (de som van NO_2 en NO). Dit is niet alleen in Nederland het geval, maar in heel Europa. Redenen die hiervoor genoemd worden, zijn een relatieve toename van het aantal kleine dieselpersonenauto's en door een toename in het gebruik van roetfilters. De nu in gebruik zijnde roetfilters leiden wel tot een afname van roet, maar door oxidatie van het afgevangen stof ook tot een toename in NO_2 .

Is de gezondheid verbeterd door de verkeersmaatregelen?

Dit deel van onderzoek is vooral gericht op de Stille Veerkade in Den Haag omdat alleen daar een flinke verbetering in luchtkwaliteit is gemeten die het mogelijk maakt om te onderzoeken of dit ook tot een meetbare verbetering in gezondheid leidt. Dat betekent overigens niet dat er op andere locaties waar een kleine verbetering in luchtverontreiniging optrad geen verbetering in gezondheid is opgetreden.

In de groep bewoners van de Stille Veerkade die onderzocht is in de studie is de longfunctie gemiddeld verbeterd met 3 tot 5% in 2 jaar tijd, vergeleken met de controlepopulatie op rustige achtergrondlocaties net buiten de stad (Figuur 2). Dit is een flinke verbetering in longfunctie, te vergelijken met de gezondheidswinst die behaald is door het invoeren van het rookverbod in cafés en restaurants door een verlaging van het aantal mensen dat passief meerookt. Ook is er minder obstructie in de longen gemeten bij de bewoners van de Stille Veerkade. De hoeveelheid ontstekingen in de longen is niet veranderd. In deze verbeteringen in de gezondheid is rekening gehouden met andere risicofactoren zoals roken. Een gemiddelde groepsverbetering in longfunctie van een aantal procenten betekent vaak een groter effect bij mensen met een al minder goede longfunctie. Ook zouden de effecten groter kunnen zijn geweest als we alleen gevoelige groepen in de populatie zouden hebben onderzocht, zoals kinderen en ouderen. Dit was door de beperkte omvang van de populatie niet mogelijk.



Figuur 2 Verbetering in respiratoire gezondheid van bewoners op de Stille Veerkade in Den Haag vergeleken met controlepopulatie op rustige achtergrondlocaties.

Noot: Het rondje geeft het gemiddelde effect aan. De lijntjes eromheen geeft het 95% betrouwbaarheidsinterval aan. Wanneer de 0 (geen effect) niet binnen het betrouwbaarheidsinterval valt, betekent dit dat er een werkelijk effect is dat niet door het toeval kan worden verklaard.

Wat betekent dit nu concreet?

Bij de gevolgde studieopzet kon een effect van een milieuzone gericht op uitsluitend oud vrachtverkeer op concentraties verkeersgerelateerde luchtverontreiniging niet statistisch significant worden vastgesteld, hoewel er verschillen waren tussen de steden. De resultaten van onze studie zijn in lijn met een recente modevaluatie van de milieuzone, die een bijdrage van de milieuzone kleiner dan $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berekende. Dergelijke kleine verschillen kunnen we niet meten met de gekozen studieopzet die gericht was op het aantonen van verschillen van voldoende omvang om ook naar gezondheidseffecten te kunnen kijken.

Meer rigide verkeersmaatregelen waarbij ook het personenverkeer flink wordt teruggedrongen, leiden tot een flinke verbetering in luchtkwaliteit op straatniveau en in gezondheid van omwonenden.

Hoe nu verder?

Het nemen van verkeersmaatregelen zoals het instellen van milieuzones en andere maatregelen, blijft de komende jaren belangrijk om de luchtkwaliteit en de gezondheid te verbeteren. Naast het voldoen aan de luchtkwaliteitseisen hebben steeds meer gemeenten de wens om de leefomgeving en de gezondheid van inwoners te verbeteren. Deze studie laat zien dat de gezondheid daadwerkelijk kan verbeteren door het nemen van verkeersmaatregelen, binnen een betrekkelijk korte periode (2 jaar).

Publicaties over dit onderzoek

1. Boogaard H. Effects of traffic policies on air pollution and health - an intervention study. 2012. Proefschrift, Universiteit Utrecht.
2. Boogaard H, Kos GPA, Weijers EP, Janssen NAH, Fischer PH, van der Zee SC, de Hartog JJ, Hoek G. Contrast in air pollution components between major streets and background locations: Particulate matter mass, black carbon, elemental composition, nitrogen oxide and ultrafine particle number. *Atmospheric Environment* 2011; 45: 650-658.
3. Boogaard H, Janssen NA, Fischer PH, Kos GP, Weijers EP, Cassee FR, van der Zee SC, de Hartog JJ, Brunekreef B, Hoek G. Contrasts in oxidative potential and other particulate matter characteristics collected near major streets and background locations. *Environmental Health Perspectives* 2012; 120: 185-191.
4. Boogaard H, Janssen NAH, Fischer PH, Kos GPA, Weijers EP, Cassee FR, et al. Impact of low emission zones and local traffic policies on ambient air pollution concentrations. *Science of the Total Environ* 2012; 435-436: 132-140.

Modelevaluaties milieuzone

1. DHV. 2008. Een jaar milieuzones vrachtverkeer. Dossier B9334. Registratienummer MV35SE20080391. <http://www.milieuzones.nl/publicaties>.
2. Goudappel Coffeng. 2010. Landelijke effectstudie milieuzones vrachtverkeer 2010, effecten op de luchtkwaliteit. Agentschap NL.
<http://www.milieuzones.nl/publicaties>.

Andere gebruikte literatuur

1. Eisner MD, Smith AK, Blanc PD. Bartenders' respiratory health after establishment of smoke-free bars and taverns. *JAMA* 1998;280:1909-14.
2. Menzies D, Nair A, Williamson PA, Schembri S, Al-Khairalla MZ, Barnes M, et al. Respiratory symptoms, pulmonary function, and markers of inflammation among bar workers before and after a legislative ban on smoking in public places. *JAMA* 2006;296:1742-8.