

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

Briefrapport

Blootstelling aan omgevingstabaksrook van kinderen in de auto

Betreft	Dit rapport is uitgevoerd binnen het kader van het project V/340600 "Vermindering gezondheids- en verslavingsrisico's rokers".
Auteurs	Dr. A. Sleijffers, Ing. E.Schenk en Dr. A. Opperhuizen Laboratorium voor Gezondheidsbeschermingsonderzoek
Datum	Augustus 2008
Project	V/340600

Samenvatting

Het roken van tabaksproducten resulteert in omgevingstabaksrook. Deze omgevingstabaksrook is schadelijk voor de volksgezondheid. Het inademen van omgevingstabaksrook, (ook wel passief roken of meeroken genoemd) is gerelateerd aan een scala van gezondheidseffecten, zoals uit een groot aantal onderzoeken gebleken is. Er is geen veilige ondergrens vast te stellen voor blootstelling aan omgevingstabaksrook.

Blootstelling aan omgevingstabaksrook in het publieke domein zal door de invoering van de rookvrije werkplek, het rookvrij personenvervoer en de rookvrije horeca, sport en kunst/cultuur in steeds geringere mate plaatsvinden. Blootstelling aan omgevingstabaksrook beperkt zich daarmee steeds meer tot de privésfeer. De woonomgeving is daarbij de belangrijkste bron van blootstelling aan omgevingstabaksrook, omdat men hier het langst in verblijft. Daarnaast worden kinderen en volwassenen blootgesteld aan omgevingstabaksrook in de auto. Voor de blootstelling in de auto vormt niet zozeer de duur van de blootstelling, maar de mate van de blootstelling een belangrijke risicofactor: het roken van een enkele sigaret in de auto leidt reeds tot hoge blootstelling aan omgevingstabaksrook. De concentraties kunnen gemakkelijk waarden overschrijden die gemeten worden in 'bruine cafés' waarin veel gerookt wordt. Voor kinderen levert dit een ernstig verhoogd risico op, aangezien kinderen gevoeliger zijn voor het ontwikkelen van gezondheidsklachten en -aandoeningen. Bovendien gebruiken kinderen relatief meer lucht voor hun ademhaling dan volwassenen, waardoor zij een extra relatief risico lopen op het ontwikkelen van gezondheidsschade. Blootstelling aan tabaksrook dient daarom vermeden te worden.

1. Aanleiding

Blootstelling aan omgevingstabaksrook in het publieke domein zal door de invoering van de rookvrije werkplek, het rookvrij personenvervoer en de rookvrije horeca, sport en kunst/cultuur in steeds geringere mate plaatsvinden. Blootstelling aan omgevingstabaksrook beperkt zich daarmee steeds meer tot de privésfeer.

Op 5 december 2007 heeft de Vaste Commissie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport van de Tweede Kamer overleg gevoerd met minister Klink over het preventiebeleid. Daarbij ging het onder meer over meerroken door kinderen in de auto. Tijdens dit overleg heeft de minister toegezegd dat hij een literatuuronderzoek zal laten doen naar de schadelijkheid van blootstelling aan omgevingstabaksrook voor kinderen. Hij heeft het RIVM gevraagd om dit onderzoek uit te voeren. Dit rapport bevat de resultaten van dit onderzoek.

2. Inleiding

Het roken van tabak is wereldwijd een belangrijke vermijdbare oorzaak van verschillende ziekten en sterfte. In Nederland overleden in 2006 bijna 20.000 mensen aan de gevolgen van roken. Roken verhoogt de kans op veel aandoeningen, zoals longkanker, kanker in het hoofdhalsgebied, chronische longziekten (COPD), hartfalen, beroerte en vele andere ziekten.

De schadelijkheid en de risico's van het roken van tabak zijn niet beperkt tot de roker zelf. De rook die door de roker wordt uitgeblazen en de rook van smeulende tabak vormen samen omgevingstabaksrook. Al jarenlang is bekend dat de blootstelling aan omgevingsrook (ook wel passief roken of meerroken genoemd) schadelijk is. Meerroken verhoogt, net als actief roken, de kans op longkanker, hart- en vaatziekten, chronische luchtwegziekten en andere ziekten. Daarbij moet bedacht worden dat actief roken wel altijd resulteert in veel grotere risicoverhogingen dan passief roken.

Daarentegen vindt blootstelling aan omgevingstabaksrook in hoge mate onvrijwillig plaats. Het aspect van onvrijwilligheid speelt voor kinderen een grotere rol dan voor volwassenen, die in principe zelf kunnen bepalen of zij zich wel of niet laten blootstellen. Kinderen hebben deze keuze veel minder, wat volgens de Surgeon General van de Verenigde Staten de belangrijkste reden is dat kinderen relatief veel meer worden blootgesteld aan omgevingstabaksrook dan volwassenen. Verder moet worden onderstreept dat er volgens de Gezondheidsraad geen veilige ondergrens is aan de blootstelling aan omgevingstabaksrook (1).

In dit rapport zal nader ingegaan worden op de volgende vragen:

- Wat is omgevingstabaksrook?
- Wat is de blootstelling aan omgevingstabaksrook?
- Wat zijn de risico's van meerroken in het algemeen en bij kinderen in het bijzonder?
- Wat is te zeggen over de blootstelling en de risico's als er in de auto gerookt wordt?
- Wat is de wetgeving in andere landen op het gebied van roken in de auto?

3. Omgevingstabaksrook

Samenstelling van omgevingstabaksrook

Omgevingstabaksrook is een mengsel van rook die de roker uitademt (uitgeademde hoofdstroomrook) en de rook die vrijkomt bij het smeulen van tabak (nevenstroomrook), verdund met lucht (2). Het bestaat uit een gas en vaste deeltjes. Omgevingstabaksrook bevat meer dan 4000 stoffen, waarvan ongeveer 50 kankerverwekkende (2). Door allerlei chemische en fysische processen, zoals het verdampen vanuit de deeltjes- naar de gasfase en het hechten aan oppervlakken, verandert de samenstelling van dit rookmengsel in de loop van de tijd (1). De samenstelling van omgevingstabaksrook varieert en is afhankelijk van hoe de roker zijn tabaksproducten rookt alsmede van de samenstelling van de gerookte tabaksproducten (2). In uitgeademde hoofdstroomrook, nevenstroomrook en omgevingstabaksrook komen nagenoeg dezelfde stoffen voor, maar sommige stoffen komen in veel grotere hoeveelheden voor in nevenstroomrook en dus in omgevingstabaksrook dan in hoofdstroomrook. Voorbeelden hiervan zijn ammonia (40-170x hoger), stikstofdioxide (4-10x hoger) en bepaalde kankerverwekkende stoffen (benzeen 10x; nitrosaminen 6-100x; aniline 30x) (3).

Meten van de blootstelling aan omgevingstabaksrook

De mate van blootstelling aan omgevingsrook wordt op verschillende manieren bepaald: 1) met behulp van vragenlijsten aan de ouders, waarin gevraagd wordt met hoeveel rokers de kinderen in huis wonen en hoe groot de mate van blootstelling is (geweest); 2) door de concentratie van bepaalde markers in de binnenlucht te meten; 3) door de concentratie van bepaalde stoffen in lichaamsvloeistoffen (biomarkers) te meten. Elke methode heeft zijn zwakke en sterke punten. Biomarkers geven een betere maat van blootstelling dan vragenlijsten, maar geven weer geen goede weergave van blootstelling in het verre verleden (1).

De concentratie van omgevingsrook waaraan mensen blootgesteld worden in gesloten ruimten hangt af van de hoeveelheid sigaretten die gerookt wordt, de grootte van de ruimte en de mate van luchtcirculatie en ventilatie in de ruimte. Om omgevingstabaksrook te kwantificeren, worden verschillende markers gebruikt, oftewel stoffen die in tabaksrook zitten. Niet alle stoffen die voorkomen in omgevingsrook zijn specifiek voor het roken van tabak. Vele stoffen kunnen ook vrijkomen bij andere verbrandingsprocessen zoals door het koken/bakken van eten, door verkeer, of door andere bronnen. Koolmonoxide is hiervan een goed voorbeeld. Om alleen omgevingstabaksrook te meten, moeten stoffen gemeten worden die specifiek zijn voor tabak.

Nicotine, een tabaksspecifieke stof, wordt veel gebruikt als marker voor omgevingsrook. Aanwezigheid van nicotine laat zien dat er tabaksproducten zijn gebruikt, maar het gedraagt zich uniek in omgevingsrook, doordat het kan adsorberen aan oppervlakken en later weer kan desorberen in de omgevingslucht. Met andere woorden, je meet niet altijd de actuele blootstelling, omdat de nicotine-concentratie lager of hoger kan zijn in geval van respectievelijk ad- of desorptie. Om deze reden is nicotine niet erg geschikt om acute of recente blootstelling aan omgevingstabaksrook vast te stellen. Stoffen die adsorptie/desorptie-eigenschappen niet, of veel minder hebben, maar wel specifiek zijn voor tabak, zijn solanesol (DF) en 3-ethenylpyridine (4). Deze stoffen zouden dus als een geschikte marker kunnen dienen om de blootstelling aan omgevingsrook te bepalen, maar zij worden tot op heden weinig gebruikt.

PM2.5 wordt vaker gebruikt als marker voor blootstelling aan omgevingstabaksrook. PM2.5 zijn kleine deeltjes met een diameter kleiner dan 2.5 micrometer die vrijkomen bij verbrandingsprocessen, zoals de verbranding van tabak. Het wordt ook wel “fijn stof” genoemd en is ook een marker voor de mate van luchtverontreiniging en derhalve niet specifiek voor tabak. Het roken van sigaretten, sigaren en pijp geeft wel een enorme toename in PM2.5 concentratie en geeft in redelijke mate aan hoeveel sigarettenrook er in een ruimte aanwezig is. Vanwege de zeer grote productie van PM2.5 bij het roken van tabaksproducten is deze gemakkelijk te meten parameter goed bruikbaar voor acute schatting van blootstelling aan omgevingstabaksrook in het binnenmilieu. Bijkomend voordeel is dat PM2.5 ter plekke en ten tijde van de blootstelling kan worden gemeten, terwijl de concentratie van andere markers achteraf in een laboratorium moet worden bepaald. Hierdoor is er beter inzicht in de dynamiek van de blootstelling en kunnen piekblootstellingen beter gemeten worden.

Naast het meten van stoffen in de lucht kan de mate van blootstelling aan omgevingstabaksrook ook gemeten worden met behulp van biomarkers. Hierbij worden stoffen uit de rook, of metabolieten van die stoffen, gemeten in lichaamsvloeistoffen. Vaak wordt hiervoor cotinine gebruikt, de metaboliet van nicotine, en gemeten in bloed, speeksel en urine (5). Maar er zijn ook metabolieten van tabakspecifieke carcinogenen aan te tonen in urine van niet-rokers, zowel bij volwassenen als bij kinderen (6). Biomarkers zijn echter ongeschikt om blootstelling te bepalen die in het (verre) verleden plaatsvond.

4. Blootstelling aan omgevingstabaksrook

Mensen worden het vaakst aan omgevingstabaksrook blootgesteld in hun directe leefomgeving. Blootstelling in huis is het meest voorkomend, maar ook meeroken in de auto komt vaak voor (7,8).

Uit de National Human Activity Pattern Survey (NHAPS), waarin 9386 inwoners van verschillende staten uit Amerika zijn geïnterviewd tussen 1992 en 1994, bleek dat 45% hiervan dagelijks wordt blootgesteld aan omgevingsrook. De meeste meerokende Amerikanen worden blootgesteld in huis (60%), gevolgd door de auto (30%) en daarna in bars/restaurants (23%). De gemiddelde duur van de blootstelling aan omgevingsrook was het hoogst in huis (305 minuten) en het laagst in de auto (79 minuten) (7).

Meeroken door kinderen

Uit een studie uitgevoerd in Californië tussen 1987 en 1990 bleek dat kinderen (onder de 12 jaar) meer in huis verblijven en minder in de auto vergeleken met volwassenen. 38% van de kinderen werd dagelijks blootgesteld aan omgevingsrook. De meeste kinderen (65%) gaven aan blootgesteld te worden in huis terwijl blootstelling in de auto bij 25% van de meerokende kinderen plaatsvond. Ter vergelijking: bij volwassenen zijn deze percentages respectievelijk 42 en 20% (8).

Uit recentere gegevens uit Amerika blijkt dat 60% van de kinderen tussen de 3 en 11 jaar blootgesteld wordt aan omgevingsrook, waarbij de mate van blootstelling bepaald is aan de hand van cotinine in serum (National Health And Nutrition Examination Survey (NHANES), 1999-2002). Ongeveer 25% van de kinderen tussen 3 en 11 jaar leeft samen met minimaal 1 roker, vergeleken met 7% van niet-rokende volwassenen. Kinderen tussen de 3 en 11 jaar bleken een 2 keer zo hoog cotinine-level te hebben vergeleken met volwassenen niet-rokers in dezelfde leefomgeving. Kinderen die wonen in huizen waar roken is toegestaan bleken aanmerkelijk hogere cotinine-levels te hebben dan kinderen waar thuis niet gerookt mocht worden. Hoe meer er gerookt mocht worden in huis, hoe hoger de cotinine-levels (6). Alhoewel de blootstelling aan

omgevingsrook in de loop der tijd verminderd is, zoals gebleken uit de NHANES studie, is deze vermindering groter bij volwassenen dan bij kinderen (6).

Uit een onderzoek uitgevoerd tussen 1999 en 2005 in 132 landen wereldwijd (Global Youth Tobacco Survey) blijkt dat 44% van kinderen tussen de 13 en 15 jaar thuis blootgesteld wordt aan omgevingsrook en 47% minimaal 1 rokende ouder heeft (9). Opmerkelijk is dat het percentage blootgestelde kinderen in huis het hoogst is in de Europese regio (gemiddeld 78%) en het laagst in de Afrikaanse regio (gemiddeld 30%). Het hoge percentage blootgestelde kinderen in Europese landen kan verklaard worden door het feit dat de ondervraagde landen in de Europese WHO-regio van deze studie voornamelijk Oost-Europese landen zijn; West-Europese zoals Nederland namen om onbekende redenen niet deel.

In juni 2008 heeft het RIVM gegevens gepresenteerd over blootstelling aan omgevingstabaksrook in Nederland (10). Voor volwassenen wordt geschat dat tussen de 18 en 40 procent van de niet-rokers dagelijks wordt blootgesteld aan omgevingstabaksrook. Hoewel voor zwangere vrouwen de blootstelling lager is, wordt nog steeds meer dan 14 procent van de zwangeren blootgesteld aan omgevingstabaksrook. Kinderen worden in vergelijkbare mate blootgesteld als volwassenen. Voor kleine kinderen tussen de 0 en de 4 jaar is de schatting tussen de 20 en 36 procent, terwijl de schatting voor 8-jarigen uitkomt op minimaal 26 procent. Er lijken geen verschillen te bestaan tussen blootstellingen van jongens of meisjes. Wel lijkt het er op dat er meer meegerookt wordt door kinderen in gezinnen waar de ouder(s) een lager opleidingsniveau hebben (10).

Recente cijfers van Stivoro (personal communication) laten zien dat 18% van de kinderen in de leeftijd van 0 t/m 4 jaar thuis blootgesteld wordt aan omgevingstabaksrook. Het betreft vooral kinderen van rokende ouders (39% blootstelling versus 9% onder niet-rokende ouders) (zie tabel 1) en kinderen uit lage welstandsgroepen (21% versus 15% onder hoge SES).

Tabel 1. Percentage kinderen (0-4 jaar) in Nederland die blootgesteld worden aan omgevingstabaksrook in de thuissituatie

<i>Meeroken bij kinderen 0-4 jaar</i>	1998	2007
Blootstelling aan tabaksrook in de thuissituatie	46%	18%
- in gezin met rokers/ouders die roken	60%	39%
- in gezin zonder rokers/ niet rokende ouders	33%	9%
Wordt nooit gerookt in huis	39%	70%
- in gezin met rokers/ouders die roken	21%	40%
- in gezin zonder rokers/ niet rokende ouders	54%	82%
Ouders die voorlichting hebben ontvangen over meeroken	30%	53%
Ouders die wel eens buitenshuis in rokerige omgeving komen met kind	68%	60%

Als kinderen worden blootgesteld aan omgevingstabaksrook, dan vindt deze blootstelling dus met name in huis en in de auto plaats. Met de invoering van het rookverbod in openbare ruimten, op werkplekken en recent ook in de horeca, is er de vrees dat het roken in privé-ruimten zal kunnen toenemen en daarmee ook de blootstelling aan rook van niet-rokers, in het bijzonder van de gevoeligste groep, de kinderen. Er zijn echter ook aanwijzingen dat de invoering van het rookverbod in Schotland geleid heeft tot een verminderde blootstelling aan omgevingsrook van niet-rokers, maar ook van kinderen (11,12). Bij volwassen niet-rokers was het gemiddelde

cotinine-gehalte 39% lager na invoering van het rookverbod (49% lager bij niet-rokers uit een niet-rokend huishouden en 16% bij niet-rokers uit een rokers-huishouden) (11). Schotse kinderen (gemiddelde leeftijd 11.4 jaar) gaven aan zowel voor als na de invoering van het rookverbod meer blootgesteld te worden aan omgevingstabaksrook in privé-ruimten dan in publieke ruimten. Het aantal kinderen dat aangaf blootgesteld te worden aan omgevingsrook in het eigen huis of in de auto bleef hetzelfde na invoering van het rookverbod. Echter, er werd minder blootstelling gerapporteerd in het huis van iemand anders, restaurants, cafés en het openbaar vervoer. Tevens waren de cotinine-gehalten in het bloed van de kinderen 40% lager na de invoering van het rookverbod (50% lager bij kinderen van niet-rokende ouders, 44% bij alleen rokende vader, 11% bij alleen rokende moeder, 10% bij rokende ouders) (12).

5. Risico's van meeroken in het algemeen en bij kinderen in het bijzonder

Uit vele onderzoeken is gebleken dat blootstelling aan omgevingsrook geassocieerd is met verschillende ziekten. De Gezondheidsraad concludeerde in 2003 dat (1):

- Er voldoende bewijs is geleverd dat passief roken longkanker kan veroorzaken. De risicoverhoging bedraagt ongeveer 20 procent.
- Er onvoldoende aanwijzingen zijn dat blootstelling aan omgevingstabaksrook de kans op andere vormen van kanker vergroot.
- Het overtuigend is aangetoond dat passief roken tot een hogere kans op hart- en vaatziekten leidt. De risicoverhoging is 20 à 30 procent.
- Kinderen gemiddeld een lager gewicht en een geringere lengte hebben bij de geboorte als de aanstaande moeders roken of meeroken. De risicoverhoging bedraagt ongeveer 20 tot 40 procent.
- Blootstelling aan omgevingstabaksrook verdubbelt naar schatting de kans op wiegendood (met andere woorden, de risicoverhoging is ongeveer 100 procent).
- Passief roken leidt tot een grotere kans op (ernstigere) infecties en tot een hogere frequentie van luchtwegsymptomen bij kinderen met en zonder astma. De risicoverhogingen variëren van ongeveer 20 procent tot ongeveer 50 procent, afhankelijk van onder meer de beschouwde effecten, de aard en mate van blootstelling en de leeftijd van de kinderen.
- Er aanwijzingen zijn dat zowel prenatale als postnatale blootstelling aan omgevingstabaksrook bepaalde cognitieve vaardigheden (zoals taal- en leervermogen) en gedragskenmerken (zoals activiteit en concentratievermogen) van kinderen negatief beïnvloedt. De mate waarin dit het geval is, kan niet goed worden beoordeeld.
- Er aanwijzingen zijn dat passief roken de kans op chronische luchtwegaandoeningen bij volwassenen (in het bijzonder astmatici) vergroot.

Evenals bij actief roken, verhoogt meeroken dus de kans op longkanker, hart- en vaatziekten, chronische luchtwegziekten en andere ziekten. Actief roken resulteert wel altijd in zeer veel grotere risicoverhoging dan meeroken, namelijk 800-2900% voor longkanker en 100-500% voor hart- en vaatziekten, vergeleken met respectievelijk 20% en 20-30% voor meeroken (10)

Niettemin schat de Gezondheidsraad op basis van gegevens uit de Verenigde Staten dat passief roken in Nederland jaarlijks de oorzaak is van:

- enkele honderden sterfgevallen door longkanker
- enkele duizenden sterfgevallen door hartaandoeningen
- een tiental gevallen van wiegendood

- vele tienduizenden gevallen van (meer en minder ernstige) luchtwegaandoeningen bij kinderen

Hierbij merkt de Gezondheidsraad nog op dat met bovenstaande schattingen de volle omvang van het probleem nog niet gekarakteriseerd is. Wel moet als kanttekening worden gemaakt dat sinds de verschijning van het gezondheidsraadrapport de prevalentie van roken is gedaald van 33% in 2000 naar 27.5% in 2007 (13). De omvang van het probleem van passief roken kan daarmee iets gedaald zijn.

Kinderen die blootgesteld worden aan omgevingsrook, ademen dezelfde toxische en kankerverwekkende stoffen in als rokers, zoals formaldehyde, benzeen, vinyl chloride, arsenicum, ammonia en waterstof cyanide (6). Omdat kinderen lichamelijk nog in ontwikkeling zijn, zijn ze vaak extra gevoelig voor de schadelijke invloeden van tabaksrookcomponenten (14,15). Daarnaast bereiken kinderen na een zelfde externe blootstelling een hogere interne dosis van een schadelijke tabakscomponent vergeleken met volwassenen, omdat ze een hogere ademsnelheid hebben en een lager distributievolume (16). Gebaseerd op de zuurstofconsumptie per kilogram lichaamsgewicht blijkt dat het volume aan lucht dat de longen van een zuigeling (<1 jaar) passeert 2 keer groter is dan het volume dat de longen van een volwassene passeert. Dus op gewichtsbasis bereikt 2 keer zoveel van een chemische stof de longen van een zuigeling vergeleken met een volwassene (16).

Er zijn inmiddels voldoende aanwijzingen voor schadelijke effecten van omgevingstabaksrook op de ontwikkeling van het kind. Kinderen die blootgesteld worden aan omgevingstabaksrook hebben een grotere kans op wiegendood, (ernstige) luchtweginfecties, verergering van luchtwegsymptomen, middenoorontsteking en verminderde longfunctie. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat omgevingstabaksrook de kans op bepaalde soorten van kinderkanker vergroot (17).

Tabel 2 geeft een overzicht van schadelijke effecten van blootstelling aan omgevingstabaksrook bij kinderen, samengevat door de Surgeon General (2007) (17). Voor alle beschreven gezondheidseffecten zijn er aanwijzingen in de literatuur dat deze een relatie hebben met blootstelling aan omgevingstabaksrook. Echter, niet alle aanwijzingen zijn even sterk, voor bepaalde gezondheidseffecten wordt een oorzakelijk verband met het gezondheidseffect gesuggereerd en is dus nog niet zeker genoeg en voor andere gezondheidseffecten zijn de aanwijzingen onvoldoende.

Tabel 2. Conclusies van de Surgeon General (2007) over de evidentie van de effecten van blootstelling aan omgevingsrook bij kinderen.

<i>Bewijzen voor causaal verband</i>	<i>Gezondheidseffect</i>
Voldoende	Wiegendood Verlaagd geboortegewicht ^b Aandoeningen van de lagere luchtwegen ^d Acute en herhaalde middenoorontsteking en chronisch loopoor Hoesten, slijmvorming, piepen en kortademigheid Astma Negatieve effecten op longfunctie ^b
Aanwijzingen	Vroegtijdige geboorte ^b Kinderkanker (leukemia, lymfoma's, hersentumoren) ^c Ontwikkeling en beloop van middenoorontsteking
Onvoldoende	Vruchtbaarheid ^a Spontane abortus ^b Neonatale sterfte Aangeboren afwijkingen Cognitieve ontwikkeling Gedragsproblemen Lengte en gewicht Andere vormen van kinderkanker ^c Keel- en neusamandelen verwijderen IgE-gemedieerde allergie

^a meerooken van de moeder

^b meerooken van de moeder tijdens zwangerschap

^c prenatale en postnatale blootstelling aan omgevingstabaksrook

^d Toename van het risico het grootst als de moeder rookt.

6. Blootstelling bij en risico's van roken in de auto

Zoals blijkt uit hoofdstuk 4 is er relatief weinig bekend over het percentage kinderen dat blootgesteld is aan sigarettenrook in de auto. Het jaarlijkse onderzoek van het "New York's Tobacco Control Program" laat zien dat 'middle school' studenten gemiddeld 1.1 dagen per week in een auto zitten met een roker en 'high school' studenten 1.3 (18). Deze gemiddelden zijn significant hoger onder studenten met rokers thuis (19). Er zijn geen studies uit Nederland die aangeven hoe vaak en hoe lang kinderen blootgesteld worden aan omgevingstabaksrook in de auto.

Er zijn wel studies uitgevoerd waarbij de hoeveelheid sigarettenrook gemeten is in verschillende auto's onder verschillende ventilatiecondities. In een aantal studies is hiervoor PM2.5 gebruikt als marker voor sigarettenrook. Volgens de nieuwe Europese richtlijn is het maximaal toegestane jaargemiddelde van blootstelling aan PM2.5 in de buitenlucht 25 µg/m³ (20).

Varadas et al. (2006) voerde een klein onderzoek uit en bepaalde PM2.5 in drie auto's van verschillende grootte met verschillende raamstanden (helemaal open, half-open, gesloten). De concentratie PM2.5 werd gemeten aan de basis van de hoofdsteun van

de bijrijders-stoel. In iedere auto werd 1 brandende sigaret gelegd en gemeten tot de sigaret vanzelf was uitgedoofd. De PM2.5 concentraties varieerden van 1330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tot 13150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (21).

In een andere studie uit 2006, waarin naast PM2.5 ook koolmonoxide werd gemeten, werden verschillende fases van het roken onderzocht. In drie verschillende auto's werd met de ramen open of gesloten gemeten, zowel voor, tijdens als direct na het roken van een sigaret. De concentraties werden gemeten op de achterbank ter hoogte van het hoofd van een kind in een autostoel, achter de bijrijders-stoel. De hoogste gemiddelde PM2.5 concentratie was 271 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en dit was tijdens het roken met gesloten ramen (22). Lagere concentraties werden gevonden, in aflopende concentratie: na het roken met gesloten ramen, tijdens het roken met open ramen, en na het roken met open ramen. De koolmonoxidemetingen lieten dezelfde trends zien.

Ott et al. (2008) onderzochten recent de invloed van verschillende snelheden van luchtverversing op de hoeveelheid sigarettenrook in een auto. Dit werd bekeken in vier verschillende auto's onder verschillende omstandigheden: stilstaan of rijden; gesloten of open ramen; ventilatie aan of uit en airconditioning aan of uit. Ze vonden dat toenemende snelheid van de auto, open ramen en ventilatie en airconditioning aan de concentraties van PM2.5 en koolmonoxide konden verlagen. De hoogste gemiddelde PM2.5 concentratie (1150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) werd gemeten met de ramen gesloten en de laagste concentratie (82.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) met volledig open ramen (23).

Recent is er ook een experimentele studie gedaan waarin PM2.5 gemeten werd in 18 verschillende auto's onder 5 verschillende ventilatie-condities (24). Deze condities waren: 1) gesloten ramen, motor uit; 2) gesloten ramen, 20 min. rijden; 3) open ramen, 20 min. rijden; 4) raam bestuurder half open, 20 min. rijden; 5) ramen gesloten, air conditioning aan, 20 min. rijden. De eigenaars van de auto's rookten in de auto steeds 1 sigaret per ventilatie-conditie. De PM2.5 concentraties werden gemeten in het midden van de achterbank op de hoogte van het hoofd van een kind in een autostoel. Het roken van 1 sigaret in een auto met gesloten ramen gaf de hoogste concentratie, namelijk 3851 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5. Open ramen en air-conditioning gaven veel lagere concentraties (zie tabel 3).

Tabel 3. Gemiddelde PM2.5 concentraties in 18 verschillende auto's waarin één sigaret gerookt wordt onder verschillende ventilatie-condities ⁽²⁴⁾

Conditie	Motor aan	20 min. rijden	Raam	A/C aan ¹	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Nee	Nee	Gesloten	Nee	3851
2	Ja	Ja	Gesloten	Nee	2413
3	Ja	Ja	Open	Nee	60
4	Ja	Ja	Raam bestuurder half open	Nee	223
5	Ja	Ja	Gesloten	Ja	844

¹ A/C: air conditioning

Uit deze studies kan geconcludeerd worden dat roken in een auto leidt tot zeer hoge concentraties sigarettenrook en dat ventilatie niet toereikend is om tot nul-blootstelling te komen. De PM2.5 concentraties in de auto zijn gemeten op de achterbank ter hoogte van het hoofd van een kind in een autostoel, in een auto met gesloten ramen, na het roken van één sigaret. De hoogste gemeten concentraties in de studies waren 271, 1150, 3851 en 13150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Wanneer je deze waarden vergelijkt met waarden die gemeten zijn in bars, restaurants en cafés, zijn deze vele malen hoger. Recent zijn in Nederland voor de invoering van het rookverbod in de horeca PM2.5 concentraties gemeten in 72 horecagelegenheden die een gemiddelde

concentratie lieten zien van 453 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ binnenlucht (25). In een studie van Ott et al. (2008) en Varadas et al. (2006) werden zelfs waarden PM2.5 gemeten van respectievelijk 3851 en 13150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is bijna 1200 en 10500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ meer dan recent werd gemeten in de meest vervuilde horecagelegenheid (25), oftewel 1.5-5 keer hoger. Vergelijkbare PM2.5 concentraties zijn ook in horecagelegenheden in het buitenland gemeten (26,27). Hieruit blijkt dat concentraties in de auto gemakkelijk niveaus kunnen bereiken die vergelijkbaar zijn met bars en disco's en zelfs nog vele malen hoger.

7. Wetgeving in andere landen op het gebied van roken in de auto

Wereldwijd is er een aantal landen dat kinderen wettelijk beschermt tegen blootstelling aan omgevingsrook in auto's. In een aantal staten in Amerika en in Australië (zie tabel 4) is een verbod ingesteld om te roken in auto's in de aanwezigheid van kinderen. De verboden verschillen in de leeftijdsgrens van de kinderen, de boete-oplegging en of het een primaire of secundaire overtreding is. Zeer recent, met ingang van 1 juni 2008, is tevens het eerste verbod in Canada in werking getreden in Wolfsville, Nova Scotia voor roken in een auto met kinderen onder de 19 jaar. De provincie Ontario in Canada krijgt binnenkort een verbod voor roken in een auto met kinderen onder de 16 jaar met een boete-oplegging van 250 \$CDN (\approx €157).

Tabel 4. Regelgeving/wetgeving andere landen roken in auto

<i>Land</i>	<i>Staat, gemeente</i>	<i>Leeftijd (jaar)¹</i>	<i>Boete</i>	<i>Sinds</i>	<i>Opmerkingen</i>
USA	Arkansas	6 of 60 pounds	US\$25	21/07/2006	
USA	Louisiana	13	US\$150 of 24h taakstraf	15/08/2006	Primaire overtreding ²
USA	California	18	US\$100	01/01/2008	
USA	Maine, Bangor	18	US\$50	18/01/2007	Primaire overtreding ²
USA	New Jersey, Keyport	18	US\$75	26/04/2007	Secundaire overtreding ²
USA	New York, Rockland County	18	1 ^e US\$75-150 2 ^e US\$150-250	21/06/2007	Criminele overtreding
US Commonwealth in Caribbean	Puerto Rico	13	Max. straf US\$2000 Boete US\$200	02/03/2007	
Australia	South Australia	16	Max. straf AU\$200 Boete AU\$75	31/05/2007	
Australia	Tasmania	18	Max. straf AU\$2200 Boete AU\$110	31/12/2007	
Canada	Nova Scotia, Wolfsville	18	N.A.	01/06/2008	

¹ Leeftijd betekent jonger dan. Bijvoorbeeld "18" betekent dat roken in een auto met iemand jonger dan 18 jaar verboden is.

² In het geval van Primaire overtreding kan de auto aangehouden worden voor het roken in de auto met minderjarigen. In het geval van een Secundaire overtreding, moet de auto eerst aangehouden zijn voor een andere overtreding, zoals te hard rijden.

8. Conclusie

Het roken van tabaksproducten in een auto resulteert voor de inzittenden in zeer hoge blootstelling aan omgevingstabaksrook. De concentraties van bijvoorbeeld PM2.5 kunnen door het roken van één enkele sigaret al stijgen tot waarden die hoger zijn dan waarden die gevonden worden in horecagelegenheden waarin zwaar gerookt wordt. De blootstellingduur is daarentegen meestal beperkt. Ventileren in de auto zorgt wel voor een daling van de concentratie, maar resulteert nooit in een nul-blootstelling. Inzittenden worden hierbij blootgesteld aan zo'n 4000 verschillende stoffen, waarvan er ongeveer 50 kankerverwekkend zijn.

Kinderen zijn bovendien gevoeliger voor omgevingstabaksrook dan volwassenen. Dit heeft enerzijds te maken met het nog in ontwikkeling zijnde lichaam waardoor met name de risico's op (ontwikkelen van) luchtwegaandoeningen en -klachten groter zijn. Anderzijds gebruiken kinderen relatief meer lucht voor hun ademhaling, waardoor zij aanmerkelijk meer omgevingstabaksrook binnen krijgen dan volwassenen onder de zelfde blootstellingscondities. Door deze combinatie van blootstellings- en effectgevoeligheid lopen kinderen een groter risico dan meerokende volwassenen.

Blootstelling aan omgevingstabaksrook, of meeroken, dient daarom vermeden te worden.

9. Referenties

1. Gezondheidsraad. Volksgezondheidsschade door passief roken. 2003/21. 2003. Den Haag, Gezondheidsraad.
2. International Agency for Research on Cancer. Tobacco Smoke and Involuntary Smoking. Vol 83. 2004. Lyon. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans.
3. US Department of Health and Human Services, Public Health Service National Toxicology Program. Report on carcinogens, eleventh edition. 2005.
4. Baker, R. R. Tobacco: Production, Chemistry and Technology. In: D.L.Davis and M.T.Nielsen. Smoke chemistry. Oxford: Blackwell Science Ltd., 1999: 398-439.
5. Benowitz, N. L. Cotinine as a biomarker of environmental tobacco smoke exposure. *Epidemiol.Rev.* 1996; 18(2):188-204.
6. US Department of Health and Human Services. The health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke : a report of the Surgeon General. US Dept.of Health and Human Services. 2006. Washington, DC.
7. Klepeis, N. E. An introduction to the indirect exposure assessment approach: modeling human exposure using microenvironmental measurements and the recent National Human Activity Pattern Survey. *Environ Health Perspect* 1999; 107 Suppl 2:365-374.
8. Klepeis, N. E., Nelson, W. C., Ott, W. R., Robinson, J. P., Tsang, A. M., Switzer, P., Behar, J. V., Hern, S. C., and Engelmann, W. H. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. *J Expo.Anal.Environ Epidemiol.* 2001; 11(3):231-252.
9. The GTSS Collaborative Group. A cross-country comparison of exposure to secondhand smoke among youth. *Tobacco Control* 2006; 15(Suppl 2):ii4-ii19.
10. Gelder van, B. M., Blokstra, A., and Feenstra, T. L. Environmental tobacco smoke in the Netherlands. First estimates of exposure, review of main health

- effects and overview of available interventions. RIVM report 260601005/2008, 1-46. 2008.
11. Haw, S. J. and Gruer, L. Changes in exposure of adult non-smokers to secondhand smoke after implementation of smoke-free legislation in Scotland: national cross sectional survey. *BMJ* 15-9-2007; 335(7619):549.
 12. Akhtar, P. C., Currie, D. B., Currie, C. E., and Haw, S. J. Changes in child exposure to environmental tobacco smoke (CHETS) study after implementation of smoke-free legislation in Scotland: national cross sectional survey. *BMJ* 15-9-2007; 335(7619):545.
 13. Stivoro. Jaarverslag 2007. Onderweg naar een rookvrije horeca. 2008.
 14. Dempsey, D., Jacob, P., III, and Benowitz, N. L. Nicotine metabolism and elimination kinetics in newborns. *Clin.Pharmacol.Ther.* 2000; 67(5):458-465.
 15. Goldman, L. R. Children--unique and vulnerable. Environmental risks facing children and recommendations for response. *Environ Health Perspect* 1995; 103 Suppl 6:13-18.
 16. Moya, J., Bearer, C. F., and Etzel, R. A. Children's behaviour and physiology and how it affects exposure to environmental contaminants. *Pediatrics* 2004; 113(4):996-1006.
 17. US Department of Health and Human Services. Children and secondhand smoke exposure. Excerpts from the health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke: A report of the Surgeon General. US Dept.of Health and Human Services. 2007. Atlanta, GA.
 18. New York State Department of Health. Fourth annual independent evaluation of New York's Tobacco Control Program: final report. 2007. Albany, NY, New York State Department of Health.
 19. New York State Department of Health. Second annual independent evaluation of New York's Tobacco Control Program: final report. 2005. Albany, NY, New York State Department of Health.
 20. PM2.5 in Nederland. Gevolgen van de nieuwe Europese normen voor luchtkwaliteit. J.Matthijssen and H.M.ten Brink. 5000990011. 2007. Milieu en Natuur Planbureau.
 21. Varadas, C. I., Linardakis, M., and Kafatos, A. G. Environmental tobacco smoke exposure in motor vehicles: A preliminary study. *Tobacco Control* 2006; 15(5):415.
 22. Rees, V. W. and Connolly G.N. Measuring air quality to protect children from secondhand smoke in cars. *American Journal of Preventive Medicine* 2006; 31(5):363-368.
 23. Ott, W., Klepeis, N., and Switzer, P. Air change rates of motor vehicles and in-vehicle pollutant concentrations from secondhand smoke. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 2008; 18:312-325.
 24. Sendzik, T., Fong, G. T., Travers, M. J, and Hyland, A. An experimental investigation of tobacco smoke pollution in cars. Special Report. 2008. Toronto, Ontario Tobacco Research Unit.
 25. Factsheet 'Meting van luchtvervuiling in horecagelegenheden juni 2008', VWA en RIVM 2008.
http://www.vwa.nl/portal/page?_pageid=119,1639824&_dad=portal&_schema=PORTAL&p_news_item_id=23418.
 26. Hyland, A., Travers, M. J., Dresler, C., Higbee, C., and Cummings, K. M. A 32-country comparison of tobacco smoke derived particle levels in indoor public places. *Tobacco Control* 2008; 17:159-165.

27. Schneider, S., Seibold, B., Schunk, S., Jentsch, E., Dresler, C., Travers, M. J., Hyland, A., and Pötschke-Langer, M. Exposure to secondhand smoke in Germany: Air contamination due to smoking in German restaurants, bars, and other venues. *Nic Tob Research* 2008; 10(3):547-555.