

## Gezondheidsvoordelen van fietsen vele malen groter dan de gezondheidsrisico's

**Jeroen J. de Hartog**

Universiteit Utrecht (UU)

**Hanna Boogaard**

Universiteit Utrecht (UU)

**Hans Nijland**

Planbureau voor de Leefomgeving

**Gerard Hoek**

Universiteit Utrecht (UU)<sup>1</sup>

---

### Samenvatting

Stimulering van het gebruik van de fiets in plaats van de auto heeft voordelen voor de maatschappij vanwege verminderde emissie van luchtverontreinigende stoffen, broeikasgas emissies en verhoogde fysieke activiteit. Voor het individu dat de overstap maakt, treden er mogelijk ook negatieve gezondheidseffecten op door inademing van verontreinigende lucht en risico's op verkeersongelukken. Het doel van dit artikel is om kwantitatief na te gaan of de gezondheidsvoordelen van fietsen in plaats van autogebruik opwegen tegen de gezondheidsrisico's voor de individuen die overstappen. Gerekend is met een scenario waarin 500000 personen dagelijks korte autoritten vervangen. We hebben de risico's van luchtverontreiniging, verkeersongelukken en fysieke activiteit gekwantificeerd op basis van internationale literatuur. De risico's zijn uitgedrukt in winst of verlies van levensverwachting. Voor de individuen die van de auto op de fiets stappen, is gemiddeld de winst in levensverwachting door lichamelijke activiteit veel groter (3 - 14 maanden) dan het mogelijke verlies door luchtverontreiniging (0,8 - 40 dagen) en verkeersongelukken (5-9 dagen). Voor de samenleving als geheel, is de balans nog gunstiger, vanwege verminderde emissies van luchtverontreinigende stoffen en broeikasgassen en verkeersongelukken. De

---

<sup>1</sup> Universiteit Utrecht, Institute for Risk Assessment Sciences, 3584 CK, Utrecht, T: +31(0)302539498, F: +31(0)302539499 E: [g.hoek@uu.nl](mailto:g.hoek@uu.nl)

gezondheidsvoordelen van fietsen ten opzichte van autogebruik waren aanzienlijk groter dan de nadelige effecten voor de individuen die overstappen.

## Summary

Although from a societal point of view a modal shift from car to bicycle may have beneficial health effects due to decreased air pollution emissions, decreased greenhouse gas emissions and increased levels of physical activity, for the shifting individual adverse health effects such as higher exposure to air pollution and risk of a traffic accident may prevail. This paper describes whether the health benefits from the increased physical activity of a modal shift for urban commutes outweigh the health risks. We have summarized the literature for air pollution, traffic accidents and physical activity using systematic reviews supplemented with recent key studies. We quantified the impact on all-cause mortality when 500,000 people would make a transition from car to bicycle for short trips on a daily basis in the Netherlands. We have expressed mortality impacts in life years gained or lost making use of life table calculations. For the individuals who shift from car to bicycle, we estimated that beneficial effects of increased physical activity are substantially larger (3–14 months gained) than the potential mortality effect of increased inhaled air pollution doses (0.8–40 days lost) and the increase in traffic accidents (5–9 days lost). Societal benefits are even larger due to a modest reduction in air pollution and greenhouse gas emissions and traffic accidents. On average, the estimated health benefits of cycling were substantially larger than the risks relative to car driving for individuals shifting mode of transport.

---

## 1. Inleiding

Recent is de interesse in het stimuleren van fietsen internationaal sterk toegenomen. In diverse Europese steden, zoals Stockholm, Barcelona, Parijs, Brussel en Londen zijn huurfietsystemen opgezet om reizigers te stimuleren om voor korte stadsritten de fiets te gebruiken. Motieven voor dit beleid zijn vaker vermindering van congestie dan bevordering van gezondheid. Toch kan fietsen een belangrijke bijdrage leveren aan het stimuleren van de gehele fysieke activiteit in de bevolking (Commission of the European Communities 2005). Het is echter niet eenvoudig om mensen tot verandering van gedrag te stimuleren (Lorenc et al. 2008; Ogilvie et al. 2004).

Bevordering van fietsen vanuit gezondheidsoverwegingen heeft alleen zin als de gezondheidsvoordelen van fietsen groter zijn dan de risico's verbonden aan fietsen. Dit is echter tot nu toe onvoldoende bekend. Het doel van dit artikel is om kwantitatief na te gaan of de gezondheidsvoordelen van fietsen in plaats van de auto nemen voor korte ritten opwegen tegen de gezondheidsrisico's. In de evaluatie maken we onderscheid tussen de individuen die gaan fietsen in plaats van autorijden en de samenleving als geheel. Dit artikel is gebaseerd op een Engelstalig artikel in het internationale tijdschrift *Environmental Health Perspectives* (de Hartog et al, 2010).

Hoewel de samenleving kan profiteren van een overgang van auto naar fietsgebruik (bijvoorbeeld door verminderde emissie van luchtverontreiniging), zouden voor de individuen die de overstap maken, ook nadelen kunnen optreden. Zo kan het risico om het slachtoffer te

worden van een verkeersongeluk toenemen, evenals de ernst van een ongeluk. Door de vanuit gezondheid positief te beoordelen hogere fysieke activiteit van een fietser, worden ook meer luchtverontreinigende stoffen ingeademd. Het is niet duidelijk of voor het individu de voordelen opwegen tegen de nadelen. Een vergelijkbaar dilemma is recent beschreven voor het Engelse beleid om ouders te stimuleren hun kinderen naar school te laten lopen in plaats van met de auto te brengen. Door de hogere fysieke activiteit en hogere concentraties luchtverontreiniging tijdens lopen in deze studie werd meer luchtverontreiniging ingeademd (Briggs, 2008). Er is in deze studie geen berekening van gezondheidseffecten gemaakt.

## 2. Methodes

In Nederland, worden 20 en 30% van alle autoritten (15,9 miljoen ritten/dag) gemaakt voor boodschappen en woon-werkverkeer (MON 2007; Beckx et al. 2009a,b). Ongeveer 50% van alle autoritten is korter dan 7,5 km, wat kort genoeg is om door een rit per fiets vervangen te worden. In de kwantitatieve vergelijking tussen autorijden en fietsen, beschouwen we luchtverontreiniging, ongelukken en fysieke activiteit. Op andere factoren zoals geluid, UV-straling en meer sociale factoren wordt nader ingegaan in een recent overzichtsartikel over actief transport (de Nazelle e.a., 2011).

Een moeilijkheid in deze analyse is dat de gezondheidseffecten van de drie risicofactoren van elkaar verschillen en daardoor moeilijk vergelijkbaar zijn, bijvoorbeeld botbreuken tengevolge van ongelukken en vermindering van hart- en vaatziekten tengevolge van verhoogde fysieke activiteit. Alle factoren zijn echter ook geassocieerd met een effect op sterfte. De kernanalyse die we hebben uitgevoerd betreft daarom een vergelijking van de effecten op sterfte van de drie risicofactoren. Andere argumenten om ons te beperken tot sterfte waren de grotere evidentie van een verband vergeleken met ziektematen in epidemiologische studies. Tenslotte zijn er minder problemen met onder- of overrapportage van sterfte vergeleken met ziekten. Dit speelt vooral een rol bij verkeersongelukken, waarbij aanzienlijke onderrapportage voor minder ernstige ongelukken is gevonden (zie volgende sectie). Natuurlijk worden er door deze inperking tot sterfte vele minder ernstige maar vaker voorkomende gezondheidseffecten buiten beschouwing gelaten. In de vergelijking van gezondheidseffecten tussen autorijden en fietsen is dit echter vermoedelijk geen grote beperking, aangezien een internationale studie die het beleid inzake actief transport geëvalueerd heeft voor de bevolking als geheel vond dat circa 80% van de Disability Adjusted Life Years (DALY's) tengevolge van de drie hier ook beschouwde stressors het gevolg was van verloren levensjaren (Woodcock, 2009).

De berekeningen zijn uitgevoerd voor een hypothetisch scenario waarbij 500000 mensen van 18-64 jaar in Nederland elke dag twee korte autoritten door een fietsrit vervangen. We hebben gerekend aan twee scenario's, een waarbij ieder twee keer de gemiddelde (3,75 km) korte trip reisde (bijv. heen en werk naar werk) en een scenario met twee keer de maximale korte trip (7,5 km). Deze twee scenario's zijn opgenomen om een indicatie te krijgen van de gevoeligheid van de analyses voor duur. De totale reisafstand bedroeg dus 7,5 en 15 km per dag. Dit scenario betekent derhalve een verschuiving van 12,5% voor de 7,95 miljoen korte autoritten, een ambitieus maar niet onrealistisch scenario. In Nederland, bezit 40,8% van de mensen boven de 18 jaar zowel een fiets als een auto en kan dus de overstap maken. We hebben met een gemiddelde

afstand gerekend en niet met een verdeling van reisduren. In de discussie wordt hier nader op ingegaan.

In de basisanalyse is een statische analyse uitgevoerd, dat wil zeggen de risico's van fatale verkeersongelukken en luchtverontreiniging zijn vergeleken op basis van literatuur over de huidige situatie (De Hartog et al. 2010). Aanvullend is een schatting van mogelijke feedback mechanismen gemaakt die optreden tengevolge van de verschuiving in auto- en fietsgebruik. Dit speelt een rol bij luchtverontreiniging en verkeersongelukken.

De kern van de basisanalyse was het vaststellen van het verschil in risico tussen het gebruik van fiets en auto voor dezelfde afgelegde afstand en duur. Voor luchtverontreiniging en fysieke activiteit is dat gedaan door het verschil in blootstelling / fysieke activiteit te koppelen aan uit de literatuur afgeleide blootstelling respons relaties. Voor fatale verkeersongelukken is gebruik gemaakt van statistieken.

De effecten op sterfte zijn uitgedrukt in verloren of gewonnen levensjaren, met behulp van standaard levenstafelanalyse (Miller and Hurley 2003). In deze analyses zijn leeftijd- en geslachtspecifieke sterftecijfers van de Nederlandse bevolking voor het jaar 2008 gebruikt (CBS 2008).

### **3. Luchtverontreiniging: blootstelling en gezondheidseffecten**

#### *3.1 Verschil in blootstelling tussen fiets en auto*

De eerste vraag die beantwoord moet worden is hoe groot het verschil in blootstelling aan luchtverontreiniging is tussen verkeersdeelname in de auto versus de fiets. Internationaal is met name sinds de jaren '90 aangetoond dat in het verkeer hoge concentraties luchtverontreiniging voorkomen (Kaur et al. 2007). Dit betrof een scala van verontreinigende stoffen, zoals koolmonoxide (CO), stikstof dioxide (NO<sub>2</sub>) en vluchtige organische koolwaterstoffen (VOC). Recent is de aandacht vooral gericht op deeltjes die door het verkeer worden uitgestoten, omdat gezondheidseffecten zeer waarschijnlijk vooral met deeltjes samenhangen. Deeltjesmetingen betroffen metingen van fijn stof (deeltjes kleiner dan 2.5 µm) en ultrafijn stof (<0.1 µm). Vanwege het dynamische karakter van concentraties in het verkeer zijn veelal real-time monitoren gebruikt, zodat van seconde tot seconde het verloop van concentraties gemeten kan worden (Kaur et al, 2007). Concentraties in het verkeer zijn meestal enkele malen hoger dan gelijktijdig gemeten concentraties op een stadsachtergrond meetstation. In recent onderzoek in Arnhem van de Universiteit Utrecht en de GGD Gelderland Midden, bleken de concentraties roet 100 tot 270% hoger te zijn in het verkeer dan op een achtergrond meetpunt in het centrum van Arnhem (Zuurbier et al. 2010). Door deze hoge concentraties kan de typisch relatief korte deelname aan het verkeer toch substantieel bijdragen aan de dagelijkse blootstelling aan luchtverontreiniging.

In Nederland is het eerste onderzoek op dit gebied gedaan door de GGD Amsterdam in 1990 (Van Wijnen et al. 1995). Concentraties van CO en VOC waren circa 3 keer hoger in de auto dan op de fiets. Door de fysieke inspanning van fietsen ademen fietsers per minuut echter meer lucht in. Wanneer rekening werd gehouden met het verschil in ademminuutvolume (de in een minuut ingeademde hoeveelheid lucht) tussen fietsers en automobilisten was er vrijwel geen verschil in ingeademde hoeveelheid luchtverontreiniging (Van Wijnen et al 1995). Meer recent is in Nederland onderzoek gedaan naar blootstelling door de Fietsersbond in samenwerking met de

Universiteit Utrecht (Boogaard et al, 2009; Borgman, 2009). In dit onderzoek waren concentraties fijn stof en ultrafijn stof in de auto licht verhoogd ten opzichte van een zelfde route rijdende fiets (factor 1,05 - 1,11). Kortdurende hoge pieken in blootstelling kwamen vaker voor bij fietsers tengevolge van passerende motorvoertuigen, zoals vooral bussen, vrachtwagens en brommers. In het eerder genoemde onderzoek in Arnhem, is ook een vergelijking gemaakt tussen concentraties fijn en ultrafijn stof tijdens de ochtendspits (8-10 uur) van nieuwe huurauto's en fietsers, die dezelfde route reden (Zuurbier et al. 2010; Zuurbier et al., 2011). In deze studie waren de concentraties stof en ultrafijn stof vergelijkbaar tussen auto en fiets (respectievelijk 9% lager en 9% hoger in de auto). De concentraties roet waren echter 48% hoger in de auto dan op de fiets. Wanneer we alle in Nederland en het buitenland uitgevoerde studies waarin gelijktijdig metingen in de auto en op de fiets zijn gedaan beschouwen, worden gemiddeld de volgende verhoudingen tussen concentraties in de auto en op de fiets gevonden: fijn stof 1,16, ultrafijn stof 1,01 en roet 1,65. Gemiddeld zijn concentraties in de auto dus iets hoger, met name voor roet.

Twee Nederlandse studies hebben een vergelijking gemaakt van het verschil in ademminuutvolume (de in een minuut ingeademde hoeveelheid lucht) tussen fietsers en automobilisten (Van Wijnen et al. 1995; Zuurbier et al. 2009). Het ademminuutvolume van fietsers was 2,3 keer (Van Wijnen et al. 1995) en 2,1 keer (Zuurbier et al. 2009) hoger dan dat van automobilisten. Een recente Belgische studie vond een 4,3 keer hoger ademminuutvolume bij fietsers (IntPanis et al. 2010). Het verschil tussen de Belgische en de Nederlandse studies wordt vooral verklaard door de hogere snelheid van fietsen; 19 km/uur in de Belgische versus 12 km/uur (inclusief stoptijd) in de recente Nederlandse studie. De geïnhaleerde dosis stofdeeltjes is gemiddeld dus inderdaad groter voor fietsers dan voor automobilisten.

### 3.2 *Gezondheidseffecten van luchtverontreiniging bij verkeersdeelname*

De kortdurende hoge blootstellingen aan luchtverontreiniging karakteristiek voor verkeersdeelname zijn in de epidemiologie weinig bestudeerd, in tegenstelling tot variaties in daggemiddelde en jaargemiddelde concentraties (WHO 2006). Er zijn nu diverse studies waarin gedocumenteerd wordt dat langdurige blootstelling aan matig verhoogde concentraties buitenluchtverontreiniging leidt tot ernstige effecten op de gezondheid inclusief vervroegde sterfte (WHO, 2006).

Tabel 1 geeft een overzicht van de epidemiologische studies die gezondheidseffecten tijdens verkeersdeelname hebben geëvalueerd. Tabel 1 laat zien dat de kortdurende blootstellingen in het verkeer tot fysiologische effecten kunnen leiden (ontstekingsreacties, longfunctievermindering) in gezonde mensen en mensen met astma. Een studie laat een verband tussen verkeersdeelname en het krijgen van een hartinfarct zien, maar in die studie is het niet uit te sluiten dat de effecten zijn te wijten aan andere factoren dan luchtverontreiniging zoals lawaai of stress, aangezien er geen metingen van luchtverontreiniging zijn uitgevoerd, in tegenstelling tot de andere studies in tabel 1.

Tabel 1. Epidemiologische studies naar luchtverontreiniging in het verkeer

Studie populatie	Studie ontwerp <sup>a</sup>	Bevindingen	Referentie
Zestig volwassenen met astma in London	Gedurende 2 uur wandelen in Oxford Street (OS) of Hyde Park (HP). Metingen gezondheid voor en na blootstelling. Mediane PM <sub>2.5</sub> concentratie 28 (OS) vs. 11 µg/m <sup>3</sup> (HP); mediane EC 7,5 vs. 1,3 µg/m <sup>3</sup> ; mediane UFP 63700 vs. 18300 p/cm <sup>3</sup>	Vermindering van longfunctie en ontwikkeling van ontstekingsreacties na lopen in vervuilde Oxford Street vergeleken met schonere Hyde Park.	(McCreanor et al. 2007)
Patiënten (n=691) met een hartinfarct in Augsburg	Deelname aan het verkeer in uren voor het hartinfarct vergeleken met de dagen ervoor.	In het uur voor het infarct, meer deelname aan het verkeer. Gevonden voor alle vervoersmiddelen (auto, fiets, openbaar vervoer).	(Peters et al. 2004)
Negen gezonde jonge politieagenten	Metingen gezondheid voor en na blootstelling gedurende 8-durende dienst in North Carolina.	Significante effecten op een groot aantal variabelen in bloed wijzend op o.a. ontstekingsreacties en veranderde stolling en hartritme.	(Riediker et al. 2004)
Twaalf gezonde jonge volwassenen	Metingen gezondheid voor en na blootstelling gedurende 1-uur durende fietsrit van het centrum van Utrecht naar de universiteit	Vermindering van longfunctie en ontwikkeling van ontstekingsreacties	(Strak et al. 2010)
34 gezonde volwassenen	Metingen gezondheid voor en na blootstelling gedurende 2-uur durende fiets-, auto-, busritten in Arnhem	Vermindering van longfunctie en verhoging van luchtwegweerstand	Zuurbier et al. 2011
38 gezonde volwassenen	Metingen gezondheid voor en na blootstelling gedurende 20 minuten durende fietsrit in Brussel vergeleken met schone lucht in een lab	Geringe toename van ontstekingsreacties in het bloed na fietsen in verkeer vergeleken met schone lucht	Jacobs et al. 2010

<sup>a</sup>EC, elemental carbon; UFP, ultrafine particles (ultrafijn stof), MI, myocard infarct (hartinfarct)

### 3.3 Schatting van het potentiële effect van vervanging van autorijden door fietsen op mortaliteit

#### 3.3.1 Individuele effecten

De waargenomen fysiologische effecten spelen ook een rol in het mechanisme waarlangs langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging leidt tot cardiovasculaire effecten zoals (sterfte aan) een hartinfarct. Het is daarom waarschijnlijk dat bij gevoelige personen deze ernstige

effecten ook op kunnen treden. Wij hebben het potentiële effect van vervanging van korte autoritten door fietsen op mortaliteit berekend op basis van twee grote studies naar lange termijn blootstelling aan fijn stof (Pope et al. 2002) en zwarte rook (Beelen et al. 2008). Voor de precieze afleiding verwijzen we naar het eerder gepubliceerde artikel (De Hartog et al. 2010). De methode neemt aan dat het risico op sterfte samenhangt met de geïnhaleerde dosis en gebruikt vervolgens de ratio tussen de totale dagelijkse dosis wanneer autogebruik vervangen wordt door fietsen. Deze ratio wordt vervolgens gecombineerd met eerder genoemde studies om het verschil in risico tussen autorijden en fietsen uit te rekenen. De resulterende risico's staan in tabel 2. Afhankelijk van de aannames wordt het relatief risico tengevolge van de extra geïnhaleerde dosis luchtverontreiniging op de fiets geschat op 1,001 tot 1,010, een geringe verhoging van het risico. In dit artikel wordt relatief risico gebruikt om de kans op sterfte in een jaar wanneer gefietst wordt te vergelijken met de kans op sterfte wanneer de auto wordt gebruikt. Een relatief risico van 1 betekent een gelijk risico, een relatief risico hoger dan 1 betekent dat het risico hoger is op de fiets. Als we aannemen dat deeltjes uit het verkeer toxischer zijn dan de deeltjes die in de gebruikte epidemiologische studies zijn onderzocht, varieert het relatief risico van 1,006 tot 1,053. De lagere schattingen gebaseerd op de Nederlandse studie met zwarte rook zijn het meest waarschijnlijk, omdat zwarte rook het meest op het verkeersmengsel lijkt.

Tabel 2. Potentiële invloed van het gaan fietsen in plaats van autorijden op sterfte, tengevolge van de extra ingeademde hoeveelheid fijn stof (PM2.5) en roet (BS). Fietsduur van 0.5 en 1 uur<sup>a</sup>

Vervoer- middel	Duur trip (uur / dag)	Concentratie PM <sub>2.5</sub> / BS (µg/m <sup>3</sup> )	Geïnhaleerde dosis (µg/dag)	Totale dosis <sup>b</sup> voor auto of fiets (µg/dag)	RR gelijke toxiciteit <sup>c</sup>	RR deeltjes uit verkeer 5x toxischer
<b>PM2.5</b>						
Auto	0,5	40,0	12,0	246		
Fiets	0,5	34,5	22,8	257	1,005	1,026
Auto	1,0	40,0	24,0	252		
Fiets	1,0	34,5	45,5	274	1,010	1,053
<b>Roet (BS)</b>						
Auto	0,5	30,0	9,0	126		
Fiets	0,5	18,2	12,0	129	1,001	1,006
Auto	1,0	30,0	18,0	132		
Fiets	1,0	18,2	24,0	138	1,002	1,012

<sup>a</sup>Voor details van de berekening zie de Hartog et al, 2010.

<sup>b</sup>Totale dosis omvat andere tijdsperioden zonder verkeersdeelname

<sup>c</sup> RR is het relatieve risico op sterfte wanneer een korte dagelijkse autorit wordt vervangen door de fiets. Een RR boven 1 betekent dat er een verhoogd risico is.

### 3.3.2 Maatschappelijke gezondheidseffecten

Minder gebruik van de auto zal emissies van verontreinigende stoffen verminderen en daarmee de blootstelling van de bevolking verlagen. Met behulp van het CAR-model is een indicatieve berekening gedaan van de mogelijke invloed van ons scenario. Voor een typische drukke straat met een verkeersintensiteit van 10.000 voertuigen per dag, kan voor een reductie van de intensiteit met 12,5% een daling van 1,3 $\mu$ g/m<sup>3</sup> voor NO<sub>2</sub>, en 0,4 $\mu$ g/m<sup>3</sup> voor PM<sub>10</sub> worden berekend. Dit is de maximale afname aangezien de langere autoritten niet vervangen worden en de intensiteit dus minder zal afnemen. Zie verder sectie 4.3. Het relatief risico van lange termijn blootstelling aan NO<sub>2</sub> is per 10  $\mu$ g/m<sup>3</sup> 1,10 (Tonne et al. 2008). Dit betekent dat voor de circa 800000 -1600000 mensen die langs drukke wegen wonen in Nederland, sterftcijfers met een factor 1,012 kunnen dalen. Dit (gunstige) effect is in dezelfde orde van grootte als het hierboven beschreven (ongunstige) effect voor de individuen die overstappen van auto naar fiets.

### 3.3.3 Potentiele feedbackeffecten

De daling in verkeersintensiteit leidt ook tot een lagere blootstelling van de fietsers in de nieuwe situatie. De toch al kleine risico's gebaseerd op roet halveren bij een reductie van de verkeersintensiteit met 12,5% (bijv. van 1,006 naar 1,003). De schatting op basis van fijn stof daalt slechts met 3% maar die is minder specifiek voor verkeersemissies. Indien er ook rekening wordt gehouden met een keuze van een rustigere route door fietsers (zie sectie 7.1), kan de ingeademde hoeveelheid roet zelfs iets lager uitkomen tijdens fietsen. De berekende risico's zijn bij benadering lineair met de duur van verkeersdeelname, zie ook tabel 2. Feedbackmechanismen kunnen de berekende risico's dus beïnvloeden afhankelijk van de lokale setting.

## 4. Verkeersongelukken

Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO), zijn verkeersongelukken wereldwijd verantwoordelijk voor ongeveer 2% van de totale sterfte, de 11e doodsoorzaak (WHO, 2004). De sterfte tengevolge van verkeersongelukken verschilt aanzienlijk tussen landen, vervoersmiddel, gebied en individu. Binnen Europa is er ongeveer een factor 3,5 verschil tussen het land met de hoogste en laagste aantallen dodelijke ongelukken (<http://www.internationaltransportforum.org>).

### 4.1 Hoe veilig is fietsen t.o.v. autorijden voor een individu?

In tabel 3 staat het geschatte aantal verkeersdoden per leeftijdscategorie uitgedrukt per miljard gereden kilometer per fiets en per auto (bestuurder en passagier) in Nederland in het jaar 2008 (CBS, 2008). Deze gegevens suggereren dat per km er ongeveer 5,5 maal meer verkeersdoden bij het gebruik van de fiets optreden vergeleken met de auto, uitgedrukt per km. Indien rekening wordt gehouden met verschil in gemiddelde afgelegde afstand op basis van CBS cijfers per fiets (~2,5 km) en auto (~19 km) is het overall risico voor fietsers lager dan voor automobilisten.

Fietsen is riskanter voor alle leeftijdscategorieën, behalve voor jonge volwassenen (15 - 30 jaar; zie ook eerste artikel in dit nummer). De vergelijking in tabel 3 overschat vermoedelijk het verschil tussen fietsers en automobilisten voor de hier beschouwde korte ritten, omdat in de cijfers voor de auto ook de relatief veilige ritten op de snelweg zijn begrepen. In Europa vallen circa 8% van de verkeersdoden op de snelweg, terwijl 25% van de kilometers op de snelweg



wordt afgelegd (European Road Transport Safety, 2008). Het risico op een niet-fataal ongeluk is ook hoger voor fietsers, maar deze vergelijking wordt bemoeilijkt door onderrapportage van minder ernstige ongelukken.

Tabel 3. Verkeersdoden per leeftijdscategorie per miljard km per fiets en auto in Nederland<sup>a</sup> (CBS, 2008)

Leeftijds categorie	Fiets	Auto	Ratio
<15	4,9	0,6	8,6
15-20	5,4	7,4	0,7
20-30	4,2	4,6	0,9
30-40	3,9	2,0	2,0
40-50	6,6	1,0	6,9
50-60	9,6	1,2	7,9
60-70	18,6	1,6	11,7
70-80	117,6	7,6	15,4
>80	139,6	8,1	17,1
Totaal gemiddelde (alle leeftijden)	12,2	2,2	5,5
Totaal gemiddelde (20 - 70)	8,2	1,9	4,3

Noot: Indien rekening wordt gehouden met verschil in gemiddelde afgelegde afstand op basis van CBS cijfers per fiets (~2.5 km) en auto (~19 km) is het trip-gebaseerde risico voor fietsers lager dan voor automobilisten

#### 4.2 Hoe veilig is fietsen t.o.v. autorijden voor de samenleving?

Voor de samenleving dienen ook de risico's die automobilisten voor andere weggebruikers (fietsers, voetgangers) vormen in rekening te worden gebracht. Wanneer het risico voor andere weggebruikers wordt verdisconteerd, is het aantal fatale verkeersongelukken per miljoen autokilometers (exclusief de snelwegen) vrijwel gelijk aan dat voor fietskilometers: 20,8 versus 21,0 respectievelijk (European Commission, 1999). Voor mensen ouder dan 50 jaar is het risico betrokken te raken bij een ongeluk (als slachtoffer of veroorzaker) minder wanneer auto wordt gereden dan wanneer gefietst wordt (tabel 4). Voor de leeftijdscategorie 18- 49 jaar is het omgekeerde het geval.

Tabel 4. Sterftecijfers voor het betrokken zijn in een fataal verkeersongeluk per miljard kilometer in Nederland (European Commission, 1999).

Leeftijds categorie	Fiets	Auto
12-14	16,8	-
15-17	18,2	-
18-24	7,7	33,5
25-29	8,2	17,0
30-39	7,0	9,7
40-49	9,2	9,7
50-59	17,2	5,9
60-64	32,1	10,4
> 64	79,1	39,9
Total <sup>a</sup>	21,0	20,8

<sup>a</sup> De cijfers zijn inclusief het risico dat automobilisten veroorzaken voor andere weggebruikers (voetgangers, fietsers), dus zowel slachtoffer als oorzaak. Snelwegen zijn uitgesloten.

#### 4.3 Berekening van de invloed van vervanging autogebruik door fietsen op mortaliteit door ongelukken

Voor 18 - 64 jaar oude individuen, is het risico op een dodelijk verkeersongeluk per km afgelegde afstand ongeveer 4,3 keer hoger op de fiets dan in de auto (Tabel 3). Het aantal dodelijke verkeersongevallen is voor de leeftijdscategorie 20-70 jaar 8,2 per miljard km voor de fiets en 1,9 voor gebruikers van de auto (Tabel 3). Voor de door ons beschouwde populatie van 500000 personen, geldt in het aangenomen scenario dat er in een jaar 136785 miljard km korte ritten worden vervangen (7,5km/dag\*365 dagen/y\*500000). Vermenigvuldigd met de cijfers uit tabel 3, betekent dit 2,6 verkeersdoden minder met de auto (1,9\*1,36785) en 11,2 (8,2\*1,36785) doden meer met de fiets. In Nederland, is de jaarlijkse sterfte voor de leeftijdsgroep 18-64 jaar 235,1 per 100000 per jaar (CBS 2008) oftewel 1176 personen per 500000 per jaar. Dit betekent dat voor 18-64 jaar oude mensen, het relatief risico op sterfte verbonden aan een 7,5km/dag verandering van autogebruik naar de fiets berekend kan worden als:  $(1176 + (11,2-2,6) / 1176 = 1,007$ . Wanneer deze berekening leeftijdsspecifiek wordt gedaan, variëren de relatieve risico's van 0,996 to 1,010. Ondanks het aanzienlijke verschil in risico tussen fietsen en autogebruik, is uitgedrukt in totale sterfte het relatieve risico dus zeer klein. Dit is een gevolg van het lage absolute risico op een dodelijk verkeersongeval. Deze berekening is uitgevoerd om te kunnen vergelijken met de andere twee risicofactoren (luchtverontreiniging en fysieke activiteit), waarin de risico's ook uitgedrukt worden in totale sterfte.

De maatschappelijke invloed hangt grotendeels af van de vraag wie er overstapt van auto naar fiets. Als de gemiddelde bevolking overstapt, is de netto invloed vrijwel 0 (Tabel 4). Indien vooral jongere automobilisten overstappen, vermindert het totale aantal fatale verkeersongelukken. Indien vooral oudere automobilisten gaan fietsen, neemt het aantal fatale ongelukken toe.

In bovenstaande individuele analyse is geen rekening gehouden met het feit dat de daling van het aantal auto's tot een verminderd risico voor overige weggebruikers leidt. In een recent model voor fatale verkeersongelukken wordt aangenomen dat de kans op een fataal verkeersongeluk onder meer afhangt van het product van afgelegde kilometers van zowel de "victim" als de "threat" (Bhalla et al, 2007), in ons geval respectievelijk fiets en auto. In ons scenario is de maximale afname van de kans op een ongeval dus 12,5%, het percentage van vervangen korte autokilometers. De werkelijke afname zal lager zijn omdat lange autoritten niet vervangen worden. Het is niet eenvoudig om dit nader te kwantificeren voor fietsers relevante blootstelling. Het zou bijvoorbeeld niet correct zijn om het totaal aantal autokilometers te gebruiken aangezien die vooral op de snelweg worden afgelegd. Het effect is dus beperkt maar dit hangt direct samen met de aangenomen percentages overstappen.

## 5. Fysieke Activiteit

De WHO schat dat tussen de 60 en 80% van de wereldbevolking niet voldoet aan de aanbevelingen voor de minimale fysieke activiteit benodigd vanuit gezondheidsoogpunt (WHO 2007a). In Europa is circa 62,4 % van de volwassenen inactief, variërend van 43,3 % (Zweden) tot 87,7% (Portugal) (Varo et al. 2003). In Nederland is ongeveer 62% van de volwassen bevolking inactief is (Varo et al. 2003). Fysieke inactiviteit is volgens WHO schattingen wereldwijd verantwoordelijk voor 22% van hart- en vaatziekten (WHO 2007a). Er is voldoende bewijs voor een verband tussen fysieke activiteit en sterfte, hart- en vaatziekten, diabetes, overgewicht, (darm en borst) kanker, botontkalking en depressie (Bauman 2004; Warburton et al. 2006). Omdat slechts in een klein aantal studies naar gezondheidseffecten van fysieke activiteit van fietsen is gekeken, bespreken we ook kort reviews van fysieke activiteit meer in het algemeen.

### 5.1 *Fietsen en aanbevolen fysieke activiteit*

Recent heeft het American College of Sports Medicine en de American Heart Association een geupdate aanbeveling voor de benodigde fysieke activiteit gepubliceerd (Haskell et al. 2007). Ter bevordering van de gezondheid, dienen volwassenen (18-65 jaar) per dag minimaal 30 minuten matige inspanning te leveren gedurende tenminste 5 dagen per week of een grote inspanning gedurende 20 minuten per dag gedurende drie dagen per week. Voor jongeren, wordt 60 minuten matig tot grote inspanning per dag aanbevolen (Strong et al. 2005). Fysieke activiteit wordt veelal uitgedrukt in metabole equivalent (MET). Uitgedrukt in MET, is het vanuit gezondheidsoogpunt aanbevolen om minimaal tussen de 500 en 1000 MET•min•week 1 te besteden. Fietsen met een typische snelheid van 15 km•uur heeft een MET waarde van 4 en wordt gekarakteriseerd als een matig inspannende activiteit (Ainsworth et al. 2000). Een persoon die dagelijks 7,5 km fietst met een snelheid van 15 km/uur (0,5 uur) gedurende tenminste 5 dagen per week voldoet daarmee dus al aan de aanbevolen hoeveelheid lichamelijke activiteit: 4 MET x 30 minuten x 5 dagen= 600 MET•min•week 1.

## 5.2 *Schatting aan fysieke activiteit gerelateerde gezondheidseffecten van vervanging van autogebruik door fietsen*

Tabel 5 geeft een overzicht van de studies die we gebruikt hebben om een schatting te maken van de positieve gezondheidseffecten van de extra fysiek activiteit door de overstap van auto naar fiets. Er zijn drie cohortstudies waarin direct onderzocht is wat het effect van fietsen naar het werk is op sterftcijfers, rekening houdend met andere leefstijlfactoren van de deelnemers van de studie. In alle drie studies werd een beschermend effect gevonden, d.w.z. sterfte in de groep die naar het werk fietste was lager dan in de groep die niet naar het werk fietste, resulterend in een relatief risico lager dan 1. In twee van de studies (Andersen et al. 2000; Matthews et al. 2007) is ook gecorrigeerd voor lichamelijke activiteit in de vrije tijd, om uit te sluiten dat het beschermend effect van fietsen in feite te wijten is aan een algemeen actiever groep. In de studies werd ook gevonden dat het beschermend effect toenam met de mate van lichamelijke activiteit. Het is dus niet eenvoudig een kwestie van wel of niet lichamelijk actief zijn. In de studie in Kopenhagen was het relatief risico 0,68, 0,61 en 0,53 voor groepen met toenemende lichamelijke activiteit ten opzichte van de groep die niet lichamelijk actief was (Andersen et al. 2000). In de Shanghai Women's Health study werden relatief risico's gevonden van 0,79 voor de groep die 0,1-3,4 metabolic equivalent uren per dag fietste en 0,66 voor de groep die meer dan 3,4 metabolic equivalent uren per dag fietste, vergeleken met de groep die niet fietste. Deze bevindingen zijn in overeenstemming met de evaluatie van een expert panel waarin gesteld werd dat de relatie tussen fysieke activiteit met sterfte en hart- en vaatziekte bij benadering monotoon is (Kesaniemi et al. 2001). Zowel actieve als niet-actieve mensen profiteren dus waarschijnlijk van de extra lichamelijke activiteit van fietsen, hoewel de mate waarin kan variëren.

Review artikelen waarin lichamelijke activiteit in het algemeen is geëvalueerd laten ook een beschermend effect op sterfte zien (Tabel 5). Het voldoen aan de eerder genoemde aanbeveling voor lichamelijk activiteit leidt tot beduidend lagere sterfte: een gemiddeld relatief risico van 0,7. Uit de tabel blijkt ook dat er aanzienlijke spreiding is in de grootte van het beschermend effect, vermoedelijk een gevolg van verschillen in onderzochte populaties, definitie van lichamelijke activiteit en andere factoren. In onze berekeningen hebben we gerekend met een centrale schatting van het relatief risico van 0,7 en een spreiding van 0,5 tot 0,9.

Tabel 5. Invloed van fysieke activiteit op sterfte in reviews en cohort studies waarin specifiek naar fietsen is gekeken

Referentie	Definitie van fysieke activiteit	Relatief risico	Opmerkingen
(Andersen et al. 2000)	Fietsen naar werk, 3 uur per week	0,55-0,72	Deens cohort. Gecorrigeerd voor fysieke activiteit in de vrije tijd.
(Hu et al. 2004)	Fietsen en wandelen naar werk	0,71-0,79	Finse cohort studie onder mensen met type 2 diabetes.
(Matthews et al. 2007)	Fietsen naar werk, uitgedrukt in MET/week	0,66 – 0,79	Cohort van Chinese vrouwen in Shanghai. Gecorrigeerd voor fysieke activiteit op andere momenten
(Lee and Skerrett 2001)	Voldoen aan aanbeveling voor fysieke activiteit (1000 kcal/week)	0,70 – 0,80	Review
(Kesaniemi et al. 2001)	Activiteit van minstens 1000 kcal/week	0,70	Review
(Bauman 2004)	Voldoen aan aanbeveling voor fysieke activiteit	0,70	Review
(Bucksch and Schlicht 2006)	Verschillende nivo's fysieke activiteit	0,70- 0,87 (matige) 0,46- 0,92 (sterke)	Review.
(Warburton et al. 2006)	Voldoen aan aanbeveling voor fysieke activiteit	0,65 – 0,80	Review.
(Vogel et al. 2009)	Verschillende nivo's fysieke activiteit	0,50-0,77	Review

Het relatief risico beschrijft het risico op sterfte van lichamenlijk actieve personen met niet-lichamelijk actieve mensen. RR beneden 1 betekent een beschermend effect (lager risico bij lichamenlijk actieven)

## 6. Vergelijking van verlies of winst in levensjaren

In de drie voorgaande secties is voor de drie risicofactoren op basis van de internationale literatuur een schatting gemaakt van het (potentiële) risico op sterfte van de overstap van de auto naar de fiets voor korte ritten (totaal 7,5 of 15 km per dag). Het beschermende effect van lichamenlijke activiteit (relatief risico 0,5 – 0,9) is aanzienlijk sterker dan het mogelijk negatieve effect van extra ingeademde luchtverontreiniging (relatief risico 1,001 – 1,053) en verkeersongelukken (relatief risico 0,993 – 1,020). Om dit meer sprekend uit te drukken zijn met de relatief risico's van deze risicofactoren uitgerekend wat het effect op levensverwachting is. De verwachte gemiddelde toename in levensverwachting bedraagt 3 tot 14 maanden voor lichamenlijke activiteit tabel 6). De verwachte gemiddelde afname in levensverwachting

tengevolge van luchtverontreiniging (0,8 - 40 dagen) en verkeersongelukken (5 - 9 dagen) is aanzienlijke kleiner. Gemiddeld zijn de voordelen van lichamelijke activiteit 9 keer groter dan de nadelen ( $337896 / (28135 + 9639)$ ). Ook wanneer de ondergrens voor het positieve effect van lichamelijke activiteit en de bovengrens van het negatieve effect van luchtverontreiniging en ongelukken wordt gebruikt, is de winst in levensjaren nog 2 keer groter dan het mogelijke verlies. Door vermindering van het autoverkeer (feedback) zijn de risico's tengevolge van ingeademde luchtverontreiniging en verkeersongelukken voor de fietser feitelijk nog wat lager.

Tabel 6. Samenvattende tabel van de mogelijke invloed van vervangen van korte autoritten door de fiets op sterfte van de overstappers

Factor	Relatief risico	Winst in levensjaren bij 500000 personen <sup>a</sup>	Winst in levensverwachting per persoon <sup>a</sup>
Luchtverontreiniging	1,001 - 1,053	- 1106 tot -55163 (-28135)	-0,8 tot -40 dagen (-21 dagen)
Verkeersongelukken	0,996 to 1,010 <sup>b</sup>	- 6422 tot - 12856	-5 tot-9 dagen
	0,993 to 1,020 <sup>b</sup>	(-9639)	(-7 dagen)
Fysieke activiteit	0,500 - 0,900	564764 tot 111027 (337896)	14 tot 3 maanden (8 maanden)

<sup>a</sup> voor de 500000 personen 18 - 64 jaar die de overstap van auto naar fiets gemaakt hebben. Een minteken betekent een verlies van levensverwachting. Tussen haakjes het gemiddelde effect.

<sup>b</sup> Range is leeftijdsspecifieke cijfers, 0,996- 1,010 is voor 7,5 km; 0,993 - 1,020 voor 15 km

## 7. Conclusie en discussie

We hebben een kwantitatieve vergelijking gemaakt van de mogelijke gezondheidseffecten van het gebruik van de fiets ten opzichte van de auto voor korte ritten. Concentraties luchtverontreiniging zijn op de fiets gemiddeld iets lager dan in de auto. Fietsen leidt echter tot een hogere lichamelijke activiteit en daarmee tot inademing van een hogere dosis luchtverontreinigende stoffen dan in de auto. Voor een individu is het risico op een fataal verkeersongeluk op de fiets per kilometer groter dan in de auto. Lichamelijke activiteit van fietsen leidt tot vermindering van ziekte en sterfte, onder andere van het hart- en vaatstelsel. Voor de individuen die van de auto op de fiets stappen, is gemiddeld de winst in levensverwachting door lichamelijke activiteit negen keer groter dan het mogelijke verlies door luchtverontreiniging en verkeersongelukken. Door vermindering van het autoverkeer zijn de risico's voor het individu tengevolge van ingeademde luchtverontreiniging en verkeersongelukken voor de fietser feitelijk nog wat lager. Voor de samenleving als geheel, is de balans nog gunstiger, vanwege verminderde emissies van luchtverontreinigende stoffen en daarmee blootstelling van de algemene bevolking.

De risico's voor drie verschillende factoren in eenzelfde eenheid te krijgen zodat ze vergeleken kunnen worden is de voornaamste bijdrage van dit artikel. Dit vergde met name voor luchtverontreiniging methodeontwikkeling. Ook het toevoegen van de individuele analyse aan de analyse voor de samenleving als geheel is nieuw.

### 7.1 *Aannamen en beperkingen*

Om de risico's te kunnen vergelijken zijn een groot aantal aannames gedaan, waarvan de invloed op onze conclusies hieronder besproken zal worden. Het verschil in de winst in gezondheid ten opzichte van het mogelijke verlies is echter zo groot, dat er zeer extreme afwijkingen van onze aannames nodig zijn om de algemene conclusie te veranderen. We willen niet pretenderen dat dit verschil precies een factor negen is. Dit is de uitkomst van een gemiddelde berekening. De werkelijke ratio zal afhangen van een groot aantal factoren, zoals bijvoorbeeld de populatie die overstapt (actieve versus minder actieve mensen), routekeuze en mogelijk compenserende maatregelen om de risico's te beperken. Voor een discussie over de generaliseerbaarheid van de conclusies naar andere landen dan Nederland verwijzen we naar het eerder verschenen artikel (De Hartog et al. 2010). Ook een ingezonden brief op het Engelstalige artikel en onze reactie daarop is instructief om een beeld te krijgen van welke punten nog in discussie zijn (IntPanis et al., 2011).

Er is veel onderzoek dat laat zien dat verhoogde lange termijn gemiddelde en daggemiddelde concentraties luchtverontreiniging leiden tot verhoogde sterfte aan vooral ziekten van de luchtwegen en hart- en vaatziekten (Brunekreef en Holgate 2002). Er is geen onderzoek dat de kortdurende hoge blootstellingen in het verkeer aan sterfte heeft gekoppeld, er zijn wel aanwijzingen dat deze blootstelling leidt tot minder ernstige fysiologische veranderingen, die mogelijk bij gevoelige groepen tot meer ernstige effecten kunnen leiden. Effecten in het verkeer zijn daarom benaderd op basis van studies naar lange termijn blootstelling en de bijdrage van de verkeersblootstelling aan de totale blootstelling. Het is niet erg waarschijnlijk dat de risico's onderschat zijn via deze berekeningen. De gebruikte relatieve risico's zouden wel te hoog kunnen zijn als de groep mensen die vanuit de auto op de fiets stappen een relatief gezonde populatie is en de gevonden risico's in de epidemiologische studies naar luchtverontreiniging vooral berusten op mensen met bestaande ziekte (Int Panis et al., 2011). Hoewel dit mogelijk is, is er ook aanzienlijke evidentie dat luchtverontreiniging bijdraagt aan het ontstaan van ziekte bij gezonde mensen.

Het werkelijke risico's voor fietsers t.o.v. automobilisten zou ook kleiner kunnen zijn als rekening gehouden wordt met het feit dat fietsers in een stad eenvoudiger een route kunnen kiezen langs rustige wegen dan automobilisten. Diverse studies hebben een substantieel lagere blootstelling van fietsers langs rustige wegen laten zien (Adams et al. 2001; Hertel et al. 2008; Strak et al. 2010; Zuurbier et al. 2010). In een studie in Utrecht was de blootstelling van fietsers aan ultrafijn stof 59% hoger wanneer een drukke route van het centrum van de stad naar de Uithof werd gereden, vergeleken met een rustige route. Ook in de grote studie in Arnhem, was de blootstelling van fietsers aan ultrafijn stof en roetdeeltjes langs een drukke verkeersroute ongeveer 30% hoger dan langs de rustige route, ondanks het feit dat de gekozen rustige route toch regelmatig als sluiproute werd gebruikt (Zuurbier et al. 2010). Onderzoek van de Fietsersbond heeft de piekbelasting van passerende motorvoertuigen laten zien (Borgman, 2009). Ruimtelijke planning

waarin fietspaden zoveel mogelijk gescheiden worden van drukke autowegen zou de blootstelling aanzienlijk kunnen verminderen (Thai et al. 2008).

Het relatief risico voor fatale verkeersongelukken voor fietsers t.o.v. automobilisten zou lager kunnen zijn indien rekening gehouden wordt met het 'safety in numbers effect'. Hoe meer kilometers er met de fiets worden afgelegd, hoe minder verkeersongelukken plaatsvinden onder fietsers, mogelijk doordat automobilisten meer rekening houden met fietsers (Jacobsen 2003). Het is ook mogelijk dat dit effect veroorzaakt wordt door een hogere dichtheid van relatief veilige vrije fietspaden in gebieden met veel fietsgebruik. Het is overigens de vraag of dit ook voor de Nederlandse situatie met al hoge fietsdichtheden geldt, bijvoorbeeld in de grote steden. De WHO benadrukte het belang van flankerende maatregelen bij stimulering van actief transport (WHO 2007b). De door ons gebruikte relatieve risico's zouden een onderschatting kunnen zijn als de minder ervaren fietsers in het verkeer een hoger risico lopen dan de groep waarop de gebruikte statistieken betrekking hebben.

Onze analyse is gebaseerd op eenzelfde route. Echter, zelfs als vertrekpunt en bestemming hetzelfde zijn nemen automobilisten en fietsers vaak een andere route (Witlox 2007). Dezelfde korte trip kan per auto 20 - 50 % langer zijn dan per fiets, vooral in een stedelijke omgeving. Onze berekeningen zijn per km uitgevoerd, een berekening per trip zou een lager relatief risico voor de vergelijking fietser / auto opleveren. Tenslotte hebben we geen rekening gehouden met het concept van 'constant travel time budgets' (Van Wee et al., 2006): een verandering van reistijd zal vaak leiden tot een verandering in bestemming. Met de fiets, zal vaker de dichtstbijzijnde winkel bezocht worden in plaats van een verder gelegen winkel met meer keus. Ook deze factor zou tot een lager relatief risico voor fietsen leiden.

De evidentie voor een beschermend effect van lichamelijke activiteit is sterk en consistent voor verschillende vormen van activiteit, inclusief fietsen naar het werk. Een belangrijke aanname in deze studie is dat de vergelijking tussen mensen met een lage en een hoge lichamelijke activiteit gebruikt kan worden om een verandering in lichamelijke activiteit te schatten. Diverse studies hebben laten zien dat verandering van fysieke activiteit tot vermindering van het risico op sterfte leidt, waarbij de grootste winst gewoonlijk geboekt wordt bij de minst actieve personen (Baumann 2004, Blair et al. 1995, Warburton et al. 2006; Erikssen (1998). Indien vooral actieve personen zouden overstappen op fietsen, zou de winst in levensverwachting geringer zijn dan onze gemiddelde berekening. Daarom is ook gerekend met een RR van 0,90 als bovengrens. Gebruik van deze waarde leidt tot vier keer hogere winst in levensverwachting dan verlies bij overstappen op de fiets.

Een toename in fietsen leidt niet noodzakelijk tot een toename in totale lichamelijke activiteit, namelijk als er een reductie in een ander domein, zoals bijvoorbeeld sporten plaatsvindt (Thomson et al. 2008; Forsyth et al. 2008). De empirische evidentie voor zo'n substitutie-effect is zwak en toegenomen fitheid zou ook tot meer activiteit kunnen leiden. Pas als er voor 89% van de bevolking die gaat fietsen geen toename in totale lichamelijke activiteit is, worden de voor- en nadelen van fietsen aan elkaar gelijk. Dit lijkt onwaarschijnlijk.

In de twee observationele studies naar fietsen naar het werk wordt in feite al het netto-effect op sterfte gerapporteerd, dat wil zeggen het mogelijke nadelige effect van luchtverontreiniging en ongelukken zit al in de cijfers. Dit geldt niet voor alle studies in tabel 5. Het nut van het



gescheiden evalueren van risico's is dat dit toepassing in verschillende settings mogelijk maakt, met verschillen in gehalte luchtverontreiniging en kans op ongelukken.

De uitkomst van een groter effect van fysieke activiteit in de gezondheidsvoordelen van fietsen vergeleken met luchtverontreiniging en ongelukken werd ook gevonden in een studie van het RIVM, waarin voor luchtverontreiniging naar blootstellingen op het woonadres is gekeken en niet naar commuters (van Kempen e.a. 2010). Ook in een internationale studie naar actief transport (fietsen en lopen) werd een belangrijke bijdrage gevonden van fysieke activiteit (Woodcock, 2009). In deze studies is behalve naar sterfte ook naar ziektelast gekeken.

Onze berekeningen zijn gebaseerd op een gemiddelde duur en niet op een meer realistische verdeling binnen de populatie. Voor de gemiddelde evaluatie heeft dit geen consequentie omdat voor luchtverontreiniging een extra analyse liet zien dat het risico berekend met een vaste duur gelijk is aan een berekening met hetzelfde gemiddelde maar met een normale verdeling rond dat gemiddelde. Voor verkeersongelukken geldt hetzelfde want het risico is recht evenredig met het aantal afgelegde kilometers. Voor fysieke activiteit is dat wat lastiger te evalueren omdat de relatie met mate van activiteit mogelijk niet lineair is.

## 7.2 *Suggesties voor beleid*

Hoewel we berekend hebben dat de gezondheidsvoordelen van fietsen de nadelen aanzienlijk overtreffen, moet dit niet gezien worden als een pleidooi om de aspecten verkeersveiligheid en blootstelling aan luchtverontreiniging te negeren. In een recente studie in België gebaseerd op door vrijwilligers gerapporteerde ongelukken bleek een zeer aanzienlijke fractie niet-fatale ongelukken op te zijn getreden bij fietsers (Aertsens, 2010). Deze ongelukken komen vaak slecht in de officiële statistieken naar voren. Gebaseerd op onderzoek zijn in Nederland aanbevelingen gedaan om risico's voor fietsers te beperken (Zuurbier et al. 2011; Borgmans, 2010). Daarbij komen vooral het plannen van fietspaden langs minder drukke wegen en het informeren van de bevolking over rustige, minder belaste routes naar voren.

In Nederland is fietsbeleid onderdeel van het verkeer- en vervoersbeleid. Beleidsmatig worden de voor- en nadelen van fietsen dan ook vrijwel uitsluitend gezocht binnen dat domein. Zo wordt fietsbeleid bijvoorbeeld ingezet om de bereikbaarheid te verbeteren, om de congestie te verminderen (door de aanleg van fietssnelwegen), om het voortransport te verbeteren (door de aanleg van fietsstallingen bij treinstations), om het natransport te verbeteren (door het stimuleren van het gebruik van de OV-fiets). Ook wordt fietsbeleid wel gezien als middel om een verandering in de vervoerwijze keuze te bereiken om zo de negatieve milieugevolgen van autoverkeer te beperken. Dit onderzoek laat zien dat fietsbeleid ook op andere terreinen, zoals volksgezondheid, van belang is. Voor het beleid kan dit betekenis hebben doordat het stimuleren van fietsgebruik daardoor ook verbonden kan worden met zaken die buiten het traditionele verkeer- en vervoersbeleid liggen, wat nieuwe kansen voor het fietsbeleid kan bieden.

## 7.3 *Slot conclusie*

Gemiddeld waren de geschatte voordelen voor de gezondheid van fietsen ten opzichte van autorijden veel groter dan de mogelijke nadelen voor de individuen die de overstap van auto naar fiets maken. Voor de samenleving als geheel zijn de voordelen nog groter, vanwege daling van luchtverontreiniging emissies en vermindering van verkeersongelukken. Beleid dat fietsen

stimuleert heeft zeer waarschijnlijk een positief effect op de volksgezondheid, vooral als dat beleid gepaard gaat met geschikt flankerend beleid om verkeersveiligheid en lagere blootstelling aan luchtverontreiniging van fietsers te bevorderen.

## Referenties

- Adams, H.S., Nieuwenhuijsen, M.J., Colvile, R.N., McMullen, M.A.S. and Khandelwal, P. (2001). Fine particle (PM<sub>2.5</sub>) personal exposure levels in transport microenvironments, London, UK. *Sci Total Environ*, 279, 29-44.
- Aertsens, J., Geus, B. de, Vandenbulcke, G., Degraeuwe, B., Broekx, S., Nocker, I. de, Liekens, I., Mayeres, I., Meeusen, R., Thomas, I., Torfs, R., Willems, H., Int Panis, L. (2010). Commuting by bike in Belgium, the costs of minor accidents. *Acc Anal Prev*, 42, 2149-57.
- Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Whitt, M.C., Irwin, M.L., Swartz, A.M., Strath, S.J. et al. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*, 32, S498-504.
- Andersen, L.B., Schnohr, P., Schroll, M. and Hein, H.O. (2000). All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med*, 160, 1621-1628.
- Bauman, AE. (2004). Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000-2003. *J Sci Med Sport*, 7, 6-19.
- Beckx, C., Arentze, T., Int Panis, L., Janssens, D., Vankerkom, J. and Wets, G. (2009a). An integrated activity-based modelling framework to assess vehicle emissions: approach and application. *Environ and Plan B*, 36, 1086-1102.
- Beckx, C., IntPanis, L., Arentze, T., Janssens, D. and Wets, G. (2009b). Disaggregation of nationwide dynamic population exposure estimates in the Netherlands: applications of activity-based transport models. *Atmos Environ*, 43, 5454-5462.
- Beelen, R., Hoek, G., Brandt, P.A. van den, Goldbohm, R.A., Fischer, P., Schouten, L.J. et al. (2008). Long-term effects of traffic-related air pollution on mortality in a Dutch cohort (NLCS-AIR study). *Environ Health Perspect*, 116, 196-202.
- Bhalla, K., Ezzati M., Mahal A., Salomon J., Reich, M. (2007). A risk-based method for modeling traffic fatalities. *Risk Anal.*, 27, 125-36.
- Blair, S.N., Kohl, H.W. 3rd, Barlow, C.E., Paffenbarger, R.S. Jr., Gibbons L.W. and Macera, C.A. (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*, 273, 1093-1098.
- Boogaard, H., Borgman, F., Kamminga, J., Hoek, G. (2009). Exposure to ultrafine and fine particles and noise during cycling and driving in 11 Dutch cities. *Atmos Environ*, 43, 4234 -4242.
- Borgman, F., Kamminga, J., Boogaard, H., Hoek, G. (2009). Onderzoek naar blootstelling fietsers: nieuwe inzichten vragen nieuw beleid. *Tijdschrift Lucht*, 3, 23-29.
- Briggs, D.J., Hoogh, K. de, Morris, C., Gulliver, J. (2008). Effects of travel mode on exposures to particulate air pollution. *Environ Int*, 34, 12-22.

- Brunekreef, B. and Holgate, S.T. (2002). Air pollution and health. *Lancet*, 360, 1233-1242.
- Bucksch, J. and Schlicht, W. (2006). Health-enhancing physical activity and the prevention of chronic diseases--an epidemiological review. *SozPraventivmed*, 51, 281-301.
- CBS (Statistics Netherlands). (2008). *Traffic and transport*. Online document at URL <http://www.cbs.nl/en-GB/menu/themas/verkeer-vervoer/cijfers/default.htm> [accessed 1 October 2009]
- Commission of the European Communities. (2005). *Green paper. Promoting healthy diets and physical activity: a European dimension for the prevention of overweight, obesity and chronic diseases, Brussels, Belgium*. Online document at URL [http://ec.europa.eu/health/ph\\_determinants/life\\_style/nutrition/documents/nutrition\\_gp\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_determinants/life_style/nutrition/documents/nutrition_gp_en.pdf) [accessed 1 October 2009]
- Erikssen, G, Liestol, K., Bjornholt, J., Thaulow, E., Sandvik, L., and Erikssen, J. (1998). Changes in physical fitness and changes in mortality. *Lancet*, 352, 759-762.
- European Commission. (1999). *Cycling: the way ahead for towns and cities, Brussels, Belgium*. Online document at URL [http://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling_en.pdf) [accessed 1 October 2009]
- European Road Transport Safety. (2008). *European Transport Safety Council (ETSC)*. Online document at URL <http://www.etsc.eu/home.php> [accessed June 1 2010]
- Forsyth, A., Hearst, M., Oakes, J.M., Schmitz, K.H. (2008). Design and destinations: Factors influencing walking and total physical activity. *Urban Studies*, 45, 1973-1996.
- Hartog, J.J. de, Boogaard, H., Nijland, H., Hoek, G. (2010). Do the health benefits of cycling outweigh the risks? *Environ Health Perspect.*, 118, 1109-16.
- Haskell, W.L., Lee, I.M., Pate, R.R., Powell, K.E., Blair, S.N., Franklin, B.A. et al. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, 39, 1423-1434.
- Hertel, O., Hvidberg, M., Ketzel, M., Storm, L. and Stausgaard, L. (2008). A proper choice of route significantly reduces air pollution exposure--a study on bicycle and bus trips in urban streets. *Sci Total Environ*, 389, 58-70.
- Institute of Medicine (IOM). (2007). *Adequacy of evidence for physical activity guidelines development: workshop summary. United States National Academy guidelines development*. the National Academies Press, Washington DC.
- Int Panis, L., Geus, B. de, Vandenbulcke, G., Willems, H., Degraeuwe, B., Bleux, N., Mishra, V., Thomas, I., Meeusen, R. (2010). Exposure to particulate matter in traffic: A comparison of cyclists and car passengers. *Atmos Environ*, 44 (19), 2263-70.
- Jacobs, L., Nawrot, T.S., Geus, B. de, Meeusen, R., Degraeuwe, B., Bernard, A., Sughis, M., Nemery, B., Int Panis, L. (2010). Subclinical responses in healthy cyclists briefly exposed to traffic-related air pollution: An intervention study. *Environmental Health*, 64.
- Jacobsen, P.L. (2003). Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Inj Prev*, 9, 205-209.

- Kaur, S., Nieuwenhuijsen M.J. and Colvile, R.N. (2007). Fine particulate matter and carbon monoxide exposure concentrations in urban street transport microenvironments. *Atmos Environ*, 41, 4781-4810.
- Kempen, E. van e.a. (2010). *Exchanging car trips in the Netherlands by cycling. A first estimation of the health benefits. RIVM report 630053001/2010*. Bilthoven: RIVM.
- Kesaniemi, Y.K., Danforth, E. Jr., Jensen, M.D., Kopelman, P.G., Lefebvre P. and Reeder, B.A. (2001). Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc*, 33, S351-358.
- Lee, I.M. and Skerrett, P.J. (2001). Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation? *Med Sci Sports Exerc*, 33, S459-71; discussion S493-494.
- Lorenc, T., Brunton, G., Oliver, S., Oliver, K, and Oakley, A. (2008). Attitudes to walking and cycling among children, young people and parents: a systematic review. *J Epidemiol Community Health*, 62, 852-857.
- Matthews, C.E., Jurj, A.L., Shu, X.O., Li, H.L., Yang, G., Li, Q. et al. (2007). Influence of exercise, walking, cycling, and overall nonexercise physical activity on mortality in Chinese women. *Am J Epidemiol*, 165, 1343-1350.
- McCreanor, J., Cullinan, P., Nieuwenhuijsen, M.J., Stewart-Evans, J., Malliarou, E., Jarup, L. et al. (2007). Respiratory effects of exposure to diesel traffic in persons with asthma. *N Engl J Med*, 357, 2348-2358.
- Miller, B.G. and Hurley, J.F. (2003). Life table methods for quantitative impact assessments in chronic mortality. *J Epidemiol Community Health*, 57, 200-206.
- Mobiliteitsonderzoek Nederland. (2007). *Tabellenboek (in Dutch)*. Online document at URL [www.rws.nl/dvs/Images/Tabellenboek%20MON%202007%20v1.0\\_tcm178-177711.pdf](http://www.rws.nl/dvs/Images/Tabellenboek%20MON%202007%20v1.0_tcm178-177711.pdf) [accessed 1 March 2010]
- Nazelle, A. de, Nieuwenhuijsen, M.J., Antó, J.M., Brauer, M., Briggs, D., Braun-Fahrlander, C., Cavill, N, Cooper, A.R., Desqueyroux, H., Fruin, S., Hoek, G., Panis, L.I., Janssen, N., Jerrett, M., Joffe, M., Andersen, Z.J., Kempen, E. van, Kingham, S., Kubesch, N., Leyden, K.M., Marshall, J.D., Matamala, J., Mellios, G., Mendez, M., Nassif, H., Ogilvie, D., Peiró, R., Pérez, K., Rabl, A., Ragettli, M., Rodríguez, D., Rojas, D., Ruiz, P., Sallis, J.F., Terwoert, J., Toussaint, J.F., Tuomisto, J., Zuurbier, M., Lebreton, E. (2011). Improving health through policies that promote active travel: A review of evidence to support integrated health impact assessment. *Environ Int.*, 37, 766-777.
- Ogilvie, D., Egan, M., Hamilton, V., and Petticrew, M. (2004). Promoting walking and cycling as an alternative to using cars: systematic review. *Br Med J*, 329, 763-766.
- Peters, A., Klot, S. von, Heier, M. Trentinaglia, I, Hormann, A, Wichmann, H.E. et al. (2004). Exposure to traffic and the onset of myocardial infarction. *N Engl J Med*, 351, 1721-1730.
- Pope, C.A. 3rd, Burnett, R.T., Thun, M.J., Calle, E.E., Krewski, D., Ito, K. et al. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA*, 287, 1132-1141.

- Riediker, M., Cascio, W.E., Griggs, T.R., Herbst, M.C., Bromberg, P.A., Neas, L., William, R.W., Devlin, R.B. (2004). Particulate matter exposure in cars is associated with cardiovascular effects in healthy young men. *Am J Respir Crit Care Med*, 169, 934-940.
- Strak, M., Boogaard, H., Meliefste, K., Oldenwening, M., Zuurbier, M., Brunekreef, B. et al. (2010). Respiratory health effects of ultrafine and fine particle exposure in cyclists. *Occup Environ Med*, 67, 118-124
- Strong, W.B., Malina, R.M., Blimkie, C.J., Daniels, S.R., Dishman, R.K., Gutin, B. et al. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*, 146, 732-737.
- Thai, A., McKendry I., and Brauer, M. (2008). Particulate matter exposure along designated bicycle routes in Vancouver, British Columbia. *Sci Total Environ*, 405, 26-35.
- Thomson, H., Jepson, R., Hurley, F., and Douglas, M. (2008). Assessing the unintended health impacts of road transport policies and interventions: translating research evidence for use in policy and practice. *BMC Public Health*, 8, 339.
- Tofler, G.H., Muller, J.E. (2006). Triggering of acute cardiovascular disease and potential preventive strategies. *Circulation*, 114, 1863-72.
- Tonne, C., Beevers, S., Armstrong, B., Kelly, F., Wilkinson, P. (2008). Air pollution and mortality benefits of the London Congestion Charge: spatial and socioeconomic inequalities. *Occup Environ Med*, 65, 620-627.
- Varo, J.J., Martinez-Gonzalez, M.A., De Irala-Estevez, J., Kearney, J., Gibney, M. and Martinez, J.A. (2003). Distribution and determinants of sedentary lifestyles in the European Union. *Int J Epidemiol*, 32, 138-146.
- Warburton, D.E., Nicol, C.W. and Bredin, S.S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*, 174, 801-809.
- Wee, B. van, Rietveld, P., Meurs, H. (2006). Is average daily travel time expenditure constant? In search of explanations for an increase in average travel time. *J Transport Geogr*, 14, 109-122.
- WHO (World Health Organisation). (2004). *World Health Report on Road traffic Injury Prevention*. World Health Organization, Geneva. Switzerland.
- WHO (World Health Organisation). (2006). *WHO air quality guidelines. Global update 2005*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- WHO (World Health Organisation). (2007a). *Increasing physical activity reduces risk of heart disease and diabetes*. World Health Organization, Geneva. Switzerland.
- WHO (World Health Organisation). (2007b). *Economic assessment of transport infrastructure and policies. Methodological guidance on the economic appraisal of health effects related to walking and cycling*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Wijnen, J.H. van, Verhoeff, A.P., Jans, H.W., and Bruggen, M. van (1995). The exposure of cyclists, car drivers and pedestrians to traffic-related air pollutants. *Int Arch Occup Environ Health*, 67, 187-193.
- Witlox, F. (2007). Evaluating the reliability of reported distance data in urban travel behaviour analysis. *J Transport Geogr*, 15, 172-183.

Woodcock, M., Edwards, P., Tonne, C., Armstrong, B.G., Ashiru, O., Banister, D., Beevers, S., Chalabi, Z., Chowdhury, Z., Cohen, A. et al. (2009). Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: Urban land transport. *The Lancet*, 374(9705), 1930-43.

Zuurbier, M., Hoek, G., Oldenwening, M., Lenters, V., Meliefste, K., Hazel P. van den, Brunekreef, B. (2010). Commuters' exposure to particulate matter air pollution is affected by mode of transport, fuel type and route. 2010. *Environ Health Perspect*, 118, 783-789.

Zuurbier, M., Hoek, G., Hazel, P. van den, Brunekreef, B. (2009). Minute ventilation of cyclists, car and bus passengers: an experimental study. *Environ Health*, 8, 48.

Zuurbier, M., Hoek, G., Hazel, P. van den., Brunekreef, B. (2011). Hoe verlaag je de blootstelling aan luchtverontreiniging in het verkeer? *Tijdschrift Lucht*, 2, 30-33.