

**Substantiële veranderingen en hun effecten op mobiliteit:  
een typologie en een overzicht van de literatuur**

Sander van Cranenburgh  
Technische Universiteit Delft  
S.vanCranenburgh@tudelft.nl

Caspar G. Chorus  
Technische Universiteit Delft  
C.G.Chorus@tudelft.nl

Bert van Wee  
Technische Universiteit Delft  
G.P.vanWee@tudelft.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk  
21 en 22 november 2013, Rotterdam**

### **Samenvatting**

Gedurende de afgelopen 40 jaar zijn mobiliteitspatronen meerdere malen blijvend veranderd als gevolg van een aantal 'substantiële veranderingen'. Voorbeelden van dergelijke substantiële veranderingen zijn de snelle opkomst van betaalbare vliegreizen, de oliecrises, en ICT-ontwikkelingen. Zodoende lijkt het voor de meeste onderzoekers en beleidsmakers in transport dan ook meer dan waarschijnlijk dat in de komende 40 jaar ook een aantal substantiële veranderingen zich voor zullen doen – waarvan sommige misschien zelfs wel met grotere effecten op mobiliteit zullen hebben dan de hierboven beschreven veranderingen. Echter, de literatuur over substantiële veranderingen en hun impact op de mobiliteit is moeilijk toegankelijk. Ten eerste omdat het verspreid is over verschillende onderzoeksvelden. Ten tweede omdat een eenduidig terminologie van substantiële veranderingen ontbreekt. Als gevolg ontbreekt een overzicht van de literatuur over substantiële veranderingen en van hun bevindingen, en worden discussies over de effecten op de toekomstige mobiliteit van potentiële toekomstige substantiële veranderingen belemmerd. Om deze belemmeringen te overkomen 1) stelt dit artikel een typologie van substantiële veranderingen voor, en 2) verbindt en bespreekt dit artikel de wetenschappelijke literatuur gericht op het identificeren van de effecten van substantiële veranderingen op mobiliteitspatronen.

*Dit artikel is een Nederlandse versie van een recentelijk verschenen artikel in  
Transport reviews, geschreven voor CVS 2013.*

## 1. Introductie

Lange termijn transportbeleid is veelal gebaseerd op de zogenaamde business-as-usual scenario's. Deze scenario's kenmerken zich in het algemeen door het doortrekken van de huidige trends. Echter, de geschiedenis heeft overtuigend aangetoond dat verwachtingen over mobiliteit vaak moeten worden bijgesteld (Prideaux et al. 2003). Daarom wordt steeds vaker erkend dat business-as-usual scenario's voor de lange termijn zeer onnauwkeurig kunnen zijn (Annema en Jong 2011). Gedurende de afgelopen decennia hebben verschillende niet-triviale afwijkingen van deze trends zich voorgedaan. Deze afwijkingen zijn veroorzaakt door onconventionele veranderingen – of *substantiële veranderingen* – zoals wij in dit artikel naar hen refereren. Voorbeelden van dergelijke substantiële veranderingen zijn de liberalisering van de luchtvaart markten na WOII, de oliecrises en ICT-ontwikkelingen. In deze context lijkt het onwaarschijnlijk dat de komende 40 jaar enkel een voortzetting van de huidige trends zal zien; vrij van dergelijke substantiële veranderingen en de daaruit voortvloeiende blijvende veranderingen van mobiliteitspatronen. Temeer gezien de uitdagingen van crises de huidige samenleving – zoals de uitputting van fossiele brandstoffen en klimaatverandering – lijkt een voortzetting van de huidige trends onwaarschijnlijk.

Een manier om te leren over de mate waarin het gebruik van business-as-usual scenario's ongepast is voor lange termijn transportbeleid is om te kijken naar de mate waarin substantiële veranderingen in het verleden mobiliteitspatronen hebben veranderd. Gelukkig is een aantal substantiële veranderingen uitgebreid bestudeerd en is er waardevolle kennis met betrekking tot hun effecten op de mobiliteit opgedaan (bv. Ross 1989; Blunk et al. 2006; Choo en Mokhtarian 2007). Echter, ondanks dat deze waardevolle kennis er is, is deze niet goed ontsloten voor wetenschappers en beleidsmakers die zich bezighouden met lange termijn transportbeleid. Dit is voornamelijk te wijten aan het feit dat 1) een breed erkende en samenhangende typologie van substantiële veranderingen ontbreekt en 2) een overzicht van de literatuur over substantiële veranderingen en hun bevindingen ontbreekt. Dit belemmert gestructureerde discussies over de gevolgen van potentiële substantiële veranderingen op toekomstige mobiliteitspatronen en over de gepastheid van het gebruik van business-as-usual scenario studies voor lange termijn transportbeleid.

Dit artikel neemt een eerste stap om de twee bovengenoemde probleem op te lossen door de twee genoemde kwesties aan te pakken. Ten eerste stellen we een typologie van substantiële veranderingen voor. Daarna gaan we verder en geven we een overzicht van studies die hebben gekeken naar de effecten van substantiële veranderingen uit het verleden op de mobiliteitspatronen. We passen de voorgestelde typologie toe op deze studies om de toepasbaarheid en overeenkomstigheid van de typologie te beoordelen. Daarnaast, met behulp van ons overzicht identificeren we onderzoek trends (welke substantiële veranderingen zijn uitgebreid onderzocht? Welke hebben slechts zeer beperkt aandacht gekregen?), en we proberen de conclusies over de effecten van substantiële veranderingen op de mobiliteit samen te vatten. Door dit te doen, hoopt dit artikel bij te dragen aan een gestructureerde discussie over substantiële veranderingen en hun potentiële effecten op mobiliteit.

Het resterende deel van dit artikel ziet er als volgt uit. Hoofdstuk 2 begint met het ontwikkelen van een gemeenschappelijk begrip van substantiële veranderingen. Hier wordt een werkdefinitie gegeven en wordt een typologie van substantiële veranderingen voorgesteld. Hoofdstuk 3 geeft vervolgens een overzicht van de literatuur. Hoofdstuk 4 bevat conclusies en een discussie, en adresseert verschillende richtingen voor toekomstig onderzoek.

## **2. Een definitie en een typologie van substantiële veranderingen**

### *2.1 Wat is een substantiële verandering?*

Hoewel effecten van substantiële veranderingen zijn onderzocht in diverse onderzoeksgebieden, zoals economie, toerisme en transport, en in veel verschillende contexten, is er geen algemeen aanvaarde definitie van het begrip van een substantiële verandering. Bovendien is de terminologie over substantiële veranderingen niet eenduidig. Veel verschillende woorden voor wat wij zouden noemen een substantiële verandering worden in de (veelal Engelse) literatuur door elkaar gebruikt. Daarbij komt nog eens dat in verschillende disciplines verschillende terminologie gepaard met specifieke connotaties. Als gevolg hiervan is er geen eenduidig begrip van wat substantiële veranderingen zijn, zeker niet over de disciplines heen.

Om deze dubbelzinnigheid op te verhelpen, beginnen we met het definiëren van wat wij beschouwen als een substantiële verandering. In zijn meest algemene vorm, beschouwen we een verandering als substantieel, indien een verandering 'onconventioneel' is en een ingrijpende verandering op een supranationale schaal veroorzaakt. Omdat we vooral geïnteresseerd in personen mobiliteitspatronen, stellen we een engere werkdefinitie voor specifiek voor deze context. Deze definitie wordt in de rest van dit artikel gehanteerd:

*Een substantiële verandering is een onconventionele verandering die direct of indirect een "blijvende" verandering veroorzaakt in tenminste een belangrijke indicator van mobiliteit van ten minste 5% op supranationale schaal.*

Met deze definitie wordt een substantiële verandering indirect bepaald, namelijk door zijn effect op de mobiliteit. 'Blijvende' wordt geoperationaliseerd als volgt: een effect van een substantiële verandering op de mobiliteit moet ten minste 5% zijn - ten opzichte van een geloofwaardige basisscenario - een decennium nadat de substantiële verandering in eerste instantie zich heeft voorgedaan. Belangrijk is dat bij deze operationalisering wordt niet gespecificeerd hoe de verandering wordt bereikt: het effect op de mobiliteit kan abrupt, geleidelijke of iets daartussen in zijn - zolang na een decennium een verandering van 5% wordt gemeten ten opzichte van een geloofwaardig referentiescenario.

Met belangrijke indicatoren van mobiliteit bedoelen we de meest gebruikte indicatoren om de mobiliteitspatronen te meten op de nationale of supranationale schaal. Voorbeelden hiervan zijn: het totale jaarlijkse aantal passagiers, de totale jaarlijkse afgelegde afstand, de modaliteitsplit, de frequentie van de reizen, etc. Met een supranationale schaal bedoelen we dat de effecten van een substantiële

verandering niet worden beperkt tot slechts een land of regio, maar grensoverschrijdend zijn.

Tot slot, we hebben een substantiële verandering gedefinieerd als een 'onconventionele' verandering. 'Onconventioneel' is echter een voorbijgaand begrip. Om hiermee om te gaan beschouwen we een verandering onconventioneel als op het moment dat in zij intreedt, de gevolgen waren niet of onvoldoende onderkend waren, en als zodanig de verandering dus niet of niet goed opgenomen waren in de business-as-usual-scenarios op dat moment. Zodoende zijn de meeste abrupte veranderingen van nature onconventioneel omdat zij meestal onvoorzien zijn. Substantiële veranderingen die meer geleidelijk plaatsvinden zijn daarentegen relatief vaker adequaat voorzien en tijdig opgenomen in de business-as-usual scenario's (bijv. demografische ontwikkelingen, economische cycli). Echter, soms zijn de gevolgen van dergelijke geleidelijke veranderingen niet adequaat of niet tijdig herkend en daarom niet opgenomen in de business-as-usual scenario van dat moment (bv. ICT-ontwikkelingen en de opkomst van low-cost carriers). In dat geval beschouwen we de verandering als onconventioneel.

In de praktijk kan het echter moeilijk zijn om te beoordelen of een verandering aan de bovengenoemde definitie voldoet of niet. Een verandering geeft een verschil aan ten opzichte van een referentiesituatie of referentie scenario. Echter, vaak ontbreekt een geloofwaardige referentie waarmee te vergelijken. Bijvoorbeeld, om te zien hoe en in welke mate ICT heeft bijgedragen aan een verandering van de mobiliteitspatronen in de afgelopen decennia, zouden we moeten weten hoe de mobiliteitspatronen eruit zou hebben gezien zonder de ICT-ontwikkelingen. Dit houdt in dat de gevolgen van ICT moeten kunnen isoleren van andere (grote) veranderingen die in diezelfde periode plaats hebben gevonden. Dit is voor bijvoorbeeld ICT overduidelijk een zeer uitdagende taak.

Een andere praktische tekortkoming van de bovengenoemde definitie is dat pas na een decennium kan worden geëvalueerd of een verandering al dan niet substantieel is. Zodoende kan in de tussentijd enkel worden gezegd of een verandering de potentie heeft om substantieel te zijn of niet.

## *2.2 Een typologie van substantiële veranderingen*

Om de verschillende substantiële veranderingen die in de literatuur zijn beschreven te structureren hebben we een typologie van substantiële veranderingen nodig. Omdat er geen algemeen erkende typologie bestaat, stellen we een typologie van substantiële veranderingen voor. Wij streven naar een typologie om substantiële veranderingen te classificeren die coherent is, en tegelijkertijd grotendeels in overeenstemming is met, de heersende, meestal impliciet, interpretatie van de terminologie over substantiële veranderingen in de literatuur.

Er zijn vele dimensies van substantiële veranderingen die gebruikt kunnen worden om substantiële veranderingen te classificeren, bijvoorbeeld de omvang van het effect, de oorzaak van de effect, de beheersbaarheid, de voorspelbaarheid, de klasse van onzekerheid, om er maar een paar te noemen. Om te zien welke dimensies leidend zijn om de overheersende terminologie in de literatuur te verklaren, onderzoeken we de literatuur op algemene patronen.

Vooral in de literatuur over substantiële veranderingen zelf (in plaats van over de effecten van substantiële veranderingen) blijken twee dimensies veelbelovend voor verdere exploratie, namelijk 1) de sfeer (domein) waarin de substantiële verandering plaatsvindt en 2) de snelheid waarmee de substantiële verandering zich voor doet. De eerste dimensie lijkt veelbelovend omdat met name voor veranderingen die plaatsvinden in de 'natuurlijke' en 'technische' sfeer specifieke terminologie gebruikt wordt. De tweede dimensie lijkt veelbelovend, omdat veel woorden die worden gebruikt in de literatuur voor substantiële veranderingen een duidelijke connotatie hebben met de snelheid waarmee de verandering zich voor doet. Bijvoorbeeld, transitie, evolutie of transformatie verwijzen veelal naar veranderingen die geleidelijk plaatsvinden terwijl shock, breuk, revolutie, etc. verwijzen naar veranderingen die abrupt plaatsvinden.

Voor de eerste dimensie lijkt het voor de hand liggend om onderscheid te maken tussen drie verschillende domeinen, namelijk de biosfeer, de antroposfeer en de technosfeer. Veranderingen die plaatsvinden in de biosfeer zijn het resultaat van natuurlijke processen, dus onafhankelijk van de menselijke activiteit, zoals pandemieën, tsunami's, en klimaatverandering. Veranderingen die plaatsvinden in de antroposfeer zijn specifiek het gevolg van menselijke activiteiten. Voorbeelden zijn terreur aanslagen, economische crises, en beleid (bv. open skies overeenkomsten). Tenslotte, in de technosfeer zitten de veranderingen die specifiek te maken hebben met technologie. Voorbeelden hiervan zijn de opkomst van ICT, elektrische fietsen, straalmotoren, en eventueel ook technologische mislukkingen, zoals de Maglev incident (2006, Lathen, Duitsland) of de Hindenburg incident (1937, Lakehurst, New Jersey, USA).

Voor de tweede dimensie lijkt het meest natuurlijk om onderscheid te maken tussen twee snelheden van verandering, namelijk: abrupte veranderingen en geleidelijke veranderingen. Terminologie die een connotatie heeft met hoge snelheden van verandering verwijst doorgaans naar veranderingen die plaatsvinden binnen enkele dagen of weken. Terminologie die een connotatie hebben met lage snelheden van verandering verwijzen naar veranderingen die gebruikelijk meer tijd in beslag nemen. Belangrijk is dat de mate van verandering verwijst naar de snelheid waarmee het substantiële verandering zelf plaatsvindt, niet de mate van verandering van het effect.

Deze indeling resulteert in zes typen substantiële veranderingen. Aan elke type hebben we een type-naam toegewezen gebaseerd op de overeenkomstigheid in de literatuur en zodanig dat een coherente typologie ontstaat. De resulterende typologie is te zien in Figuur 2-1.

Figuur 2-1: Typologie van substantiële veranderingen

	Technosfeer	Anthroposfeer	Biosfeer
Abrupte verandering	<i>Incident</i>	<i>Gebeurtenis</i>	<i>Ramp</i>
Graduele verandering	<i>Ontwikkeling</i>	<i>Trend</i>	<i>Evolutie</i>

### 3 Literatuuroverzicht

De literatuurstudie is uitgevoerd met twee doelen. Het eerste doel is om een overzicht van wetenschappelijk literatuur over substantiële veranderingen te verkrijgen: wij willen graag weten welke, en welke soorten, potentiële substantiële veranderingen zijn onderzocht en hoe ze zijn bestudeerd. Het tweede doel is om de bevindingen over de effecten van potentiële substantiële veranderingen uit het verleden op mobiliteit samen te brengen. Meer specifiek, willen we zien in hoeverre deze veranderingen invloed hebben gehad op mobiliteitspatronen.

#### 3.1 Review methodologie

Het literatuuronderzoek is uitgevoerd met behulp van diverse zoekmachines, zoals Google Scholar en Scopus. Combinaties van woorden, die nauw verwant zijn aan de termen 'substantiël', 'verandering' en 'mobiliteit' werden gebruikt als zoektermen. Vervolgens werden de resultaten beoordeeld in termen van de vraag of de onderzochte veranderingen potentieel voldoen aan onze definitie van een substantiële verandering. Studies over veranderingen die duidelijk niet voldeden aan onze definitie zijn weggelaten. Bovendien vereisten we dat de studies *kwantitatief* de effecten van de veranderingen in mobiliteitspatronen of reizigersgedrag ten opzichte van een geloofwaardige basislijn beschreven.

Zoals vele scenariostudies één generatie vooruit kijken en ervan uit gaan dat er geen substantiële veranderingen zullen plaatsvinden, kijken we één generatie terug om te zien welke substantiële veranderingen daadwerkelijk hebben plaatsgevonden. Om die reden hebben we ons niet gericht op historisch onderzoek over bijvoorbeeld de opkomst en ondergang van complete transportsystemen als zodanig; dergelijke transformatie cycli nemen meestal 50 jaar of meer in beslag (Grübler en Nakisemovic 1991). Dit is voorbij de tijdshorizon van onze afbakening.

Na de bovenstaande criteria toegepast te hebben, is een sneeuwbal benadering gebruikt: referentielijsten van bruikbare artikelen zijn werden doorzocht op mogelijke nieuwe nuttige referenties. Met deze aanpak zijn in totaal 41 relevante studies gevonden, zie Tabel 3-1. Het spreekt vanzelf dat het onwaarschijnlijk is dat Tabel 3-1 volledig is. Desalniettemin zijn we ervan overtuigd dat de studies in tabel 3-1 een illustratief beeld geven van de literatuur over substantiële veranderingen.

### 3.2 *Algemene opmerkingen over de literatuur*

Kolom 2 van tabel 3-1 blijkt dat de meeste studies over substantiële veranderingen en hun impact op de mobiliteit zijn gepubliceerd in transport- en toerismegeoriënteerde tijdschriften. Dit is niet verwonderlijk gezien onze definitie van een substantiële verandering en onze zoekcriteria. Niettemin, gezien substantiële veranderingen ook plaats vinden buiten het transportsysteem, zijn er ook studies gevonden in aangrenzende gebieden zoals economie, energie, geografie en stedenbouw.

Kolom 3 laat zien dat de meeste studies gebruik maken van data welke is verzameld in de VS en in Azië. Andere regio's, met name Europa, blijken achter te blijven in dit verband. Vermoedelijk is dit omdat de effecten van een aantal van de meest in het oog springende recente potentiële substantiële veranderingen, zoals 9/11 en SARS het zwaarst zijn gevoeld in respectievelijk de VS en Azië.

Kijkend naar kolom 4, kunnen we vaststellen dat er verrassend weinig variatie is in de substantiële veranderingen die zijn onderzocht. Vier thema's zijn vooral populair. In volgorde van afnemende populariteit, deze onderwerpen zijn: ICT-ontwikkelingen, terroristische aanslagen, pandemieën, en de oliecrises. Omdat studies over de effecten van ICT op de mobiliteit zo talrijk zijn, hebben we ervoor gekozen om ons te concentreren op die studies het meest nauw verwant zijn aan ons perspectief over substantiële veranderingen. Een veel kleiner aantal studies is gevonden over elektrische fietsen, economische crises en brandstofverbruiksnormen. Verder zien we dat veel studies meerdere substantiële veranderingen tegelijk onderzoeken. Als gevolg kunnen deze studies de effecten van de verschillende potentiële substantiële veranderingen op consistente wijze vergelijken, te meer gezien hun bevindingen zijn gebaseerd op dezelfde methode of data set.

Kolom 5 geeft de indeling van de potentiële substantiële veranderingen volgens de voorgestelde typologie. Het indelen van deze potentiële substantiële veranderingen was relatief eenvoudig en relatief eenduidig. Echter opmerkelijk is gebleken dat in de literatuur vooral wordt verwezen naar potentiële substantiële veranderingen door gewoonweg de naam (bv. ICT, Vogelgriep, SARS, etc.) te gebruiken. Dit bevestigt het beeld dat een breed erkende typologie ontbreekt. Een alternatieve verklaring voor het gebrek aan gebruik van typologie is dat de literatuur vooral gericht is op de gevolgen van de substantiële verandering (op mobiliteit) in plaats op de verandering zelf.

Zoals blijkt uit kolom 5 zijn veelal abrupt substantiële veranderingen onderzocht, ondanks dat er geen studies gevonden zijn die de effecten van incidenten onderzocht hebben. Meer opvallend, studies over de effecten op mobiliteitspatronen van een aantal vrij duidelijke substantiële veranderingen lijken te ontbreken in het overzicht, met name van de geleidelijke substantiële veranderingen. Om een paar te noemen, er zijn geen studies gevonden over de effecten op mobiliteit van de uitrol van de trans-nationale hoge snelheidstreinnetwerken, van veranderende leefstijlen, of van de liberalisering van de luchtvaartmarkten na WOII.



### *3.3 Bevindingen over de effecten van potentiële substantiële veranderingen op mobiliteit*

In deze paragraaf kijken we welke van de in het overzicht vermelde potentiële substantiële veranderingen inderdaad blijvende effecten op mobiliteit blijken te hebben gehad, en in welke mate zij dit hebben gehad. Tabel 3-2 toont de gerapporteerde bevindingen van de effecten van de onderzochte potentiële substantiële veranderingen op mobiliteit.

Om te zien welke dimensies van mobiliteit zijn veranderd als gevolg van veranderingen in het verleden, kunnen we kijken naar de indicatoren die gebruikt zijn om de effecten ervan te meten. Kolom 2 van Tabel 3-2 laat zien dat vooral afstandindicatoren zijn gebruikt, zoals het vervoerskilometers (VMT), passagierskilometers (RPM), en woon-werk afstanden. Afstand gerelateerde indicatoren lijken vooral te worden gebruikt voor substantiële veranderingen die niet uitsluitend verband houden met een bepaald geografisch gebied (bijvoorbeeld de oliecrisis of ICT-ontwikkelingen). Wanneer het gaat om specifieke geografische gebieden dan blijkt 'aantal binnenkomende toeristen' een veel gebruikte indicator. Ten slotte wordt ook modaliteitsplit vaak gebruikt als indicator. Niet verrassend, deze is voornamelijk gebruikt in geval de verandering de beschikbaarheid, of attributen van vervoermiddelen veranderd.

Als we kijken naar kolom 3 springt in het oog dat de mate van impact op de mobiliteit sterk varieert. De meeste studies gericht op ICT en 9/11 rapporteren fundamentele en 'blijvende' veranderingen in de mobiliteitspatronen. Echter voor de meeste veranderingen zijn milde, of grote maar slechts tijdelijke, effecten gevonden (bijvoorbeeld voor SARS, verschillende terroristische aanslagen (behalve voor 9/11), de EU-VS Open Skies overeenkomst 2008, etc.). Deze veranderingen hebben blijkbaar geen of in ieder geval nog geen blijvende verandering in mobiliteitspatronen te weeg gebracht. Opmerkelijk is dat met betrekking tot de oliecrises het beeld van hun impact grotendeels onduidelijk blijft. De gerapporteerde effecten van de oliecrises in ons overzicht geven geen aanleiding om te denken dat de gevolgen aanzienlijk zijn geweest. Toch wordt algemeen aangenomen dat de effecten op mobiliteit verre van onbeduidend zijn geweest (zie bijvoorbeeld Ross 1989). Dus lijkt het erop dat vooral kwantitatieve studies ter onderbouwing hiervoor grotendeels ontbreken.

Gezien het doel van dit artikel, zijn we vooral geïnteresseerd in de veranderingen die, achteraf gezien, inderdaad blijvend een aanzienlijk effect hebben gehad op mobiliteitspatronen. Daarom bespreken we hieronder de bevindingen over ICT-ontwikkelingen en de 9/11 gebeurtenis in meer detail. Hoewel het waarschijnlijk is dat de oliecrises ook tot een substantiële veranderingen kunnen worden gerekend, bespreken we de effecten ervan niet om redenen van bondigheid en omdat kwantitatieve studies naar de gevolgen ervan schaars zijn.

#### *De effecten van ICT-ontwikkelingen op de mobiliteitspatronen*

In de literatuur is er weinig twijfel over dat de effecten van ICT op het reisgedrag niet aanzienlijk zijn geweest. Het is algemeen erkend dat ICT het verplaatsingsgedrag in een breed scala van manieren heeft veranderd. Echter, tot op heden is het grotendeels onduidelijk hoe deze effecten uitwerken op een

geaggregeerd niveau. Hieronder bespreken we enkele van de belangrijkste bevindingen in dit kader.

Men zou verwachten dat er veel studies over effecten van ICT op mobiliteit te vinden zijn die gebruikmaken van geaggregeerde longitudinale gegevens. Dergelijke studies kunnen inzicht geven in de simultane ontwikkeling van ICT en mobiliteit over de tijd. Zoals te zien in het overzicht zijn er echter slechts twee van dergelijke studies gevonden. Beide studies bestuderen dezelfde indicator van mobiliteit, namelijk vervoerskilometers (VMT). Choo et al. (2005) bestudeerden de invloed van telewerken op de VMT behulp van een multivariate tijdreeksen (Marima) model. Zij vonden dat de vermindering van VMT als gevolg van ICT waarschijnlijk ergens ligt tussen een 2% vermindering en geen vermindering. Een tweede, follow-up studie werd uitgevoerd door Choo en Mokhtarian (2007). In deze studie werden geaggregeerde relaties tussen telecommunicatie en de totale vervoerskilometers (VMT) onderzocht. Met behulp van structural equation modelling (SEM) op deze multivariate geaggregeerde tijdreeksen over een periode van 1950-2000 vonden zij sterk bewijs voor een positief netto-effect tussen het gebruik van ICT en de vervoersvraag. Dit geeft aan dat op het geaggregeerde niveau complementaire effecten overheersen (over substitutie effecten).

De meeste studies over ICT zijn uitgevoerd op gedesaggregeerde data. Deze studies verschaffen waardevolle inzichten over hoe de mobiliteitspatronen worden beïnvloed door ICT. Velen melden aanzienlijke gevolgen voor de verschillende mobiliteitspatronen. In het algemeen vinden studies op gedesaggregeerde data dat: 1) ten minste op de korte termijn, substitutie-effecten overheersen voor woon-werkverkeer, 2) de effecten gemengd zijn voor onderhoud-activiteiten, en 3) complementaire effecten overheersen voor de vrije tijd activiteiten (bv. Senbil en Kitamura 2003; Andreev et al. 2010; Holden en Linnerud 2011). Echter, de meeste van deze studies concluderen ook dat het aggregeren van hun bevindingen moeilijk is. Daarom blijven de totale geaggregeerde effecten op mobiliteitspatronen grotendeels onduidelijk (bv. Handig en Yantis 1997; Senbil en Kitamura 2003; Srinivasan en Raghavender 2006 ).

Al met al kunnen we concluderen dat de literatuur geen duidelijk antwoord geeft over de grootte van het effect van ICT op mobiliteit. Toch, op basis van de literatuur denken wij dat het veilig is om te zeggen dat de effecten van ICT op mobiliteit inderdaad blijvend, en groter dan 5% zijn geweest, vermoedelijk op verschillende indicatoren van mobiliteit.

#### *De gevolgen van de 9/11 gebeurtenis op mobiliteitspatronen*

In de literatuur is er geen twijfel over dat de terroristische aanslagen op 9/11 de mobiliteitspatronen drastisch heeft veranderd in de maanden direct erna. Echter, tot op heden is er controverse over de vraag of nieuwe, blijvende mobiliteitspatronen zijn ontstaan (bv. Lai en Lu 2005; Lee et al., 2005). De meeste studies tonen aan dat de effecten op mobiliteitspatronen blijvend zijn. Ito en Lee (2005a) gebruiken maandelijkse binnenlandse Amerikaanse RPM-gegevens over de periode 1986-2003 om de effecten van 9/11 te evalueren. Met behulp van structural equation modelling vonden zij dat in de VS 9/11 resulteerde in een blijvende negatieve vraagschok van

ruwweg 7,4% met ingang van november 2003, die niet kan worden verklaard door economische, seizoensgebonden of andere verklarende variabelen. Blunk et al. ( 2006 ) onderzocht de effecten van 9/11 op de Amerikaanse vraag naar vlieggreizen (RPM) met behulp van een vector autoregressie model en vond dat de vraag naar vlieggreizen niet terug is gegaan naar de verwachte niveaus in de afwezigheid van de aanslagen. Zij rapporteerden dat in december 2002 het verschil nog minus 12% is vergeleken met wat zou worden verwacht in afwezigheid van de aanslagen. Vergelijkbare resultaten worden gerapporteerd voor andere regio's in de wereld (zie bijvoorbeeld Ito en Lee 2005b). Verder zijn er ook een aantal studies die met behulp van zogeheten unit root testen met structurele breuken bewijs hebben gevonden voor dat 9/11 blijvende effecten heeft gehad. In de internationale toeristische aankomstdata vinden zij over het algemeen structurele trendbreuken die in verband met de 9/11 gebeurtenis worden gebracht (bv. Narayan 2008; . Smyth et al. 2009).

Gedesaggregeerde studies kunnen inzicht verschaffen in waarom de gevolgen van 9/11 blijvend zouden zijn. Een aantal van dergelijke studies rapporteren bewijs dat de veiligheidsmaatregelen die na 9/11 werden aangescherpt primair verantwoordelijk zijn voor de blijvende effecten op de mobiliteit (bv. Srinivasan et al. 2006; Blalock et al. 2007 ). Deze studies stellen dat de maatregelen hebben geleid tot toenemende reistijden en reisongemakken, waardoor de vraag naar vlieggreizen vermindert. Naast deze uitleg, zijn er diverse anderen verklaringen geopperd: bv. dat de angst niveaus zijn toegenomen, en dat de Amerikaanse visum-toelatingseisen strenger zijn geworden ten opzichte van vele andere landen (Floyd et al., 2004.; Bonham et al., 2006. ). Er is echter relatief weinig empirisch bewijs voor deze alternatieve verklaringen.

Samenvattend kunnen we met betrekking tot 9/11 concluderen dat de gevolgen van 9/11 waarschijnlijk nog steeds merkbaar zijn en waarschijnlijk het gevolg zijn van de toegenomen veiligheidsmaatregelen. Echter, omdat er geen studies zijn die de waargenomen tijdreeksen met geschatte tijdreeksen zonder 9/11 tot na het jaar 2005 vergelijken ontbreekt 'sluitend' bewijs hiervoor. Niettemin, gezien de verhoogde veiligheidsmaatregelen nog steeds van kracht zijn, kunnen we er vanuit gaan dat de huidige invloed in de VS en misschien ook elders in de wereld op de vraag naar vlieggreizen waarschijnlijk ergens in de orde van min 5% is.

### *Conclusie*

Al met al, op basis van de literatuur zijn wij van mening dat ICT, 9/11 als substantiële veranderingen kunnen worden beschouwd. Er dient echter te worden opgemerkt lastig blijkt om de gevolgen van dergelijke veranderingen op de mobiliteit in te schatten. Sterker nog, geen enkele studie leverde strikt genomen bewijs dat de bestudeerde verandering aan de gestelde criteria voor een substantiële verandering voldeed.

### **3 Conclusies en discussie**

#### *Conclusies*

Met betrekking tot de terminologie in de literatuur over substantiële veranderingen hebben we vastgesteld dat een algemeen erkende typologie ontbreekt. Om die reden hebben we een typologie van substantiële veranderingen voorgesteld. De voorgestelde typologie blijkt relatief gemakkelijk en ondubbelzinnig toe te passen.

Een eerste inhoudelijke bevinding van onze literatuurstudie is dat vier soorten van veranderingen vooral populair is onder onderzoekers; in volgorde van afnemende populariteit: ICT-ontwikkelingen, terroristische aanslagen, pandemieën, en de oliecrises. Bovendien hebben we gevonden dat de effecten op mobiliteitspatronen van sommige vrij voor de hand liggende, meestal geleidelijke, substantiële veranderingen geen of maar zeer weinig onderzocht zijn (bv. uitrol van transnationale hoge snelheidstreinnetwerken, het veranderen van leven-stijlen, de liberalisering van de luchtvaartmarkten).

Niet geheel onverwachts varieert het effect dat potentiële substantiële veranderingen hebben gehad op mobiliteit behoorlijk. We vonden dat de meeste veranderingen slechts voorbijgaande effecten hadden. Echter, voor ICT ontwikkelingen en voor de 9/11 aanslagen geven de meeste studies aan dat de effecten op mobiliteit van blijvende aard zijn. Gebaseerd op de literatuur schatten we dat grofweg de effecten van ICT en 9/11 in de orde van 5% tot 10% zijn op verschillende indicatoren mobiliteit. Dit houdt in dat als ook de twee oliecrises tellen dat in de afgelopen 40 jaar in 'elk' decennium een substantiële verandering heeft plaatsgevonden. Zodoende suggereren onze bevindingen dat in de mate dat deze substantiële veranderingen niet, of niet goed, zijn meegenomen in de transportmodellen en scenario's ze tot aanzienlijke onnauwkeurigheden hebben geleid.

#### *Discussie*

Met de typologie en het overzicht van de studies die rapporteren over de effecten van potentiële substantiële veranderingen hebben we een eerste noodzakelijke stap gezet om discussies en onderzoek te vergemakkelijken met betrekking tot de effecten van potentiële substantiële veranderingen op toekomstige mobiliteitspatronen.

De niet-triviale vraag is echter hoe onze bevindingen te interpreteren vanuit het perspectief van de beleidsmaker, of wetenschapper of professional die geïnteresseerd is in het maken van prognoses voor lange termijn transportbeleid. Op het eerste gezicht kan men geneigd zijn te concluderen dat onze bevindingen geen aanleiding geven tot ernstige bezorgdheid: als in de komende 40 jaar vergelijkbare substantiële veranderingen zich voor doen in termen van orde van grootte en richtingen als degenen die we hebben gezien in de afgelopen 40 jaar, dan suggereren onze bevindingen dat business-as-usual scenario's het voor de komende decennia ook redelijk zullen doen. Echter, het feit dat in de laatste 40 jaar geen substantiële veranderingen zich hebben voorgedaan die de mobiliteit op zijn kop hebben gezet is geenszins een garantie dat dat de komende 40 jaar ook niet zal

gebeuren. Vooral als we rekening houden met de uitdagingen van de huidige samenleving, zoals de uitputting van fossiele brandstoffen en klimaatverandering lijkt het ontbreken van meer drastische substantiële veranderingen in de komende 40 jaar betrekkelijk onwaarschijnlijk.

En zelfs als we er zeker van zouden zijn dat in de komende 40 jaar een of meerdere substantiële veranderingen zich zullen voor doen in de orde van grootte die veel verder gaat dan wat we gezien hebben in de afgelopen 40 jaar, dan zijn de implicaties van deze kennis nog steeds niet eenvoudig. Het doet alleen maar de fundamentele vraag rijzen hoe om te gaan met het grote aantal potentiële substantiële veranderingen die zouden kunnen optreden op de middellange-en lange-termijn, waarvan velen een zeer lage a priori waarschijnlijkheid van optreden hebben. Scenario studies kunnen worden uitgevoerd om inzicht te geven in hoe de toekomst eruit zou kunnen zien. Echter, het maken van scenario's voor alle potentiële substantiële veranderingen zal niet bijdragen aan beter geïnformeerd beleid. Het is waarschijnlijk het beste met dit dilemma om te gaan door periodiek een klein aantal relatief waarschijnlijke en potentieel ingrijpende substantiële veranderingen te selecteren, hiervoor scenario's te maken, en deze te beoordelen op hun effecten op het transportsysteem en daarmee de robuustheid van het transportsysteem en transportbeleid te evalueren. Voorbeelden van potentiële substantiële veranderingen die nu in aanmerking zouden kunnen komen zijn: ernstige pandemie uitbraken, hoge CO<sub>2</sub> belastingen, of juist goedkoop fossiel als gevolg van schaliegas ontwikkelingen. We willen niet dat er allerlei 'wilde' scenario lukraak worden ontwikkeld, en dat de business-as-usual-scenario studies de prullenbak in gaan. In tegendeel, we zien meer in een benadering waarbij de conventionele scenario studies worden aangevuld met scenario studies die potentiële toekomstige substantiële veranderingen bevatten. We denken dat deze aanpak bijdraagt aan beter geïnformeerd lange termijn transportbeleid.

Tabel 3-1: Overzicht van studies naar de effecten van potentiële substantiële veranderingen op mobiliteit

1. Study	2. Journal	3. Geograph. region of study	4. Potential substantial change(s) studied	5. Classification according to typology	6. Causal chain of changes (focus of study in hold)		
					Substantial change and endogenous changes	Indirectly, via	Change in mobility pattern
Small and Van Dender (2007)	-	US	CAFE standards	Trend	CAFE	-> Increase in fleet fuel efficiency	-> Change in travel demand
Cherry and Cervero (2007)	Transport Policy	CN	E-bikes developments	Development	E-bikes	->	Change in travel behaviour
Choo et al. (2005)	Transportation	US	ICT	Development	ICT-> Telecommuting	<-> Economic activity Transportation price Transportation supply Socio-demographics	<-> Change in car travel demand
Choo and Mokhtarian (2007)	Transportation Research Part A	US	ICT	Development	ICT-> Telecommuting	<-> ICT cost Transp. cost ICT infra. Transp. infra. Land use Economic activity Socio-demographics	<-> Change in mobility
Handy and Yantis (1997)	-	US	ICT	Development	ICT-> Non-work travel behaviour	->	Change in travel demand
Lenz and Nobis (2007)	Transportation Research Part A	DE	ICT	Development	ICT-> Fragmentation	->	Change in travel demand
Nilles (1991)	Transportation	US	ICT	Development	ICT-> Telecommuting	<-> Changes residential/ work location choices-> Urban sprawl	<-> Change in commuter travel demand
Mokhtarian et al. (2004)	Environment and Planning A	US	ICT	Development	ICT-> Telecommuting	<-> Changes residential/ work location choices-> Urban sprawl	<-> Change in commuter travel demand
Ory and Mokhtarian (2006)	Urban Geography	US	ICT	Development	ICT-> Telecommuting	<-> Changes residential/ work location choices-> Urban sprawl	<-> Change in commuter travel demand
Senbil and Kitamura (2003)	Annual Review of Energy	JP	ICT	Development	ICT-> Home and cellular phone use-> Out of home activities	->	Change in travel demand
Srinivasan and Raghavender (2006)	Transportation Research Record	IN	ICT	Development	ICT-> Unplanned activity-chaining Unplanned ride-shares Shopping over phone	->	Change in travel demand
Wang and Law (2007)	Transportation	HK	ICT	Development	ICT-> Time use	->	Change in travel behaviour
Dobruszkes and Van Hamme (2011)	Urban Geography		Late 2000s economic crisis	Trend	Late 2000s econ. crisis-> Change in GDP	->	Change in air travel demand
Corsi and Harvey (1979)	Journal of Travel Research	US	Oil crisis	Event	Oil crisis-> Change in fuel price	->	Change in vacation travel behaviour
Hartgen and Neveu (1980)	Proceedings of the National Energy Users' Conference for Transport Reviews	US	Oil crisis	Event	Oil crisis-> Change in fuel price	->	Change in travel behaviour
Johnston et al. (1983)	Transport Reviews	NZ	Oil crisis	Event	Oil crisis-> Change in fuel price	-> Fuel rationing scheme	-> Change in travel behaviour
Ross (1989)	Annual review of energy	US	Oil crisis	Event	Oil crisis-> Change in fuel price	-> Change in transport policies -> Advances in tech. dev. Changes in fleet composition	<-> Change in travel demand
Pitfield (2009)	Journal of Air Transport Management	EU US	Open skies agreements EU-US	Event	Open skies	->	Change in number of passengers on open sky routes
Lean and Smyth (2009)	Asia Pacific Journal of Tourism Research	MY	Pandemics: Avian flu Terrorism: various threats	Disaster	Avian flu Terrorism (various)	->	Change in tourism demand
Kuo et al. (2008)	Tourism Management	AS	Pandemics: SARS + Avian flu	Disaster	SARS Avian flu	->	Change in tourism demand
Min et al. (2011)	Quality & Quantity	TW	Pandemics: SARS	Disaster	SARS	->	Change in tourism demand

1. Study	2. Journal	3. Geograph. region of study	4. Potential substantial change(s) studied	5. Classification according to typology	6. Causal chain of changes (focus of study in bold)		
					Substantial change and endogenous changes	Indirectly, via	Change in mobility pattern
Page et al. (2011)	Journal of Travel Research	UK	Pandemics: Swine flu Late 2000s economic crisis	Disaster Trend	Late 2000s econ. crisis Swine flu	->	Change in tourism demand
Narayan (2005)	Tourism Economics	FJ	Political coups	Event	Political coup	->	Change in tourism demand
Blalock et al. (2007)	Journal of Law & Economics	US	Terrorism: 9/11	Event	9/11	-> <b>Enhanced security measures</b>	-> <b>Change in air travel demand</b>
Blunk et al. (2006)	Applied Economics	US	Terrorism: 9/11	Event	9/11	->	Change in air travel demand
Bonham (2006)	Journal of Travel Research	US	Terrorism: 9/11	Event	9/11	->	Change in air travel demand
Cunado et al. (2008)	Tourism Economics	US	Terrorism: 9/11	Event	9/11	->	Change in air travel demand
Guzhva and Paglavlas (2004)	Journal of Air Transport Management	US	Terrorism: 9/11	Event	9/11	->	Change in air travel demand
Haywood and Randal (2006)	-	NZ	Terrorism: 9/11	Event	9/11 1997 Asian financial crisis 1987 US stock market crash	->	Change in tourism demand
Ito and Lee (2005a)	Journal of Economics and Business	US	Terrorism: 9/11	Event	9/11	->	Change in air travel demand
Ito and Lee (2005b)	International Journal of the Economics of Business	AU CA EU JP	Terrorism: 9/11	Event	9/11	-> Changes in risk perception	-> Change in air travel demand
Lai and Lu (2005)	Journal of Air Transport Management	US	Terrorism: 9/11	Event	9/11	->	Change in air travel demand
Lee (2005)	Tourism Analysis	US	Terrorism: 9/11	Event	9/11	->	Change in air travel demand
Njegovan (2006)	Journal of Transport Economics and Policy	UK US CA DE	9/11 Oil crises Second Gulf war	Event	9/11 Oil crises Second Gulf war	->	Change in air travel demand
Srinivasan, et al. (2006)	Transportation Research Record	US	Terrorism: 9/11	Event	9/11	-> <b>Enhanced security measures</b> -> <b>Increased travel time</b> -> <b>Changed security perceptions</b>	-> <b>Change in mobility patterns</b>
Pizam and Fleischer (2002)	Journal of Travel Research	US	Terrorism: general	Event	Severity and Frequency of terrorism	->	Change in tourism demand
Coshall (2003)	Journal of Travel Research	UK	Terrorism: Lockerbie, Libyan bombing and Gulf war	Event	Lockerbie Libyan bombing Gulf war	->	Change in tourism demand
Bhattacharya and Narayan (2005)	Applied Economics	IN	Events in general	Event	Events in general	->	Change in tourism demand
Narayan (2008)	Transportation Research Part A	AU	Terrorism: 9/11 1997 Asian financial crisis	Event Trend	9/11 1997 Asian financial crisis	->	Change in tourism demand
Smyth et al. (2009)	Applied Economics	ID	Terrorism: Bali Bombing, 9/11 1997 Asia financial crisis	Event Trend	Bali bombing 9/11 1997 Asian financial crisis	->	Change in tourism demand

**Legend**

<b>3</b>	AS Asia AU Australia CA Canada CM Cambodia CN China DE Germany EG Egypt EU Europe FJ Fiji HK Hong Kong ID Indonesia	IN India IL Israel IS Iceland JP Japan KH Korea MY Malaysia NL The Netherlands NZ New Zealand UK United Kingdom US United States TW Taiwan	<b>6</b>	-> <->	Prevailing directional causal relation Correlation
----------	---	--	----------	-----------	---

Tabel 3-2: Gerapporteerd bevindingen over de effecten van potentiële substantiële veranderingen op mobiliteitspatronen

1. Study	2. Indicator used to measure change in mobility pattern	3. Reported changes in mobility patterns
Small and Van Dender (2007)	Vehicle miles travelled	1. The degree to which the CAFE regulations have affected fleet fuel efficiency remains uncertain. 2. Short- and long-run rebound effects are estimated to have led to an increase in VMT of respectively 4.5% and 22.2% over the period 1966-2001 3. Increase in real income and falling fuel prices diminished the effects of CAFE
Cherry and Cervero (2007)	Modal split Vehicle kilometres travelled	1. Electric bikes displace a small amount of car trips 2. The VKT of electric bikes is 9% and 22% higher than ordinary bicycles in Shanghai and Kunming, respectively. The result is increased daily VKT and thus energy use and emissions.
Choo et al. (2005)	Vehicle miles travelled	Reduction of VMT as a result of ICTs is most likely small, falling somewhere between a 2% reduction in VMT and essentially no change in VMT
Choo and Mokhtarian (2007)	Vehicle miles travelled	1. The net effects between telecommunications and travel are positive in both directions, indicating that the aggregate relationship between telecommunications and travel is complementarity i.e. as telecommunications demand increases, travel demand increases, and vice versa.
Handy and Yantis (1997)	Vehicle miles travelled	1. The degree to which inhome versions of activities substitute for out-of-home versions of an activity depends on the nature of the activity and the characteristics of the individuals. 2. The travel implications are not always clear. No reduction in travel has been found.
Lenz and Nobis (2007)	Travel demand in general	1. Mobile fragmenters practice fragmentation in all fields of activities and have a higher demand for travel. However, the causal relationships between the fragmentation of activities and the effects on travel demand are still not fully understood.
Nilles (1991)	one-way commute lengths	1. Telecommuting does not exacerbate urban sprawl and therefore does produce net reductions in household travel: it decreases automobile use, both in terms of number of trips and in trip distance. Reductions are proportional to the intensity of telecommuting.
Mokhtarian et al. (2004)	one-way commute lengths	1. One-way commute distances were higher for telecommuters than for nontelecommuters 2. Total commute distances were generally lower for telecommuters than for nontelecommuters, indicating that they telecommute often enough to more than necessary to compensate for their longer one-way commutes.
Ory and Mokhtarian (2006)	one-way commute lengths	1. Telecommuting more often follows, rather than precedes the relocations that lengthen the commuting trips. However, residential moves that are temporally associated with telecommuting episodes tend to increase commute time and length compared to other moves.
Senbil and Kitamura (2003)	Travel time	1. Substitution effects prevail between telecommunications and travel when work activities are concerned 2. Complementary effects are prevalent for discretionary activities. 3. There appears to be neutral relationships between telecommunications and maintenance activities
Srinivasan and Raghavender (2006)	Mode choice Frequency of travel	1. Mobile phones significantly affect travel dimensions and activity participation. However to what extent do the observed changes in individual travel behavior translate into aggregate impacts e.g. in terms of trip-reduction, congestion, energy consumption is not clear yet
Wang and Law (2007)	Travel time Trip making propensity	1. The use of ICT generates additional time use for out-of-home recreation activities and travel and increases trip-making propensity. 2. Wide application of ICT probably leads to more travel.
Dobruszkes and Van Hamme (2011)	Number of passenger seats	During the 2008 - 2010 crisis period the annual growth rates of the number of seats for the US and Europe were respectively, -8% and -6%. GDP growth is the most significant variable to explaining changes in number of seats at national level.
Corsi and Harvey (1979)	Modal split Distance to holiday destination	1. Compared to 1972, in 1975 22% of the respondents indicated to have changed modes of travel, 26% have indicated to have cancelled long distance holidays and 33% have indicated to have taken a vacation of shorter distance.
Hartgen and Neveu (1990)	Mode split Travel speed Travel distance Travel frequency	1. Most conservation occurred through car-related actions, particularly fuel efficient car purchasing and car selling. 2. Popular conservation strategies were: combining shopping with other trips, driving slower, shopping closer to home, tuning car, vacationing closer to home etc. The nature of the responses varies by area and by group 3. Consumer actions were generally independent of government directives.
Johnston et al. (1983)	Modal split	1. Three main adaptations were made to travel behaviour on the selected carless day: use of another car (which favoured the multi-car families); postponement of the trip to another day; sharing a car with another person
Ross (1989)	Vehicle miles travelled	1. The energy intensity of automobiles and light truck decreased with approx. 2% per year over the period 1972 -1985. However the combined VMT growth was about 3% over the same period.
Pitfield (2011)	Number of air passengers	1. No particular boost or discontinuity in passenger numbers was found, except for the route Amsterdam-New York. 2. The impact on the Amsterdam-New York route is approx. 10% of the average traffic volume on that route.
Lean and Smyth (2009)	International tourist arrivals	1. Following substantial changes, the growth in tourist arrivals have generally slowed. 2. The impacts of substantial changes on tourist arrivals were only transitory. N.B. the unit root test with one break is able to reject the unit root for between 60% of source markets where the break is specified as in the intercept and 90% of source markets where the break is specified as in the intercept and slope. The unit root test with two breaks is able to reject the unit root for all source markets, irrespective of how the break is specified.
Kuo et al. (2008)	International tourist arrivals	1. Asian tourism demand has been significantly damaged by SARS, but not by Avian Flu. 2. The numbers of affected cases appears to have a significant impact on SARS-affected countries but not on Avian Flu-affected countries: the impact of each SARS-infected person on tourist arrivals ranges from 175 to 1742 depending on the location.
Min et al. (2011)	International tourist arrivals	1. Inbound tourism from Japan was devastated disaster, particularly during the first 5 months after the SARS outbreak. The impact of SARS on tourism demand lasted for about a year.



1. Study	2. Indicator used to measure change in mobility pattern	3. Reported changes in mobility patterns
Page et al. (2011)	International tourist arrivals	1. The swine flu pandemic and the global economic crisis that began in 2008 have together had a significantly negative impact on the demand for U.K. inbound tourist arrivals ranging from -7% from Hong Kong to -64% from mainland China.
Narayan (2005)	International tourist arrivals	1. Visitor arrivals in Fiji from Australia, New Zealand and the USA are stationary, implying that such events have a temporary effect
Blalock et al. (2007)	Number of air passengers	1. Baggage screening reduced passenger volume by about 6% on all flights and by about 9% on flights departing from the nation's fifty busiest airports
Blunk et al. (2006)	Revenue passenger miles	1. The impacts of 9/11 were not temporary. 2. The difference between ex post forecasted RPM and actual RPM is 54.1% in September 2001 and steadily falls throughout the remainder of the year. Even in December 2002, the difference was still 12%.
Bonham (2006)	International tourist arrivals	1. A sharp decline in inbound travellers in the wake of 9/11 2. Hawaii tourism arrivals did fully recover, perhaps because of substitution for international arrivals by Americans
Cunado et al. (2008)	International tourist arrivals	1. Structural breaks have been identified and the break dates can be associated with 9/11. 2. The negative shock produced by the 9/11 terrorist attacks should be transitory
Guzhva and Paglavas (2004)	Revenue passenger miles	1. Four US major airlines were responsible for more than 63% of total decline in industry RPMs due to the September 11th terrorist attack. 2. Some regional airlines were able to significantly improve their performance immediately following the September 11th attack.
Haywood and Randal (2006)	International tourist arrivals	1. The events of 9/11 did not have much influence on the longer term numbers of visitors to New Zealand, and especially not a negative influence. 2. Other events, such as the stock market crash of October 1987, the Asian financial crisis of 1997-1998 and SARS had a more significant impact on both the intercept and slope of Total arrivals.
Ito and Lee (2005)	Revenue passenger miles	1. September 11 resulted in both a negative transitory shock of over 30% and an on-going negative demand shock amounting to roughly 7.4% of pre-September 11 demand. This on-going demand shock has yet to dissipate (as of November 2003) and cannot be explained by economic, seasonal, or other factors.
Ito and Lee (2005b)	Revenue passenger kilometres	1. All countries and regions in the analysis suffered significant declines in the demand for international air travel as a result of the 9/11 event. 2. The on-going downward shift in demand for international travel through the end of 2003 ranged between -15% and -36.5% for various countries. 3. The impact on international air travel demand appears to have been the most significant in Europe and Japan.
Lai and Lu (2005)	Number of air passengers	1. After 9/11 both domestic and international air traffic was significantly impacted for 1 and 2 months, respectively. 2. The impact pattern was thus abrupt and temporary, instead of gradual and permanent.
Lee (2005)	Number of air passengers	1. Empirical results indicated that the US air transport passenger demand has not yet fully recovered from the September 11 terrorist attacks. 2. It seems that the terrorist attacks appear to have a short-term impact on air transport passenger demand. 3. No strong long term impacts on air transport passenger demand are expected.
Njegovan (2006)	Number of air passengers	1. For the UK, Australia and Germany the findings suggests that shocks to air passenger traffic are largely transitory. The exception is the shock associated with 1970s oil price rises, and the concurrent worldwide economic recession, which is found to have had a long-term impact on air passenger traffic growth in these countries. 2. For the US and Canada no evidence of trend-reverting behaviour is found.
Srinivasan, et al. (2006)	Safety preference	1. Travellers have become increasingly conscious about travel safety and security issues. Individuals who hold positive impressions about the security measures are more likely to fly 2. The utility of air mode decreases with increasing inspection and boarding time, reducing air travel demand
Pizam and Fleischer (2002)	International tourist arrivals	1. The frequency of acts of terrorism had caused a larger decline in international tourist arrivals than the severity of these acts.
Coshall (2003)	Number of air passengers	1. The effects of terrorist events on U.K. air travel vary in onset, magnitude, and duration according to the destination involved and the state that a crisis has reached. 2. Highly attractive destinations for the U.K. traveller experience rapid recovery after events. thus, travellers are highly willing to substitute insecure images for secure ones once a situation has simmered down
Bhattacharya and Narayan (2005)	International tourist arrivals	1. In the period 1980 - 1999, for India, only temporary effect on tourist arrivals were found ( no structural breaks were needed in the test to find stationary data). This is perhaps due to the nature of the tourists India receives.
Narayan (2008)	International tourist arrivals	1. For the period 1991:01 - 2003:09, visitor arrivals to Australia are stationary for 25 / 28 countries using a univariate unit root test that allows to accommodate for 2 structural breaks. 2. The structural breaks predominantly coincide with 9/11 and the Asian financial crisis and has slowed down the growth rate in visitor arrivals to Australia from 22 out of 28 of the tourism source markets.
Smyth et al. (2009)	International tourist arrivals	1. Shocks to international tourist arrivals from Bali's 11 major source markets are jointly trend stationary with transitory shocks, thus following shocks, international tourist arrivals from Bali's major source markets will revert to their long-run growth path. N.B. The univariate unit root tests with and without structural breaks were unable to reject non-stationarity in international tourist arrivals in Bali; however, the panel unit root tests with one and two structural breaks were able to reject non-stationarity for Bali's 11 major tourist source markets.

## Referenties

- Adler, N. and Golany, B. (2001) Evaluation of deregulated airline networks using data envelopment analysis combined with principal component analysis with an application to Western Europe, *European Journal of Operational Research*, 132(2), pp. 260-273.
- Andreev, P., Salomon, I. and Pliskin, N. (2010) Review: State of teleactivities, *Transportation Research Part C*, 18(1), pp. 3-20.
- Annema, J. A. and Jong, M. D. (2011) The History of the Transport Future—Evaluating Dutch Transport Scenarios of the Past, *Transport Reviews*, 31(3), pp. 341-356.
- Banister, D. and Stead, D. (2004) Impact of information and communications technology on transport, *Transport Reviews*, 24(5), pp. 611-632.
- Barrett, S. D. (2000) Airport competition in the deregulated European aviation market, *Journal of Air Transport Management*, 6(1), pp. 13-27.
- Blalock, G., Kadiyali, V. and Simon, D. H. (2007) The impact of post-9/11 airport security measures on the demand for air travel, *Journal of Law & Economics*, 50(4), pp. 731-755.
- Blunk, S. S., Clark, D. E. and McGibany, J. M. (2006) Evaluating the long-run impacts of the 9/11 terrorist attacks on US domestic airline travel, *Applied Economics*, 38(4), pp. 363-370.
- Bonham, C., Edmonds, C. and Mak, J. (2006) The Impact of 9/11 and Other Terrible Global Events on Tourism in the United States and Hawaii, *Journal of Travel Research*, 45(1), pp. 99-110
- Choo, S. and Mokhtarian, P. L. (2007) Telecommunications and travel demand and supply: Aggregate structural equation models for the US, *Transportation Research Part A*, 41(1), pp. 4-18.
- Choo, S., Mokhtarian, P. L. and Salomon, I. (2005) Does telecommuting reduce vehicle-miles traveled? An aggregate time series analysis for the U.S, *Transportation*, 32(1), pp. 37-64.
- Crandall, R. W., Lave, L. B., Keeler, T. E. and Gruenspecht, H. K. (1986) *Regulating the automobile* (Washington, DC: The Brookings Institute).
- Dargay, J. (2007) The effect of prices and income on car travel in the UK, *Transportation Research Part A*, 41(10), pp. 949-960.
- Dresner, M. and Tretheway, M. W. (1992) Modeling and Testing the Effect of Market-Structure on Price - the Case of International Air Transport, *Journal of Transport Economics and Policy*, 26(2), pp. 171-184.
- Floyd, M. F., Gibson, H., Pennington-Gray, L. and Thapa, B. (2004) The Effect of Risk Perceptions on Intentions to Travel in the Aftermath of September 11, 2001, *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 15(2-3), pp. 19-38.
- Goodwin, P., Dargay, J. and Hanly, M. (2004) Elasticities of road traffic and fuel consumption with respect to price and income: A review, *Transport Reviews*, 24(3), pp. 275-292.
- Graham, D. J. and Glaister, S. (2004) Road traffic demand elasticity estimates: A review, *Transport Reviews*, 24(3), pp. 261-274.
- Greene, D. L. (1990) CAFE OR PRICE?: An Analysis of the Effects of Federal Fuel Economy Regulations and Gasoline Price on New Car MPG, 1978-89, *The Energy Journal*, 11(3), pp. 37-58.
- Greening, L., A., Greene, D. L. and Difiglio, C. (2000) Energy efficiency and consumption — the rebound effect — a survey, *Energy Policy*, 28(6-7), pp. 389-401.
- Grübler, A. and Nakisemovic, N. (1991) Long Waves, Technology Diffusion, and Substitution, *Review*, 14(2), pp. 313-343.
- Handy, S. and Yantis, T. (1997) The Impacts of Telecommunications Technologies on Nonwork Travel Behavior, Research Report SWUTC/97/721927-1F, Southwest Region University

- Transportation Center, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin,
- Holden, E. and Linnerud, K. (2011) Troublesome Leisure Travel: The Contradictions of Three Sustainable Transport Policies, *Urban Studies*, 48(14), pp. 3087-3106.
- Hymel, K. M., Small, K. A. and Dender, K. V. (2010) Induced demand and rebound effects in road transport, *Transportation Research Part B*, 44(10), pp. 1220-1241.
- Ito, H. and Lee, D. (2005a) Assessing the impact of the September 11 terrorist attacks on U.S. airline demand, *Journal of Economics and Business*, 57(1), pp. 75-95.
- Ito, H. and Lee, D. (2005b) Comparing the Impact of the September 11th Terrorist Attacks on International Airline Demand, *International Journal of the Economics of Business*, 12(2), pp. 225-249.
- Jones, C. T. (1993) Another Look at U.S. Passenger Vehicle Use and the 'Rebound' Effect from Improved Fuel Efficiency, *The Energy Journal*, 14(4), pp. 99-110.
- Juhn, C. and Simon, P. (2006) Changes in Labor Force Participation in the United States, *The Journal of Economic Perspectives*, 20(3), pp. 27-46.
- Kitamura, R. (2009) Life-style and travel demand, *Transportation*, 36(6), pp. 679-710.
- Lai, S. and Lu, W. (2005) Impact analysis of September 11 on air travel demand in the USA, *Journal of Air Transport Management*, 11(6), pp. 455-458.
- Lee, S., Oh, C. and O'Leary, J. T. (2005) Estimating the Impact of the September 11 Terrorist Attacks on the US Air Transport Passenger Demand Using Intervention Analysis, *Tourism Analysis*, 9(4), pp. 355-361.
- Mayo, J. W. and Mathis, J. E. (1988) The effectiveness of mandatory fuel efficiency standards in reducing the demand for gasoline, *Applied Economics*, 20(2), pp. 211-219.
- Mokhtarian, P. L., Collantes, G. O. and Gertz, C. (2004) Telecommuting, residential location, and commute-distance traveled: evidence from State of California employees, *Environment and Planning A*, 36(10), pp. 1877-1897.
- Narayan, P. K. (2008) Examining the behaviour of visitor arrivals to Australia from 28 different countries, *Transportation Research Part A*, 42(5), pp. 751-761.
- Nilles, J. M. (1991) Telecommuting and urban sprawl: mitigator or inciter?, *Transportation*, 18(4), pp. 411-432.
- NRC (2002) Effectiveness and impact of corporate average fuel economy (CAFE) standards (Washington, DC: National Academy Press).
- Olsthoorn, X. (2003) Implications of globalization for co 2 emissions from transport, *Transportation Planning and Technology*, 26(1), pp. 105 - 133.
- Ory, D. and Mokhtarian, P. (2006) Which Came First, the Telecommuting or the Residential Relocation? An Empirical Analysis of Causality, *Urban Geography*, 27(7), pp. 590-609.
- Prideaux, B., Laws, E. and Faulkner, B. (2003) Events in Indonesia: exploring the limits to formal tourism trends forecasting methods in complex crisis situations, *Tourism Management*, 24(4), pp. 475-487.
- Ross, M. (1989) Energy and Transportation in the United States, *Annual Review of Energy*, 14(1), pp. 131-171.
- Schafer, A. and Victor, D. G. (2000) The future mobility of the world population, *Transportation Research Part A*, 34(3), pp. 171-205.
- Senbil, M. and Kitamura, J. (2003) Simultaneous Relationships Between Telecommunications and Activities, 10th International Conference on Travel Behaviour Research, 10 - 15 Augustus 2003, Lucerne.
- Small, K. A. and Van Dender, K. (2007) Fuel efficiency and motor vehicle travel: The declining rebound effect, *Energy Journal*, 28(1), pp. 25-51.

- Smyth, R., Nielsen, I. and Mishra, V. (2009) 'I've been to Bali too' (and I will be going back): are terrorist shocks to Bali's tourist arrivals permanent or transitory?, *Applied Economics*, 41(11), pp. 1367-1378.
- Srinivasan, K. K. and Raghavender, P. N. (2006) Impact of mobile phones on travel - Empirical analysis of activity chaining, ridesharing, and virtual shopping, *Transportation Research Record*, 1977 / 2006, pp. 258-267.
- Srinivasan, S., Bhat, C. R. and Holguin-Veras, J. (2006) Empirical analysis of the impact of security perception on intercity mode choice - A panel rank-ordered mixed logit model, *Transportation Research Record*, 1942 / 2006, pp. 9-15.
- Van Wee, G. P., Chorus, C. G. and Geurst, K. (2011) ICT, travel behaviour and accessibility: A review of literature and a research agenda, *Journal of Transport and Land use*, Manuscript submitted for publication.