

Voorspellen zonder modellen

Toon van der Hoorn

Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS)

en

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KIM)

en

Universiteit van Amsterdam (UvA)

Toon.vander.hoorn@rws.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk

20 en 21 november 2008, Santpoort

Samenvatting

Voorspellen zonder Modellen

Modellen, economische evaluatie, en kosten – baten analyse zijn vandaag de dag een wettelijk of anderszins verplicht onderdeel van planning procedures in verkeer en vervoer. Toch zijn veel modelmakers niet blij. Steeds vaker worden onmogelijke eisen aan modellen gesteld. Modelmakers zijn dus het slachtoffer van hun eigen succes. De roep klinkt naar vereenvoudiging van modellen en meer toepassing van kengetallen en vuistregels. Het is daarom zinvol om als gedachte-experiment een wereld zonder modelvoorspellingen voor te stellen. Wat zijn dan de alternatieven om tot besluitvorming te komen? Ik vrees dat mijn persoonlijke conclusie moet zijn, dat we niet om die vermaledijde modellen heen kunnen.

1. Inleiding

Het planproces in Nederland is vastgelopen. Zoniet door zand in de raderen, dan in ieder geval door fijnstof. In een MER moeten krachtens wettelijke bepalingen prognoses opgenomen worden voor onder meer geluids- en luchtkwaliteit. Een project kan niet van start gaan zonder bewijs (of in ieder geval sterk aannemelijk maken) dat de normen in het relevante toekomstjaar niet overschreden worden. Dat betekent bijvoorbeeld dat voor het jaar 2030 soms vrachtautoprognoses nodig zijn tot op tientallen voertuigen nauwkeurig. Modellen worden dus gebruikt voor toepassingen met een nauwkeurniveau waarvoor ze nooit bedoeld zijn geweest. En dan te bedenken dat in MER's in de regel maar 1 socio-economisch scenario (meestal European Coordination (EC)) wordt gebruikt, terwijl het CPB er 4 heeft gemaakt (CPB, 1996). En zo is onder de huidige wetgeving de taak van de politiek, te weten het nemen van politieke besluiten, gedelegeerd aan mathematische modellen.

In het rapport van de commissie Elverding (2008) wordt onder meer voorgesteld om de gedetailleerde prognoses te vervangen door "kengetallen" en "vuistregels". Indien na voltooiing van het project onverhoopt de normen overschreden worden, kunnen alsnog ad-hoc maatregelen worden genomen (bijvoorbeeld het instellen van een 80 km/u limiet op een nieuw wegvak). Een werkgroep, bestaande uit Dienst Verkeer en Scheepvaart, KIM, en externe instanties buiten V&W, is de methodiek van kengetallen nader aan het uitwerken.

Tja

Toen ik mij voor het CVS opgaf, leek een paper over "voorspellen zonder modellen" goed aan te sluiten bij het thema van dit jaar ("vroeger was de toekomst beter"). Maar het daadwerkelijk schrijven is niet zo gemakkelijk. Het brainstormen over een wereld zonder verkeersmodellen levert eigenlijk niet zoveel op. Ik vrees dat de conclusie moet zijn, dat we niet om die vermaledijde modellen heen kunnen.

Dit paper heeft geen wetenschappelijke aspiraties, hoewel het verwijzingen naar wetenschappelijke literatuur bevat. Eerder is het een artikel voor de "opiniepagina". In het volgende maak ik een onderscheid naar "bouwen zonder voorspellen", "voorspellen *zonder* modellen", en "voorspellen *met* modellen". Tenslotte komen de conclusies, althans mijn persoonlijke. Wellicht komen er tijdens de discussie op het CVS aanvullende suggesties voor hoe we uit de huidige impasse kunnen komen. Met als perspectief dat modellen weer gebruikt worden zoals ze bedoeld waren: als een *hulpmiddel* bij politieke besluitvorming in plaats van een *alternatief* daarvoor.

2. Bouwen zonder voorspellen

Prestigeprojecten

Het eerste en voor de hand liggende voorbeeld is bouwen van prestigeprojecten, al dan niet door "dictators". Het paleis van Versailles door Louis XIV, de renovatie van Parijs door baron Haussmann. Het terracotta leger van de Chinese keizer Qin Shi Huang (247 - 221 vChr), die dacht een leger nodig te hebben als hij weer op aarde zou terugkeren (toch een voorspelling, dus), of het paleis van de Roemeense president Ceausescu. Waarschijnlijk zouden deze projecten met terugwerkende kracht positief eindigen in een kosten-baten analyse, gezien hun belang als toeristische trekpleister.

Oorlogvoering

De tweede categorie zijn projecten die voor defensie nodig zijn. De Duitse Autobahnen werden door de Nazi's aangelegd als werkgelegenheidsproject en hadden een belangrijke rol in de oorlogvoering. In 1941 was het net al 3870 km lang, met alles in principe dubbelbaans en tol vrij. Ook het Interstate netwerk in de USA in de jaren 50 was mede

voor defensieredenen gepland, en oorspronkelijk kwamen er nauwelijks prognoses aan te pas.

Rampenbestrijding

Na de watersnoodramp in Zeeland in 1953 werd snel zonder veel omwegen het Deltaplan aanvaard. In het eerste stadium kwamen er weinig prognoses en trade-off berekeningen aan te pas. Er werd eenvoudig rekening gehouden met de hoogst denkbare waterstand in combinatie met de zwaarst denkbare storm in het slechtst denkbare weerseizoen. Dat betekent dat zelfs als al het ijs van de Noordpool smelt, je bij de dam in het Veerse Gat nog steeds droge voeten houdt. Later is Rijkswaterstaat meer geavanceerde methodieken uit de beleidsanalyse gaan gebruiken, onder meer in de met de RAND Corporation (1981) uitgevoerde PAWN studie naar waterbeheer.

Na de orkaan Katrina wordt New Orleans (zo goed en zo kwaad als het gaat) weer herbouwd. Het zou echter best kunnen dat een KBA uitwijst dat beter een andere plek gekozen kan worden. Maar dat is natuurlijk politiek onhaalbaar.

Visie

Veel projecten zijn tot stand gekomen dankzij "visionaire geesten" in plaats van "kille rekenaars" (Savelberg et.al., 2007). In de eerste plaats natuurlijk tempels en kerken, waar de goden de opdrachtgever waren in plaats van de boekhouders. Andere voorbeelden zijn de kunstmatige hoofdstad Washington DC, de kanalen van koning Willem I, en het oorspronkelijke plan voor de inpoldering van de Zuiderzee. Omdat de polders in fasen zijn aangelegd, is er in een later stadium toch nog kosten-baten analyse aan te pas gekomen, namelijk voor de Markerwaard in de jaren 70.

Community based approach

Deze wordt aanbevolen door Antti Talvitie, een van de scherpste critici van modellen (Talvitie, 1996). Na een carrière in de academische wereld, het wegbeheer in Finland, en bij de Wereldbank heeft hij een academische graad in de psycho-analyse verworven. Hij houdt een pleidooi voor "community based planning". De planner moet langdurig deel hebben uitgemaakt van de gemeenschap om de evolutionaire ontwikkelingen te begrijpen, die de gemeenschap gevormd hebben. Tijd en geld moeten besteed worden aan zorgvuldige dataverzameling bij focus groepen, beredeneerd gebruik van simpele modellen, en evaluatie van beschikbare technologie. Veel van dit alles kan gedaan worden door te luisteren met een "derde oor", zodat normaal niet waarneembare factoren gewogen kunnen worden en in de beslissingen meegenomen.

Helaas heeft naar mijn gevoel deze aanpak een hoog "New Age" gehalte. Zorgvuldige dataverzameling staat in conflict met privacy van respondenten. Er zijn teveel groepen om iedereen diepgaand te kunnen enquêteren, zodat aggregatieproblemen blijven bestaan. Simpele modellen zijn meestal zowel te simpel als te ingewikkeld. Het gebruik van een "derde oor" vereist objectieve, onpartijdige, altruïstische planners en politici, die weten wat goed voor de mensheid is. In een recent paper gaat Talvitie (2008) opnieuw uitvoerig op het planningproces in. Zijn afkeer van modellen blijft bestaan, maar er wordt een beter uitgewerkt voorstel gedaan voor het planningproces.

In Nederland is met Infralab (De Rooij, 2000) het "open planproces" tot ontwikkeling gekomen. Alle belanghebbenden worden uitgebreid vanaf het begin bij het proces betrokken. Daarbij is het belangrijk dat de planners niet direct met oplossingen komen, maar eerst luisteren naar wat als problemen gevoeld wordt. Met deze aanpak hoopt men commitment te creëren en "loopgravenoorlogen" tussen voor- en tegenstanders van een project te voorkomen. Het open planproces is geen zuiver voorbeeld van bouwen zonder modellen, omdat ook prognoses en KBA's een rol in het proces kunnen spelen. Ze zijn echter onderdeel van een groter geheel, waarin naast rationele afweging ook gevoelens en belangen een rol spelen.

3. Voorspellen zonder modellen

Geen prognose nodig

Dat is de ideale situatie. Hij wordt benaderd in de modernste vormen van flexibele productie en supply chain management.

In de kledingbranche kan een keten als Zara zo snel de productie afstemmen op nieuwe modetrends (of ze zelf maken), dat er geen prognoses nodig zijn. Een ander voorbeeld is Wal Mart in de USA, dat alle artikelen al van een RFID heeft voorzien in plaats van een barcode. Van ieder artikel is bekend wat de eigenschappen zijn (kleur, type, enz.) en waar het zich bevindt (in welke doos in welk voertuig of magazijn op welke plaats op aarde). Dit levert zoveel verkoopinformatie, dat allerlei trends zichtbaar gemaakt kunnen worden. Zo weet Wal Mart dat in Florida bij een hurricane meer bewaarvoedsel verkocht wordt en meer spelletjes om de kinderen bezig te houden voor als de TV uitvalt.

In de verkeerskunde kan deze aanpak werken voor eenvoudige korte-termijn maatregelen als bijvoorbeeld het afstellen van een keten VRI installaties of het invoeren van gratis openbaar vervoer op de koopzaterdag. Wanneer het beoogde resultaat niet bereikt wordt, dan wordt het maatregelpakket aangepast.

Aanleg in fasen

Vanwege de hoge aanlegkosten en de lange levensduur zijn er bij verkeersinfrastructuur in economische zin grote "schaaleffecten": voordat de eerste passagier zijn OV Chipcard in de Amsterdamse Noord – Zuid lijn door de lezer kan halen, moeten eerst vele miljarden euro's worden uitgegeven. Schaalears effecten werken negatief uit wanneer het gebruik van infrastructuur in de beginperiode direct na aanleg nog laag is. Wanneer het mogelijk is om een project in fasen aan te leggen, dan zijn deze schaalears effecten beperkter en zijn lange-termijn prognoses minder nodig. Een voorbeeld is de Franse tolwegmaatschappij Cofiroute. Terwijl in de jaren 60-70 de ene na de andere Franse tolwegmaatschappij over de kop ging en door de Staat overgenomen moest worden, bleef Cofiroute dankzij een gefaseerde aanleg van rijstroken overeind. Inmiddels worden de autoroutes zo intensief gebruikt, dat de schaalears effecten nu de andere kant opwerken. Daarom heeft Frankrijk een paar jaar geleden de tolwegmaatschappijen weer geprivatiseerd en verkocht, zij het met garanties over de ontwikkeling van de toltarieven en andere zaken.

Voorspellen te moeilijk

Als een voorspelling "te moeilijk" is, kan veelal wel een beneden- of bovengrens worden aangegeven. Bijvoorbeeld voor de opwarming van de aarde onder het broeikas effect of voor de economische schade van files voor het wegtransport.

Een ander voorbeeld zijn milieunormen en het percentage waarmee bepaalde emissies omlaag moeten. Vaak zijn deze "geprikt", met de gedachte dat als we daar maar beneden zitten, de schadelijke effecten wel verwaarloosbaar zullen zijn.

Toevallige ontdekkingen

Deze komen veel in de medische wereld voor. Een van de bekendste voorbeelden is Viagra, dat oorspronkelijk ontwikkeld is als een middel om angina pectoris te behandelen. Het dubbelblind testen is pas relatief kort gemeengoed, mede vanwege de ethische vraag of men patiënten zomaar een placebo mag geven. Bij dierproeven ligt dat eenvoudiger.

Data mining

Data mining kan omschreven worden als het systematisch zoeken naar toevallige ontdekkingen. De wetenschap- en internetjournalist Chris Anderson (NRC, 24 juli 2008)

gaat zelfs zover dat hij stelt dat de theorievorming in de wetenschap tot het verleden gaat behoren. Hypothesevorming en – testen gaat traag en kost veel geld. Bijvoorbeeld ten behoeve van de fysica van elementaire deeltjes is het nodig om kolossale versnellers bij het CERN te bouwen. Meestal blijkt al snel dat de hypothesen te eenvoudig waren en dat het model van de werkelijkheid snel verouderd. Het is volgens hem daarom beter om wiskundige technieken op complexe databestanden (dankzij internet van een omvang van vele Petabytes) los te laten. Dat levert natuurlijk naast nuttige relaties ook relaties op als tussen het aantal ooeivaars en het aantal geboorten. Maar zelfs dat soort relaties kan je wel aan het denken zetten.

Gebruik voor iets anders dan waar het voor bedoeld was

In dit geval is geen sprake van voorspellen zonder model, maar van een voorspelling die mislukt is. Voordat de internet bubble barstte zijn er grote investeringen gedaan in glasvezelnetten. Tijdens de daaropvolgende crisis gingen veel van die maatschappijen failliet. De glasvezelnetten werden daarna voor een prikje opgekocht door bedrijven in India (Friedman, 2006). Opnieuw een voorbeeld van dat bij innovaties de korte-termijn effecten overschat worden en de lange-termijn effecten onderschat. Bovendien wordt de kwaliteit van de glasvezelnetten minder bepaald door de kabels dan door de optische switches, en die switches worden ieder jaar beter. Het glasvezelnet is dus vergelijkbaar met een autosnelwegennet waarvan de capaciteit ieder jaar vrijwel gratis toeneemt.

In zekere zin zijn de Nederlandse autosnelwegen ook een voorbeeld. Ze waren primair bedoeld voor lange-afstandsverkeer, maar worden nu voornamelijk door regionaal verkeer gebruikt.

Timmermansoog

Bij eenvoudige studies (bijvoorbeeld naar de aanleg van een fietspad) worden prognoses nog wel eens handmatig gemaakt op het "gevoel". Het is moeilijk in te schatten hoe vaak dit voorkomt, omdat de meeste adviesbureaus waarschijnlijk niet echt "trots" op deze methodes zijn. Er wordt bijvoorbeeld een algemene ophoogfactor voor de verkeersgroei gebruikt in combinatie met een analyse van doorgaande en afslaan bewegingen.

Ook in grote studies zit een handmatige component. De verkeerstoedelingen uit de computer moeten immers gecontroleerd worden op plausibiliteit, hetgeen betekent dat de analyst een a-priori idee heeft van wat "goed" en "fout" is.

Inregelen

Hierbij wordt een zo goed mogelijke beginsituatie op basis van expert judgment gecreëerd. Als de resultaten niet aan de verwachtingen voldoen, vindt er aanpassing plaats. Dit kan op kleine schaal bijvoorbeeld toegepast worden voor de groenfasen in een VRI installatie, en op grote schaal voor de invoering van de kilometerheffing. In plaats van met grote modellen a-priori het optimale tarief te bepalen, kan men ook gewoon beginnen met een tarief te prikken. Als de congestievermindering c.q. de heffingsopbrengst tegenvalt of meevalt, gaat het tarief omhoog resp. omlaag. De eerste twee jaar na invoering van de London Congestion Charging namen het aantal autoritten in de zone en de congestie sterk af. De heffingsopbrengst was daarom aan de lage kant. Inmiddels is het tarief verhoogd van 5 naar 8 pond (TfL, 2008).

Case studies

Bij gebrek aan mogelijkheden om de hele wereld te bestuderen wordt vaak gekozen voor een of meer case studies. De resultaten van die beperkte cases moeten dan ook geldig verklaard kunnen worden voor de rest van de wereld (of een deel daarvan) buiten de cases. Volgens Yin (2003a en b) kunnen case studies verdeeld worden in verkennend, beschrijvend, en verklarend. Verder is er een onderscheid naar enkelvoudige en meervoudige case studies. In een meervoudige case studie naar marktvooruitzichten van een nieuw product of nieuwe dienst kan bijvoorbeeld een "succesvolle" case worden

geselecteerd, plus een "mislukte" case, plus een case om de resultaten van de andere twee te valideren.

Een case study is dus niet gericht op het vinden van kwantitatieve resultaten met gebruik van representatieve steekproeven, maar op het zoveel mogelijk informatie op tafel zien te krijgen over mechanismen. Feiten worden veelal verzameld via "triangulation". Dit houdt in dat bij meerdere gegevensbronnen dezelfde vragen gesteld worden. Bij *data* triangulation worden data verzameld uit verschillende bronnen. Bij *methodological* triangulation worden verschillende methoden gebruikt om die data te verzamelen. Bij *researcher's* triangulation worden de resultaten voorgelegd aan externe deskundigen of betrokken partijen om ze te becommentariëren. Als alle bronnen naar dezelfde antwoorden verwijzen, dan is er sprake van succesful triangulation.

In onderstaande tabel worden de verschillende vormen van validiteit opgesomd.

Type of validity	Related question	Category	Test method	Application in...
Content validity	"Is the domain of phenomenon captured by the case study?"	Internal validity	Theoretical reasoning, preliminary research	All phases
Construct validity	"Are correct operational measures established for the concepts (constructs) being studied?"	Internal validity	Use multiple sources of evidence for data collection, maintain a chain of evidence from initial research questions to ultimate conclusions, having key informants review the case study research	Data collection phase
Face validity	"Are the results in anticipated directions?"	Internal validity	Conduct of the case study, keeping the initial propositions in mind	Analysis phase
Causal interpretation (no spurious relationships)	"May the correlation be interpreted in terms of cause and effect?"	Internal validity	Search evidence for "why" behind relationships (logical reasoning of experts interviewed)	Analysis phase
Ecological validity	"Can the results be generalised? Are they transferable to other environments?"	External validity	Simulating real choice situations	Design phase
Criterion validity	"To what extent is the case study able to predict real-world choices at the time of its completion or later?"	External validity	For single-case studies: make use of theory For multiple-case studies: make use of replication logic	Design phase
Repeatability (generalisability in time)	"Can the operations of the same case study be repeated? Does the repetition lead to the same results?"	External validity	Case study protocol, case study database	Design phase

Bron: Yin (2003a en b)

Het is voorstelbaar om case studies als alternatief voor een model te gebruiken. Geen pseudo-nauwkeurigheid uit een groot gedetailleerd modelsysteem, maar politieke besluiten nemen op basis van grotendeels kwalitatieve informatie uit case studies. Zo kunnen bijvoorbeeld de aanleg van een rondweg rond een dorp- of stadskern of de uitbreiding van de Zuidtangent onderbouwd worden door te kijken naar vergelijkbare situaties uit het verleden of in andere gebieden of landen.

Kengetallen en vuistregels

Dit zijn eigenlijk bijzondere gevallen van case studies. Cases uit het verleden of uit andere landen leren ons iets over grootte-orde van effecten. Vaak in de vorm van elasticiteiten. Zo is veel onderzoek gedaan naar effecten van de tweede oliecrisis van 1979 en de daarop volgende economische recessie van de beginjaren 80. Die ervaringen komen goed van pas nu de olieprijs weer recordhoogten bereikt.

Ook in het hierboven genoemde rapport van de Commissie Elverding wordt het gebruik van kengetallen bepleit. Dat is zeker het overwegen waard, maar wel ligt het risico op de loer van "a shortcut is the longest route between two points". De wettelijke regels voor luchtkwaliteit worden niet vereenvoudigd, alleen de gebruikte methodes. In een omgeving, waarin geen minimum aan consensus bestaat over de noodzaak van een project, worden vuistregels al snel bekritiseerd: "dit" effect zit er niet in, met "dat" belang is geen rekening gehouden, en "zus en zo" deelgroep gaat erop achteruit.

4. Voorspellen met modellen

Het gebruik van verkeerskundige modellen is in zwang gekomen in de jaren 50-60 van de vorige eeuw, de periode dat het autobezit en –gebruik explosief toenamen. Meestal werd de groei door de toenmalige modellen onderschat. Voor die modellen gold daarom dat "niet de prognose, maar alleen het jaar fout was". Sindsdien is in het kader van "no nonsense beleid" diverse malen geprobeerd om de modellen ten grave te dragen, maar dat is nooit gelukt. Integendeel, modellen, economische evaluatie, en kosten – baten analyse zijn vandaag de dag een wettelijk of anderszins verplicht onderdeel van planning procedures. De vraag is natuurlijk of dit te danken is aan het succes van de modellen of aan toegenomen maatschappelijk en politiek verzet tegen nieuwe infrastructuur.

Een van de indringendste kritieken op modellen en planning procedures komt van Talvitie (1996 en 2008). Toch zijn modellen in de loop der tijd onmiskenbaar verbeterd. De introductie van gedesaggregeerde modellen en het gebruik van betere methoden uit de mathematische statistiek heeft geleid tot een veel efficiënter gebruik van beschikbare data. En dankzij de digitalisering zijn er steeds meer data beschikbaar (internet enquêtes, detectielussen, GSM data, GPS data, CCTV data, enz.). Dankzij grafische technieken op PC's kunnen fouten in die data veel sneller opgespoord worden. Het beste bewijs van de verbetering van de modellen wordt geleverd door TomTom en andere routeplanners. Dat zijn immers in wezen modellen voor routekeuze.

Helaas is ook op verkeersmodellen de theorie van "induced demand" van toepassing: het aanbod schept zijn eigen vraag. En de toename van het "aanbod" van kwalitatief goede modellen kan de "vraag" vanuit de politiek naar steeds verder gaande detaillering op geen stukken na bijhouden.

Stel nu dat we naar een onbewoond eiland worden verbannen, om daar te telewerken, en maar één submodel uit het standaard vijfstaps modelsysteem mogen meenemen, welk zou dat zijn? Ik denk de toedeling. Bouwen op basis van "hier staat een file, dus hier moet de weg verbeterd worden" is geen handige aanpak. De interacties tussen wegvakken stroomopwaarts en stroomafwaarts moeten in beeld gebracht worden. En daarvoor zijn toedelingen nodig, idealiter rekening houdend met het dynamische karakter van de verkeersstroom (als de computer dat aankan). Lange-termijn prognoses voor generatie, distributie, vervoerwijzekeuze, en tijdstipkeuze zijn natuurlijk ook belangrijk, maar minder. Het Nederlandse vervoersysteem is overbelast, en dus is de verre toekomst minder belangrijk voor de te nemen maatregelen dan het heden. Volstaan kan

dan worden met een bevolkingsprognose, om te checken of vanwege de verwachte bevolkingsdaling binnen enkele decennia niet allerlei infrastructuur overbodig wordt.

Conclusies

Bij het brainstormen hierboven over een wereld zonder modellen zijn er eigenlijk weinig alternatieven tevoorschijn gekomen. De belangrijkste vier zijn de case study aanpak, de kengetallen, de aanleg in fasen, en het inregelen.

Het basisprobleem op dit moment bij planstudies is dat de wet garanties eist voor de verre toekomst. Die garanties bestaan niet. Het primaat van de politiek, te weten het doorhakken van knopen in een krachtenveld van tegenstrijdige belangen, moet weer hersteld worden. Mijn voorstel is om eens te onderzoeken of een referendum voor infrastructuurprojecten tot de mogelijkheden behoort. In Zwitserland is een paar jaar geleden op die manier gekozen voor de Alpentunnels voor het goederenvervoer per spoor. Infrabesluiten zouden dan genomen worden op basis van de best beschikbare informatie (waaronder modeluitkomsten en KBA's). Maar wanneer daarna bijvoorbeeld 100,000 kiezers een handtekening plaatsen dat ze het niet met het infrabesluit eens zijn, dan zou een correctief referendum georganiseerd kunnen worden.

5. Literatuur

Advies Commissie Versnelling Besluitvorming Infrastructurele Projecten (Commissie Elverding) (2008). Sneller en Beter. Den Haag.

Centraal Planbureau (CPB) (1996), Omgevingsscenario's Lange Termijn Verkenning 1995 - 2020, Werkdocument no.89, Centraal Planbureau, Den Haag.

Friedman, T. (2006). *The World is Flat, The Globalized World in the Twenty-First Century*. Penguin ISBN 978-0-14-102272-7

NRC (2008). *Het Einde van de Wetenschaptheorie. De Wetenschap Verandert Radicaal*, Stelt Chris Anderson. NRC 24 juli 2008.

Rand Corporation (1981) [in coop. with Delft Hydraulics Laboratory Waterloopkundig Laboratorium]. *Policy analysis of water management for the Netherlands [PAWN]*. Prepared for [and with] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Santa Monica

Rooij, A.de (red.) (2000), *Fysica van Samenwerking, naar een Krachtenfusie van Burgers, Bestuurders, Bureaucraten en Bedrijven*, Rijkswaterstaat, Den Haag.

Savelberg, F., 't Hoen, A., Koopmans, C. (2007). *De Schijntegenstelling tussen Visie en Kosten-Batenanalyse*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid. Te vinden op www.kimnet.nl.

Talvitie, A.(1997). *Things Planners Believe in, and Things They Deny*. *Transportation* 24: 1-31.

Talvitie, A.(2008). *Model, Process, Technique, and the Good Thing*. *Transportation* 35:375-393.

TfL (2004). *Congestion Charging Central London, Impacts Monitoring, Second Annual Report April 2004 P11*. Te downloaden op de website van Transport for London <http://www.tfl.gov.uk/roadusers/congestioncharging/6722.aspx>

Yin, R.K. (2003a), *Applications of case study research*, 2nd Edition, Applied social research methods series Volume 34, SAGE Publications, Thousand Oaks/London/New Delhi

Yin, R.K. (2003b), *Case study research: design and methods*, Applied social research methods series Volume 5, 3rd Edition, SAGE Publications, Thousand Oaks/London/New Delhi