

# **REGIONALE EFFECTANALYSE**

## **VAN INFRASTRUCTUURPROJECTEN**

Dr. F.W.C.J. van de Vooren

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Rijkswaterstaat directie Limburg)  
Universiteit Antwerpen (UFSIA-RUCA, vakgroep Transport en Ruimtelijke Economie)

augustus 2001

### **1 Inleiding**

Welke betekenis heeft een verbetering van de bestaande infrastructuur en de aanleg van nieuwe infrastructuur voor de welvaart van het land en zijn afzonderlijke regio's? Deze steeds weer terugkerende vraag speelt een vooraanstaande rol in de discussies over infrastructuurprojecten. Een adequate beantwoording van deze vraag is van essentieel belang, omdat investeringen in infrastructuur doorgaans grote sommen geld vergen.

Deze kwestie vereist een methode om de effecten te kwantificeren, die infrastructuurprojecten op mobiliteit, economie, arbeid, wonen, milieu, leefbaarheid en verkeersveiligheid teweegbrengen. In deze paper zullen wij een overzicht geven van de methoden, die voor mobiliteit, economie, arbeid en wonen toegepast kunnen worden. Centraal in de uiteenzetting zullen de afzonderlijke regio's staan, ofschoon het landelijke totaal van de regio's niet zal worden genegeerd. Aldus is sprake van een *regionale effectanalyse* van infrastructuurprojecten. Een aandachtspunt is de samenhang tussen de regio's: wij zullen ons niet beperken tot het effect van een infrastructuurverbetering in de regio, waar het project wordt gerealiseerd, maar wij zullen ook de effecten hiervan in andere regio's in beschouwing nemen. Een ander aandachtspunt is de macro-economische doorwerking van zeer grote infrastructuurprojecten.

In een regionale effectanalyse gaat het niet alleen om de raming van de effecten van infrastructuurprojecten als zodanig maar ook om hun betekenis voor de maatschappelijke welvaart. Wij zullen in deze paper laten zien, hoe de berekende effecten in termen van maatschappelijke kosten en baten kunnen worden geëvalueerd. Op basis van een kosten-batenanalyse zal aan de hand van een voorbeeld een prioriteitstelling van projecten worden aangegeven. Aldus wordt de grondslag gelegd voor een *welvaartsoptimale infrastructuurplanning*.

## 2 Overzicht van effecten

De effecten van een infrastructuurproject kunnen worden onderscheiden in *tijdelijke* effecten en *permanente* effecten. De aanleg van infrastructuur is een tijdelijke zaak en heeft dus tijdelijke effecten en wel in het bijzonder op de bedrijven voor grond-, wegen- en waterbouwkundige werken en op de daaraan toeleverende bedrijven. De effecten op de eerstgenoemde bedrijven worden *direct* genoemd, op de laatstgenoemde bedrijven *indirect*.

Beleidsmatig zijn de permanente effecten van een infrastructuurproject veel belangrijker. Zij manifesteren zich in eerste instantie in de vorm van reistijdwinsten en ingeval van nieuwe verbindingen ook in de vorm van reisafstandsverkortingen. Dit impliceert een transportkostenverlaging. Deze permanente effecten zijn van *directe* aard.

De transportkostenverlaging brengt een verbetering van de bereikbaarheid met zich mee, hetgeen van invloed is op de regionale omgeving. De permanente effecten op de regionale omgeving zijn als *indirect* te kwalificeren. Het gaat in concreto om onder meer de volgende permanente indirecte effecten.

Lagere transportkosten maken het mogelijk om met behulp van dezelfde hoeveelheid personeel, materieel en brandstof meer ritten in het goederenvervoer en het zakelijk personenvervoer te rijden. Hierdoor kan een hogere productie tot stand worden gebracht bij dezelfde hoeveelheid productiemiddelen. Dat betekent een hogere productiviteit van deze

productiemiddelen. Dit stimuleert de uitbreiding van de bedrijvigheid in de regio en trekt nieuwe bedrijvigheid uit andere regio's aan. Deze ontwikkelingen komen in een hoger regionaal product tot uitdrukking, wat vervolgens tot een hoger investeringspeil leidt, waardoor het regionale product verder toeneemt. Het hogere investeringspeil en de verdere toeneming van het regionale product worden *afgeleide effecten* genoemd. De stijging van het regionale product kan met een uitbreiding van de werkgelegenheid gepaard gaan. De toeneming van de bedrijvigheid kan schaalvoordelen teweegbrengen, met als gevolg een kostenverlaging van de productie.

Voor zover zich monopolistische tendensen in de regio voordoen, worden deze door de grotere toegankelijkheid van de regio teruggedrongen. Bedrijven in de regio kunnen tegen lagere kosten buiten de regionale afzetmarkt verkopen. Tegelijkertijd kunnen bedrijven van buiten de regio hun marktaandeel in de regio opvoeren. Het is denkbaar, dat de bedrijven in de regio niet tegen deze concurrentie van buiten opgewassen zijn. Dat zou tot een vermindering van de productie in de regio leiden, hetgeen het *leegzuigeffect* wordt genoemd (Blauwens, De Baere & Van de Voorde, 2001).

De verbeterde bereikbaarheid vergroot de migratie- en pendelstromen, doet de prijzen van onroerend goed stijgen en versterkt de agglomeratievoordelen door de samenballing van bedrijven en personen; dat laatste kan overigens in agglomeratienadelen omslaan. Tegelijkertijd verandert de regionale productiestructuur.

Het woon-werkverkeer is gevoelig voor de verbeterde bereikbaarheid. De daardoor verkregen reistijdwinsten kunnen in vrije tijd of arbeidstijd worden omgezet. Het kan er ook toe leiden, dat aantrekkelijke woonplaatsen op grotere afstand van de werkplaats binnen bereik komen: de reisafstand is weliswaar groter geworden, maar de totale reistijd is min of meer gelijkgebleven. De voor de bedrijven relevante regionale arbeidsmarkt is door de verbeterde bereikbaarheid geografisch verruimd; het arbeidsaanbod is daarmee groter geworden.

Al deze indirecte effecten gaan gepaard met een zwaardere verkeersbelasting van de infrastructuur in de regio, hetgeen de aanvankelijke reistijdwinst voor een deel ongedaan maakt. Met andere woorden, de permanente effecten van een infrastructuurproject zullen uit dien hoofde in de loop van de tijd dalen.

De nieuwe infrastructuur kan met barrièrevorming en versnippering van het landschap gepaard gaan. De grotere verkeersstromen zijn nadelig voor het milieu en de leefbaarheid. Bovendien kunnen zij de verkeersveiligheid ongunstig beïnvloeden.

Tegelijkertijd ontstaan ook effecten in de andere regio's. Sommige regio's zullen baat hebben bij de verbeterde bereikbaarheid van de in beschouwing genomen regio, doordat ook zij van de verbeterde infrastructuur gebruik maken en dus met lagere transportkosten worden geconfronteerd. Andere regio's zullen met hogere transportkosten te maken krijgen, doordat hun gelijkgebleven infrastructuur zwaarder belast wordt door het toegenomen verkeer. In enkele regio's zal wellicht de werkgelegenheid inkrimpen als gevolg van een verscherpte concurrentie van elders gevestigde bedrijven.

### **3 Kwantificering van de tijdelijke effecten**

Het effect op het regionale product en de werkgelegenheid tijdens de aanleg van de infrastructuur is doorgaans substantieel maar tijdelijk. De directe effecten betreffen vooral de bedrijven voor grond-, weg- en waterbouwkundige werken en deze zijn meestal landelijk werkende organisaties. Het directe effect manifesteert zich dus vooral op nationale schaal.

De indirecte effecten betreffen vooral de toeleverende bedrijven, die meestal regionaal opereren. De indirecte effecten manifesteren zich dan ook vooral in de regio, waar de nieuwe infrastructuur wordt aangelegd.

Tabel 1 geeft een inzicht in de kwantitatieve betekenis van de tijdelijke effecten op de werkgelegenheid in de Nederlandse situatie in 1995. De gegevens zijn ontleend aan het *Handboek Economische Effecten Infrastructuur* van het Nederlandse Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1996). Het blijkt, dat de directe effecten hoger zijn dan de indirecte effecten en dat ze verschillen per type infrastructuur.

Tabel 1 Het tijdelijke effect van 1 miljoen euro aan aanlegkosten op de directe en indirecte werkgelegenheid in arbeidsjaren, Nederland, 1995 (Nederlands prijspeil 1995)

	direct	indirect	totaal
weginfrastructuur	7,5	6,5	14
spoorweginfrastructuur	10	5,5	15,5
stads- en streekvervoer			
• vrije busbaan	7,5	6,5	14
• lichte rail	10	5,5	15,5
• metro	10	5,5	15,5
waterweginfrastructuur	11	6,5	17,5

Bron: Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1996), *Handboek Economische Effecten Infrastructuur*.

Een verbreding van een 2x2 autosnelweg met derde rijstroken in beide richtingen over 20 km kost ca. 90 miljoen euro (Nederlands prijspeil 1995). Dat betekent een tijdelijke creatie van  $90 \times 14 = 1260$  arbeidsjaren, waarvan  $90 \times 7,5 = 675$  op de nationale arbeidsmarkt en  $90 \times 6,5 = 585$  op de regionale arbeidsmarkt. Hierbij wordt verondersteld, dat het arbeidsaanbod de bezetting van de tijdelijk gecreëerde arbeidsplaatsen mogelijk maakt.

#### 4 Kwantificering van permanente direct effecten

Een verbeterde infrastructuur leidt tot reistijdwinsten en eventueel reisafstandsverkortingen, resulterend in lagere transportkosten. Dit is het permanente directe effect. De reistijdwinsten en de reisafstandsverkortingen met betrekking tot het wegverkeer kunnen met behulp van een verkeersmodel worden berekend, bijvoorbeeld het *Nieuw Regionaal Model* (NRM) van het Nederlandse Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1997).

Het NRM maakt het mogelijk per wegvak een voorspelling te doen van de mobiliteit per (vracht)auto en bus in een gegeven toekomstig jaar, momenteel 2010 en 2020. In het model staan de zogenoemde groeifactoren centraal, waarmee de situatie in het basisjaar per herkomst-bestemmingsrelatie moet worden vermenigvuldigd om een voorspelling voor een toekomstig jaar te doen. Deze groeifactoren worden per herkomst-bestemmingsrelatie met behulp van een zogenaamd groeimodel gekwantificeerd, waarvoor onder meer een uitspraak nodig is over de te verwachten ontwikkeling van bevolking, economie en werkgelegenheid. Deze ontwikkelingen worden in het NRM als exogeen opgevat. Veranderingen in het wegnet

leiden tot veranderingen in de reistijd en zo mogelijk in reisafstand. Daarbij wordt rekening gehouden met een routeverandering als gevolg van een infrastructuurverbetering.

De reistijdwinsten en reisafstandsverkortingen impliceren lagere transportkosten, wat nieuw verkeer genereert. Hierdoor wordt de verbeterde infrastructuur zwaarder belast, waardoor de reistijdwinsten gaan dalen. Bovendien zal het nieuwe verkeer met een toeneming van het regionale product gepaard gaan, wat de investeringen vergroot, met een verdere toeneming van het regionale product als gevolg. Ook hierdoor ontstaat nieuw verkeer met als gevolg een nog zwaardere belasting van de verbeterde infrastructuur. Deze consequenties van een infrastructuurverbetering blijven echter in een verkeersmodel buiten beschouwing.

## 5 Kwantificering van permanente indirecte effecten

Voor een schatting van de permanente indirecte effecten zijn de volgende methoden beschikbaar:

- (1) casestudies;
- (2) enquêtes;
- (3) modellen.

Al deze methoden zijn aan specifieke beperkingen onderhevig. Het Centraal Planbureau en het Nederlands Economisch Instituut adviseren daarom in hun leidraad voor kosten-batenanalyse, in opdracht van de Nederlandse Ministeries voor Verkeer en Waterstaat en Economische Zaken opgesteld (2000), om een schatting van de permanente indirecte effecten op een combinatie van casestudies, enquêtes en modellen te baseren.

### 5.1 Casestudies

Het is zinvol casestudies van vergelijkbare infrastructuurprojecten te verrichten, die in het verleden in binnen- en buitenland zijn gerealiseerd. Men kan trachten de effecten ervan op het land en de afzonderlijke regio's te achterhalen. Erg precies kan dit niet gebeuren, omdat niet vast te stellen is, welke ontwikkelingen zich zonder het project zouden hebben voorgedaan. Dit probleem kan men tot zekere hoogte aanpakken door een regressie-analyse aan de hand van een dwarsdoorsnede over een aantal regio's op te stellen. In feite is dit een overstap op een (eenvoudig) model.

Een casestudie levert regionaal genuanceerde resultaten op zonder het complexe verband tussen infrastructuur enerzijds en mobiliteit, economie en andere facetten anderzijds fundamenteel te verklaren. Door op een regressie-analyse over te gaan, gaat deels de regionale nuance teloor.

Een voorbeeld is de studie inzake de effecten van de TGV in Frankrijk ten behoeve van inzicht in de effecten van de HSL-projecten in Nederland.

Een casestudie dient niet alleen de regio's te omvatten, waar de infrastructuurverbetering tot stand zou moeten komen, maar ook andere regio's die hiervan de invloed kunnen ondergaan. Deze noodzaak hangt samen met het verschil tussen *generatieve* en *distributieve* effecten. Bij generatieve effecten gaat het om nieuwe activiteiten als gevolg van een infrastructuurproject, waarbij rekening moet worden gehouden met verdringing (crowding out) van bestaande activiteiten<sup>1</sup>. Bij distributieve effecten gaat het om een ruimtelijke verschuiving van

bestaande activiteiten. Veronderstel bij wijze van voorbeeld een land bestaande uit de regio's A en B. Een infrastructuurverbetering leidt tot 50 nieuwe arbeidsplaatsen in regio A, waar tevens 5 bestaande arbeidsplaatsen verloren gaan. In regio B verdwijnen dientengevolge 10 arbeidsplaatsen. Het generatieve effect bedraagt 35 arbeidsplaatsen vanuit het gezichtspunt van het land en het distributieve effect bedraagt 10 arbeidsplaatsen bij de gegeven regio-indeling.

Voor het onderscheid tussen generatieve en distributieve effecten is het gekozen ruimtelijke schaalniveau van groot belang. Effecten, die in een klein ruimtelijk gebied (bijvoorbeeld een stadsregio) generatief lijken te zijn, kunnen in een ruimer gekozen gebied (bijvoorbeeld een provincie) distributief van aard zijn. Met andere woorden, een infrastructuurverbetering in een bepaalde regio kan een positief effect op deze regio uitoefenen, terwijl in de omliggende regio's door hun verslechterde concurrentiepositie negatieve effecten tot stand kunnen komen. Een beperking tot de regio, waar de infrastructuurverbetering plaats zou vinden, zou tot een overschatting van de infrastructuureffecten kunnen leiden.

## 5.2 Enquêtes

Casestudies zijn op waarnemingen en ervaringen in het verleden gebaseerd. Wenst men inzicht te krijgen in *toekomstige* reacties op infrastructuurverbeteringen, dan is een enquête een mogelijkheid. De enquête dient in verband met distributieve effecten niet alleen de regio te omvatten, waar de infrastructuurverbetering tot stand zou moeten komen, maar ook andere regio's die hiervan de invloed kunnen ondergaan.

Het probleem van een enquête is een mogelijke vertekening van de echte opvattingen. De beantwoording van de vragen kan immers mede door strategisch gedrag worden ingegeven. Een voorstander van het voorgestelde project kan bewust de voordelen overdrijven en de nadelen afzwakken en een tegenstander kan het omgekeerde doen (beweerde voorkeur/stated preference).

Een enquête kan regionaal genuanceerde uitkomsten opleveren. Wenst men echter een fundamenteel inzicht te krijgen in het complexe verband tussen infrastructuur enerzijds en mobiliteit, economie en andere facetten anderzijds, dan ontkomt men niet aan het gebruik van een model.

## 5.3 Modellen

Uit de modellen voor verkeer en vervoer, economie, arbeid en wonen hebben wij een keuze gemaakt voor enkele modellen, die in Nederland daadwerkelijk zijn toegepast. Modellen voor het berekenen van effecten in de sfeer van het milieu, leefbaarheid en verkeersveiligheid blijven in deze paper buiten beschouwing.

### 5.3.1 Verkeersmodellen

Verkeersmodellen, waaronder het NRM (sectie 4), bevatten de economie als een belangrijke verklarende variabele voor de verkeers- en vervoersstromen. De economie wordt in dit soort

modellen in de vorm van het regionale product, het regionale inkomen of de regionale werkgelegenheid ingebracht. Deze grootheden worden als *exogene* variabelen opgevat.

Het nadeel van zo'n exogene economische variabele is gelegen in de omstandigheid, dat van een terugkoppeling van mobiliteit naar economie geen sprake is. Immers er kan dan niet worden geraamd, in welke mate de aanleg van nieuwe infrastructuur of een verbetering van bestaande infrastructuur de economische ontwikkeling bevordert. Evenmin is vast te stellen, in welke mate het niet verruimen van de infrastructuur de economische ontwikkeling afremt.

Een regionale effectanalyse op basis van een verkeersmodel gaat dus niet verder dan een raming van de verkeersstromen als gevolg van een verbeterde infrastructuur. Een daaruit voortvloeiende economische groei, die op zijn beurt weer de verkeersstromen beïnvloedt, komt niet aan de orde. Verkeersmodellen komen dus niet in aanmerking voor een kwantificering van de permanente *indirecte* effecten van infrastructuurprojecten.

### 5.3.2 Regionaal-economische modellen

Armstrong en Taylor (1993) onderscheiden de volgende benaderingen om inzicht te krijgen in de regionale economie en in de mogelijkheden om regionaal-economische problemen terug te dringen:

- (1) export-basismodellen;
- (2) keynesiaanse inkomensmodellen;
- (3) input-outputmodellen;
- (4) neoklassieke modellen;
- (5) het model van Dixon en Thirlwall voor het proces van cumulatieve causatie volgens Kaldor;
- (6) interregionale handel volgens het theorema van Ricardo, het theorema van Heckscher-Ohlin-Samuelson en andere explicaties;
- (7) regionale economische groei volgens de "shift and share"-methode.

Deze benaderingen missen in de beschrijving van Armstrong en Taylor (1993) het ruimtelijke element en abstraheren van transportkosten. Daarom zijn zij niet geschikt voor een kwantificering van permanente indirecte effecten van infrastructuurprojecten.

### 5.3.3 Duitse methodiek

In de officiële Duitse evaluatiemethodiek van infrastructuurprojecten (Bundesminister für Verkehr, 1993) wordt nadrukkelijk aandacht geschonken aan de permanente indirecte effecten, waaronder de werkgelegenheid. In het *Handboek Economische Effecten Infrastructuur* van het Nederlandse Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1996) is deze methodiek overgenomen voor een "quick scan"-ramingen van de werkgelegenheid. Daarbij wordt de werkgelegenheid als een representatieve grootheid voor de omgevingseffecten van infrastructuurprojecten beschouwd.

De basisformule van de Duitse methodiek is van de volgende gedaante:

*potentiële werkgelegenheidscreatie = aantal potentieel gecreëerde arbeidsplaatsen per km autosnelweg x lengte van het infrastructuurproject x infrastructuurspecifieke factor x regiospecifieke factor*

Het aantal potentieel gecreëerde arbeidsplaatsen wordt op 8 per kilometer aangelegde autosnelweg gesteld<sup>2</sup>. De infrastructuurspecifieke factor is voor de aanleg van een nieuwe autosnelweg gelijk aan 1. De standaardwaarde van de regiospecifieke factor is eveneens 1. Hieruit volgt, dat de aanleg van 50 kilometer autosnelweg in een standaard regionale omgeving een potentieel werkgelegenheidseffect heeft van  $8 \times 50 \times 1 \times 1 = 400$  arbeidsplaatsen.

De formule houdt rekening met verschillende typen infrastructuur voor het wegverkeer, het railverkeer en de binnenvaart, terwijl ook een onderscheid wordt gemaakt tussen nieuwe infrastructuur en een uitbreiding van bestaande infrastructuur. De *infrastructuurspecifieke factor* in de formule wordt daarvoor bepaalde waarden toegekend.

Tevens wordt er rekening mee gehouden, dat de werkgelegenheidseffecten sterk door regionale omstandigheden worden gedifferentieerd. De standaardwaarde van de *regiospecifieke factor* van 1 kan met bepaalde waarden worden opgehoogd vanwege:

- (a) een relatief lage dichtheid van het infrastructuurnetwerk;
- (b) een relatief hoge congestie;
- (c) een relatief hoge internationale oriëntatie;
- (d) een relatief hoge beschikbaarheid en kwaliteit van bedrijfsterreinen.

Het grote voordeel van de Duitse methodiek is het gemak, waarmee deze methodiek kan worden toegepast, zodra de verschillende waarden voor de infrastructuurspecifieke en regiospecifieke factoren beschikbaar zijn. Het nadeel is echter, dat deze rekentechniek methodologisch nauwelijks gefundeerd is. Het is onduidelijk, hoe de waarden van de infrastructuurspecifieke en de regiospecifieke factoren tot stand zijn gekomen.

Als een bezwaar tegen het uitgangspunt van een potentiële werkgelegenheidscreatie van 8 arbeidsplaatsen per kilometer aangelegde autosnelweg is aan te voeren, dat hoe kronkeliger een weg wordt aangelegd, des te langer is de weg en des te hoger zou de potentiële werkgelegenheidscreatie zijn. In feite gaat het echter niet om de lengte van de weg maar om de transportkosten. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden, dat het aantal arbeidsplaatsen per kilometer aangelegde autosnelweg in de loop van de tijd verandert onder invloed van de groei van de arbeidsproductiviteit.

Een derde probleem met de Duitse methodiek hangt samen met het onderscheid tussen generatieve en distributieve effecten. Er dient dan ook gewaakt te worden voor het zonder meer bij elkaar optellen van de werkgelegenheidseffecten van afzonderlijke infrastructuurprojecten, in het bijzonder indien deze projecten in dezelfde regio of in aangrenzende regio's hun beslag krijgen. Dit kan enerzijds tot dubbeltellingen ten gevolge hebben, anderzijds kan ook van synergetische effecten sprake zijn.

Ondanks deze bezwaren biedt de Duitse methodiek een zinvolle rekentechniek, althans voor zover men een *eerste, globale* raming ter oriëntatie beoogt.

### 5.3.4 Locatiemodellen



In locatiemodellen worden de investeringen respectievelijk de werkgelegenheid uit een aantal vestigingsplaatsfactoren ofwel locatiefactoren verklaard, waaronder de infrastructuur (Bruinsma & Rietveld, 1993). Een voorbeeld van zo'n relatie geeft de volgende vergelijking:

$$N_r = \alpha + \beta w_r + \gamma C_r + \delta B_r \quad (1)$$

waarin:

- $N_r$  - werkgelegenheid in regio r;
- $w_r$  - loonvoet in regio r;
- $C_r$  - urbanisatiegraad van regio r;
- $B_r$  - indicator voor de bereikbaarheid van regio r;
- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  - coëfficiënten.

Als indicator voor de bereikbaarheid wordt dikwijls een zogenoemde *potentiaal* gebruikt:

$$B_r = \varepsilon \sum_s M_s f(c_{rs}) \quad (2)$$

waarin:

- $M_s$  - "massa" met betrekking tot regio s, bijvoorbeeld bevolkingsomvang of inkomen van regio s;
- $c_{rs}$  - gegeneraliseerde transportkosten (totaal van reisafstandskosten en reistijdskosten) tussen regio r en regio s;
- $f(c_{rs})$  - weerstandsfunctie, bijvoorbeeld in de vorm van  $f(c_{rs}) = \zeta \exp(-\eta c_{rs})$ , waarin  $\zeta$  en  $\eta$  coëfficiënten voorstellen;
- $\varepsilon$  - coëfficiënt.

De coëfficiënten van de relatie voor de verklaring van de investeringen of de werkgelegenheid worden met behulp van regressie-analyse geschat. In de meeste, zij het niet in alle gevallen bleken de locatie-effecten van veranderingen in de infrastructuur gering te zijn.

Met behulp van locatiemodellen kunnen de permanente indirecte effecten van een algemene verbetering van de infrastructuur situatie in een regio worden berekend, zij het dat geen rekening wordt gehouden met het mogelijk distributieve karakter van de effecten. De modellen zijn minder geschikt voor de raming van het effect van een *specifieke* infrastructuurverbetering, zoals bijvoorbeeld een vergroting van de capaciteit van een bestaande verbinding tussen de locaties A en B en de aanleg van een nieuwe verbinding tussen de locaties C en D. Weliswaar komen de interregionale transportkosten in de bereikbaarheidsindex voor, maar hun beïnvloeding door de capaciteitsverruiming en de rol, die de transitoverkeersstromen door de regio, de intraregionale verkeersstromen en alternatieve vervoerswijzen daarbij spelen, komen niet aan de orde.

### 5.3.5 Benadering van Biehl

Biehl (1975, 1991) analyseerde de betekenis van de verkeersinfrastructuur in het kader van een benadering van *regionale economische potenties*. Hij stelde, dat naast infrastructuur de ruimtelijke ligging, de agglomeratiestructuur en de sectorstructuur de economische potentie

van een regio, dat wil zeggen het potentiële regionale product, bepalen. Deze vier zogenoemde *potentiaalfactoren* worden gekenmerkt door hun immobiliteit (regionaal gebonden), hun ondeelbaarheid (niet in kleinere eenheden splitsbaar), hun onsubstitueerbaarheid (niet door andere factoren te vervangen) en hun polyvalentie (voor meerdere doeleinden aanwendbaar).

Behalve deze potentiaalfactoren worden in het productieproces productiefactoren aangewend, die mobiel, deelbaar, substitueerbaar en monovalent van karakter zijn. Het gebruik van deze productiefactoren bepaalt het feitelijke regionale product. Dat valt samen met het potentiële regionale product, indien deze productiefactoren zodanig worden ingezet, dat de potentiaalfactoren optimaal benut worden. Deze benadering leert, dat verkeersinfrastructuur een noodzakelijke doch geen voldoende voorwaarde voor economische groei is.

Om de invloed van de potentiaalfactoren op de economische potentie per regio te kwantificeren stelde Biehl regressievergelijkingen op tussen het potentiële regionale product per hoofd als de te verklaren variabele en de vier potentiaalfactoren als verklarende variabelen:

$$RP_r = f(PF1_r, PF2_r, PF3_r, PF4_r) \quad (3)$$

waarin:

$RP_r$  - regionale potentie (= potentieel regionaal product per hoofd) van regio r;

$PFi_r$  - potentiaalfactor i in regio r met  $i = 1, 2, 3, 4$ .

Zo'n regressievergelijking noemt Biehl een *quasi-productiefunctie*. Aangezien hij niet over waarnemingen van het *potentiële* regionale product per hoofd beschikte, hanteerde hij als vervangende variabele (proxy) het *feitelijke* regionale product per hoofd. Vervolgens stelde hij het potentiële regionale product per hoofd gelijk aan het volgens de regressie berekende regionale product per hoofd.

De vereenzelviging van de regionale potentie met het berekende regionale product per hoofd is als een betwistbaar punt in de analyse aan te merken, met als extra complicatie dat de richting van de causaliteit nu ook omgedraaid kan worden van regionaal product naar verkeersinfrastructuur.

De benadering van Biehl maakt het mogelijk de permanente indirecte effecten van een algemene verbetering van de infrastructurele situatie in de regio's te berekenen, zij het met twee kanttekeningen. Deze benadering onderscheidt weliswaar een groot aantal regio's, maar zij kunnen elkaar niet beïnvloeden. Het gevolg daarvan is, dat distributieve effecten buiten beschouwing blijven. Bovendien laat de benadering niet toe het effect van een *specifieke* infrastructuurverbetering te schatten, doordat de quasi-productiefuncties globale indicatoren voor de gehele infrastructuur in de regio's bevatten. Zo hanteerde Den Hollander (1983) in zijn toepassing van de benadering van Biehl op de Nederlandse COROP-gebieden het ongewogen gemiddelde van de lengte der verharde wegen per landsoppervlakte en de hoeveelheid uitgegeven bedrijfsterrein per landsoppervlakte als indicator voor de potentiaalfactor "infrastructuur".

### 5.3.6 Productiefunctie-benadering

Verkeersinfrastructuur is een belangrijk onderdeel van het publieke kapitaal. De betekenis van het publiek kapitaal voor de economische groei heeft Aschauer (1989) gekwantificeerd aan de hand van een *productiefunctie*. Een productiefunctie geeft het verband weer tussen de aangewende hoeveelheden productiefactoren enerzijds en de hoeveelheid eindproduct anderzijds. Aschauer nam in een productiefunctie van het type van Cobb en Douglas het publiek kapitaal op naast de gebruikelijke productiefactoren arbeid en privaat kapitaal:

$$Y = A N^{\alpha} K^{\beta} G^{\gamma} \quad (4)$$

waarin:

- Y - binnenlands product van de bedrijven;
- A - stand van de technologie;
- N - werkgelegenheid in de bedrijven;
- K - privaat kapitaal;
- G - publiek kapitaal;
- $\alpha, \beta, \gamma$  - coëfficiënten.

Uit (4) volgt:

$$\frac{\partial Y}{\partial G} = \gamma \frac{Y}{G} \quad \text{zodat:} \quad \gamma = \frac{\partial Y}{\partial G} \frac{G}{Y} \quad (5)$$

Volgens (5) is  $\gamma$  dus gelijk aan de productie-elasticiteit van het publieke kapitaal. Aschauer (1989) schatte  $\gamma$  op 0,39. Dit is relatief hoog ten opzichte van de gebruikelijke productie-elasticiteit van privaat kapitaal. Er kan worden aangetoond, dat dit zou betekenen, dat een investering in publiek kapitaal 3 à 4 maal zoveel aan nationaal product zou opleveren als eenzelfde investeringsom in privaat kapitaal.

Aschauer had zijn schatting op tijdreeksen gebaseerd. Dit kan tot een te hoge waarde van de productie-elasticiteit van publiek kapitaal leiden, wanneer de variabelen in de regressie eenzelfde trendmatige ontwikkeling vertonen (onechte correlatie/spurious correlation). Regressie op basis van dwarsdoorsneden over 48 Amerikaanse staten en desaggregatie van publiek kapitaal in “autosnelwegen”, “waterwerken en riolering” en “overig” leverden lagere productie-elasticiteiten van het totale publieke kapitaal op. Langs deze weg leverden de meeste studies 0,04-0,13 als waarden op voor de productie-elasticiteit van autosnelwegen (zie de overzichten van Gillen & Waters II, 1996, Gomez-Ibanez & Madrick, 1996 en Banister & Berechman, 2000).

Toen-Gout & Jongeling (1993) hebben de productiefunctie-benadering op Nederland als geheel toegepast. Zij vonden een productie-elasticiteit van het publieke kapitaal van 0,48, een waarde die nog hoger is dan die van Aschauer (1989). Hierbij moet nog worden opgemerkt, dat Toen-Gout & Jongeling in hun regressievergelijking de bruto-investeringen in plaats van het private kapitaal hebben opgenomen (zie de discussie met Hakfoort, De Haan & Sturm, 1993).

Een moeilijk punt in de productiefunctie-benadering is, dat ook de omgekeerde richting van de causaliteit denkbaar is: een hoger nationaal/regionaal product maakt hogere bestedingen aan de aanleg van infrastructuur mogelijk.

Zodra de waarden van de coëfficiënten  $\alpha$ ,  $\beta$  en  $\gamma$  zijn geschat, is het mogelijk de permanente indirecte effecten van een verbetering van de algemene infrastructurele situatie in een regio te berekenen bij een *gegeven* technologie, werkgelegenheid en privaat kapitaal. Er moet echter rekening mee worden gehouden, dat een infrastructuurverbetering niet alleen het regionale/nationale product maar ook de werkgelegenheid en het private kapitaal zal beïnvloeden <sup>3</sup>.

Tenslotte kunnen dezelfde kanttekeningen worden gemaakt als bij de benadering van Biehl: distributieve effecten blijven buiten beschouwing en een schatting van het effect van een specifieke infrastructuurverbetering is niet mogelijk.

### 5.3.7 Het model MOBILEC

Het model MOBILEC (MOBILiteit/EConomie) beschrijft de samenhangen tussen economie, mobiliteit, infrastructuur en andere regionale kenmerken. Het is een dynamisch, interregionaal model, dat binnen Nederland 40 regio's (de zogenoemde COROP-gebieden van het CBS, het Nederlandse Centraal Bureau voor de Statistiek) onderscheidt en tijdpaden genereert met betrekking tot:

- het regionale product, de werkgelegenheid en de investeringen;
- het goederenvervoer per vrachtauto, trein en schip;
- het personenvervoer per auto, trein en bus/tram/metro naar vervoersmotief.

Een belangrijke karakteristiek van het model is de wederzijdse beïnvloeding van economie en mobiliteit. Het interregionale karakter houdt in, dat de regio's elkaar kunnen beïnvloeden, zodat ook met distributieve effecten rekening kan worden gehouden. Een specifieke infrastructuurverbetering wordt in het model vertaald in termen van reistijdwinsten en indien van toepassing in reisafstandsverkortingen binnen en tussen de COROP-gebieden en met het buitenland.

#### *Modelbeschrijving*

Het model beschrijft de relaties tussen economie, mobiliteit, infrastructuur en andere regionale kenmerken in de vorm van 37 vergelijkingen met 37 endogene variabelen (de onbekenden) (zie Van de Vooren 1999a en voor een verdere wiskundige uitwerking Van de Vooren 1999b). Het model is macro-economisch van aard op het niveau van de COROP-gebieden. In feite is MOBILEC een neoklassiek groeiemodel maar zodanig aangepast, dat het werkloosheid kan genereren.

Het model kent regiospecifieke productiefuncties. Behalve de productiefactoren arbeid en kapitaal wordt de productiefactor *verkeersinfrastructuur* onderscheiden. Het gaat hier echter niet, zoals gebruikelijk, om de omvang van de infrastructuur maar om de infrastructuur, voorzover ze voor de productie wordt benut. De *benutte* infrastructuur wordt met de mobiliteit voor productieve doeleinden geïdentificeerd en wel in termen van het aantal reizigers en het aantal tonnen goederen, verplaatst via deze infrastructuur.

Goederenvervoer en zakelijk (personen)vervoer betreffen *productieve mobiliteit*. Indien het verplaatsingsmotief betrekking heeft op winkelen, het volgen van onderwijs, visites afleggen/logeren, ontspanning/sportbeoefening en toeren/wandelen, is er sprake van *consumptieve mobiliteit*. De aard van de mobiliteit van het woon-werkverkeer is minder

eenduidig vast te stellen. Het woon-werkverkeer ontstaat, doordat men buiten de woonplaats een productieve prestatie levert; uit dien hoofde is er van productieve mobiliteit sprake. Daarentegen kan worden gesteld, dat het woon-werkverkeer het gevolg is van de consumptieve wens om in een aantrekkelijker woonomgeving te wonen dan waar men werkt; vanuit dit gezichtspunt is het woon-werkverkeer als consumptieve mobiliteit te karakteriseren.

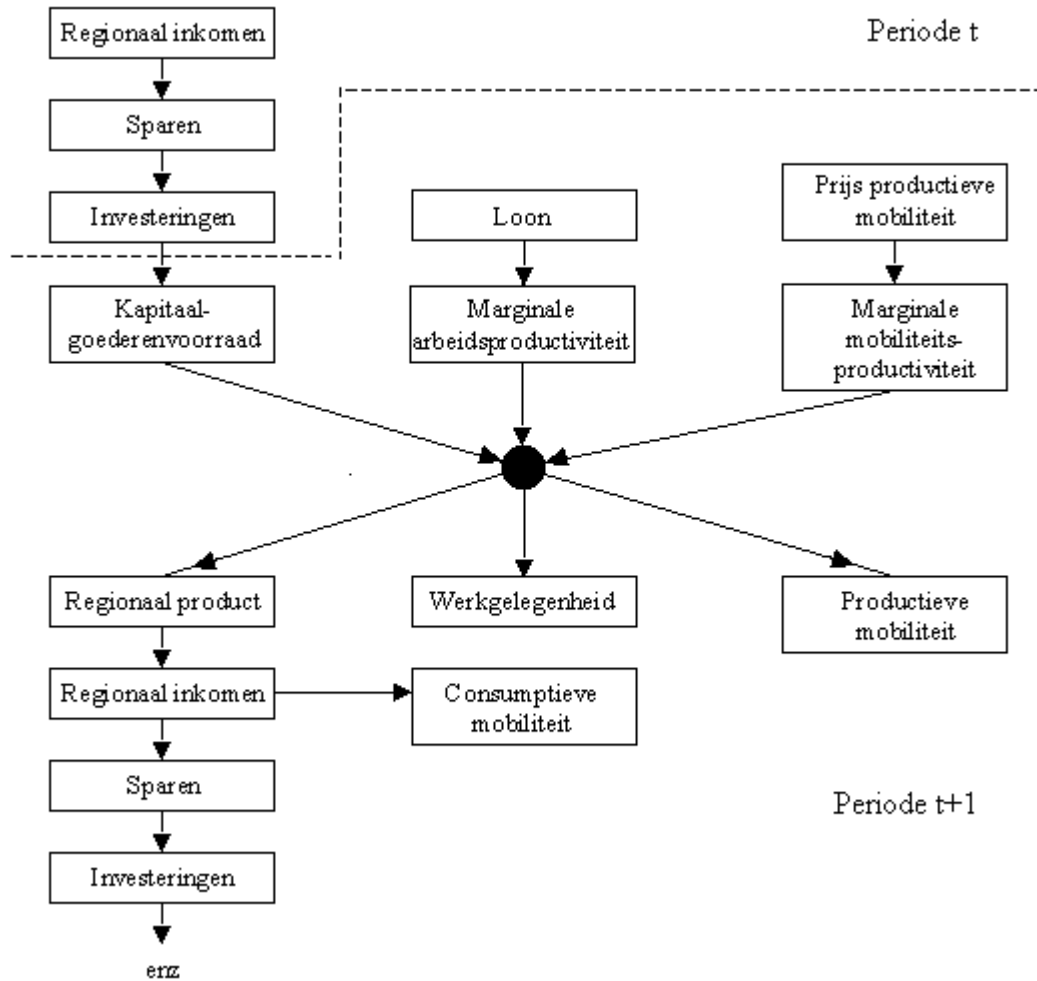
In de productiefunctie gaat het om de productieve mobiliteit. De richting van het causale verband verloopt overeenkomstig de productiefunctie van mobiliteit naar economie. Bij de consumptieve mobiliteit speelt de consumptiefunctie een rol, die het verband weergeeft tussen inkomen en consumptie. De richting van het causale verband tussen economie en mobiliteit verloopt overeenkomstig de consumptiefunctie van economie naar mobiliteit. Door beide causale verbanden in het model op te nemen, laat het een wederzijdse beïnvloeding van economie en mobiliteit toe.

Het model ziet er in een zeer vereenvoudigde weergave als volgt uit; zie figuur 1. Het regionale inkomen bepaalt in periode  $t$  de regionale besparingen, die in de eigen regio of elders als investeringen worden aangewend, afhankelijk van het te behalen kapitaalrendement. Regionale investeringen zijn niets anders dan een uitbreiding van de regionale kapitaalgoederen-voorraad; aan het begin van de volgende periode  $t+1$  staat de regio dus een grotere kapitaalgoederen-voorraad ter beschikking dan aan het begin van periode  $t$ . De loonsom per werknemer bepaalt de marginale arbeidsproductiviteit en de prijs van de productieve mobiliteit (het totaal van reisafstandskosten en reistijdskosten) bepaalt de marginale mobiliteitsproductiviteit. De vergrote kapitaalgoederen-voorraad, de marginale arbeids-productiviteit en de marginale mobiliteitsproductiviteit bepalen vervolgens - gegeven de productiefunctie - simultaan het regionale product, de werkgelegenheid en de productieve mobiliteit in periode  $t+1$ ; hierbij wordt uitgegaan van de in periode  $t+1$  geldende stand van de technologie, regionale productiestructuur en urbanisatiegraad. Het regionale product slaat bij de bevolking neer als regionaal inkomen, dat van invloed is op de consumptieve mobiliteit.

Vervolgens begint het proces opnieuw: het regionale inkomen bepaalt in periode  $t+1$  de regionale besparingen, die in de eigen regio of elders als investeringen worden aangewend, enzovoorts. In dit continue proces van ontwikkeling van economie en mobiliteit spelen reisafstandskosten en reistijdskosten een niet te verwaarlozen rol, die op hun beurt onder invloed staan van de beschikbare infrastructuur.

De omvang van de infrastructuur vormt een beleidsmatig te wijzigen *randvoorwaarde* voor het totaal van productieve en consumptieve mobiliteit. Voordat de maximale mobiliteit bereikt wordt, uit de limiterende werking van de infrastructuur zich al in de vorm van een stijging van de reistijd. Dat vertaalt zich in een stijging van de mobiliteitsprijs, die immers niet alleen de reisafstandskosten maar ook de reistijdskosten omvat. Hierdoor wordt de mobiliteitsgroei afgeremd. Er zij op gewezen, dat beperkingen, die het soort infrastructuur aan het te gebruiken vervoermiddel en de snelheid van verplaatsingen oplegt, ook in de mobiliteitsprijs tot uitdrukking komt.

Figuur 1 Een vereenvoudigde weergave van het model MOBILEC



In het model komen ook andere *regionale kenmerken* dan de infrastructuur voor, zoals de stand van de technologie, de regionale productiestructuur, de mate van verstedelijking (agglomeratievoordelen en agglomeratienadelen), de hoogte van de lonen, de aanwezigheid van recreatiegebieden, de omvang van de bevolking in relatie tot de landsoppervlakte en de werkgelegenheid als mede de van toepassing zijnde investeringspremies.

Het model genereert intraregionale en interregionale vervoersstromen; de interregionale vervoersstromen worden naar paren regio's gespecificeerd. Daar komt nog bij, dat de regio's elkaars invloed ondergaan. Dat gebeurt niet alleen via de interregionale vervoersstromen maar ook via de investeringen; besparingen van een bepaalde regio kunnen in een andere regio als investeringen worden aangewend, wanneer het te behalen kapitaalrendement daar hoger is.

#### *Voorbeeld van een effectberekening van een infrastructuurverbetering*

Het model is geschikt voor toepassingen op weg-, rail- en waterweginfrastructuur. Om de mogelijkheden van het model te illustreren, geven wij als *voorbeeld* de verruiming van de 2x2 autosnelweg Grathem-Urmond (A2; Grathem ligt ten zuidoosten van Weert en Urmond ten westen van Sittard) met derde rijstroken in beide richtingen, die in 2011 zal worden gerealiseerd en in 2012 in gebruik zal worden genomen (zie voor andere voorbeelden: Van de Vooren, 2000). De effecten van dit denkbeeldige project op mobiliteit en economie zijn met behulp van MOBILEC berekend, waarbij is uitgegaan van ongewijzigd beleid en van een

bepaald *omgevingsscenario* ten aanzien van de ontwikkeling van technologie, regionale productiestructuur en lonen. De resultaten staan in tabel 2 vermeld.

De tabel toont aan, dat het regionale product in Zuid-Limburg jaarlijks gemiddeld 14,1 miljoen euro (Nederlands prijspeil 1990) hoger wordt als gevolg van de ingebruikneming van derde rijstroken van het traject Grathem-Urmond van de A2. De procentuele mutaties zijn in de meeste gevallen minder dan 1 %. Waar de procentuele mutaties hoger dan 1 % zijn, staan zij in de tabel tussen haken achter de absolute mutaties vermeld. Dat blijkt slechts het geval te zijn bij het personenvervoer per auto en bus in de regio, waar de capaciteitsverruiming van de autosnelweg wordt verondersteld plaats te vinden.

Tabel 2 Gemiddelde jaarlijkse mutaties van het reële regionale product, de werkgelegenheid en het personen- en goederenvervoer tot 2030 als gevolg van de ingebruikneming van derde rijstroken van de autosnelweg Grathem-Urmond (A2) in 2012 (a)

	Noord-Limburg	Midden-Limburg	Zuid-Limburg	overig Nederland	totaal Nederland
Regionaal product	0,5	5,4	14,1	2,7	22,7
Werkgelegenheid	0	0,1	0,3	0	0,4
Goederenvervoer					
• per auto	34	289	287		
• per trein	0	0	1		
• per schip	0	7	6		
Personenvervoer					
• per auto	44	2954 (3,0%)	3538 (1,5%)		
• per trein	0	-1	-9		
• per bus	0	37 (1,8%)	204 (1,6%)		

(a) Regionaal product in miljoenen euro (Nederlands prijspeil 1990), werkgelegenheid in 1000 arbeidsjaar, goederenvervoer in 1000 ton en personenvervoer in 1000 reizigers.

Welk mechanisme wordt in gang gebracht door een capaciteitsverruiming? Uitbreiding met derde rijstroken verlaagt de verhouding tussen de benutting van de autosnelweg en de capaciteit ervan, waardoor de voertuigen elkaar minder hinderen en dus een hogere snelheid kunnen aanhouden. Dat impliceert een daling van de reistijd van het wegverkeer en daarmee van de transportkosten (totaal van reisafstandskosten en reistijdskosten). Aldus ontstaat een substitutie van transport ten gunste van de (vracht)auto en de bus, maar dankzij het hogere regionale product profiteert ook het goederenvervoer per trein en schip. Daarentegen profiteert het personenvervoer per trein niet, doordat het effect van het hogere regionale product/inkomen te gering is om de substitutie ten gunste van het wegverkeer te compenseren.

Niet alleen de regio waarin de capaciteitsverruiming plaatsvindt profiteert, maar ook de andere regio's kunnen profiteren. Dat laatste is echter niet zeker; het is afhankelijk of voor de andere regio's de transportkosten van hun interregionale vervoersstromen lager dan wel hoger door de capaciteitsverruiming zijn geworden. De transportkosten van de andere regio's worden lager door de werking van het boven uiteengezette mechanisme. De transportkosten van de andere regio's worden echter hoger, wanneer als gevolg van toenemend verkeer op hun gelijkgebleven infrastructuur de reistijd toeneemt.

Gewapend met deze kennis kunnen wij de uitkomsten van tabel 2 interpreteren. Het traject Grathem-Urmond van de A2 is in Midden- en Zuid-Limburg gelegen. De capaciteits-

verruiming van dit traject leidt tot een hoger regionaal product in Midden- en Zuid-Limburg, maar het heeft ook een positieve uitstraling op Noord-Limburg en “overig Nederland”. De werkgelegenheid in Midden- en Zuid-Limburg stijgt, onder de veronderstelling dat het arbeidsaanbod de bezetting van de gecreëerde arbeidsplaatsen mogelijk maakt. De mobiliteitsveranderingen in de drie regio’s van Limburg geven een beeld te zien, dat volledig aansluit op bovenstaande uitleg: toeneming van het vervoer per (vracht)auto en bus, geringe toeneming van het goederenvervoer per trein en schip en een afneming van het personenvervoer per trein. Het grote verschil in de toeneming van het busvervoer tussen Midden- en Zuid-Limburg hangt samen met de veel grotere omvang van het busvervoer in Zuid-Limburg; de hierop betrekking hebbende procentuele mutaties zijn echter weinig verschillend.

### 5.3.8 Het model TIGRIS

Het model TIGRIS (Transport Infrastructuur Grondgebruik Interactie Simulatie), door het adviesbureau AGV (Adviesgroep voor Verkeer en vervoer) in opdracht van het Nederlandse Ministerie van Verkeer en Waterstaat opgesteld (1999), beschrijft de samenhangen tussen transport, infrastructuur en het grondgebruik voor bedrijven, woningen en voorzieningen. Daarbij zijn *verplaatsingsweerstand* en *bereikbaarheid* kernbegrippen. De verplaatsingsweerstand wordt als het totaal van reisafstandskosten en reistijdskosten berekend. Voor bereikbaarheid wordt een indicator in de vorm van een potentiaal (sectie 5.3.4) geformuleerd.

Het model laat zien, hoe de verplaatsingsweerstand van een zone in periode  $t$  haar bereikbaarheid in periode  $t$  bepaalt, die vervolgens op haar beurt van invloed is op de attractie van die zone voor wonen en werken in periode  $t+1$ . Die attractie manifesteert zich in periode  $t+1$  door de aanwending van de grond voor bedrijven, woningen en voorzieningen, wat gepaard gaat met vervoer, dat bepalend is voor de verplaatsingsweerstand in periode  $t+1$ , enzovoorts. Overigens geeft deze beschrijving slechts de kern van het model weer.

In feite beschrijft het model de interactie tussen grondgebruik en transport bij een gegeven infrastructuur. Met behulp van het model is te berekenen, hoeveel meer grond voor bedrijven, woningen en voorzieningen vanwege een infrastructuurverbetering wordt aangewend en wat dat betekent in aantallen arbeidsplaatsen en woningen. De toepassingen met TIGRIS zijn tot dusver beperkt tot de regio’s Amsterdam-Haarlem-Leiden en Arnhem-Nijmegen.

De ruimtelijke schaal van het model is een *zone*; de provincie Zuid-Holland is bijvoorbeeld in 45 zones opgedeeld. Dat is een veel lagere ruimtelijke schaal dan de onderverdeling van Zuid-Holland in 6 COROP-gebieden. De ontwikkeling van de werkgelegenheid op een hoger ruimtelijk schaalniveau dan een zone, bijvoorbeeld een provincie, is in TIGRIS een exogene grootheid. Dat betekent, dat een infrastructuurverbetering slechts een distributief effect op de werkgelegenheid per zone kan hebben.

TIGRIS bestaat uit een zeer groot aantal vergelijkingen, waarvan echter de theoretische grondslag niet duidelijk wordt gemaakt. Evenmin is duidelijk, op welke wijze de coëfficiënten van het model zijn gekwantificeerd. De beschrijving van de (niet meer gereguleerde) woningmarkt is verouderd, doordat ze louter in termen van woonruimte wordt beschreven zonder aandacht te schenken aan koop- en huurprijzen van woningen. Het transport betreft uitsluitend personenvervoer.



### 5.3.9 Onderlinge vergelijking van de modellen

Van de besproken modellen geeft tabel 3 aan, of zij in staat zijn de permanente indirecte effecten van infrastructuurprojecten te kwantificeren, daarbij rekening houdend met het onderscheid tussen generatieve en distributieve effecten. Ook is aangegeven, of de modellen effecten van specifieke infrastructuurprojecten kunnen berekenen.

Tabel 3 De met behulp van modellen te berekenen permanente indirecte effecten (a)

	permanente indirecte effecten	generatieve effecten	distributieve effecten	effecten van specifieke infrastructuurprojecten
verkeersmodellen				
regionaal-economische modellen				
Duitse methodiek	x	x		x
locatiemodellen	x	x		
benadering van Biehl	x	x		
productiefunctie-benadering	x	x		
model MOBILEC	x	x	x	x
model TIGRIS	x		x	x

(a) Het teken x beduidt, dat het effect met behulp van het desbetreffende model is te berekenen.

Uit tabel 3 blijkt, dat van de besproken modellen alleen met behulp van het model MOBILEC alle genoemde effecten kunnen worden berekend. Wij zullen nu de overige modellen in relatie tot MOBILEC evalueren.

Er zijn twee wezenlijke verschillen tussen een *verkeersmodel* en MOBILEC:

- (1) Een verkeersmodel onderscheidt afzonderlijke wegvakken, terwijl aan MOBILEC reistijden en reisafstanden binnen en tussen de COROP-gebieden en met het buitenland ten grondslag liggen.
- (2) In een verkeersmodel zijn de economische variabelen in tegenstelling tot MOBILEC exogeen;
- (3) Een verkeersmodel bevat alleen het wegverkeer, terwijl MOBILEC alle vervoerswijzen van het personen- en goederenvervoer omvat, met uitzondering van de (brom)fiets en lopen.

Het is te overwegen een verkeersmodel en MOBILEC aan elkaar te koppelen. Een verkeersmodel zou voor de berekening van de reistijdmutaties van het wegverkeer gebruikt kunnen worden. Deze worden vervolgens in MOBILEC ingebracht. MOBILEC berekent dan de effecten op de economie en de mobiliteit. Deze worden op hun beurt in het verkeersmodel ingebracht, waarna het verkeersmodel de reistijdmutatie van het wegverkeer voor een volgende periode berekent, enzovoorts.

De door Armstrong en Taylor (1993) behandelde *regionaal-economische modellen* missen het ruimtelijke element en abstraheren van transportkosten. Van de door hen genoemde modellen behoort MOBILEC tot de categorie van neoklassieke modellen.

De *Duitse methodiek* is geen verklarend model maar een rekenmethodiek, die methodologisch nauwelijks gefundeerd is.

Anders dan in *locatiemodellen* wordt in MOBILEC ook rekening gehouden met de invloed, die andere factoren dan locatiefactoren op de investeringen en de werkgelegenheid uitoefenen.

De *benadering van Biehl* en MOBILEC onderscheiden een groot aantal regio's, maar in het eerstgenoemde model kunnen zij elkaar niet en in het laatstgenoemde model wel beïnvloeden. MOBILEC bevat meer regionale kenmerken dan de vier potentiaalfactoren van Biehl. De twee modellen geven de geografische ligging en de infrastructuur op een geheel verschillende wijze vorm. De benadering van Biehl bevat quasi-productiefuncties, die door de regressie-analyse in de vorm van een dwarsdoorsnede niet regiospecifiek zijn. In MOBILEC worden regiospecifieke productiefuncties van het type van Cobb en Douglas gehanteerd, die overigens in het model een uitgebreidere vorm hebben dan gebruikelijk is.

De *productiefunctie-benadering* maakt van een productiefunctie gebruik, die in MOBILEC één van de 37 vergelijkingen is. De infrastructuur wordt in MOBILEC echter een andere vorm gegeven dan in de productiefunctie-benadering. In de productiefunctie-benadering verloopt de causale richting van infrastructuur naar economie, terwijl in MOBILEC van een bicausaal verband tussen mobiliteit en economie sprake is.

*TIGRIS* kent een lagere ruimtelijke schaal dan MOBILEC. Daar staat tegenover, dat met *TIGRIS* slechts distributieve effecten op de werkgelegenheid berekend kunnen worden. Om ook generatieve effecten mogelijk te maken is te overwegen *TIGRIS* en MOBILEC aan elkaar te koppelen. Met behulp van MOBILEC kunnen dan de effecten van een infrastructuurproject op de werkgelegenheid per COROP-gebied worden berekend, die vervolgens met behulp van *TIGRIS* over de zones per COROP-gebied worden verdeeld.

## 6 Macro-economische doorwerking

Het model MOBILEC geeft tot zekere hoogte een macro-economische doorwerking van een infrastructuurverbetering. Het houdt rekening met zowel generatieve als distributieve effecten. Ook de afgeleide effecten komen in beeld. Er wordt echter geabstraheerd van effecten, die uit een mogelijke stijging van het loon-, rente- en prijspeil *als gevolg van een infrastructuurverbetering* voortvloeien. Immers ingeval van zeer omvangrijke projecten, zoals de goederenspoorlijn door de Betuwe en de uitbreiding van de luchthaven Schiphol, kunnen de werkgelegenheidseffecten zo groot zijn, dat ze tot een loonstijging leiden, waardoor de werkgelegenheidsuitbreiding wordt afgeremd. Evenzo kunnen de omvangrijke investeringen het rentepeil en de grotere vraag naar goederen en diensten het prijspeil verhogen, met verdringing van investeringen en een verhoging van het inflatietempo als mogelijke gevolgen.

Wenst men de macro-economische doorwerking van infrastructuurprojecten via het loon-, rente- en prijspeil te berekenen, dan kan het model Athena van het Centraal Planbureau (1998) worden toegepast. Dit is een multisectoraal model op nationaal niveau, waarmee veranderingen in het landelijke productiepatroon zichtbaar gemaakt kunnen worden. Voor een toepassing op een infrastructuurproject heeft het model het nadeel, dat het geen infrastructuurvariabele bevat. Het is daardoor niet in staat zelfstandig de gevolgen van een infrastructuurverbetering door te rekenen. Dat betekent, dat eerst buiten Athena om het effect van een infrastructuurproject op de productiekosten moet worden geraamd, alvorens het model de macro-economische effecten kan berekenen.

Voor verreweg de meeste infrastructuurprojecten is het geen bezwaar de macro-economische doorwerking via het loon-, rente- en prijspeil buiten beschouwing te laten. Dit vloeit voort uit de doorgaans beperkte omvang van de investeringen in een infrastructuurproject in verhouding tot de nationale investeringen en het nationale product. Het *Handboek Economische Effecten Infrastructuur* van het Nederlandse Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1996) adviseert om bij infrastructuurprojecten van meer dan 1 % van het netto nationaal inkomen (dat was in 1998 een bedrag van circa 3 miljard euro) ook de macro-economische consequenties te onderzoeken. Wordt een permanent werkgelegenheidseffect van meer dan 0,4 % van de nationale werkgelegenheid verwacht (dat was in 1998 circa 25.000 arbeidsjaren), dan is dat ook een reden voor macro-economisch onderzoek.

## 7 Kosten-batenanalyse

### 7.1 Opmerkingen vooraf

Hoe moeten de tijdelijke en permanente directe en indirecte effecten van infrastructuurverbeteringen in termen van maatschappelijke welvaart worden gewaardeerd? Een praktische werkwijze om de effecten in maatschappelijke kosten en baten te vertalen biedt een kosten-batenanalyse.

Een veel gebruikte maatstaf voor een maatschappelijke beoordeling en prioriteitstelling van projecten is de *opbrengstratio*. De opbrengstratio van een project is gedefinieerd als de verhouding tussen de maatschappelijke netto-baten (= baten - kosten) en het beslag dat het project op het beschikbare budget legt (Blauwens 1976; zie ook De Brucker et al., 1998). Is de opbrengstratio positief, dan is het project maatschappelijk rendabel. Een negatieve opbrengstratio duidt op een maatschappelijk onrendabel project. In het kader van een maatschappelijke prioriteitstelling worden de projecten naar afnemende opbrengstratio gerangschikt.

De schatting van sommige kosten en baten, zoals bijvoorbeeld met betrekking tot het milieu, stuit nogal eens op de moeilijkheid, dat hiervoor geen marktprijzen beschikbaar zijn en geen adequate schaduwrijzen kunnen worden afgeleid. In dit soort gevallen kan van een *multi-criteriamethode* gebruik worden gemaakt, waarbij de verschillende effecten (criteria) in hun natuurlijke eenheden worden uitgedrukt. Met behulp van een wiskundige procedure wordt een totaal score voor een project berekend. Het belangrijkste nadeel van deze methode is, dat geen maatschappelijk rendement kan worden berekend. Een ander probleem is gelegen in de omstandigheid, dat de gewichten, die aan de effecten worden toegekend om hun maatschappelijke belangrijkheid tot uitdrukking te brengen, subjectief zijn. Daarom verdient het aanbeveling om een multi-criteriamethode niet als een vervanging van een kosten-batenanalyse maar hoogstens als een aanvulling op een kosten-batenanalyse te gebruiken.

In tal van landen zijn kosten-batenanalyses voorgeschreven als grondslag voor beslissingen inzake infrastructuurprojecten. Dat betekent niet, dat de uitkomst van een kosten-batenanalyse de eindbeslissing bepaalt. De zin van een kosten-batenanalyse is gelegen in het weliswaar niet volledig maar wel in aanzienlijke mate objectiveren van de beslissingsruimte. Er blijft dus ruimte bestaan voor visie en politieke waarde-oordelen.

### 7.2 Verwerking van tijdelijke effecten in een kosten-batenanalyse

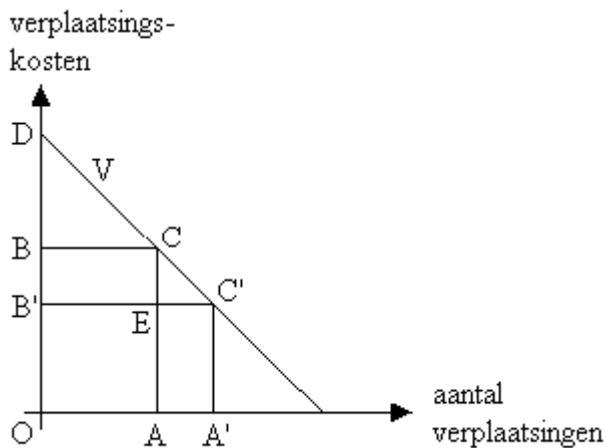
Het tijdelijk effect van een infrastructuurverbetering betreft de aanleg van infrastructuur. Dit product brengen de bedrijven voor grond-, wegen- en waterbouwkundige werken, mede met hulp van toeleveringen van andere bedrijven, tegen een bepaalde kostprijs tot stand. Het tijdelijk effect wordt dus in de vorm van aanlegkosten in een kosten-batenanalyse verwerkt.

De aanlegkosten omvatten niet alleen de constructiekosten maar ook de waarde van de te verwerven grond, de kosten van grondwerkzaamheden en de kosten van aankoop van de opstallen op de te verwerven grond, sloop en omlegging van kabels en leidingen. Is de grond reeds in staatseigendom, dan dienen toch de alternativiteitskosten van de grond in de aanlegkosten te worden opgenomen.

### 7.3 Verwerking van permanente directe effecten in een kosten-batenanalyse

Welke betekenis hebben een bepaalde reistijdwinst en een bepaalde reisafstandsverkorting voor de maatschappelijke welvaart? Voor de beantwoording van deze vraag is het essentieel vast te stellen, dat het in een welvaartsbeschouwing niet gaat om de verplaatsingskosten, die iemand *feitelijk* betaalt, maar om de verplaatsingskosten, die iemand *bereid* is om te betalen. Deze kwestie kan met behulp van figuur 2 nader worden aangeduid. Deze figuur geeft de vraag naar verplaatsingen weer als functie van de verplaatsingskosten: naarmate de verplaatsingskosten lager zijn, doen zich meer verplaatsingen voor, ceteris paribus.

Figuur 2 Het verband tussen de verplaatsingskosten en het aantal verplaatsingen alsmede de gevolgen van een verlaging van de verplaatsingskosten



In de uitgangssituatie bedragen de verplaatsingskosten in figuur 2 OB. De eerste persoon is echter bereid OD voor een verplaatsing te betalen, terwijl hij feitelijk OB betaalt. Bij verplaatsingskosten van OB komen OA verplaatsingen tot stand, waarvoor men in totaal OACD wenst te betalen, maar in feite OACB betaalt. Indien nu de verplaatsingskosten ten gevolge van een infrastructuurproject dalen van OB naar OB', zal het aantal verplaatsingen van OA tot OA' toenemen. Welke welvaartswinst wordt nu voor de gebruikers van de verbeterde infrastructuur gegenereerd? Voordat het project in gebruik werd genomen, was er een welvaartsoverschot voor de reizigers (consumentensurplus) van  $OACD - OACB = BCD$ . Na de ingebruikneming van het project is er een welvaartsoverschot voor de reizigers (consumentensurplus) van  $OA'C'D - OA'C'B' = B'C'D$ . De welvaartswinst als gevolg van

de infrastructuurverbetering bedraagt dus  $B'C'D - BCD = B'C'CB = OA \times BB' + \frac{1}{2} AA' \times BB' = \frac{1}{2} (OA + OA') BB'$  ofwel:

$$\text{welvaartswinst} = \frac{1}{2} (\text{verkeersstroom z.p.} + \text{verkeersstroom m.p.}) \times \text{verplaatsingskostenverlaging}$$

Hierin bedoeldt z.p. “zonder project” en m.p. “met project”. Hieruit volgt:

$$\text{welvaartswinst} = \frac{1}{2} (\text{verkeersstroom z.p.} + \text{verkeersstroom m.p.}) \times (\text{reistijdwinst} \times \text{reistijdwaardering} + \text{reisafstandsverkorting} \times \text{reisafstandskosten})$$

Dit is de zogenoemde *halveringsregel* (rule of half), die op *elke* afzonderlijke verkeersrelatie dient te worden toegepast. Sommering van de welvaartswinsten over alle relaties levert de totale welvaartswinst op van de infrastructuurverbetering.

De waardering van de reistijden en de afstandskosten staan in tabel 3 vermeld, zoals zij door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1996) worden aanbevolen. De waardering van de reistijd is gebaseerd op de waarde van de activiteiten, die in de bespaarde reistijd verricht hadden kunnen worden. Dit is afhankelijk van het vervoersmotief: de activiteiten in de bespaarde reistijd van het zakelijk verkeer zullen hoger gewaardeerd moeten worden dan de activiteiten in de bespaarde reistijd van familiebezoek. Verschillen tussen de vervoerswijzen zijn het gevolg van verschillen in gemiddeld inkomen van de gebruikers.

Tabel 4 Waardering van reistijd in euro per uur en afstandskosten in euro per kilometer, naar vervoerscategorie, Nederland, 1995 (Nederlands prijspeil 1995)

	reistijdwaardering				afstandskosten			
	auto	trein	bus	schip	auto	trein	bus	schip
personenvervoer					0,09 (a)	0,06	0,08	
• woon-werkverkeer	6,13	6,14	5,11					
• zakelijk verkeer	20,47	18,04	17,92					
• overig verkeer	4,90	4,24	3,02					
goederenvervoer	24,50 (b)	20,65 (c)		100,74 (b)	0,23 (d)	0,50 (e)		10,89 (d)

(a) Variabele voertuigkosten.

(b) Vaste voertuigkosten en loonkosten.

(c) Wagenlading, vaste voertuigkosten en loonkosten.

(d) Kosten exclusief vaste voertuigkosten en loonkosten.

(e) Wagenlading, kosten exclusief vaste voertuigkosten en loonkosten.

Bron: Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1996), Handboek Economische Effecten Infrastructuur.

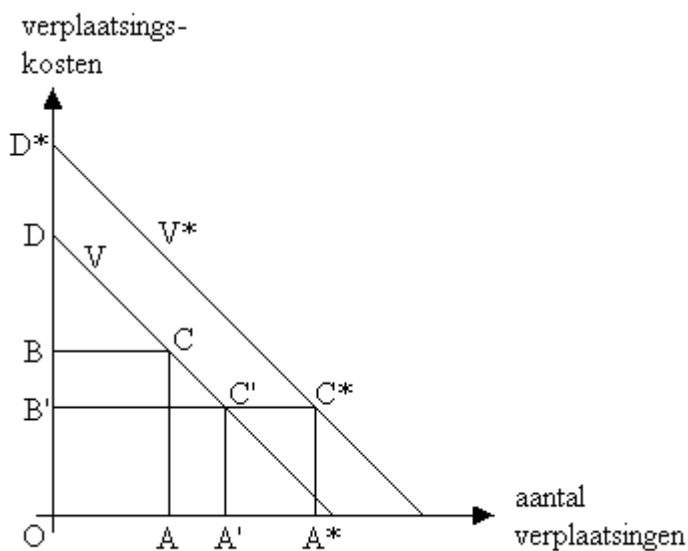
Stel dat het goederenvervoer van regio A naar regio B volgens een verkeersmodel in 2010 zonder project 1.200.000 vrachtauto's omvat en met project 1.440.000 vrachtauto's. Door de infrastructuurverbetering komt een reistijdwinst van 10 minuten (= 0,167 uur) en een reisafstandsverkorting van 5 km tot stand. Voor deze relatie bedraagt de welvaartswinst in 2010 volgens de halveringsregel  $\frac{1}{2} (1.200.000 + 1.440.000) \times (0,167 \times 24,50 + 5 \times 0,23) = 6.918.780$  euro.

Infrastructuur vergt onderhoud, bediening, beheer en exploitatie. De kosten hiervan dienen in een kosten-batenanalyse te worden opgenomen. Deze kosten kunnen volgens het eerder genoemde Handboek (1996) op ongeveer 1 à 2 % van de aanlegkosten van infrastructuur worden gesteld, met uitzondering van spoorweginfrastructuur waarvoor een percentage van 2 à 4 kan worden aangehouden.

#### 7.4 Verwerking van permanente indirecte effecten in een kosten-batenanalyse

De met behulp van de halveringsregel berekende welvaartswinst van de permanente directe effecten is gebaseerd op de verkeersstroom zonder het project en de verkeersstroom met het project. Deze verkeersstromen zijn met een verkeersmodel geraamd, waarin van een gegeven economie (exogene economische variabelen) is uitgegaan. Echter, een infrastructuurverbetering zal economische groei ten gevolge hebben. Dat impliceert een verschuiving van de vraagcurve naar rechts in figuur 2. Een dergelijke ontwikkeling is in figuur 3 weergegeven, waarin de vraagcurve van  $V$  naar  $V^*$  verschuift. De welvaartswinst omvat dan zowel de directe als de indirecte permanente effecten:  $BCC'B' + DC'C'D^*$ .

Figuur 3 Een verschuiving van het verband tussen de verplaatsingskosten en het aantal verplaatsingen ten gevolg van economische groei



In de praktijk stelt zich de vraag, in welke mate de vraagcurve verschuift. De afgeleide effecten via de investeringen doen de vraagcurve nog verder naar rechts verschuiven, terwijl de zwaardere verkeersbelasting van de infrastructuur als gevolg van de economische groei de vraagcurve naar links duwt. Bovendien moet in het kader van een kosten-batenanalyse het tijdstip van iedere positie van de vraagcurve in de grafiek worden vastgesteld.

Deze praktische problemen worden omzeild door het model MOBILEC toe te passen. Met dit model kunnen de effecten op de toegevoegde waarde van de productie (regionaal/nationaal product) op diverse tijdstippen worden berekend. Deze baten mag men niet optellen bij de welvaartswinst, die met behulp van de halveringsregel is berekend. Immers reistijdwinsten en reisafstandsverkortingen manifesteren zich vanwege de daaruit voortvloeiende transportkostenverlaging in een toeneming van het regionale product, waarin de welvaartswinst op basis van de halveringsregel (bij gegeven regionaal product) begrepen is.

De toeneming van het regionale product heeft uit dien hoofde een ruimere inhoud dan de welvaartswinst op basis van de halveringsregel. Anderzijds heeft de toeneming van het regionale product ook een engere inhoud dan de welvaartswinst op basis van de

halveringsregel. Een voorbeeld hiervan is de reistijdwinst van de consumptieve mobiliteit, waarvoor geen marktprijzen bestaan en die dientengevolge niet in het regionale product tot uitdrukking komt.

De permanente indirecte effecten van een infrastructuurverbetering betreffen ook de effecten op het milieu, de leefbaarheid en de verkeersveiligheid. Aannemende dat men erin geslaagd is deze permanente indirecte effecten in geld uit te drukken, kunnen zij bij de toeneming van het regionale/nationale product en de welvaartswinst vanwege de consumptieve mobiliteit worden opgeteld om de totale maatschappelijke baten bij benadering te verkrijgen.

Indien de toeneming van het regionale product als gevolg van de lagere transportkosten gepaard gaat met schaalvoordelen in de bedrijfssector, komt een kostenverlaging van de productie tot stand. De daaruit voortvloeiende baten zijn als indirect effect additioneel aan de welvaartswinst uit hoofde van reistijdwinsten en reisafstandsverkortingen. Dat is ook het geval, indien de lagere transportkosten de regio beter toegankelijk maken en daarmee monopolistische tendensen terugdringen. Dat leidt immers tot lagere afzetprijzen. Deze permanente indirecte effecten dienen, voor zover zij zich voordoen, in een kosten-batenanalyse te worden opgenomen. Zij kunnen echter niet met behulp van de hier behandelde modellen worden berekend.

Tabel 5 geeft een voorbeeld van een kosten-batenanalyse met betrekking tot zes denkbeeldige infrastructuurprojecten in de Nederlandse provincie Limburg, die op de toeneming van de regionale producten is gebaseerd. De projecten betreffen 2x2 autosnelwegen, die in beide richtingen met derde rijstroken worden verruimd. Met behulp van het model MOBILEC zijn de effecten ervan op de regionale producten in de loop van de tijd berekend. Eén geval, het traject Grathem-Urmond (A2), is reeds in subsectie 5.3.7 (tabel 2) behandeld. Aangezien de bouw van de hoofdinfrastructuur in Nederland, althans tot op heden, voor het leeuwendeel ten laste van het rijk komt, is het van belang niet alleen de baten per regio maar ook voor Nederland als geheel te berekenen. Het model laat dat toe: de nationale grootheden worden verkregen door middel van een totalisering over de regio's.

Tabel 5 Opbrengstratio's van zes denkbeeldige projecten

A2, traject Grathem-Urmond	2,68
A2/A76, traject Urmond-Kerensheide-Ten Esschen	2,17
A2, traject Kerensheide-Maastricht	1,68
A76, traject Eindhoven-Venlo	0,60
A79, traject Maastricht-Heerlen	-0,07
A73, traject Nijmegen-Venlo	-0,19

De berekende opbrengstratio's zijn op een (in Nederland officiële) disconteringsvoet van 4 % gebaseerd. De kosten-batenanalyse is exclusief effecten op milieu, leefbaarheid en verkeersveiligheid. De kosten betreffen standaard gegevens, die niet met de projectspecifieke werkelijkheid overeen behoeven te komen, en zonder de bouw van eventuele aanvullende kunstwerken. Zolang het om een illustratie gaat, is het gebruik hiervan aanvaardbaar. Het budgetbeslag van de projecten is gelijkgesteld aan hun kosten. De baten zijn de mutaties van het binnenlandse product van Nederland als gevolg van de infrastructuurprojecten. De projecten zijn in de tabel naar afnemende opbrengstratio gerangschikt.

## 7.5 Prioriteitstelling

Tabel 5 vormt het uitgangspunt voor een prioriteitstelling van de projecten. Bezien vanuit de Paretiaanse welvaartstheorie heeft de capaciteitsverruiming van het project Grathem-Urmond (A2) de eerste prioriteit, althans indien de projecten onderling onafhankelijk zijn. Echter de eerste drie projecten in tabel 5 zijn onderling afhankelijk. Daarentegen bestaat weinig afhankelijkheid tussen de eerste drie en de laatste drie projecten in tabel 5. Ook tussen de laatste drie projecten is nauwelijks van afhankelijkheid sprake.

Waar sprake is van afhankelijkheid van projecten, dient men als volgt tewerk te gaan. Veronderstel twee wederzijds afhankelijke projecten A en B, waarbij project A een hogere opbrengstratio heeft dan project B. Er moet nu worden nagegaan, of de combinatie van de projecten A en B een hogere opbrengstratio oplevert dan project A. Met betrekking tot de eerste drie projecten in tabel 5 zijn vier combinaties mogelijk: drie combinaties van twee projecten en één combinatie van drie projecten. Hun opbrengstratio's dienen te worden berekend, teneinde ze in de rangschikking een plaats toe te kennen.

Zonder de beschikking te hebben over de uitkomsten van dergelijke berekeningen, kunnen wij tot zekere hoogte een uitspraak doen over de rangschikking van de projecten naar afnemende opbrengstratio:

- 1<sup>e</sup> prioriteit: de eerste drie projecten in tabel 5 afzonderlijk of in een een of andere combinatie, afhankelijk van de resultaten van een meer gedetailleerde berekening;
- 2<sup>e</sup> prioriteit: A67, traject Eindhoven-Venlo.

Projecten met een negatieve opbrengstratio worden niet in het investeringsprogramma opgenomen.

Met deze werkwijze is een aanzet gegeven aan een *welvaartsoptimale infrastructuurplanning* (Van de Vooren, 2000). Het gaat inderdaad om een aanzet, omdat de in sectie 7.4 gehanteerde definities van kosten en baten vooralsnog tamelijk restrictief zijn.

Bezien vanuit de Bergsoniaanse welvaartstheorie kunnen *equity*-overwegingen een reden zijn om van de geschetste prioriteitstelling af te wijken. De effecten op de afzonderlijke regio's, zoals in tabel 2 aangegeven, kunnen daartoe aanleiding geven. Zo levert bijvoorbeeld het project Eindhoven-Venlo (A67) voor Noord-Limburg meer baten op dan het project Grathem-Urmond (A2) met zijn hogere opbrengstratio.

## 8 Conclusie

De beantwoording van de vraag, welke betekenis een verbetering van de bestaande infrastructuur en de aanleg van nieuwe infrastructuur voor de welvaart van het land en zijn afzonderlijke regio's heeft, is mogelijk door middel van een *regionale effectanalyse*. Zo'n analyse behelst *in eerste instantie* de raming van de tijdelijke directe en indirecte effecten en van de permanente directe en indirecte effecten van infrastructuurprojecten op mobiliteit, economie, arbeid, wonen, milieu, leefbaarheid en verkeersveiligheid. Daarvoor zijn methoden beschikbaar, die overigens elk hun specifieke beperkingen kennen.

Voor de berekening van de tijdelijke directe en indirecte werkgelegenheidseffecten kunnen de kengetallen in tabel 1 (sectie 3) gebruikt worden. Voor de permanente directe effecten kan een verkeersmodel worden toegepast, waarmee inzicht in de reistijdwinsten en de



reisafstandsverkortingen wordt verkregen. Voor de raming van de permanente indirecte effecten komt het model MOBILEC in aanmerking, omdat het van de behandelde modellen de grootste reikwijdte heeft alsmede kant-en-klaar voor gebruik is.

Het verdient aanbeveling om de schatting van de permanente indirecte effecten op een combinatie van casestudies, enquêtes en modellen te baseren. Een koppeling van een verkeersmodel en MOBILEC en een koppeling van TIGRIS en MOBILEC kunnen de minder uitgewerkte kanten van de afzonderlijke modellen wegnemen. Ingeval van zeer grote infrastructuurprojecten dient hun macro-economische doorwerking via het loon-, rente- en prijspeil te worden onderzocht.

De regionale effectanalyse van infrastructuurprojecten houdt *in tweede instantie* in, dat de berekende effecten in termen van maatschappelijke kosten en baten geëvalueerd. De tijdelijke effecten worden in de vorm van aanlegkosten in een kosten-batenanalyse verwerkt. De permanente directe effecten worden met behulp van de halveringsregel in welvaartswinsten omgezet. De mutaties van het binnenlandse product volgens het model MOBILEC kunnen als baten in een kosten-batenanalyse worden opgenomen, waarmee niet alleen de permanente indirecte effecten maar ook de permanente direct effecten voor een belangrijk deel worden afgedekt.

Op basis van een aldus ingevulde kosten-batenanalyse kan men een *welvaartsoptimale infrastructuurplanning* in de praktijk inhoud geven.

## Noten

1. In sectie 6 wordt de verdringing van activiteiten door de macro-economische doorwerking van een infrastructuurproject behandeld.
2. De toelichting op dit kengetal is in de Duitse literatuur zeer summier. Vermoedelijk geldt het aantal van 8 arbeidsplaatsen per kilometer autosnelweg in een conjunctureel neutrale situatie en is rekening gehouden met verdringing van bestaande arbeidsplaatsen.
3. Het effect van een vergroting van G door een uitbreiding van de infrastructuur op het regionale product betreft de regionale omgeving en is dus volgens sectie 2 een permanent indirect effect. Bezien vanuit de productiefunctie kan men dit echter een direct effect noemen. Indirecte effecten komen in deze visie tot stand via veranderingen in de werkgelegenheid en het private kapitaal.

## Referenties

- Armstrong, H. & J. Taylor (1993), *Regional Economics and Policy*, Harvester Wheatsheaf, New York, Londen, etc.
- Aschauer, A.D. (1989), "Is Public Expenditure Productive?", *The Journal of Monetary Economics*, pp. 177-200.
- Banister, J. & J. Berechman (2000), *Transport Investment and Economic Development*, UCL Press, Londen, pp. 131-160.

Biehl, D., E. Hussman, K. Rautenberg, S. Schyder & V. Südmeyer (1975), *Bestimmungsgründe des regionalen Entwicklungspotentials: Infrastruktur, Agglomeration und sektorale Wirtschaftsstruktur*, J.C.B. Mohr, Tübingen.

Biehl, D. (1991), "The Role of Infrastructure in Regional Development", in: R.W. Vickerman, ed., *Infrastructure and Regional Development*, European Research in Regional Science 1, Pion, Londen.

Blauwens, G. (1976), "Statische en dynamisch selectieregels voor onafhankelijke of interdependente overheidsinvesteringen", *Cahiers Economiques de Bruxelles*, p. 547.

Blauwens, G., P. De Baere & E. Van de Voorde (2001), *Vervoerseconomie*, MIM, Antwerpen, pp. 403-407.

Brucker, K., A. Verbeke & W. Winkelmanns (1998), *Sociaal-economische evaluatie van overheidsinvesteringen in transportinfrastructuur*, Garant, Leuven en Apeldoorn, pp. 173-206.

Bruinsma, F.R. & P. Rietveld (1993), "De structurerende werking van de transportinfrastructuur; een survey betreffende de invloed van infrastructuur en bereikbaarheid op de ruimtelijke spreiding van activiteiten", *Tijdschrift Vervoerswetenschap*, pp. 279-302.

Bundesminister für Verkehr (1993), *Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen; Bewertungsverfahren für den Bundesverkehrswegeplan 1992*, Schriftenreihe Heft 72, Bonn.

Centraal Planbureau (1998), *Athena, The Multi-Sector Model*, CPB Report, pp. 32-36.

Gillen, D.W. & W.G. Waters II, eds. (1996), "Transport Infrastructure Investment and Economic Development", *The Logistics and Transportation Review*, Vol. 32/no. 1.

Gomez-Ibanez, J.A. & J. Madrick (1996), *Economic Returns from Transportation Investment*, Eno Transportation Foundation, Lansdowne (VA).

Hakfoort, J.R., J. de Haan & J.E. Sturm (1993), "Discussie: investeringen en economische groei", *Economisch Statistische Berichten*, pp. 670-673.

Hollander, H. den (1983), *Regionaal-economisch beleid en het regionale ontwikkelingspotentieel*, afstudeerscriptie EUR, Rotterdam.

Toen-Gout, M.W. & M.M. Jongeling (1993), "Investerings in infrastructuur en economische groei", *Economisch Statistische Berichten*, pp. 424-427.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1996), *Handboek Economische Effecten Infrastructuur* (1996), V&W-Platform Economie/Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1997), *Handboek Nieuw Regionaal Model*, Adviesdienst Verkeer en Vervoer/CROW, Rotterdam.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1999), *TIGRIS-studie verstedelijkingsconcepten Leiden-Haarlem-Amsterdam*, Adviesdienst Verkeer en Vervoer/DGP, Rotterdam.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat & Ministerie van Economische Zaken, *Evaluatie van infrastructuurprojecten; leidraad voor kosten-batenanalyse*, 's-Gravenhage.

Vooren, F.W.C.J. van de (1999a), "Scenarioplanning met betrekking tot mobiliteit en economie", *Tijdschrift Vervoerswetenschap*, pp. 19-40.

Vooren, F.W.C.J. van de (1999b), "A Policy Oriented Model about Economy, Mobility, Infrastructure and Other Regional Features", 8<sup>th</sup> World Conference on Transport Research, Antwerpen, 1998, in: *World Transport Research*, vol. 4, Elsevier Science, pp. 43-56.

Vooren, F.W.C.J. van de (2000), *Naar een welvaartsoptimale infrastructuurplanning*, Onderzoeksrapport 2000-010, Universiteit Antwerpen (UFSIA).