

RIVM rapport 715651 012

Dé bereikbaarheid bestaat niet
Definiëring en operationalisering van
bereikbaarheid
M.J. Hagoort

maart 1999

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de directie van het RIVM, in het kader van project 715651, Milieu en Ruimte, mijlpaal Ruimtescanner.

Abstract

On the basis of this literature review on 'accessibility', a proposal has been made for a new measure of accessibility which can be used to estimate if jobs are accessible for the labour force. Generally speaking, accessibility relates to the amount of money, time and trouble required to travel from the place of origin to the desired destination (either for persons or goods). The literature review also showed the notion of 'accessibility' to be multi-interpretable. 'Accessibility' is only meaningful when it is clear, for instance, from what perspective and for what goal, activity, travel motivation and travel mode accessibility is applied. Even then, the usefulness of the different accessibility measures found in the literature strongly depends on the precise research issue.

A measure was required to estimate the spatial attractiveness of living areas. The research issue in this review was limited to proposing a measure for use in estimating job accessibility from the perspective of living areas. The proposed measure is based on a 'normal' actual accessibility measure. This kind of measure means calculating the number of jobs reachable in a certain amount of time, weighted for travel time (or distance). However, in these measures the competition for jobs within the labour force is not taken into account. This seems to be an omission, considering that the attractiveness of a living area is not only determined by the number of jobs in the area but also by the amount of competition for these jobs. If there are a lot of competitors in the area the chance of getting the desired job is lower than in a situation with no or few competitors. For this reason, an accessibility measure has been constructed on the basis of a 'normal' actual accessibility measure corrected for competition in the labour force.

Where the proposed accessibility measure was applied to a Netherlands' case study, the correction factor for labour force competition was found to affect the results. Job accessibility in all the Dutch living areas distinguished was found to change in comparison to calculations using the 'normal' accessibility measure.

Voorwoord

In april 1998 begon ik aan mijn stage bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu te Bilthoven, in het kader van mijn afstudeeronderzoek Sociale geografie aan de Universiteit Utrecht. Deze scriptie is het verslag van een onderzoek naar de definiëring en operationalisering van bereikbaarheid.

Op de eerste plaats wil ik Jan Anne Annema bedanken voor zijn zeer intensieve begeleiding. Hiernaast natuurlijk Bert van Wee voor zijn vele kritische vragen en antwoorden. Ook Karst Geurs, Paulien Feimann en Robert van den Brink stonden altijd klaar met zeer goede adviezen en opmerkingen. Veel dank gaat uit naar Coen Schilderman die, overal tussendoor, veel werk heeft verzet. Naast de begeleiding van Stan Geertman van de Universiteit Utrecht hebben ook Peter Jansen, Mirjam Harmelink, Laurens Brandes en Maarten van Ham bijgedragen aan de totstandkoming van deze scriptie.

Michel Hagoort
14 december 1998

Dit RIVM-rapport is, op enkele redactionele en inhoudelijke wijzigingen na, de volledige weergave van de scriptie van Michel Hagoort zoals hij deze in het kader van zijn studie bij het RIVM in december 1998 heeft afgerond (zie hierboven).

Inhoud

Samenvatting	9
1. INLEIDING	13
1.1 Algemene inleiding	13
1.2 Doel van het onderzoek	13
1.3 Opbouw onderzoek	13
2. DEFINITIE VAN BEREIKBAARHEID	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Wat is bereikbaarheid?	15
2.3 Andere begrippen van bereikbaarheid	17
2.4 Aspecten van bereikbaarheid	18
2.5 Hoofdcomponenten	21
2.5.1 Inleiding	21
2.5.2 Tijd	21
2.5.3 Geld	22
2.5.4 Moeite	22
2.6 Aggregatie	23
2.7 Conclusies	25
3. OPERATIONALISERING BEREIKBAARHEID	27
3.1 Inleiding	27
3.2 Benaderingen	28
3.2.1 Inleiding	28
3.2.2 Wat wordt er gemeten?	29
3.2.3 Hoe wordt er gemeten?	31
3.2.4 Operationalisering bereikbaarheid	33
3.3 Bereikbaarheidsmaten	34
3.4 Conclusies	36
4. BEREIKBAARHEID IN RIVM-PROJECTEN	37
4.1 Inleiding	37
4.2 Leefomgevingsbalans	37
4.3 Leefomgevingsverkenner	40
4.4 Geografie en zorg	43
4.5 Evaluatie nieuwe infrastructuur en ICES	44
4.6 Ruimtescanner	47
4.7 Conclusies	51

5. BEREIKBAARHEID EN CONCURRENTIE	53
5.1 Inleiding	53
5.2 Bereikbaarheid van werken vanuit wonen	53
5.3 Bereikbaarheid van arbeidsplaatsen en concurrentie	55
5.4 Voorstel bereikbaarheidsmaat	57
5.4.1 Bereikbaarheid vanuit afzonderlijke zones	58
5.4.2 Bereikbaarheid vanuit een geheel gebied	63
5.5 Conclusies en toepassingsmogelijkheden	63
6. CASE-STUDIE	65
6.1 Inleiding	65
6.2 Vaste gegevens	65
6.3 Variabele gegevens	66
6.4 Resultaten en analyse	69
6.5 Conclusies	77
Literatuur	81
Bijlage 1 Verzendlijst	87
Bijlage 2 Begrippen rond bereikbaarheid	91
Bijlage 3 Bereikbaarheid in leefomgevingsbalans	95
Bijlage 4 Voorlopige invulling van bereikbaarheid in de Leefomgevingsverkenner	97
Bijlage 5 Uitgewerkte bereikbaarheidsmaten in TIGRIS	99
Bijlage 6 Uitgevoerde berekeningen	101
Bijlage 7 Bereikbaarheid van arbeidsplaatsen binnen 30 minuten in 1995 volgens de basispotentiaal	103
Bijlage 8 Bereikbaarheid van arbeidsplaatsen binnen 45 minuten in 2020 na twee keer uitbreiden van de concurrentiefactor	105

Samenvatting

In verschillende RIVM-projecten speelt bereikbaarheid een rol. Om tot een betere onderbouwing van de hierin gebruikte bereikbaarheidsmaten te komen, is in dit rapport een literatuurstudie verricht naar de theoretische achtergronden van bereikbaarheid. Deze studie heeft geleid tot een eenduidige definiëring van bereikbaarheid. Daarnaast heeft een inventarisatie van de verschillende wijzen van operationalisering van bereikbaarheid plaats gevonden. Aan de hand van een literatuurstudie is bereikbaarheid in vijf RIVM-projecten geëvalueerd. Tenslotte is naar aanleiding van 'De Ruimtescanner', één van de RIVM-projecten, een bereikbaarheidsmaat uitgewerkt die rekening houdt met de concurrentie van de beroepsbevolking op de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen. De voorgestelde bereikbaarheidsmaat is toegepast in een case-studie voor heel Nederland.

Uit de vele in omloop zijnde definities van en begrippen rond bereikbaarheid blijkt dat bereikbaarheid een zeer divers begrip is. De algemene definitie van bereikbaarheid is: *de benodigde hoeveelheid tijd, geld en moeite voor personen of goederen, om vanuit hun herkomstgebied(en) de afstand tot een of meerdere lokaties, waar zich een bepaalde (hoeveelheid) activiteit bevindt, te overbruggen.*

Wanneer deze definitie wordt gehanteerd kan bereikbaarheid alsnog door velen verschillend worden geïnterpreteerd. Het begrip bereikbaarheid krijgt namelijk pas inhoud wanneer duidelijk is vanuit welk perspectief, activiteit, verplaatsingsmotief en dergelijke het begrip wordt gehanteerd. In feite bestaat de bereikbaarheid niet. Als men bereikbaarheid wil operationaliseren moeten deze aspecten naast de definitie worden opgenomen. De aspecten zijn in de onderstaande tabel afgebeeld.

Aspecten	Toelichting
Perspectief	Vanuit individu, bedrijf/activiteit, vervoerssysteem of overheidsdoelstelling
Activiteit	Wonen, werken, voorzieningen, recreatie, sociaal, zakelijk, goederenvervoer
Verplaatsingsmotief	Personeel, bezoekers, recreatief, sociaal, zakelijk verkeer, aan- en afvoer goederen
Doelgroep	Specifieke bevolkingsgroep, autobezitters, enzovoort
Vervoerwijze	Lopen, fiets, OV, auto, schip, rail, vliegtuig
Schaalniveau	Kavel, straat, buurt, wijk, plaats, regio, land, buitenland

Voor de daadwerkelijke operationalisering van het begrip bereikbaarheid - het kiezen van een bereikbaarheidsmaat - kan een vast keuzeproces worden doorlopen. De basisprincipes van de bereikbaarheidsmaten variëren in het accent dat gelegd wordt op het aanbod aan vervoersvoorzieningen en op de vraag naar deze voorzieningen. De bruikbaarheid van een bereikbaarheidsmaat hangt sterk af van de vraag die ermee beantwoord moet worden.

In een aantal bij het RIVM lopende projecten is bereikbaarheid geoperationaliseerd, te weten: de 'Leefomgevingsbalans', de 'Leefomgevingsverkenner', 'Geografie en zorg', 'ICES' en als laatste de 'Ruimtescanner'. In dit onderzoek zijn ieder van deze operationalisaties geëvalueerd. Hieruit blijkt dat in het merendeel van deze projecten, behalve 'Geografie en zorg', slechts een eerste aanzet is gedaan tot de operationalisering van bereikbaarheid. Voor

ieder van deze projecten zijn verbeteringen voorgesteld. In zijn algemeenheid geldt dat vanuit een economisch perspectief er maten uit de ontsluitings- of netwerk-benadering worden voorgesteld en vanuit een sociaal perspectief maten uit de potentiële en actuele benadering. Er is dieper ingegaan op het project 'Ruimtescanner'. De Ruimtescanner is een ruimtelijk informatiesysteem dat de bestaande ruimtelijke gegevens en prognoses integreert tot een kaartbeeld dat toekomstig ruimtegebruik weergeeft. De Ruimtescanner bestaat uit vijf componenten: het huidige ruimtegebruik, de geregionaliseerde ruimteclaims, de attractiviteitskaarten, de allocatiemodule en het toekomstig ruimtegebruik. Ten aanzien van de attractiviteitskaart van wonen vanuit werken is in dit rapport gekeken naar een 'betere' maat voor de bereikbaarheid van werkgelegenheid vanuit wonen. Daarbij wordt een bereikbaarheidsmaat voorgesteld waarbij, in tegenstelling tot veel andere bereikbaarheidsmaten, rekening wordt gehouden met de concurrentie van de beroepsbevolking op bereikbaarheid van arbeidsplaatsen. De attractiviteit van een gebied wordt niet alleen bepaald door het aantal arbeidsplaatsen dat bereikt kan worden, maar ook door de concurrentie op deze arbeidsplaatsen. Wanneer er veel concurrenten zijn wordt de kans dat juist die arbeidsplaats wordt verkregen die men wenst minder groot. Naast het aantal arbeidsplaatsen moet dus ook gekeken worden naar de hoeveelheid beroepsbevolking die zich op deze arbeidsplaatsen richt. In vrijwel alle in de literatuur gevonden bereikbaarheidsmaten wordt niet of op een onvolledige manier rekening gehouden met de concurrentie op arbeidsplaatsen. Om de concurrentie te verwerken is naast een in de gangbare bereikbaarheidsmaten opgenomen basispotentiaal als correctie een concurrentiefactor opgenomen. De basispotentiaal geeft vanuit een bepaalde zone aan hoeveel arbeidsplaatsen binnen een bepaalde reistijd kunnen worden bereikt waarbij verder weg gelegen zones, met een langere reistijd, minder zwaar meetellen.

In essentie wordt de concurrentie bepaald door de *verhouding* van arbeidsplaatsen en beroepsbevolking in en rond een zone. Als er zich bijvoorbeeld veel beroepsbevolking in een zone bevindt, ten opzichte van het aantal arbeidsplaatsen, is de concurrentie groot en neemt de attractiviteit in de vorm van de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen in en om die zone als het ware af. Omdat zones met veel beroepsbevolking zwaarder moeten meewegen in de concurrentieterm dan zones met weinig beroepsbevolking, wordt in de concurrentieterm rekening gehouden met de *omvang* oftewel met de omvang van de beroepsbevolking. Het geheel wordt gewogen voor de tijd aangezien de concurrentie van verder weg gelegen zones minder zwaar meetelt.

De bovenstaande voorgestelde bereikbaarheidsmaat is toegepast op de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen in een case-studie voor heel Nederland op basis van zones uit het Landelijk Model Systeem van AVV. Uit deze toepassing blijkt dat wanneer rekening wordt gehouden met de concurrentie van de beroepsbevolking op de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen, ten opzichte van de basispotentiaal, in alle zones de bereikbaarheid verandert. Rekening houden met de concurrerentie van verder gelegen zones, heeft ook een effect op de berekende bereikbaarheid. Het blijft onzeker tot op welke afstand (of tot met welke reistijd) met de 'concurrentieterm' de werkelijkheid het best wordt benaderd. Er is namelijk geen mogelijkheid

om het resultaat te toetsen aan de werkelijkheid. De keuze welke maat het beste weergeeft welke zone relatief het attractiefst is om te wonen (vanuit de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen), kon in het kader van deze studie uitsluitend plaatsvinden op basis van plausibiliteit. Op basis van plausibiliteit wordt aanbevolen om voor een attractiviteitskaart van werken vanuit wonen, gebruik te maken van de voorgestelde bereikbaarheidsmaat met een maximale reistijd van 45 minuten en door rekening te houden met concurrentie tot maximaal 135 minuten (3 x 45 minuten).

1. INLEIDING

1.1 Algemene inleiding

De laatste jaren is de belangstelling voor ‘de bereikbaarheid’ enorm toegenomen. Bijna dagelijks is ‘bereikbaarheid’ in zeer uiteenlopende contexten terug te vinden op de voorpagina’s van de landelijke dagbladen. Een verbetering van ‘de bereikbaarheid’ is bijvoorbeeld vaak het belangrijkste argument om de infrastructuur uit te breiden dan wel aan te passen. De spreuk “There is nothing a little accessibility can’t cure” van een onbekende auteur zegt als in dit geval genoeg. Aan de vraag wat bereikbaarheid nu eigenlijk is, gaan velen echter voorbij. In dit onderzoek wordt stil gestaan bij deze vraag.

1.2 Doel van het onderzoek

Voor een eenduidige definiëring van bereikbaarheid is een literatuurstudie uitgevoerd naar de theoretische achtergronden van bereikbaarheid. Hierdoor ontstaat inzicht in de verschillende wijzen waarop bereikbaarheid wordt geoperationaliseerd. In diverse RIVM-projecten speelt bereikbaarheid een rol. Om te komen tot een betere onderbouwing van de bereikbaarheidsbegrippen in deze projecten, zijn de huidige definities en operationalisaties geëvalueerd en worden er voorstellen gedaan tot verbetering respectievelijk aanvulling. Voor de Ruimtescanner, een RIVM-project waarmee toekomstig ruimtegebruik wordt gemodelleerd, is een bereikbaarheidsmaat geoperationaliseerd en toegepast die rekening houdt met de concurrentie van de beroepsbevolking op de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen.

De doelstelling van dit onderzoek is drieledig, te weten:

- het bieden van inzicht in de theoretische achtergronden van bereikbaarheid
- het evalueren van een aantal RIVM-projecten waarin bereikbaarheid een rol speelt
- het operationaliseren en toepassen van een bereikbaarheidsmaat voor de ‘Ruimtescanner’

1.3 Opbouw onderzoek

Het rapport is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 2 geeft de theoretische achtergronden voor de totstandkoming van een definiëring van het begrip bereikbaarheid. Hoofdstuk 3 gaat in op operationalisering van bereikbaarheid in de diverse literatuur. Op de wijze van operationalisering van bereikbaarheid in een aantal RIVM-projecten wordt in hoofdstuk 4 ingegaan. Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van bereikbaarheidsmaten die rekening houden met concurrentie van personen op een bepaalde activiteit in de ruimte. Op basis hiervan wordt een nieuwe bereikbaarheidsmaat voor de ‘Ruimtescanner’ voorgesteld die zich richt op de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen vanuit wonen. In hoofdstuk 6 wordt de voorgestelde maat

toegepast rekening houdend met de concurrentie van de beroepsbevolking in een case-studie voor heel Nederland.

2. DEFINITIE VAN BEREIKBAARHEID

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de vraag wat onder bereikbaarheid wordt verstaan. Om te komen tot de juiste invulling van het begrip bereikbaarheid moeten een aantal keuzen worden gemaakt. Bereikbaarheid kan namelijk op vele manieren worden bekeken en geïnterpreteerd.

2.2 Wat is bereikbaarheid?

Bij de vraag: "Wat is bereikbaarheid?", is allereerst gekeken naar de verschillende definities die in de literatuur worden genoemd. Door een inventarisatie van de gebruikte definities is een algemeen allesomvattende definitie van bereikbaarheid afgeleid (Box 2.1.). Vanuit deze definitie zal er gekeken worden naar de verschillende (deel) definities die worden gebruikt.

Box 2.1. Definities van bereikbaarheid

Bereikbaarheid:

- is de moeite die nodig is om met de gewenste vervoerwijze, op een gewenst tijdstip en via een gewenste route van de ene naar de andere plaats te komen (Raad voor V&W, 1996a).
- is de inspanning om een zone te bezoeken en/of te verlaten (Bruinsma *et al.*, 1995).
- is een kenmerk van een activiteitenplaats dat betrekking heeft op de ruimte waarbinnen een verzameling personen is gesitueerd, die vanuit hun herkomstlokaties een bepaalde activiteitenplaats tegen acceptabele (tijds)kosten als bestemming kan kiezen (Dijst, 1995).
- is een combinatie van de ligging t.o.v. afnemers en leveranciers (op verschillende ruimtelijke schaalniveau's al naar gelang de afstand, of reikwijdte waarover de bedrijven relaties onderhouden) en de aanwezigheid van infrastructuur (Louter en Hilbers, 1994).
- is de reistijd, reiskosten en kwaliteit die gebruikers van een bestemming moeten opofferen om vanuit hun herkomstgebied met een bepaalde vervoerwijze op een bepaald tijdstip via een bepaalde route een bepaalde bestemming te bereiken (Flikkema, 1994).
- is de hoeveelheid tijd, geld en moeite die gebruikers van een activiteit moeten getroosten om vanuit hun herkomstgebied de bestemmingslokatie van de activiteit te bereiken (Hilbers en Verroen, 1993).
- is het aantal activiteitenplaatsen (woningen, arbeidsplaatsen, voorzieningen) per klasse van verplaatsingsweerstand naar die zone toe (Egeter en Heringa, 1991).
- is het gemak waarmee mensen en goederen een reeks voorzieningen kunnen bereiken (Vleugel en van Gent, 1991).
- is een relatieve maat voor de moeite (het gemak) waarmee een bepaalde plaats te bereiken is vanuit een gekozen punt, via de snelste verbinding (Friskus en Zandsteeg, 1977).
- is een eigenschap van een plaats of vestiging die de moeite of het gemak aangeeft waarmee vanuit het omliggende gebied (het potentiële verzorgingsgebied) de bedoelde plaats of vestiging kan bereiken (Huigen, 1986).

Uit box 2.1. blijkt dat bereikbaarheid uit een aantal hoofdcomponenten bestaat maar onduidelijk is nog welke. Er worden namelijk vele combinaties en synoniemen van hoofdcomponenten en benamingen gehanteerd waardoor er veel misverstanden ontstaan. Tabel 2.1. geeft een voorbeeld van deze ongewisse diversiteit.

Tabel 2.1. Uitwerkingen van bereikbaarheid

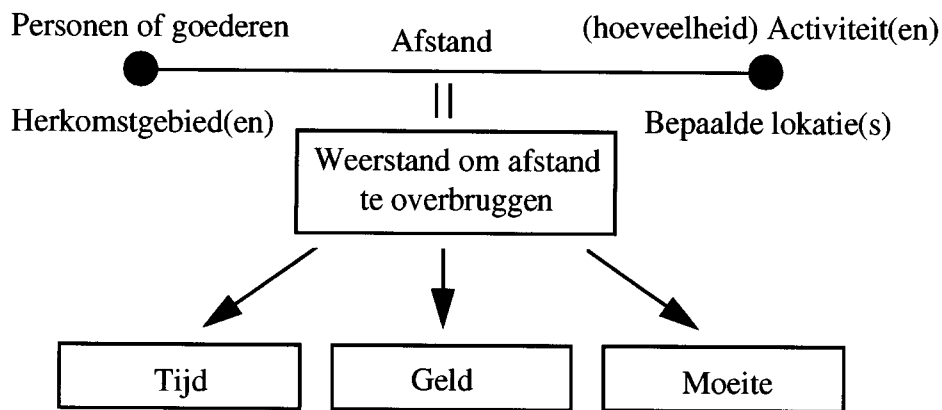
Bereikbaarheid uitgedrukt als:							
	Weerstand	Moeite	Kwaliteit	Inspanning	Kosten	Gemak	Activiteitenplaats
Hoofd- compo- nenten:	Geld	Prijs	Kosten	Kosten	Reiskosten	Kosten	Tijdskosten
	Tijd	Kwaliteit in	Tijd	Tijd	Tijdskosten	Kwaliteit in	Monetaire kosten
	Moeite	Tijd	Inspanning	Kwaliteit	Kwaliteits- kosten	Comfort Betrouwbaarheid	Aantal activitei- tenplaatsen

Uit tabel 2.1. blijkt dat de uitwerkingen van bereikbaarheid zoals aangetroffen in de literatuur een grote overlap vertonen. De laatste kolom wijkt echter af van de anderen. Bij de in deze laatste kolom bedoelde vorm van bereikbaarheid gaat het vooral om de inhoud van de ruimte. Deze inhoud verwijst naar het aantal en het soort activiteitenplaatsen. De anderen synoniemen hebben voornamelijk betrekking op de mogelijkheid tot verplaatsing en/of de omvang van de activiteitsruimte en worden gezien als omschrijvingen van de verplaatsingsweerstand. In paragraaf 2.3. wordt verder op deze verschillende vormen van bereikbaarheid ingegaan.

Het valt op dat er in box 2.1. een aantal termen meerdere malen voorkomt. De woorden *vervoerwijze, tijdstip, route, inspanningen, lokaties, herkomst, bestemming, activiteitenplaats, afstand, infrastructuur, verplaatsing, tijd, kosten, kwaliteit, moeite, gemak, mensen, goederen* en *verplaatsingsweerstand* lijken de kern(en) te vormen van de verschillende definities. Wanneer deze woorden worden samengevat komt men tot het volgende: om vanuit een herkomstlokatie een bepaalde bestemming, ook wel activiteitenplaats genoemd, te kunnen bezoeken moet een inspanning gedaan worden om de afstand te overbruggen. Voor deze verplaatsing van mensen of goederen is een inspanning in de vorm van tijd, kosten, moeite/gemak of kwaliteit nodig. Anders gezegd: voor een verplaatsing moet een offer worden gebracht. Dit offer wordt ook wel de verplaatsingsweerstand genoemd. Als de weerstand om een bepaalde bestemming te bezoeken groot is, dan is de bereikbaarheid van de betreffende lokatie klein.

In het hiernavolgende wordt bereikbaarheid als volgt gedefiniëerd: *de benodigde hoeveelheid tijd, geld en moeite voor personen of goederen, om vanuit hun herkomstgebied(en) de afstand tot een of meerdere lokaties, waar zich een bepaalde (hoeveelheid) activiteit bevindt, te overbruggen (Figuur 2.1.).*

Er is gekozen voor deze definitie omdat het de meest duidelijke allesdekkende definitie is waarbij er geen verwarring over de hoofdcomponenten kan ontstaan. In paragraaf 2.5. wordt dieper ingegaan op de hoofdcomponenten.



Figuur 2.1. Het begrip bereikbaarheid geschematiseerd

2.3 Andere begrippen van bereikbaarheid

Bereikbaarheid heeft betrekking op de verplaatsingsweerstand van een herkomst naar bestemming. Hiermee wordt het begrip ‘relationele bereikbaarheid’ aangeduid. Daarnaast kan worden gesproken over ‘integrale bereikbaarheid’ waarmee bedoeld wordt op de bereikbaarheid van een lokatie vanuit alle relevante herkomstgebieden (Tabel 2.2.).

Tabel 2.2. Samenhang begrippen rond bereikbaarheid

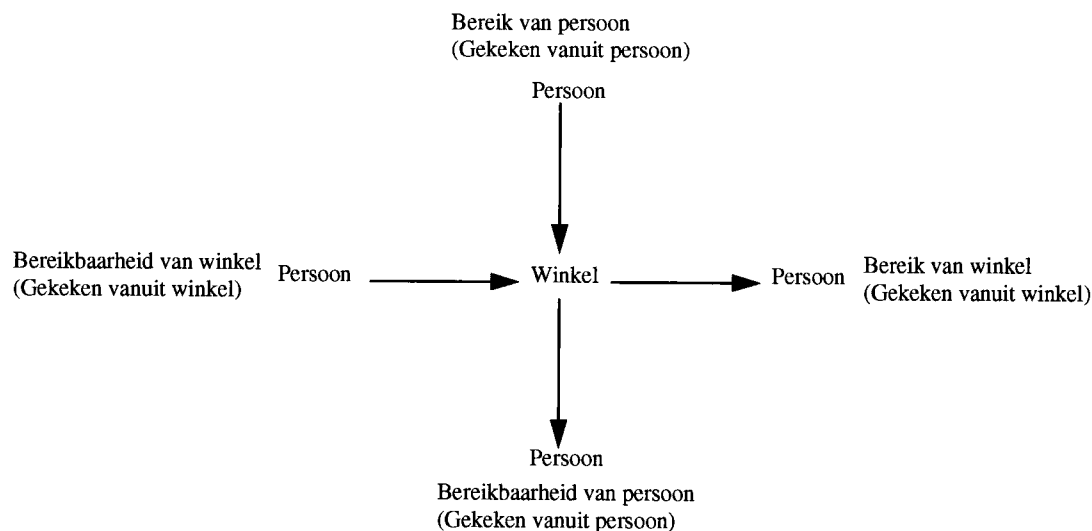
Lokaties van activiteiten	Gemeten in: Verplaatsingsweerstand
Vanuit één herkomstgebied	Relationele bereikbaarheid
Vanuit alle herkomstgebieden	Integrale bereikbaarheid

Er zijn nog andere begrippen gerelateerd aan bereikbaarheid zoals nabijheid, centraliteit, bereik, reikwijdte, toegankelijkheid, ruimtelijke interactie, ruimtelijke mogelijkheden van lokaties en ruimtelijke mogelijkheden van individuen. De drie als laatst genoemde begrippen plus (ruimtelijke) nabijheid worden door Huigen en van Dam (1990) onderscheiden als de vier begrippen over bereikbaarheid. De essentie van alle bovengenoemde begrippen is samengevat in tabel 2.3. Een uitgebreide toelichting van ieder begrip is opgenomen in bijlage 2.

Tabel 2.3. Begrippen rond bereikbaarheid

Begrip	Kernomschrijving
Nabijheid van herkomstgebied	Afstand van bestemming tot herkomst
Nabijheid van bestemmingsgebied	Afstand van herkomst tot bestemming
Centraliteit (afstanden/reistijden)	Afstanden/reistijden tot de overige lokaties
Centraliteit (relaties/vervoerstromen)	Omvang van relaties/vervoerstromen met de overige lokaties
Bereik	Verplaatsingsweerstand tussen herkomst en bestemming
Bereikbaarheid	Verplaatsingsweerstand tussen bestemming en herkomst
Reikwijdte	Maximale afstand tot activiteit die actor wenst af te leggen
Toegankelijkheid	Tijd, geld en moeite om feitelijke activiteitsruimte te betreden
Ruimtelijke nabijheid (afstanden/reistijden)	Afstand tussen lokaties
Ruimtelijke interacties (relaties/vervoerstromen)	Volume en richting van interactie tussen lokaties
Ruimtelijke mogelijkheden van lokaties	Aantal activiteiten dat binnen bereik komt bij toenemende afstand rekening houdend met de eigenschappen van lokaties
Ruimtelijke mogelijkheden van individuen	Aantal activiteiten dat binnen bereik komt bij toenemende afstand rekening houdend met de eigenschappen van individuen

Bij de in tabel 2.3. genoemde begrippen is het belangrijk vast te stellen vanuit welk perspectief er gekeken wordt en voor wie het begrip geldt. Figuur 2.2. illustreert hoe de begrippen 'bereik' en 'bereikbaarheid' een andere inhoud kunnen krijgen wanneer ze vanuit verschillende perspectieven worden ingevuld. De pijlen in figuur 2.2. geven aan vanuit wie er wordt gekeken.

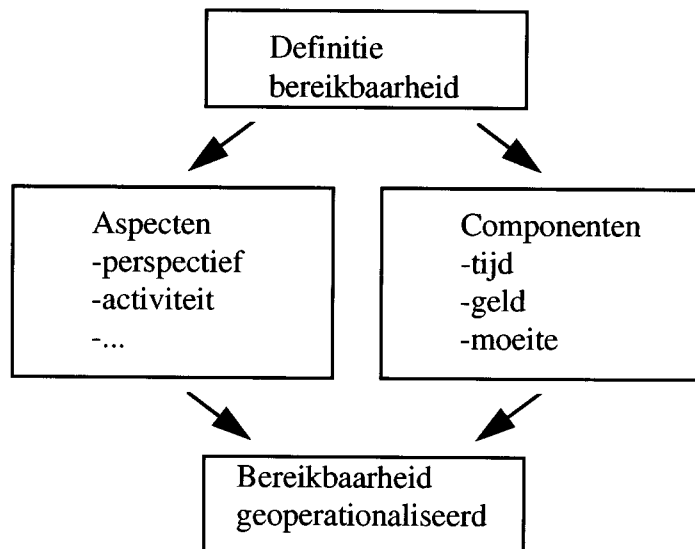
*Figuur 2.2. Begrippen en perspectieven*

2.4 Aspecten van bereikbaarheid

Voor het bereiken van een lokatie van activiteiten zijn vele verplaatsingen mogelijk. Iedere verplaatsing kan een andere weerstand uitgedrukt in tijd, geld en moeite hebben. Dit maakt het hanteren van het begrip bereikbaarheid lastig. Volgens de Raad voor V&W (1996a) bestaat de bereikbaarheid niet. Er moet bij een nadere invulling van het begrip bijvoorbeeld altijd worden afgevraagd: waar vandaan, met welke vervoerwijze, op welke tijdstip van de dag, waar precies moet iemand zijn, hoe belangrijk zijn tijd, kosten of kwaliteit van het vervoer? Het bereikbaarheidsprobleem bestaat dus ook niet. Vanuit verkeerskundig opzicht ontstaat een probleem als de vervoersvraag op een bepaalde relatie met een bepaald vervoersysteem, op een

bepaalde tijd niet kan worden afgewikkeld bij een aanvaardbare hoeveelheid tijd, kosten en moeite (Raad voor V&W, 1996a).

Het begrip bereikbaarheid krijgt pas inhoud als duidelijk is vanuit welk perspectief, verplaatsingsmotief, vervoerwijze en dergelijke het begrip wordt gehanteerd. Dit worden 'de aspecten' genoemd. De aspecten moeten dan ook naast de hoofdcomponenten worden opgenomen wil men bereikbaarheid toepassen. (Figuur 2.3.)



Figuur 2.3. Bereikbaarheid als definitie en toegepast

Tabel 2.4. geeft een overzicht van de aspecten die bij bereikbaarheid een rol spelen. Hilbers en Verroen (1993) houden hierbij een iets minder gegeneraliseerde indeling aan als Flikkema (1994). Hiernaast gaat Flikkema (1994) dieper in op goederen waarbij vooral de aard van de lading en logistieke organisatie belangrijke aspecten zijn bij de beoordeling van de bereikbaarheid. Doordat per aspect wordt aangegeven wat van toepassing is, ontstaat een duidelijk beeld van het soort bereikbaarheid dat wordt bedoeld (Box 2.2).

Tabel 2.4. Aspecten van bereikbaarheid

Aspecten (Hilbers & Verroen, 1993)	Toelichting	Aspecten (Flikkema, 1994)	Toelichting
Perspectief	Vanuit individu, bedrijf/ activiteit, vervoersysteem of overheidsdoelstelling	Herkomst- en bestemmingsgebieden	Schaalniveau, functies van de gebieden
Activiteit	Wonen, werken, voorzieningen, recreatie, sociaal, zakelijk, goederenvervoer	Verplaatsingen	Motief, vervoerwijze, tijdstip, route, frequentie
Verplaatsingsmotief	Personeel, bezoekers, recreatief, sociaal, zakelijk verkeer of aan- en afvoer goederen	Reizigers	Beschikbaarheid alternatieve bestemmingen, huishoud- en persoonskenmerken, keuzemogelijkheden
Doelgroep	Specifieke bevolkingsgroep, autobezitters, enzovoort	Verladers, expediteurs en de lading	Kenmerken produkten, logistieke organisatie en dergelijke, omvang van het aantal bezoekers van specifieke bedrijven, kenmerken ten aanzien van inzet van arbeid, aandeel van de auto in bezoekersverkeer, auto-afhankelijkheid van bezoekers en werknemers, omvang van het marktgebied eveneens gerelateerd aan de snelweg-gevoeligheid, kenmerken van aan- en afvoer van goederen
Vervoerwijze	Lopen/fiets/OV/auto/schip/rail/vliegtuig		
Schaalniveau lokaties	Kavel, straat, buurt, wijk, plaats, regio, land, buitenland		
Schaalniveau invloedsgebied	Kavel straat, buurt, wijk, plaats, regio, land, buitenland		

Bron: Hilbers en Verroen (1993), Flikkema (1994).

Box 2.2. Toepassing bereikbaarheidsaspecten

Het begrip bereikbaarheid krijgt pas inhoud als duidelijk is vanuit welk perspectief gekeken wordt of door wie het begrip wordt gehanteerd. Wanneer bijvoorbeeld naar overheidsdoelstellingen wordt gekeken, kunnen verschillende bereikbaarheidsaspecten gelden waardoor verschillende vormen van bereikbaarheid en daarmee bereikbaarheidsmaten moeten worden toegepast.

Bereikbaarheidsaspecten voor economische groei gezien vanuit de overheid

Aspecten:	Overheidsdoelstelling: Bereikbaarheid als voorwaarde voor economische groei
Perspectief	vanuit bedrijf/activiteit
Activiteit	voorzieningen, kantoren, productie en opslag activiteiten
Motief	bezoekers, personeel, zakelijk verkeer, aan- en afvoer goederen
Doelgroep	economisch belangrijke en tijdgevoelige bezoekers en goederen
Vervoerwijze	auto/OV/langzaam vervoer (bij personen) en weg/binnenvaart/rail (bij goederen)
Lokaties	varieert, meestal regionaal
Invloedsgebied	afhankelijk van bedrijfstak, bepaalt door afzetmarkt en zakelijke relaties

Bij het garanderen van de bereikbaarheid van bedrijven voor economisch belangrijk verkeer gaat het de overheid vooral om het aanbieden van een infrastructuurnetwerk van voldoende kwaliteit. Het netwerk dient de gewenste zakelijke relaties en distributiepatronen te kunnen bedienen. De bereikbaarheidseisen worden dan ook vooral gekoppeld aan de mogelijkheden die het netwerk biedt, en minder aan de zwaarte, de omvang van de vervoersstromen. Voor het zakelijke en goederenverkeer verdienen daarom vanuit overheidsperspectief bereikbaarheidsmaten die de netwerkpositie van lokaties aangeven en maten die de afwikkelingskwaliteit van het netwerk beschrijven de voorkeur.

Bij goederen zijn vooral de aard van de lading en logistieke organisatie belangrijke aspecten bij de beoordeling van de bereikbaarheid. Indeling van ladingen in voor bereikbaarheid relevante segmenten is complex door de grote heterogeniteit. In Flikkema (1994) worden nog specifiek drie aspecten voor goederen genoemd die hier verder niet zullen worden behandeld. Deze aspecten verschillen in de mate van complexiteit en de realiteitswaarde omdat ze steeds verder de indeling baseren op basis van de aard van de lading en logistieke organisatie.

2.5 Hoofdcomponenten

2.5.1 Inleiding

Zoals reeds aan de orde is gekomen, omvat het begrip bereikbaarheid drie hoofdcomponenten: tijd, geld en moeite. Een nadere invulling van de hoofdcomponenten naar subcomponenten kan voor ieder aspect van bereikbaarheid uit tabel 2.4. verschillen. Een andere vervoerwijze levert bijvoorbeeld andere subcomponenten op. Bij de trein gaat het bijvoorbeeld vooral om de voortransport-, wacht-, overstaptijd, e.d., terwijl het bij de auto vooral om reis-, parkeerzoek-, looptijd, e.d. gaat. Hetzelfde geldt voor een verdere verbijzondering naar tijdstip, motief, doelgroep of schaalniveau. Bovendien wordt een groot aantal subcomponenten door reizigers en beslissers verschillend gewaardeerd. Een nadere differentiatie naar mogelijke subcomponenten door Hilbers en Verroen (1993) en Flikkema (1994) worden per hoofdcomponent in de volgende paragrafen worden behandeld.

2.5.2 Tijd

Uit tabel 2.5. blijkt dat de hoofdcomponent tijd uit meerdere subcomponenten bestaat. Er kan bijvoorbeeld niet worden gesproken over 'de' reistijd. Zowel Hilbers en Verroen (1993) als Flikkema (1994) verdelen tijd naar de vervoerwijze van personen en gebruiken hierbij vrijwel dezelfde subcomponenten. De kolommen over goederenvervoer zijn gebaseerd op Flikkema (1994).

Tabel 2.5. Mogelijke subcomponenten van tijd volgens vervoersproces per vervoerwijze

Tijd - personenvervoer				Tijd - goederenvervoer	
Auto	Openbaar vervoer	Fiets	Lopen	Vrachtauto	Trein, schip, vliegtuig
Parkeerlooptijd	Verborgen wachttijd	Stallingstijd	Looptijd	Wachttijd	Wachttijd
Autoreistijd	Voortransport	Fietsreistijd		Laadtijd	Overslagtijd voortransport
Parkeerzoektijd	Wachttijd overstap	Stallingstijd		Transporttijd	Tijd voortransport
Parkeerlooptijd	Rijtijd			Lostijd	Wachttijd
	Looptijd overstap			Afhandelingstijd	Overslagtijd naar trein
	Wachttijd overstap				Transporttijd
	Natransport				Wachttijd
					Overslagtijd natransport
					Overslagtijd natransport
					Afhandelingstijd

Wanneer gebruik wordt gemaakt van meer integrale reistijdbegrippen, wordt een gewogen som van de afzonderlijke elementen voorgesteld. Hierdoor worden reistijdequivalenten verkregen, die weergeven hoeveel reistijd mensen kwijt zijn om van een herkomst naar een bestemming te komen. Bij deze optelling kan gebruik worden gemaakt van de waardering van deze tijdselementen uitgedrukt in geld (value of time) door de reizigers/beslissers (AVV, 1998). De reistijdwaarderingen van het woon-werk verkeer en toeristisch verkeer verschillen bijvoorbeeld (AGV et al., 1996). In deze waardering kan ook de perceptie van de verschillende tijdselementen worden verwerkt.

2.5.3 Geld

Bij de hoofdcomponent geld kunnen wederom een aantal subcomponenten worden onderscheiden (Tabel 2.6.). Hierbij kunnen zowel de afzonderlijke elementen als de aggregaties van belang zijn. Deze laatste worden geldequivalenten genoemd.

Tabel 2.6. Mogelijke subcomponenten van geld volgens vervoersproces per vervoerwijze

Geld - personenvervoer				Geld - goederenvervoer	
Auto	Openbaar vervoer	Fiets	Lopen	Vrachtauto	Trein, Schip, Vliegtuig
Brandstofkosten	Reistarieven	Onderhoudskosten	Nihil	Onderhoudskosten	Kosten voortransport
Onderhoudskosten				Afschrijvingen	Kosten overslag
Parkeerkosten				Brandstofkosten	Afschrijvingen
Tolkosten				Waarde vermindering goederen	Tarief vervoerder
Vaste kosten				Personeelskosten of: Tarief vervoerder	Waarde vermindering goederen
				Verzekeringen	Renteverliezen goederen
					Kosten overslag
					Verzekeringen

Het onderscheid tussen vaste en variabele kosten is belangrijk aangezien mensen zich bij sommige vervoerwijzen nauwelijks door de vaste kosten laten beïnvloeden bij de vervoerwijze keuzen. Geurs en van Wee (1997) brengen dit onderscheid aan in verband met het voeren van prijsbeleid om bereikbaarheidsdoelstellingen te halen. Wanneer bijvoorbeeld de bereikbaarheid van de auto en het openbaar vervoer worden vergeleken dient een keuze te worden gemaakt, ten aanzien van de vraag welke (vaste) autokosten moeten worden meegenomen in de operationalisering.

2.5.4 Moeite

De belangrijkste subcomponenten van moeite zijn comfort en betrouwbaarheid. Onder betrouwbaarheid van het verkeerssysteem wordt de mate verstaan waarin reizigers-/transporteurs de reistijd en kosten van een verplaatsing kunnen voorspellen. Er moeten dus indicatoren worden gevonden die de betrouwbaarheid van het transportsysteem representeren. Als uitgangspunt heeft Flikkema (1994) de volgende subcomponenten:

Tabel 2.7. Mogelijke subcomponenten van moeite volgens vervoerproces per vervoerwijze

Moeite - personenvervoer				Moeite - goederenvervoer
Auto	Openbaar vervoer	Fiets	Lopen	Vrachtauto, Trein, Schip, Vliegtuig
(Dis)comfort	(Dis)comfort	(Dis)comfort	(Dis)comfort	Betrouwbaarheid
Inspanning	Fysieke inspanning	Fysieke inspanning	Fysieke inspanning	Beschadiging
Betrouwbaarheid	Betrouwbaarheid	Ongevalsrisico	Sociale veiligheid	Bewaking
Stress	Informatie	Sociale veiligheid		
Ongevalsrisico	Sociale veiligheid	Buitenlucht		
Informatie	Imago	Beweging		
	Toegankelijkheid			
	Invaliden			

Moeite lijkt een soort restcategorie. Sommige subcomponenten beïnvloeden de verplaatsingsweerstand direct terwijl anderen meer ingaan op de keuze tussen vervoermiddelen. Daar waar tijd en geld ‘objectief’ meetbaar zijn is ‘moeite’ vaak moeilijk objectief en kwantitatief uit te drukken. Een veel gebruikte methode voor het inbrengen van de moeite component in de weerstand is het eerder genoemde toepassen van specifieke wegingsfactoren voor de verschillende onderdelen van een verplaatsing. Een aparte weging voor congestie, verborgen wachttijd of frequentie is mogelijk. Een verdere weging van het wegcomfort van de verbinding of comfort, samenhangend met voertuigtechniek is daarentegen erg moeilijk (Coopers & Lybrand *et al.*, 1998). Of deze laatste subcomponenten echt bij bereikbaarheid horen is nog de vraag. Dat moeite geen onbelangrijke hoofdcomponent is blijkt uit de vele sociale en psychologische factoren die spelen bij het maken van verplaatsingen (Blaas *et al.*, 1992).

2.6 Aggregatie

Iedere potentiële reiziger/vervoerder heeft in principe voor een specifieke verplaatsing naar een bepaald gebied zijn/haar eigen bereikbaarheidskenmerken. Iedere reiziger-/vervoerder heeft dus zijn/haar eigen bereikbaarheidsmaat waardoor het een ‘leeg’ begrip is geworden. Het is niet erg zinvol een zeer groot aantal verschillende maten en uitsplitsingen, vanuit een bepaald perspectief, voor bereikbaarheid te hanteren. Een belangrijke vraag bij de opstelling van bereikbaarheidsmaten is welke kenmerken relevant zijn en welke niet.

Uiteindelijk zullen de resultaten moeten worden geaggregeerd om op een bepaald niveau uitspraken te doen over de bereikbaarheid. De voor het RIVM relevant zijnde aggregaties komen in het volgende hoofdstuk ter sprake. Uit Hilbers en Verroen (1993) en Flikkema (1994) zijn twee typen aggregaties af te leiden:

- aggregatie op basis van hoofd- en subcomponenten;
- aggregatie op basis van de aspecten.

Aggregaties binnen de hoofdcomponenten

Binnen elke hoofdcomponent tijd, geld en moeite kunnen afzonderlijke subcomponenten worden opgeteld. Op deze manier ontstaan hoofdcomponenten die tijd-, geld- en moeite-equivalenten representeren. De vraag is hoe de verschillende subcomponenten kunnen worden opgeteld. Flikkema (1994) stelt voor om de meest recente relatieve waarderingen voor deze afzonderlijke subcomponenten te gebruiken. Voor toekomst scenario's moeten deze waarderingen worden gecorrigeerd door rekening te houden met de gemaakte veronderstellingen en verwachte ontwikkelingen.

Aggregaties over de hoofdcomponenten

Om te komen tot inzichten in hoe de tijd- en geldcomponenten bij elkaar opgeteld kunnen worden, kan gebruik gemaakt worden van de tijdwaarderingen in geld die mensen hebben. In theorie zouden ook moeite-componenten zoals een overstap kunnen worden meegenomen bij de aggregatie. Buiten de zogenoemde nutsfuncties uit de vervoerwijzekeuze modellen zijn hier geen bruikbare methoden voor aangetroffen. Op deze nutsfuncties wordt hier verder niet gegaan.

Hilbers en Verroen (1993) geven de voorkeur aan het op 6 manieren beschrijven van de verplaatsingsweerstand per vervoerwijze:

1. *Afstand*: maat voor nabijheid, basis voor bepalen kilometrage;
2. *Reële reistijd*: per vervoerwijze, gemakkelijk te interpreteren, basis voor potentiële bereikbaarheid;
3. *Gewogen reistijd*: reistijd componenten gewogen met wegingsfactoren welke het comfort uitdrukken;
4. *Reiskosten*: variabele autokosten, reiskosten openbaar vervoer;
5. *Parkeersituatie*: sleutelelement lokatiebeleid, belangrijke factor bij ervaren bereikbaarheid, beïnvloedbaar onafhankelijk van vervoersnetwerk;
6. *Totale gegeneraliseerde reistijd (3+4+5 samen)*: basis voor concurrentieverhouding tussen vervoerwijzen en voorspellen vervoerwijzekeuze.

Flikkema (1994) gaat uit van elementaire indicatoren voor bereikbaarheid, voor gede-tailleerde groepen en gebieden. Zijn vraag is hoe daaruit geaggregeerde maten kunnen worden verkregen, aangepast aan de specifieke toepassing. De mate waarin en de manier waarop wordt geaggregeerd hangen bij Flikkema (1994) af van het betreffende vraagstuk. Hierbij is volgens Flikkema een drietal aggregaties van belang:

1. *Aggregatie naar gebieden* vanuit een specifiek herkomstgebied, de relationele bereikbaarheid, als de som van de bereikbaarheid van specifieke puntlocaties. Zo kan men bij sommige vraagstukken geïnteresseerd zijn in 'de' bereikbaarheid van een stadsgewest vanuit een ander stadsgewest. Daarnaast kan men de integrale bereikbaarheid van een stadsgewest willen bepalen, bezien vanuit alle andere relevante stadsgewesten. Dit kan 'gebiedsaggregatie' worden genoemd;

2. *Aggregatie over specifieke verplaatsingskeuzen*, bijvoorbeeld naar vervoerwijze of tijdstip van de dag. Voor sommige vraagstukken is het niet van belang om bij beoordeling van ontwikkelingen onderscheid te maken tussen routes, maar wil men alleen de bereikbaarheidsverschillen tussen vervoerwijzen bij de beschouwing betrekken;
3. *Aggregatie over bevolkings- en goederenvervoersegmenten* waarbij dus geen onderscheid wordt gemaakt tussen bevolkingsgroepen en/of aard van het goederenvervoer.

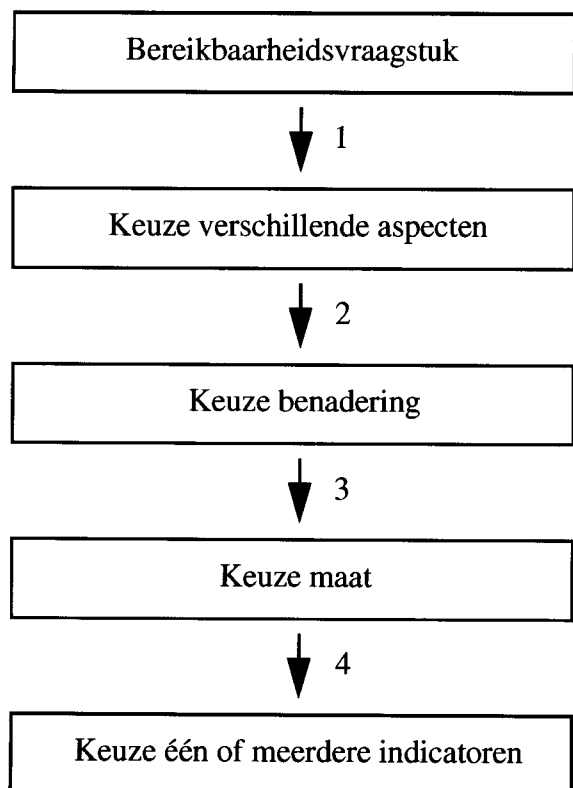
2.7 Conclusies

Bereikbaarheid is gedefinieerd als de benodigde hoeveelheid tijd, geld en moeite voor personen of goederen, om vanuit hun herkomstgebied(en) de afstand tot een of meer lokaties, waar zich een bepaalde (hoeveelheid) activiteit bevindt, te overbruggen. De vraag wat bereikbaarheid is wordt echter niet alleen beantwoord door deze enigszins abstracte definitie van bereikbaarheid. Het begrip krijgt pas werkelijk inhoud als duidelijk is vanuit welk perspectief, activiteit of verplaatsingsmotief het begrip wordt gehanteerd. Hierdoor kan worden bepaald welke hoofd- en subcomponenten moeten worden meegenomen.

3. OPERATIONALISERING BEREIKBAARHEID

3.1 Inleiding

Om het begrip bereikbaarheid te operationaliseren kan een vast proces worden doorlopen (Figuur 3.1.). De keuze welke aspecten worden meegenomen is de eerste stap en is reeds in hoofdstuk 2 aan de orde gekomen. Stap twee heeft betrekking op de keuze van een benadering oftewel een bepaalde ordening van bereikbaarheidsmaten. Tijdens de derde stap wordt binnen een benadering de meest geschikte bereikbaarheidsmaat bepaald. De uitkomst van deze maat geeft de uiteindelijke bereikbaarheid aan. Voordat de bereikbaarheid kan worden berekend moet(en) eerst de indicator(en), waaruit een bereikbaarheidsmaat bestaat, worden vastgesteld. Dit is stap vier in de invulling van het begrip bereikbaarheid. In dit hoofdstuk zal de nadruk voornamelijk liggen op stap twee en drie. In hoofdstuk 4 wordt aan de hand van een aantal bij het RIVM lopende projecten de gehele aanpak verduidelijkt.



Figuur 3.1. Aanpak bereikbaarheidsvraagstuk

3.2 Benaderingen

3.2.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is aangegeven vanuit welke verscheidenheid aan aspecten gezocht kan worden naar een maat voor bereikbaarheid. Een structurering in bereikbaarheidsaspecten is aangebracht op basis waarvan nader bepaald kan worden, wat voor het vaststellen van bereikbaarheid, gemeten moet worden. Tegenover de gewenste toepassing van bereikbaarheidsmaten kan het bestaande ‘aanbod’ aan bereikbaarheidsmaten worden afgezet. Uit de literatuur blijkt dat er een groot aantal bereikbaarheidsmaten voorhanden is. Deze kunnen op twee manieren worden geordend (Tabel 3.1.). Beiden zullen worden toegelicht.

Tabel 3.1. Ordening bereikbaarheidsmaten

Wat wordt er gemeten?	Hoe wordt er gemeten?
• Ontsluitingskenmerken • Positie in netwerk • Potentiële bereikbaarheid • Actuele bereikbaarheid • Feitelijk gebruik en afwikkelingskwaliteit van een vervoersysteem • Bereikbaarheid gerelateerd aan activiteitenpatronen	• Topologische benadering • Afstandsbenadering • Cumulatieve-opportunities benadering • Zwaartekrachtsbenadering

Bron: Hilbers en Verroen (1993), Pirie (1979), Handy en Niemeier (1997)

Allereerst is er de ordening van bereikbaarheidsmaten naar zes benaderingen door Hilbers en Verroen (1993). Zij delen als het ware de verschillende maten in naar ‘*Wat wordt er gemeten?*’. De basisprincipes variëren hierbij in het accent dat gelegd wordt op het aanbod aan vervoersvoorzieningen en op de vraag naar deze voorzieningen. Bij een aanbodgeoriënteerde benadering wordt uitgegaan van een beschrijving van de kwaliteiten van een vervoersysteem. Een vraaggeoriënteerde benadering heeft een meer gedragsmatige invalshoek, waarbij gekeken wordt naar mogelijke activiteitenpatronen van de bevolking, en de hier uit voortvloeiende behoefte aan verplaatsingsmogelijkheden. De benaderingen worden ieder kort in paragraaf 3.2.2. behandeld en zijn onderscheiden van aanbodgeoriënteerd naar vraaggeoriënteerd. Een tweede ordening is samengesteld aan de hand van Pirie (1979) en Handy en Niemeier (1997). Zij hebben de verschillende maten als het ware geordend naar het soort rekenmethode die gehanteerd moet worden om de bereikbaarheid te berekenen. De vraag ‘*Hoe wordt er gemeten?*’ staat bij deze ordeningen centraal. In paragraaf 3.2.3. worden deze verschillende benaderingen kort behandeld.

Een andere ordening van bereikbaarheidsmaten die genoemd moet worden is die van Jones (1981). Hij hanteert een combinatie van de twee eerder genoemde ordeningen.

3.2.2 Wat wordt er gemeten?

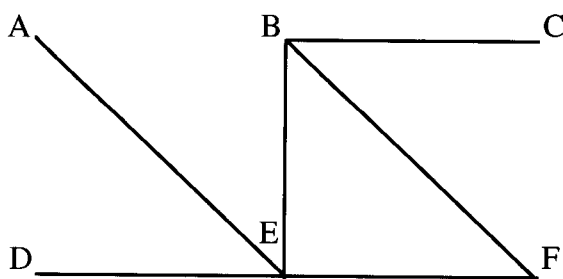
Ontsluitingskenmerken

Bij deze benadering van het begrip bereikbaarheid wordt alleen de ontsluiting van de lokatie door verschillende vervoerssystemen in beschouwing genomen. De afstand van een lokatie tot het dichtstbijzijnde knooppunt van een bepaald niveau staat centraal. Hiermee wordt alleen het aanbod aan vervoerssystemen op een lokatie beschreven. Er wordt nog geen rekening gehouden met de herkomstgebieden van de bezoekers en het verwachte gebruik van het systeem. Verroen *et al.* (1990) gebruikt bijvoorbeeld voor het samenstellen van enkele mobiliteitsprofielen van lokaties de afstand tot een op- of afrit van een snelweg of de afstand tot een station. Een ander voorbeeld is Bruinsma en Rietveld (1998). Zij vergelijken de bereikbaarheid van Europese steden onder andere op basis van deze ontsluitingskenmerken.

Positie in netwerk

Bij deze benadering wordt gekeken naar de positie van het betreffende knooppunt in een netwerk van knopen en verbindingen. Er wordt gekeken naar hoe de andere knooppunten via het netwerk bereikt kunnen worden. Met name in de 'graph-theorie' zijn toepassingen te vinden. Het netwerk van verbindingen wordt hierbij geschematiseerd tot een systeem van knooppunten (bijvoorbeeld haltes) en schakels (de rechtstreekse lijnverbindingen tussen de haltes). Volgens de graph-theorie is een punt goed bereikbaar indien een knooppunt met veel schakels aan andere knooppunten verbonden is, indien het in het midden van het netwerk ligt en wanneer het gelegen is op veel routes tussen de diverse andere knooppunten van het netwerk. Wanneer een gelijkheid van de schakels en aantal opportuniteiten wordt verondersteld is deze aanpak slechts in een beperkt aantal situaties en op een globaal niveau voldoende nauwkeurig. Voordeel is dat de maten eenvoudig zijn toe te passen.

Een aantal voorbeelden van bereikbaarheidsmaten uit de graph-theorie zijn in de onderstaande figuur 3.2. en tabel 3.2. uitgewerkt.



Figuur 3.2. Bereikbaarheid geschematiseerd volgens netwerkbenadering

Tabel 3.2. Bereikbaarheid volgens Konig, Shimbeld en Graad

Aantal verbindingen tussen punten									Aantal verbindingen van en naar een punt							
	A	B	C	D	E	F	Konig	Shimbel		A	B	C	D	E	F	Graad
A	x	2	3	2	1	2	3	10	A	x	0	0	0	1	0	1
B	2	x	1	2	1	1	2	7	B	0	x	1	0	1	1	3
C	3	1	x	3	2	2	3	9	C	0	1	x	0	0	0	1
D	2	2	3	x	1	2	3	8	D	0	0	0	x	1	0	1
E	1	1	2	1	x	1	2	6	E	1	1	0	1	x	1	4
F	2	1	2	2	1	x	2	8	F	0	1	0	0	1	x	1

Bereikbaarheid als:

- Minimum aantal verbindingen tussen herkomst en bestemming (Konig)
- Aantal verbindingen van een punt naar alle andere punten (Shimbel)
- Aantal verbindingen vanuit een punt (Graad)

Wanneer de methoden en uitkomsten uit figuur 3.2. worden vergeleken blijkt dat de bereikbaarheid van lokatie A zowel absoluut als relatief kan verschillen. De bereikbaarheid van lokatie A is bijvoorbeeld volgens de Konig-index “3”, volgens Shimbeld “10” en volgens de Graad-methode “1”. De gebruikte methode is hier bepalend voor het resultaat.

Het artikel van Bruinsma en Rietveld (1998) over de bereikbaarheid van Europese steden is ook een goed voorbeeld. In dit artikel worden verschillende maten van positie in het netwerk met elkaar vergeleken. Weer andere voorbeelden zijn te vinden in Allen *et al.* (1993) en Gutierrez *et al.* (1998).

Potentiële bereikbaarheid

Deze benadering is gebaseerd op de geografische ligging van een lokatie ten opzichte van andere lokaties waarmee in potentie ruimtelijke interactie kan plaatsvinden. Dalvi en Martin (1976), Black en Conroy (1977), Friskus en Zandsteeg (1977), Breheny (1978), Dinteren *et al.* (1989 en 1991) meten bijvoorbeeld hoeveel inwoners, arbeidsplaatsen, schoolvoorzieningen zich bevinden binnen een straal van 5 kilometer vanuit een lokatie, of hoe lang alle inwoners van een lokatie gemiddeld moeten reizen om een andere lokatie te bereiken. De potentiële doelgroep voor een activiteit wordt hier wel in kaart gebracht, maar de verschillen in de kans dat leden van deze doelgroep van de voorziening gebruik maken, blijft nog buiten beschouwing. Iedereen wordt dus even zwaar gewogen.

Actuele bereikbaarheid

Bij deze benadering wordt de bereikbaarheid van een lokatie vanuit andere lokaties gekoppeld aan de kans dat er interactie plaats zal vinden. Ten opzichte van de potentiële bereikbaarheid wordt deze kans als weegfactor toegevoegd. De kans op interactie kan worden afgeleid uit afstandsgevoeligheidsfuncties, zoals die in interactiemodellen worden gehanteerd. Wanneer namelijk de afstand respectievelijk de reistijd tussen lokaties toeneemt, neemt in principe het aantal verplaatsingen tussen die lokaties af. In ruimtelijke interactiemodellen speelt deze afstandsgevoeligheid van een bepaald type verplaatsing, in relatie tot bereikbaarheid, een belangrijke rol. Andere bronnen voor de kans op verplaatsingen zijn empirische gegevens over feitelijke vervoerstromen en oriëntatiescores voor het gebruik van bijvoorbeeld voorzieningen. Iemand zal bijvoorbeeld waarschijnlijk vaker een supermarkt dan een theater bezoeken. Op basis van de actuele bereikbaarheid kan ook een voorspelling worden gedaan van de mobiliteitseffecten. De bereikbaarheid wordt dan vertaald naar verwachte modal-split,

autokilometers en dergelijke. De voorspelling geeft echter niet de bereikbaarheid weer, maar juist de effecten van bereikbaarheid.

Voorbeelden van actuele bereikbaarheid zijn te vinden in Linneker en Spence (1992) en Song (1996). Zij wegen zogenoemde opportuniteiten (inwoners, arbeidsplaatsen, economische activiteit) met een afstandsfunctie. Andere voorbeelden worden behandeld door onder andere Koenig (1980), Keeble et al. (1982), Martellato en Nijkamp (1996), Talen en Anselin (1998).

Feitelijk gebruik en afwikkelingskwaliteit van een vervoersysteem

Op twee manieren kan het feitelijk gedrag worden gebruikt in het kader van het meten van bereikbaarheid. In de eerste plaats kan het gebruik van een systeem het ervaren comfort sterk beïnvloeden. De afwikkeling van verkeer in het vervoersysteem wordt dan door filekansen, vertragingen e.d. slechter. Deze zogenoemde afwikkelingskwaliteit wordt wel als indicator voor de bereikbaarheid gehanteerd. Veel mensen ervaren juist dit als 'de' bereikbaarheid. Ten tweede kan het feitelijk gedrag een indicatie geven van de ervaren bereikbaarheid per vervoerwijze. Als bijvoorbeeld weinig mensen van het openbaar vervoer gebruik maken, kan dit aangeven dat het openbaar vervoer slecht is en daarmee de bereikbaarheid van een bepaalde lokatie met het openbaar vervoer slecht is (Verroen *et al.*, 1990).

Bereikbaarheid gerelateerd aan activiteitenpatronen

Verplaatsingen zijn geen doel op zich, maar noodzakelijk voor het realiseren van gewenste activiteiten. Het in kaart brengen van (gewenste) activiteitenpatronen en knelpunten voor de realisering daarvan als gevolg van de kenmerken van het verkeers- en vervoersysteem vormen de essentie van deze soort van bereikbaarheidsmaten. Huigen en van Dam (1990), Dijst (1995) en Floor *et al.* (1990) gebruiken deze benadering. Huigen (1986) gebruikt bijvoorbeeld activiteitenpatronen voor een sociaal-geografisch onderzoek naar de bereikbaarheid in Zuidwest-Friesland. Het betreft de bereikbaarheidsproblematiek van bewoners in een perifeer landelijk gebied, uitgewerkt met behulp van een zogenaamde tijd-ruimte benadering. Het gaat hierbij vooral om de mogelijkheden en beperkingen, die deze bewoners in hun dagelijks gedrag in tijd en ruimte ondervinden.

3.2.3 Hoe wordt er gemeten?

Topologische benadering

Bij deze benadering wordt bereikbaarheid niet uitgedrukt in de absolute afstand tussen lokaties maar in het aantal verbindingen dat een netwerk vanuit een of meer lokaties biedt (Vickerman, 1974). De maten die eerder bij de 'ontsluitingskenmerken' en 'positie in het netwerk' zijn genoemd, dienen hier als voorbeelden.

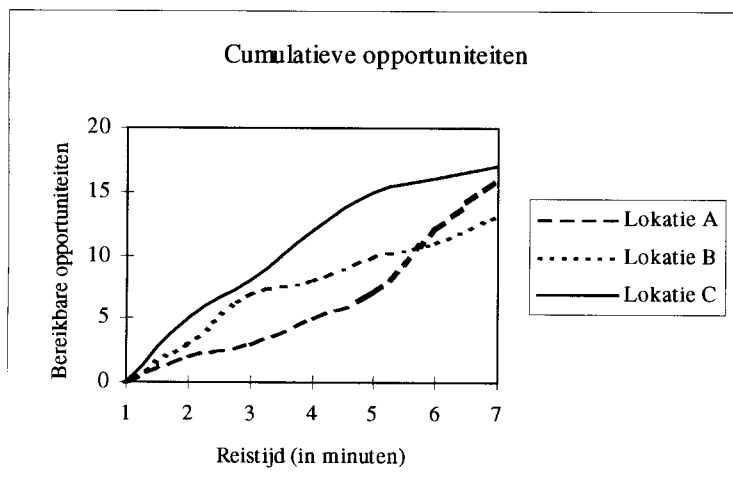
Afstandsbenadering

Bij de afstandsbenadering wordt een onderscheid gemaakt tussen 'relationele' en 'integrale bereikbaarheid' (Tabel 2.2.). Een aantal maten dat tot de 'potentiële bereikbaarheid' wordt gerekend, behoort ook bij de afstandsbenadering. Voorbeelden van de afstandsbenadering worden behandeld in Ingram (1971) en Guy (1983). Guy (1983) gebruikt de afstand als

weerstand die de consument moet afleggen om goederen te bemachtigen of van diensten gebruik te maken. Hiernaast vergelijkt hij verschillende maten bij het bepalen van de bereikbaarheid van lokale winkelveorzieningen.

Cumulatieve opportuniteiten-benadering

De cumulatieve opportuniteiten-benadering geeft het aantal lokaties en/of opportuniteiten aan dat bereikt kan worden vanuit een herkomst binnen bepaalde verplaatsingsafstanden of tijdsklassen (Figuur 3.3). Als het profiel een 'bol' verloop heeft, liggen in de nabijheid van de lokatie relatief veel opportuniteiten (lokatie C). De bestemming is dan centraal gelegen. Wanneer het profiel gekenmerkt wordt door een 'hol' verloop geldt het tegenovergestelde (lokatie A).

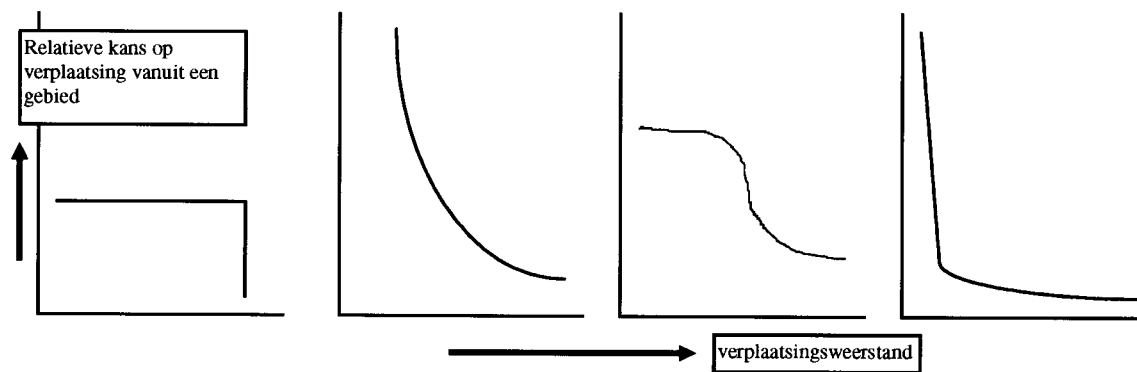


Figuur 3.3. Cumulatieve opportuniteiten

Deze maten kunnen worden ingedeeld bij 'potentiële bereikbaarheid'. In Dalvi en Martin (1976), Breheny (1978) en Jones (1981) worden enkele voorbeelden genoemd. Breheny (1978) telt bijvoorbeeld het aantal beschikbare mogelijkheden binnen een bepaalde reistijd vanuit de woonlokatie op en weegt deze met de reistijd.

Zwaartekrachtsbenadering

In deze benadering wordt rekening gehouden met de afstand tussen lokaties en de attractiviteit of mogelijkheden die deze lokaties bieden. Ook hier wordt het verband tussen de weerstand en de relatieve kans op een verplaatsing beschreven door middel van afstandgevoeligheidsfuncties. Hansen (1959), Dalvi en Martin (1976) en Guy (1983) gebruiken bijvoorbeeld kwadratische en negatief exponentiële afstandsfuncties. De gekozen afstandsfunctie kan een grote invloed op het resultaat hebben (Figuur 3.4.).



Figuur 3.4. Verschillende functies voor afstandsverval

Sommige functies zijn zeer onbetrouwbaar op de korte afstanden omdat de functies daar zeer stijl lopen. Ze suggereren een enorme afstandsgevoeligheid, terwijl het gedragsmatig veel aannemelijker is dat de verschillen bij kleine afstanden juist kleiner worden. Friskus en Zandsteeg (1977) nemen bijvoorbeeld opportuniteiten op een grotere afstand veel zwaarder mee dan Hansen (1959). De zwaartekrachtsbenaderingsmaten komen overeen met die genoemd bij de 'actuele bereikbaarheid'.

3.2.4 Operationalisering bereikbaarheid

Uit paragraaf 3.2.3. blijkt dat de ordening van bereikbaarheidsmaten door Pirie (1979) en Handy en Niemeier (1997) gemakkelijk is in te passen in die van Hilbers en Verroen (1993). De voorkeur gaat uit naar deze laatste ordening omdat het bij een bereikbaarheidsvraagstuk belangrijker is om eerst duidelijk te krijgen wat er precies gemeten moet worden en daarna hoe dit precies moet gebeuren. De ordening van Hilbers en Verroen (1993) zal dan ook verder worden aangehouden en uitgewerkt.

Als duidelijk is vanuit welke aspecten een bereikbaarheidsvraagstuk moet worden benaderd weet men wat er gemeten kan gaan worden. In de tabel 3.3. zijn de verschillende ervaringen en toepassingsmogelijkheden per benadering weergegeven. Tabel 3.2. is gedeeltelijk gebaseerd op Hilbers en Verroen (1993) aangevuld door meerdere eerder in dit hoofdstuk genoemde auteurs.

Tabel 3.3. Ervaringen en toepassingsmogelijkheden van benaderingen

Benaderingen:	Ervaringen en toepassingsmogelijkheden:
1. Ontsluitingskenmerken: beschrijft de ontsluiting van een lokatie door vervoerssystemen in termen van afstand tot bushalte, afstand tot afslag autosnelweg of knooppunt uit te drukken	Zowel geschikt om een eerste indruk te krijgen van de ontsluiting van een regio als het vergelijken van de ontsluiting van een regio en het vergelijken van de ontsluiting van lokaties vanuit één, of meerdere gelijkwaardige knooppunten. De maten zijn niet geschikt als de concurrentie tussen vervoerwijzen, verschillen in woon-werk afstanden en verschillen in herkomstgebieden een belangrijke rol spelen. Verder zijn de maten eenvoudig, snel, en hebben betrekking op (boven) regionale niveaus zoals de ontsluiting van stadsgewesten. De maten zijn interessant bij een vervoerwijze waarin voor- en natransport een grote rol speelt: voor de fiets zijn ontsluitingskenmerken niet geschikt, bij het openbaar vervoer in veel situaties wel. Het schaalniveau van het invloedsgebied moet hoger zijn, dan het schaalniveau waarop de lokaties vergeleken worden bijvoorbeeld bij de zonering van bestemmingsplannen, of de afstand tot Schiphol. De maten zijn tevens interessant als de herkomstgebieden van verplaatsingen niet of nauwelijks te voorspellen zijn zoals de zakelijke contacten van individuele bedrijven. Hiernaast zijn de maten effectief als de aanwezigheid van een aansluiting op een vervoersnet belangrijker is dan de af te leggen afstand over het vervoersnet voor het bereiken van bestemmingen. Voor de sociale functie van het openbaar vervoer is de aanwezigheid van openbaar vervoer op zichzelf belangrijker dan de precieze reistijdverhouding tussen het openbaar vervoer en de auto.
2. Positie in netwerk: beschrijft de verbondenheid of centraliteit van een knooppunt met de rest van het netwerk	Deze maten zijn meer geschikt voor structuuranalyses los van de feitelijke vraag. Een voorbeeld is bereikbaarheid voor het zakelijk verkeer en goederen vervoer. De maten in deze benadering zijn erg gevoelig voor de gemaakte aannames t.a.v. het invloedsgebied. Bij een klein invloedsgebied geldt: hoe centraal ligt een lokatie in het gebied. Bij groot invloedsgebied geldt: hoe snel ben ik bij de belangrijkste uitvalswegen. Bereikbaarheid wordt gemeten vanuit de ruime omgeving ook wel bovenregionale bereikbaarheid genoemd.
3. Potentiële bereikbaarheid: beschrijft de bereikbaarheid van een lokatie vanuit de om-liggende herkomstgebieden bijvoorbeeld via het aantal bereikbare inwoners binnen 45 minuten per openbaar vervoer	De geografische ligging van een lokatie en de herkomstgebieden is bij deze benadering van grote invloed. De maten zijn voornamelijk gericht op potentiële woon-werk relaties en zijn in deze benadering maar in beperkte mate bruikbaar. Alleen voor het openbaar vervoer voldoen zij enigszins. Voor het langzaam vervoer zijn de maten te gevoelig voor verschillen in woon-werkafstanden, terwijl bij de auto de maten erg gevoelig blijken voor de gekozen grenstijd. De resultaat wordt gedomineerd door de keuze van de grenstijd en het daardoor al dan niet bereikbaar zijn van grote bevolkingsconcentraties. De maten zijn ongeschikt voor de bereikbaarheid van zakelijk verkeer. De bereikbare attractie binnen een bepaalde afstand zou met name geschikt kunnen zijn voor het beoordelen van nabijheid (kortere verplaatsingen) en voor mogelijkheden voor het gebruik van de fiets. Geavanceerde varianten van de potentiële bereikbaarheid pogen expliciet de concurrentiepositie tussen vervoerwijzen mee te nemen.
4. Actuele bereikbaarheid: beschrijft de bereikbaarheid via gemiddelde reistijden of afstanden per vervoerwijze beiden gewogen met het verwachte aantal verplaatsingen op een relatie	De maten kunnen de concurrentiepositie van de verschillende vervoerwijzen goed in beeld brengen. Ze meten de bereikbaarheid per vervoerwijze gegeven het feit dat iemand vanuit een woongebied de lokatie moet bereiken. De verschillen tussen lokaties zijn niet erg gevoelig voor alternatieve aannames, wel is het van belang dat men een redelijk beeld heeft van het oriëntatiepatroon en de reistijden. De maten zijn eventueel geschikt voor het in kaart brengen van de regionale bereikbaarheid en richten zich op de feitelijk te verwachten verplaatsingen. Hiernaast zijn er maten die lokaties kunnen bepalen waar voor welk deel van het personeel het openbaar vervoer en de fiets een reëel alternatief is.
5. Feitelijk gebruik van een vervoerssysteem: beschrijft de bereikbaarheid op basis van het gebruik van een systeem (bijvoorbeeld congestiekansen) of van een voorziening (feitelijke vraag)	In de eerste plaats kan het gebruik van een systeem het ervaren comfort belangrijk beïnvloeden. De afwikkelingskwaliteit van het vervoerssysteem (filekansen, vertragingen, e.d.) wordt dan slechter. Voertuigverliesuren worden bijvoorbeeld als maat voor de bereikbaarheid gehanteerd. Ten tweede kan het feitelijk gedrag een indicatie geven van de ervaren bereikbaarheid per vervoerwijze. Als bijvoorbeeld weinig mensen van het openbaar vervoer gebruik maken, kan dat aangeven dat het openbaar vervoer slecht is.
6. Bereikbaarheid gerelateerd aan activiteitenpatronen: beschrijft de mate waarin het door een individu gewenste activiteitenpatroon gegeven het beschikbare vervoerssysteem gerealiseerd kan worden.	Deze methode is met name geschikt om op individueel niveau in situaties met een complex activiteitenpatroon of met zeer beperkte vervoersmogelijkheden knelpunten en effecten van veranderingen in kaart te brengen. Verplaatsingen zijn in wezen veelal geen doel op zich, maar noodzakelijk voor het realiseren van de gewenste activiteiten. Het in kaart brengen van (gewenste) activiteitenpatronen en knelpunten voor de realisering als gevolg van de kenmerken van het verkeers- en vervoerssysteem vormen de essentie van bereikbaarheidsmaten gebaseerd op de tijd-ruimte geografie.

3.3 Bereikbaarheidsmaten

Nadat een benadering van bereikbaarheid is vastgesteld, moet uit meerdere maten worden gekozen. Onder een maat wordt hier de rekenmethode of formule verstaan waarmee uiteindelijk de bereikbaarheid wordt berekend. Voorbeelden zijn het aantal parkeermogelijkheden of het aantal arbeidsplaatsen gewogen met een aparte afstandsfunctie voor de verplaatsing. Maten kunnen dus weer bestaan uit één of meerdere indicatoren. Net zoals bij de benaderingen hebben bereikbaarheidsmaten hun eigen meest geschikte

toepassingsmogelijkheden (Tabel 3.4.). Slechts een klein deel van de in de literatuur gevonden maten is als voorbeeld in tabel 3.4. opgenomen. Tabel 3.4. moet gezien worden als aanvulling op tabel 3.3. Tabel 3.4. is gebaseerd op diverse in dit hoofdstuk genoemde auteurs.

Tabel 3.4. Maten van bereikbaarheid per benadering

Benadering	Maat	Toelichting	Voorbeeld
Ontsluitings-kenmerken	Parkeermogelijkheden	Toegankelijkheid van een lokatie.	Gemiddelde parkeerdruk of belevings- en gebruikswaarde van de halte-omgeving.
	Afstand tot halte/afslag knooppunt Afstand + zwaarte knooppunt	Openbaar vervoer lijnen bedienen halten. Bediening halten in aantal lijnen, frequentie en vervoertechniek verschillen.	Afstand tot halten. Reistijd tot een afslag. Maximale afstand tot stedelijke hoofdverbinding over de weg.
Positie in netwerk	Graad	Aantal verbindingen dat van en naar een punt loopt.	Aantal verbindingen vanuit een knooppunt.
	Konig nummer	Aantal schakels dat gepasseerd wordt op weg naar ieder ander punt in het netwerk.	Aantal schakels tussen herkomst en bestemming.
	Shimbel-index	Aantal stappen om van een punt naar alle andere punten te gaan.	Stappen van een punt naar alle andere punten.
	Aantal passerende relaties	Aantal verplaatsingen waardoor een punt wordt gepasseerd.	Verplaatsingen waardoor punt wordt gepasseerd.
Potentiële bereikbaarheid	Relationele bereikbaarheid	Bereikbaarheid tussen twee punten.	
	Integrale bereikbaarheid	Bereikbaarheid van een punt t.o.v. alle andere punten.	Maximale reistijd of afstand woongebied naar stadscentrum.
	Centraliteit	Gebied dat bereikt kan worden binnen een bepaalde afstand.	Gebied binnen bepaalde afstand van de lokatie.
	Isochronen	Gebied dat bereikt kan worden binnen een maximale reistijd.	Lijnen van gelijke reistijden vanuit de te beoordelen lokatie.
	Potentiële bereikbaarheid	Aantal opportuniteiten in het gebied dat bereikt kan worden binnen deze maximale reistijd.	Aantal bereikbare opportuniteiten binnen maximale reistijd met een bepaalde vervoerwijze.
	Cumulatieve opportuniteit	Curve met aantal te bereiken opportuniteiten bij een toenemende maximale reistijd.	Aantal bereikbare arbeidsplaatsen bij een toenemende maximale reistijd voor verschillende lokaties of vervoerwijzen.
	Oppervlakte onder grafiek met opportuniteiten	Oppervlak onder deze curve.	Des te groter het oppervlak des te eerder zijn er een of meer opportuniteiten te bereiken.
	Reistijd nodig voor bereiken een bepaald aantal opportuniteiten	Reistijd noodzakelijk om vanuit een zone een bepaald aantal opportuniteiten te kunnen bereiken.	Reistijd tot aantal arbeidsplaatsen of inwoners.
Actuele bereikbaarheid	Gemiddelde afstand/reistijd in potentiële relaties	Gemiddelde afstand/reistijd naar alle andere zones/opportuniteiten.	Afstand naar alle arbeidsplaatsen met een vervoermiddel.
	Opportuniteiten gewogen met een afstandsfunctie	Centraliteitswaarden berekend t.o.v. andere kernen door een waarde voor de opportuniteiten per kern te vermenigvuldigen met een functie van de afstand of kosten voor de verplaatsing naar die kern.	Opportuniteiten en reistijd met een bepaalde vervoerwijze.
	Maten die uitgaan van de evenwichts-factoren uit verkeers-modellen	De door afstandsfuncties toegedeelde aantal verplaatsingen en het op basis van het aantal opportuniteiten verwachte verplaatsingen op elkaar af te stemmen.	Opportuniteiten en reistijd met een bepaalde vervoerwijze en verwacht aantal aankomsten, op basis van sociaal-economische gegevens.
	Maten die gebaseerd zijn op netto-satisfactie/ consumenten surplus	Afweging tussen het economisch nut van een activiteit, kosten van deelname daaraan en de verplaatsingskosten naar de lokatie.	Nut van herkomst- en bestemmingslokatie en de reisweerstand hiertussen.
	Reistijd in actuele relaties	Gemiddelde reistijd met een vervoerwijze naar een lokatie.	Reistijd met een bepaalde vervoerwijze per relatie gewogen met het aantal verplaatsingen in die relatie.
	Mobiliteitseffecten	Effecten van bereikbaarheid op mobiliteit.	Autoverplaatsingen met autoafstanden en gemiddelde autobezetting.
	Feitelijk gedrag	Bereikbaarheidskwaliteit gegeven de belasting van de vervoersvoorzieningen.	Kans op congestie bij een verplaatsing.
	Gedrag als indicator	Gedrag als indicator van bereikbaarheid.	Aantal verplaatsingen met openbaar vervoer op totaal aantal verplaatsingen.
Bereikbaarheid gerelateerd aan activiteitenpatronen	Mogelijkheden binnen een potentieel dagpad	Gegeven een aantal beperkingen aangegeven welke gelokaliseerde voorzieningen daadwerkelijk door een individu bezocht worden in zijn situatie.	Opportuniteiten op bestemmingslokatie en potentiële padruimte
	Disruptieindex	Aantal mogelijke alternatieve activiteiten programma's voor en na een verandering.	Verskil tussen activiteitenprogramma's voor en na verandering

3.4 Conclusies

Gebleken is dat voor de operationalisering van bereikbaarheid naast een keuze van aspecten (Tabel 2.4.) ook vele andere keuzen moeten worden gemaakt (Figuur 3.1.). In dit keuzeproces zijn veel onderverdelingen te vinden. Uiteindelijk is gekozen voor de benaderingen naar '*wat wordt er gemeten*'. Dit zijn de ontsluitingskenmerken, positie in het netwerk, potentiële bereikbaarheid, actuele bereikbaarheid, feitelijk gebruik en afwikkelingskwaliteit van een vervoersysteem en als laatste de activiteitenpatronen (Tabel 3.1.). Voor iedere benadering zijn de ervaringen en toepassingsmogelijkheden samengevat en in tabelvorm gepresenteerd (Tabel 3.3.). Nadat een benadering is gekozen, moet gekozen worden uit een aantal maten en indicatoren (Tabel 3.4.). Alle maten meten de bereikbaarheid, toch kunnen de uitkomsten sterk verschillen. Dit komt onder andere door de verschillende gebruikte afstandsfuncties en indicatoren.

4. BEREIKBAARHEID IN RIVM-PROJECTEN

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden enkele bij het RIVM lopende projecten, waarbij 'bereikbaarheid' is geoperationaliseerd, nader bekeken. De volgende vijf projecten komen aan bod: de Leefomgevingsbalans (RIVM, 1998a), de Leefomgevingsverkenner (RIVM, 1998b), Geografie en zorg (Kalisvaart, 1998), de Interdepartementale Commissie Economisch Structuurbeleid (CPB, 1998) en de Ruimtescanner (RIVM, 1997). Bij ieder project wordt ingegaan op het doel van het project, waarbij de wijze waarop bereikbaarheid is meegenomen nader wordt toegelicht. Per project zullen vervolgens de huidige soms voorlopig gebruikte bereikbaarheidsperspectieven en -maten worden geïnventariseerd. De geschiktheid van de verschillende benaderingen, maten en indicatoren voor de operationalisering van bereikbaarheid komt als laatst ter sprake. Ook zullen soms voorstellen worden gedaan voor betere maten. De vraag die iedere keer gesteld moet worden is of het de juiste maat bij het juiste perspectief en de juiste indicator bij de juiste maat is. De theoretische achtergronden in de hoofdstukken 2 en 3 komen hierbij goed van pas.

4.2 Leefomgevingsbalans

Doel

De LOB (Leefomgevingsbalans) wil een beeld bieden van de kwaliteit van de fysieke leefomgeving in het verleden. Doel van de LOB is het zo evenwichtig mogelijk naast elkaar in kaart brengen van verschillende ontwikkelingen die bepalend zijn voor de 'kwaliteit van de fysieke leefomgeving'. Het gaat daarbij zowel om de ontwikkeling van de economie als van de ecologie, alsmede de (door burgers beleefde) kwaliteit van de directe leefomgeving. Op die manier wordt het doel van de LOB, een totaalbeeld van de leefomgeving, verkregen dat mogelijk een betere basis vormt voor de beleidsbeoordeling en -ontwikkeling, dan de gebruikelijke analyses op deelterreinen (van Egmond, 1998). In de LOB wordt bereikbaarheid als één van de kwaliteiten van de leefomgeving gezien. De LOB onderscheidt drie perspectieven, te weten: sociaal-psychologisch, economische en ecologisch. Deze indeling wordt in het vervolg van deze paragraaf gehanteerd. Benadrukt moet worden dat het, zoals de LOB het zelf stelt, om voorlopige maten gaat.

Perspectieven

In de LOB is een zogenaamde leefbaarheidsschaal opgesteld waarbij de regionaal kenmerkende omvang van de infrastructuur vanuit een sociaal-psychologisch perspectief is vastgesteld. Vanuit dit perspectief staat bij de waardering van infrastructuur de bereikbaarheid centraal. Het niveau van de infrastructuur in Nederland is dusdanig, dat volgens de LOB kan worden gesteld dat alles 'bereikbaar' is. Volgens de LOB is de reistijd dan de beste maat voor

bereikbaarheid. Hierbij wordt echter het zogenoemde Schiermonnikoog-effect vergeten (Hilbers en Verroen, 1993) (Box 4.1.).

Box 4.1. Schiermonnikoog-effect

Voor bewoners van Schiermonnikoog zijn arbeidsplaatsen op het vaste land nauwelijks bereikbaar: bijna iedereen werkt op het eiland en heeft dus een korte woon-werk reistijd. Betekent een korte woon-werk reistijd nu ook een goede bereikbaarheid voor de eilandbewoners? Voor het woon-werk verkeer gezien wel: voor de eilanders zijn de arbeidsplaatsen op Schiermonnikoog zeer toegankelijk: de kans is groot binnen een korte reistijd een arbeidsplaats te vinden. Wanneer naar de omvang van en verhouding tussen beroepsbevolking en arbeidsplaatsen wordt gekeken geldt dit niet: als eilander is de keuze aan arbeidsplaatsen beperkt. Voor veel beroepen moeten ze toch verhuizen naar het vaste land. Een goede bereikbaarheidsmaat zou deze kant moeten meenemen. Het Schiermonnikoog-effect kan natuurlijk ook op het vaste land optreden. Het heeft namelijk een brede toepassing.

De gemiddelde reistijd is ook om een andere reden minder bruikbaar. Een zeer slechte externe bereikbaarheid betekent niet alleen een korte gemiddelde reistijd (alle verplaatsingen blijven op het eiland) maar waarschijnlijk ook minder verplaatsingen. De gemiddelde reistijd per verplaatsing is als indicator voor bereikbaarheid vanuit inwoners dan ook geen goede maatstaf voor het bereik, het aanbod aan bestemmingen. Het kan alleen gebruikt worden om de bereikbaarheid tussen vervoerwijken te vergelijken.

Voor de waardering van infrastructuur zijn referentiematen gekozen: de fractie woningen met een reistijd langer dan 15 minuten van op- en afrit (auto), respectievelijk 40 minuten van NS-station (fiets). Een fietsafstand van 40 minuten naar een NS-station is aan de hoge kant te noemen. Voor het gekozen aantal minuten is geen onderbouwing aanwezig. Voor het snelwegennet is het aantal voertuigverliesuren aangehouden als maat voor de discrepantie tussen vraag en aanbod. Hierbij wordt een factor 50 gehanteerd voor het feit, dat dezelfde personen meer dan eens in de file staan (tot 200 keer/jaar), maar veelal korter dan een uur. Uit het rapport wordt niet duidelijk wat hier precies mee wordt bedoeld. Tenslotte wordt de waardering van de eerder genoemde referentiematen beïnvloed door het autobezit per huishouden. De voorlopige uitwerking van bereikbaarheid vanuit een sociaal-psychologisch perspectief is in bijlage 3 opgenomen. Het resultaat van de uitwerking is een soort bereikbaarheidsmaat die bestaat uit een mengeling van reistijden, autobezit en voertuigverliesuren. Het is een diffuus getal waarbij afgevraagd moet worden wat nu eigenlijk is bepaald. Het moge duidelijk zijn dat de bovenstaande maat een eerste aanzet is.

Vanuit het economisch perspectief mag in de LOB volgens Elzinga (1997) worden verwacht dat de intraregionale bereikbaarheid over het hele land slechts geringe variaties vertoont. Voor zijn verdere analyses heeft Elzinga daarom besloten de aandacht te richten op de interregionale bereikbaarheid. Volgens hem wordt de interregionale bereikbaarheid bepaald door de totale reistijd, de toegang tot en de snelheid op het interregionale netwerk. Deze indicatoren vormen de basis voor alle in de LOB gebruikte vormen van bereikbaarheid. In bijlage 3 is een aantal voorbeelden opgenomen van bereikbaarheidsmaten vanuit een economisch opzicht.

Vanuit ecologisch opzicht gezien worden er in de LOB geen verwijzingen richting bereikbaarheid gedaan.

Geschiktheid en aanbeveling

In hoofdstuk 2 is reeds vermeld dat het begrip bereikbaarheid pas inhoud krijgt als duidelijk is vanuit welk perspectief, verplaatsingsmotief, vervoerwijze e.d. het begrip wordt gehanteerd. Wanneer de aspecten worden ingedeeld naar sociaal-psychologisch en economisch, ontstaat het volgende beeld (Tabel 4.1.).

Tabel 4.1. Aspecten bij de LOB

Aspecten:	Sociaal-psychologisch	Economisch
Perspectief	Individu	Bedrijf
Activiteit	Verplaatsen	Bedrijf
Motief	Mogelijkheid tot verplaatsing, alle motieven	Zakelijk verkeer en goederenvervoer
Doelgroep	Individu	Bedrijf
Vervoerwijze	Auto/OV/LV	Auto/OV/LV
Lokaties	Woonlokaties	Werklokaties
Invloedsgebied	Dagelijkse leefomgeving	Afzetmarkt, relaties

LV= Langzaam Vervoer (lopen, fietsen, enz.)

In tabel 4.2. is de geschiktheid van de verschillende benaderingen voor de LOB weer-gegeven.

Tabel 4.2. Geschiktheid van benaderingen voor de LOB

Benadering:	Sociaal-psy- chologisch	Economisch		
Ontsluiting	-	+		
Netwerk	-	++		
Potentiële bereikbaarheid	+	0	++	= zeer geschikt
Actuele bereikbaarheid	++	0	+	= geschikt
Feitelijk gedrag	0	+	0	= enigszins geschikt
Activiteitenpatronen	+	-	-	= ongeschikt

Vanuit sociaal-psychologisch opzicht zijn de mogelijkheden tot verplaatsing van belang. Deze zijn bepalend voor de dagelijkse leefomgeving. De mogelijkheid tot verplaatsing is voor een groot deel afhankelijk van de aanwezige infrastructuur en vervoermiddelen. Het gaat niet alleen om de toegang tot maar ook om de infrastructuur zelf. Er moet dan ook niet gekeken worden vanuit de op- en afrit van een snelweg of vanuit een station maar vanuit het individu. Indien de mogelijkheden van individuen als uitgangspunt worden genomen bij het beoordelen van bereikbaarheid gaat het vooral om het aanbod van ruimtelijke activiteiten als voorzieningen, arbeidsplaatsen en dergelijke. Een correctie voor de ondervonden concurrentie op bijvoorbeeld arbeidsplaatsen door inwoners die dezelfde arbeidsplaatsen kunnen bereiken zou eveneens kunnen worden toegepast. In hoofdstuk 5 wordt hier op teruggekomen.

Bereikbaarheidsmaten gebaseerd op activiteitenpatronen geven de mate weer waarin de door een individu gewenste activiteitenpatronen gerealiseerd kunnen worden. Deze benadering is echter data-intensief en beschrijft individuele gevallen. Bij de aggregatie wordt in de praktijk soms uitgegaan van een vast maximaal tijd-geld budget en wordt zo impliciet gewerkt met de potentiële of actuele bereikbaarheid. De potentiële bereikbaarheid is bruikbaar als benadering. Potentiële bereikbaarheid schets een goed beeld van het bereik van inwoners. Alhoewel het ook bij deze benadering een probleem blijft om een maximaal tijdbudget voor het bereik te kiezen, geeft deze benadering toch goed inzicht in het potentiële aanbod aan activiteiten. De gevoeligheid voor het gekozen maximale tijd-budget kan worden verminderd door meerdere

grenswaarden te gebruiken en de resultaten te middelen. De resultaten per vervoerwijze kunnen worden samengevoegd tot een totaalscore door ze te wegen met het aandeel van elk der vervoerwijzen. Hiernaast leent de potentiële bereikbaarheidsbenadering zich voor aggregaties over motieven en vervoerwijzen, waardoor samenvattende beoordelingen van lokaties mogelijk worden (Hilbers en Verroen, 1993). Een goede maat zou de cumulatieve opportuniteitsmaat (Figuur 3.3.), of de oppervlakte onder deze grafiek, kunnen zijn. Vanuit een zone kan bijvoorbeeld gekeken worden naar het aantal arbeidsplaatsen of het oppervlakte natuur dat binnen de dagelijkse leefomgeving bereikt kan worden. Deze opportuniteiten kunnen vervolgens gewogen worden naar hun belangrijkheid voor het dagelijks leven. Een andere bruikbare benadering is de actuele bereikbaarheid. Ten opzichte van potentiële bereikbaarheid wordt de kans op het plaatsvinden van interactie toegevoegd als weegfactor. De in bijlage 5 uitgewerkte TIGRIS maten, waar in de volgende paragraaf op wordt teruggekomen, kunnen hier worden gebruikt. Dit zijn maten van actuele bereikbaarheid waarbij bereikbare opportuniteiten (aantal voorzieningen of oppervlakte natuur) vanuit de inwoners van een zone worden gewogen met een afstandsfunctie. Hier zou eigenlijk een correctie moeten worden toegepast voor de ondervonden concurrentie op bijvoorbeeld arbeidsplaatsen, zie hoofdstuk 5.

Wanneer vanuit het economisch opzicht wordt gekeken verdienen bereikbaarheidsmaten die de netwerkpositie van werklokaties aangeven en/of de afwikkelingskwaliteit van het netwerk beschrijven de voorkeur. Belangrijk hierbij is het garanderen van de bereikbaarheid van bedrijven voor economisch verkeer. Daar men niet precies weet welke bedrijven onderling in contact staan, dit een zeer gegevensintensief proces is en de bedrijven op verschillende schaalniveau's opereren is het moeilijk een geschikte benadering te noemen. Bij de positie in het netwerk is de gemiddelde reistijd, vanuit een economisch centrum naar de andere economische centra in Nederland, een geschikte maat. Belangrijke onderdelen zijn de afbakening van het invloedsgebied en daarbinnen de selectie van centra. Ten eerste moet het invloedsgebied in zekere mate een afspiegeling vormen van het vermoede oriëntatiepatroon van bedrijven. Wanneer echter voor een ruimer invloedsgebied wordt gekozen is de kans dat het oriëntatiepatroon afwijkt kleiner. Een tweede punt is de definitie van een economisch centrum. Deze is afhankelijk van het schaalniveau van de analyse. Ondanks dat de resultaten sterk kunnen verschillen is de maat als indicator voor de bereikbaarheid vanuit een ruime omgeving goed bruikbaar (Hilbers en Verroen, 1993). Tenslotte zou eventueel, voor de bedrijven waarbij het hoofdwegennet van belang is, ook de benadering gebaseerd op de ontsluitingskenmerken kunnen worden toegepast. Maten als de afstand tot een openbaar vervoer knooppunt of een open afrit van een snelweg zouden dan van dienst kunnen zijn.

4.3 Leefomgevingsverkenner

Doel

Naast een historisch beeld, LOB, is ook inzicht in de toekomstige ontwikkelingen in de omgevingskwaliteit gewenst: de Leefomgevingsverkenner (LOV). De LOV is een ruimtelijk,

dynamisch model waarin activiteiten in, en ruimtegebruik door economische, sociale en natuurfuncties op een integrale wijze worden weergegeven. Primaire doel is het verkennen van alternatieve beleidskeuzen op de kwaliteit van de leefomgeving: het combineert de effecten van autonome en beleidsontwikkelingen in de maatschappij tot een geïntegreerd beeld conform het leefomgevingsconcept en evalueert ze op basis van economische, sociale en ecologische perspectieven waarvan een gedeelte betrekking heeft op bereikbaarheid (RIVM, 1998b). De in de LOV gebruikte bereikbaarheidsperspectieven, -maten en -indicatoren zijn zeer voorlopig van aard waardoor de toelichting, vermeld in bijlage 4, beperkt blijft.

Perspectieven

Vanuit het sociale perspectief wordt de bereikbaarheid gezien als de afstand tot groen en open ruimte. Per wooncel wordt de hemelsbrede afstand tot de meest nabije natuur of open ruimte berekend en gewogen met de woondichtheid per cel. Bij de weging worden ook de omliggende cellen meegenomen. Afstanden over de weg geven waarschijnlijk een reëler resultaat dan hemelsbrede afstanden. Hiernaast zou er rekening gehouden moeten worden met het aantal mensen dat gebruik kan maken van dezelfde natuur en open ruimte.

Vanuit een economisch perspectief worden er in de LOV twee bereikbaarheidsmaten onderscheiden, te weten: bereikbaarheid regionaal en bereikbaarheid lokaal. Bereikbaarheid regionaal wordt bepaald door de congestie te berekenen voor de op het hoofdwegennet gelegen cellen. Deze congestie wordt weergegeven als de voertuigintensiteit per cel. De regionale bereikbaarheid wordt slechts voor een deel bepaald door de congestie op het hoofdwegennet. In de loop der jaren is bijvoorbeeld de congestie op het hoofdwegennet toegenomen terwijl de gemiddelde snelheid voor woon-werk verkeer niet zoals verwacht is afgenomen maar juist is toegenomen (AVV, 1998). De lokale bereikbaarheidsmaat is zeer onzorgvuldig geformuleerd. Het een en ander wordt toegelicht in box 4.2.

Box 4.2. Onvolkomenheden operationalisatie bereikbaarheid lokaal

De indicator 'bereikbaarheid lokaal' is onduidelijk vastgesteld. In de omschrijving in bijlage 4 wordt vermeld dat het over de lokale bereikbaarheid in de zin van de gemiddelde toegankelijkheid van activiteiten gaat. Wanneer onder 'toegankelijkheid' de in hoofdstuk 2 vermelde definitie wordt verstaan lijkt 'toegankelijkheid' hier niet het juiste woord te zijn. Waarschijnlijk wordt de bereikbaarheid van activiteiten verondersteld. Als hierna naar de in bijlage 4 vermelde definitie van lokale bereikbaarheid wordt gekeken blijkt het niet om de gemiddelde bereikbaarheid van activiteiten te gaan maar om de bereikbaarheid van het hoofdwegenet. Deze wordt gedefinieerd als de kortste afstand tot de weg per cel, berekend en gewogen met het belang dat die activiteit heeft bij bereikbaarheid. Het lijkt hier dan toch om de bereikbaarheid van activiteiten te gaan. De definïering is niet volledig. Er moet namelijk nog een keer gedeeld worden door de som van de verkregen waarden om een gemiddelde te krijgen. Bovendien is het de vraag of de afstand via de weg naar een oprit niet beter is dan de hemelsbrede afstand naar het hoofdwegenet. De gebruikte bereikbaarheidsmaat is niet in alle gevallen geschikt. Wanneer bijvoorbeeld wordt gekeken naar de verplaatsingen naar een supermarkt worden deze niet zoals verondersteld via het hoofdwegenet gemaakt. Het bovenstaande kan gezien worden als een goed voorbeeld van de manier waarop er misverstanden bestaan en kunnen ontstaan over het begrip bereikbaarheid.

Vanuit ecologisch opzicht gezien gaat het in de LOV om de mate van versnippering, het oppervlak open ruimte en bebouwde ruimte. De verschillende indicatoren worden gebaseerd op de versnipperingsindicator van Klepper (1997). Het ecologisch opzicht komt in het hiernavolgende niet aan bod aangezien deze nog verder ontwikkeld moet worden.

In de LOV is de operationalisatie van bereikbaarheid onbevredigend te noemen. De mensen die bij het RIVM de LOV ontwikkelen vinden de wijze waarop bereikbaarheid op dit moment is geoperationaliseerd ook onjuist. Zij werken ten tijde van dit schrijven aan de ontwikkeling en operationalisatie van andere maten. Vermoedelijk wordt aangesloten bij de in het TIGRIS (Transport Infrastructuur Grondgebruik Interactie Simulatie) model geoperationaliseerde bereikbaarheidsmaten. TIGRIS is een model van AGV (1997) dat de interactie tussen de facetten verkeer en vervoer, infrastructuur en grondgebruik simuleert. TIGRIS is een incrementeel, allocatie- en interactiemodel, gebaseerd op de wederkerige relatie tussen grondgebruik en mobiliteit. Met incrementeel wordt bedoeld dat de veranderingen in grondgebruik en mobiliteit stapsgewijs worden beoordeeld ten opzichte van een basisjaar. Het allocatie-model verdeelt de nationale en regionale ontwikkelingen in het grondgebruik (bevolking, werkgelegenheid en voorzieningen) over de onderscheiden zones.

In TIGRIS geldt in het algemeen dat bereikbaarheid is geoperationaliseerd als de hoeveelheid activiteiten (inwoners, voorzieningen, arbeidsplaatsen) die rond de zone te bereiken zijn, gewogen voor de afstand naar deze zone.

Geschiktheid en aanbeveling

De aspecten zijn ingedeeld naar economisch en sociaal (Tabel 4.3.).

Tabel 4.3. Aspecten bij de LOV

Aspecten:	Sociaal	Economisch
Perspectief	Inwoner	Bedrijf, voorziening
Activiteit	Wonen, werken, natuur, voorzieningen	Bedrijf, voorziening
Motief	Woon-, werk, natuur en voorzieningen gebonden verplaatsingen	Zakelijk verkeer en goederenvervoer, voorzieningen gebonden verplaatsingen
Doelgroep	Inwoner	Bedrijf, voorziening
Vervoerwijze	Auto/OV/LV	Auto/OV/LV
Lokaties	Woon-, werk-, natuur en voorzieningen lokaties	Werklokaties, voorzieningen lokaties
Invloedsgebied	DALO, regio	Afzetmarkt, relaties

In tabel 4.4. is de geschiktheid van de verschillende benaderingen voor de LOV weer-gegeven.

Tabel 4.4. Geschiktheid van benaderingen voor de LOV

Benadering:	Sociaal	Economisch		
Ontsluiting	-	+		
Netwerk	-	++		
Potentiële bereikbaarheid	+	0	++	= zeer geschikt
Actuele bereikbaarheid	++	0	+	= geschikt
Feitelijk gedrag	0	+	0	= enigszins geschikt
Activiteitenpatronen	+	-	-	= ongeschikt

Vanuit economisch en sociaal opzicht wordt aangesloten bij de reeds eerder in de LOB voorgestelde maten.

4.4 Geografie en zorg

Doel

In dit RIVM-project wordt onderzoek gedaan naar ruimtelijke methoden en technieken om de bereikbaarheid van de gezondheidszorg te presenteren (Kalisvaart, 1998). Onderscheid wordt gemaakt tussen toegankelijkheid, beschikbaarheid en bereikbaarheid. Bij de analyse van de beschikbaarheid van zorg wordt de invloed van factoren die gerelateerd zijn aan het zorgaanbod, zorgvraag en zorggebruik in beschouwing genomen. Zodra de invloed van de factor afstand hieraan wordt toegevoegd, is er sprake van een analyse van bereikbaarheid. Getracht wordt de huidige en toekomstige beste lokatie voor gezondheidszorg met betrekking tot bereikbaarheid weer te geven.

Perspectieven

In Geografie en zorg wordt overduidelijk vanuit het gezondheidszorg perspectief gekeken. Het merendeel van de onderzochte maten zijn gebaseerd op het computerprogramma Flowmap (Zwakhals *et al.*, 1998). De behandelde maten zijn onderverdeeld naar gewogen of ongewogen, monitoring of planning, aanbodspunt of vraaggebied, verschillen per sector. Tevens zijn combinaties van deze onderverdelingen mogelijk. In het project wordt een tabel

gegeven waarin voor de zorg de voor- en nadelen van de verschillende methoden voor de verschillende toepassingen en presentatiemogelijkheden aan bod komen. De gebruikte maten zijn afkomstig uit alle benaderingen.

Geschiktheid en aanbeveling

Dit project wijkt af van de andere projecten. “Geografie en zorg” gaat namelijk expliciet in op het zoeken naar de juiste bereikbaarheidsmaten voor alleen de gezondheidszorg waarbij er grote nadruk ligt op aanbod, vraag, gebruik en lokatiefactoren. De belangrijkste conclusie van het project is dat er geen sprake is van methoden die op alle fronten het beste scoren. Wel komen een paar betrekkelijk eenvoudige methoden en technieken naar voren die informatief kunnen zijn voor elke zorgsector.

4.5 Evaluatie nieuwe infrastructuur en ICES

Doel

De Nederlandse overheid vindt dat Nederlands economische structuur versterkt moet worden. Daarvoor is het Fonds Economische Structuurversterking (FES) in het leven geroepen. Uit het FES kunnen onder andere infrastructurele projecten betaald worden. De Interdepartementale Commissie Economisch Structuurbeleid (ICES) kreeg de taak uit te zoeken hoe het geld het beste besteed kan worden (CPB *et al.*, 1998). Op verzoek van ICES hebben diverse planbureaus van de overheid een analyse verricht naar effecten van investeringsvoorstellen tot 2010 van een aantal ministeries. De bedoeling van de investeringsvoorstellen is om finale beleidsdoelen te halen c.q. dichterbij te brengen. De doelen hebben betrekking op economische groei en werkgelegenheid, milieu-, natuur- en landschapskwaliteit, sociale en welzijnsaspecten. De planbureaus hebben geanalyseerd of de investeringsvoorstellen aan deze bedoelingen voldoen en of er geen efficiëntere methode is dan een overheidsinvestering om het geformuleerde beleidsdoel binnen bereik te krijgen (CPB *et al.*, 1998).

Perspectieven

De voorstellen die door ICES worden beoordeeld op het gebied van bereikbaarheid zijn als volgt in te delen (Tabel 4.5.).

Tabel 4.5. Redenen van ICES voorstellen m.b.t. bereikbaarheid

Reden	Toelichting	Overheidsdoelstelling
Betere benutting van de wegcapaciteit in spitsuren	Het beperken van het fileprobleem en de daarmee verbonden voertuigverliesuren en afwikkelingsproblemen	Economische groei
Tegengaan van groeiende milieubelasting	De emissies van schadelijke stoffen en de hinder die het verkeer oplevert, doen dalen	Mobiliteitsbeperking en -geleiding (zorgdragen voor een goede milieu- en leefbaarheidskwaliteit)
Capaciteit, de kwaliteit (reistijdverhouding met auto, frequenties) en de kostendekkingsgraad van het OV	Gewenste modal-shift (de facto gaat het hier om de eerder genoemde knelpunten van congestie en milieubelasting van het wegverkeer) en sociale motieven	Ontplooiing (sociaal)

Bron: CPB (1998)

De operationalisatie van bereikbaarheid door de planbureaus heeft plaats gevonden op regionaal en nationaal niveau. De kernresultaten van de effecten van de maatregelen worden in het ICES rapport weergegeven in reizigers- en voertuigkilometrages, snelheden, voertuigverliesuren, reistijdverbetering en het OV-gebruik. Deze indicatoren geven het feitelijk gedrag of de afwikkelingskwaliteit weer en zijn klassieke kosten-baten indicatoren.

Geschiktheid en aanbeveling

Opvallend is dat de ICES-indelingen in zeer grote lijnen overeenkomen met die van Hilbers en Verroen (1993). Deze overeenkomst is te verklaren doordat beiden gebaseerd zijn op dezelfde overheidsdoelstellingen. Voor alle drie de indelingen zullen de aspecten en een beoordeling van de geschiktheid van maten worden gegeven (Tabel 4.6.).

Tabel 4.6. Aspecten bij ICES

Aspecten:	Economisch	Mobiliteitsgeleiding	Ontplooiing
Perspectief	Bedrijf/activiteit	Overheid	Individu
Activiteit	Voorzieningen, kantoren, productie en opslag activiteiten	Woning, diverse voorzieningen, werkgelegenheid	Wonen, werken en voorzieningen
Motief	Bezoekers, zakelijk verkeer, aan- en afvoer goederen	Woon-werk, woon-voorzieningen, woon-woon (sociaal verkeer), werk-voorzieningen (ketenverplaatsingen)	Woon-werk, woon-voorzieningen, woon-woon, werk-voorzieningen
Doelgroep	Economisch belangrijke en tijdgevoelige bezoekers en goederen	Autobeschikkers, auto-afhankelijken	Jongeren, ouderen, wel en niet autobeschikkers
Vervoerwijze	Auto/OV/LV (bij personen) en weg/binnenvaart/rail (bij goederen)	Auto/OV/LV	Auto/OV/LV
Lokaties	Varieert, meestal regionaal	Veelal regionaal niveau	Veelal regionaal niveau
Invloedsgebied	Afhankelijk van bedrijfstak, bepaalt door afzetmarkt en zakelijke relaties	Regionaal niveau	Regionaal niveau

Op basis van literatuurstudie is de volgende geschiktheid van benaderingen voor ICES gevonden (Tabel 4.7.).

Tabel 4.7. Geschiktheid van benaderingen voor ICES

Benadering:	Economisch	Mobiliteit	Ontplooiing		
Ontsluiting	+	0	-		
Netwerk	++	-	-		
Potentiële bereikbaarheid	0	0	++	++	= zeer geschikt
Actuele bereikbaarheid	0	++	0	+	= geschikt
Feitelijk gedrag	+	0	-	0	= enigszins geschikt
Activiteitenpatronen	-	0	+	-	= ongeschikt

Vanuit economisch opzicht is het garanderen van de bereikbaarheid van bedrijven reeds in paragraaf 4.2. aan bod gekomen. Voor het waarderen van de bereikbaarheid van lokaties voor voorzieningen dient zo veel mogelijk uit te worden gegaan van de verwachte gebruikers. Zij bepalen immers het draagvlak van de voorzieningen en daarmee het economisch functioneren. De verwachte vervoersvraag staat dus centraal. Vraaggerichte bereikbaarheidsbenaderingen als de actuele bereikbaarheid en maten gerelateerd aan activiteitenpatronen verdienen dan de voorkeur. Deze laatste maten geven de meest gedetailleerde analyse van het te verwachten gedrag. Helaas stuiten deze maten bij toepassing in de praktijk vanwege hun complexiteit en geringe aggregatiemogelijkheden op nogal wat problemen. Ook het vinden van een zinvolle variant voor actuele bereikbaarheid is niet eenvoudig omdat het oriëntatiepatroon van bedrijven vaak gebonden is aan verschillende schaalniveaus.

Vanuit economisch opzicht hebben netwerk- en ontsluitingsmaten de voorkeur. Bij de positie in het netwerk kan er gekeken worden naar de gemiddelde reistijd naar werk-gelegenheidsconcentraties. Afstand of reistijd tot op- en afrit kan als ontsluitingsmaat fungeren.

Om vanuit het mobiliteitsopzicht inzicht te krijgen in het beperken van het aantal niet noodzakelijke autokilometers vormt het te verwachten gedrag van de mensen die een lokatie gaan bezoeken uitgangspunt. Belangrijk is onder welke condities zij hun verplaatsingen gaan maken en welke effecten dit op de vervoerwijzekeuze en de prestaties kan hebben. Er moet dus een goed beeld worden verkregen welke personen vanuit een bepaalde lokatie naar een bepaalde de lokatie zullen gaan reizen. Bereikbaarheid moet hierbij zowel de verplaatsingsweerstand van verschillende vervoerwijzen als ook de verwachte verplaatsingsweerstand kunnen beschrijven. Actuele bereikbaarheid en potentiële bereikbaarheid vanuit de lokatie kunnen hier het beste worden toegepast.

Maten van actuele bereikbaarheid die zowel rekening houden met de woon-werk afstand als met de concurrentiekracht van het OV verdienen de voorkeur. Deze maten kunnen het autogebruik en autokilometrage het best in kaart brengen. De 'gemiddelde woon-werk afstand' of 'woon-werk afstand groter dan 5 kilometer' samen met 'een verplaatsingstijdfactor (VF) van groter dan 2' zouden goede maten kunnen zijn. Congestie kan hierbij worden meegenomen. De VF is een eenvoudige maatstaf voor de kwaliteit van het openbaar vervoer in relatie tot die van de auto. Bij de VF wordt de verplaatsingstijd tot eenzelfde lokatie per openbaar vervoer gedeeld door die van de auto. Hoe kleiner de VF, des te groter wordt de relatieve kwaliteit van het openbaar vervoer. Grote veranderingen in de uitkomsten van de maten zijn goed bruikbaar voor het in kaart brengen van veranderingen in congestie maar stellen tegelijkertijd hoge eisen aan de betrouwbaarheid van de gegevens. Het gebruik van andere maten beïnvloedt de

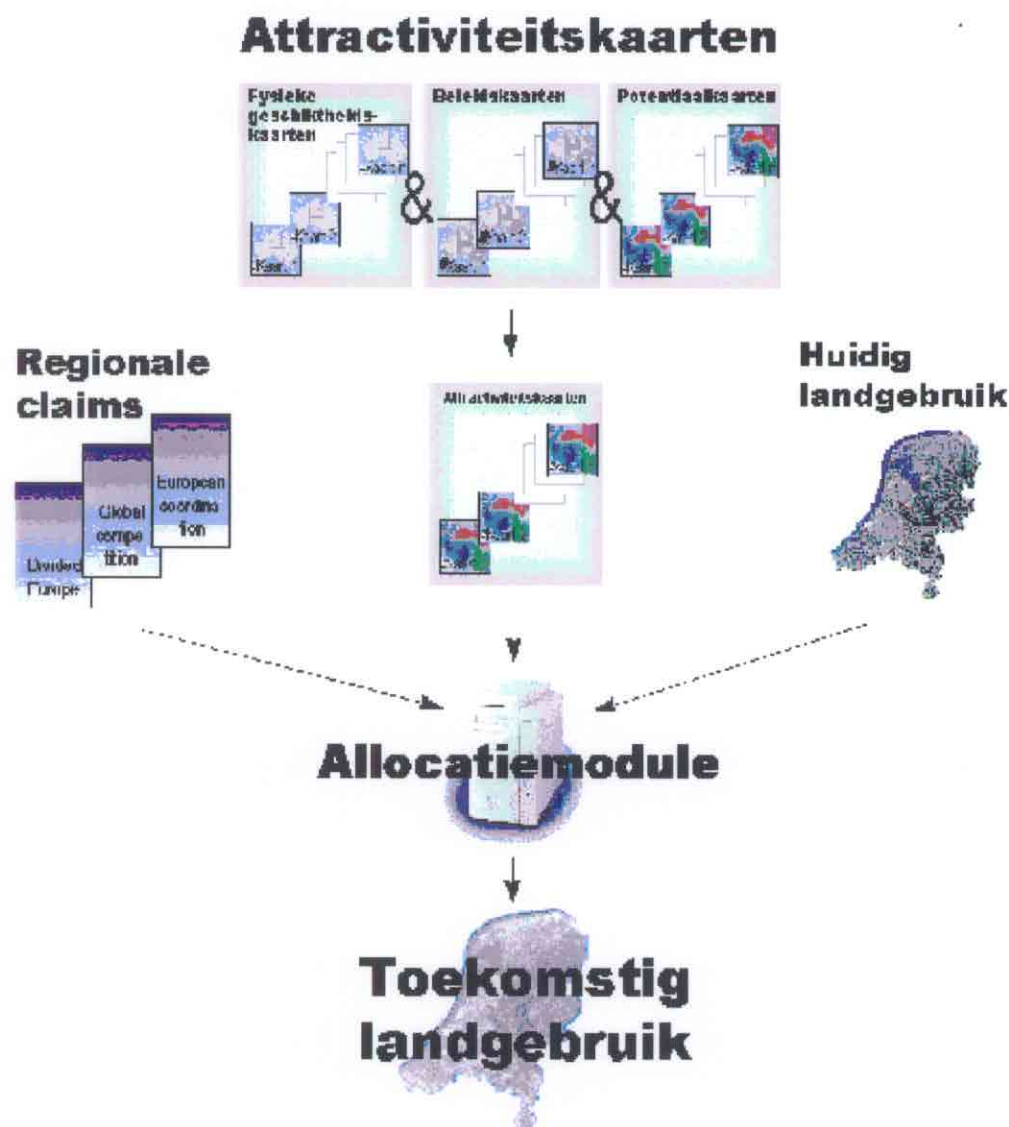
uitkomsten wel maar de rangordening blijft stabiel. Wanneer maten van actuele bereikbaarheid worden toegepast voor verschillende groepen (autobezit en opleidingsniveau) en motieven (werken, winkelen, sociaal en onderwijs) blijken de scores van een lokatie wel tussen de groepen en motieven te variëren maar blijft de rangordening tussen de lokaties nagenoeg constant. Alleen voor het vaststellen van de juiste absolute waarde van een maat (gemiddelde reistijd of aandeel binnen grenswaarde) is het belangrijk in te zoomen op de precieze doelgroep. De keuze van de maat, en uitwerking daarvan, heeft een grotere invloed op het resultaat dan de afbakening van de doelgroep.

Bereikbaarheid als voorwaarde voor individuele ontplooiing komt overeen met het sociaal-psychologische inzicht van de LOB. Centraal staat de inventarisatie van mogelijkheden (potenties) binnen het beschikbare tijd-geld budget. Het gaat om de activiteiten die met de verschillende verbindingen bereikt kunnen worden. Activiteitenpatronen zijn specifiek op deze problematiek toegesneden. Deze benadering is erg data-intensief en beschrijft individuele gevallen. Bovendien is de aggregaerbaarheid een probleem. Om deze redenen wordt de potentiële bereikbaarheidsbenadering voorgesteld. De potentiële bereikbaarheidsmaat 'binnen 5 kilometer' of 'binnen 45 minuten met het OV' is geschikt. Hiernaast kan ook de potentiële bereikbaarheid 'binnen 5 of 20 kilometer met een VF kleiner dan 2' voldoende zijn. Er verandert weinig wanneer congestie wordt toegevoegd. De belangrijkste beperkingen van potentiële bereikbaarheid zijn de schaal van de arbeids- en woningmarkt. Deze kunnen de uitkomst in sterke mate beïnvloeden. Volgens Hilbers en Verroen (1993) kan in een vergelijking tussen gemeenten, de omvang van de bereikbare beroepsbevolking binnen een bepaalde maximale afstand, geen representant zijn voor de te verwachten woon-werk afstand, of voor het te verwachten gebruik van de fiets. Een belangrijke factor is het overschot aan arbeidsplaatsen in de grote steden. Ondanks een hoge potentiële bereikbaarheid is hier de woon-werk afstand langer dan gemiddeld. Dit maakt de maat alleen geschikt in lokale situaties waar met de maat aangetoond kan worden dat lokaties aan de rand van een plaats tot een langere woon-werk afstanden en een lager fietsaandeel voor de lokale bevolking zorgen.

4.6 Ruimtescanner

Doel

De Ruimtescanner (RS) is een ruimtelijk informatiesysteem dat de bestaande ruimtelijke gegevens en prognoses integreert tot een kaartbeeld dat toekomstig ruimtegebruik weergeeft. De RS kan toekomstscenario's van een bijbehorend kaartbeeld voorzien. De RS doet dit door de claims voor de verschillende vormen van ruimtegebruik aan cellen van 500 bij 500 meter toe te wijzen op grond van de berekende aantrekkelijkheid van de cel voor bepaalde vormen van ruimtegebruik en de onderlinge concurrentie tussen deze claims. De vijf componenten waaruit het informatiesysteem bestaat zijn: het huidig ruimtegebruik, de geregionaliseerde ruimteclaims, de attractiviteitskaarten, de allocatiemodule en het toekomstig ruimtegebruik (Figuur 4.1.).



Figuur 4.1. Schematische weergave werking Ruimtescanner

Bron: Schotten *et al.*, 1997

Het idee achter de potentiaalkaart is dat ruimtelijke functies elkaar beïnvloeden. Bepaalde functies vergroten of verkleinen de attractiviteit van hun omgeving voor andere functies. De aantrekkingskracht neemt af met de afstand tot de 'attractor'. De potentiaal is het grootst in de cellen die grenzen aan de attractor en kleiner in cellen die verder van de attractor liggen. Gaat het om 'afstoting' dan wordt de inverse bepaald en krijgen gebieden die het dichtst bij de attractor liggen het predikaat 'onaantrekkelijk'. De potentiaal van een cel wordt berekend door zijn afstand tot de attractor te vermenigvuldigen met een gespecificeerd gewicht per gridcel.

Perspectieven (voor wonen)

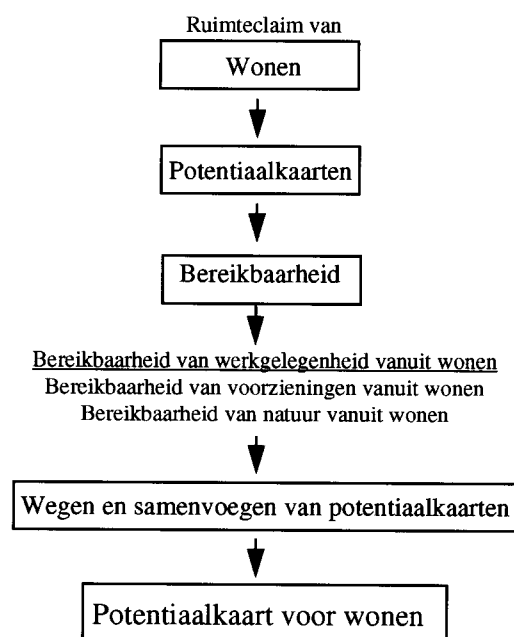
In de Ruimtescanner worden 7 typen dominant grondgebruik onderscheiden te weten: wonen, werken, infrastructuur, landbouw, natuur, bos en water. Ieder grondgebruik zou een eigen bereikbaarheidsmaat moeten hebben. Om voor ieder grondgebruik de bijbehorende aspecten en benaderingen te verkrijgen moeten bij elk grondgebruik een aantal vragen worden gesteld. In het hiernavolgende wordt alleen ingegaan op het grondgebruik wonen.

In tabel 4.8. zijn de potentiaalkaarten weergegeven die op dit moment worden gebruikt voor de samenstelling van de verschillende attractiviteitskaarten m.b.t. bereikbaarheid. Opmerkelijk is dat de RS geen rekening houdt met opportuniteiten, bijvoorbeeld het aantal inwoners of arbeidsplaatsen.

Tabel 4.8. Infrastructurele potentiaalkaarten m.b.t. bereikbaarheid

Potentiaalkaart naar:
Hoofdtransportassen
Op- en afritten van snelwegen
Spoorwegen
NS-stations
Luchthavens waarvan in de toekomst uitbreiding is voorzien

Allereerst moet de vraag gesteld worden: wat bepaalt de attractie van een lokatie voor wonen? Het antwoord wordt in de RS gevormd door de fysieke geschiktheid van het gebied, het voor dat gebied geldende beleid en door potentiaalkaarten. In deze potentiaalkaarten wordt de bereikbaarheid opgenomen. Voor wonen zijn verschillende potentiaalkaarten van bereikbaarheid van belang. Niet alleen de bereikbaarheid van werkgelegenheid maar ook van bijvoorbeeld voorzieningen kan vanuit wonen een belangrijk rol spelen. De verschillende potentiaalkaarten van bereikbaarheid vanuit wonen worden niet als even belangrijk gezien. Om deze reden kan er een weging plaatsvinden (Figuur 4.2.).



Figuur 4.2. Schematische vorming potentiaalkaart van wonen in de Ruimtescanner

Geschiktheid en aanbeveling (van werkgelegenheid vanuit wonen)

Attractieve woongebieden worden voor een deel gevormd door het bereikbaar zijn van andere grondgebruiken inclusief hun eigenschappen zoals bijvoorbeeld werkgelegenheid en het

bijbehorend aantal arbeidsplaatsen. In het hiernavolgende wordt als voorbeeld alleen de bereikbaarheid van werkgelegenheid in de vorm van het aantal arbeidsplaatsen vanuit wonen uitgewerkt (Tabel 4.9. en 4.10).

Tabel 4.9. Aspecten bij de RS

Aspecten:	Werken vanuit wonen
Perspectief	Werker, werkzoekende
Activiteit	Werken
Motief	Woon-werk
Doelgroep	Arbeidsplaatsen
Vervoerwijze	Auto/OV/LV
Lokaties	Woon-, werklokaties
Invloedsgebied	±45 minuten

Tabel 4.10. Geschiktheid van benaderingen voor de RS

Benadering:	Werken van- uit wonen		
Ontsluiting	-		
Netwerk	-		
Potentiële bereikbaarheid	+	++	= zeer geschikt
Actuele bereikbaarheid	++	+	= geschikt
Feitelijk gedrag	-	0	= enigszins geschikt
Activiteitenpatronen	-	-	= ongeschikt

Voor de bereikbaarheid van werkgelegenheid vanuit wonen moet rekening worden gehouden met het zogenoemde Schiermonnikoog-effect (Box 4.2.). Een actuele bereikbaarheidsmaat die opportuniteiten weegt met een afstandsfunctie is geschikt. Wanneer opportuniteiten worden gewogen met een afstandsfunctie worden de centraliteitswaarden van lokaties berekend ten opzichte van andere lokaties door een waarde voor de opportuniteiten, in dit geval arbeidsplaatsen, per kern te vermenigvuldigen met een functie van de afstand (of monetaire kosten) voor de verplaatsing naar die kern. De gebruikte afstandsfunctie kan ook hier een belangrijke invloed hebben op het resultaat. Vergelijking met cijfers van het feitelijk gedrag is daarom vereist.

Een andere geschikte maat vanuit het bereikperspectief van bewoners is potentiële bereikbaarheid. Een analyse voor de regio Eindhoven door Hilbers en Verroen (1993) gaf een resultaat dat vrijwel identiek was aan de door hen uitgewerkte variant voor actuele bereikbaarheid. De keuzemogelijkheden worden hiermee goed beschreven. De gevoeligheid voor het gekozen maximale tijd-budget kan zoals eerder gezegd worden verminderd door meerdere tijden te gebruiken en de resultaten te middelen. De resultaten per vervoerwijzen kunnen worden samengevoegd tot een totaalscore door ze te wegen met het aandeel van elk der vervoerwijzen. Hiernaast moet bij de voor de RS voorgestelde bereikbaarheidsmaten rekening gehouden worden met de concurrentie van de beroepsbevolking op arbeidsplaatsen. Deze concurrentie zou ook voor andere grondgebruiken kunnen gelden. In hoofdstuk 5 wordt een bereikbaarheidsmaat voorgesteld voor de werkgelegenheid vanuit wonen die rekening houdt met concurrentie. Deze maat zou ook in de RS kunnen worden toegepast.

4.7 Conclusies

Gebleken is dat de huidige operationalisatie van bereikbaarheid in de verschillende RIVM-projecten verbetering behoeft (Tabel 4.11.). Verschillende benaderingen en bereikbaarheidsmaten zijn voorgesteld waarbij is gewezen op de tekortkomingen. Verschillende keuzen zoals het tijd-geld budget, de afstandsfunctie en de te gebruiken indicatoren zijn beslissend voor de richting en omvang van het resultaat. In vrijwel alle behandelde bereikbaarheidsmaten wordt niet of op een onvolledige manier rekening gehouden met de concurrentie op opportuniteiten. In het volgende hoofdstuk wordt een bereikbaarheidsmaat voorgesteld waarin dit wel gebeurt.

Tabel 4.11. Bereikbaarheid in RIVM-projecten

Project	Opzicht	Huidige methode	Voorgestelde methode
Leefomgevings-balans	Sociaal-psychologisch	Waardering van infrastructuur: fractie huishoudens binnen bepaalde reistijd van op- en afrit en/of station gewogen voor het autobezit	Actuele bereikbaarheidsbenadering: aantal opportuniteiten binnen bepaalde reistijd, eventueel gecorrigeerd voor de concurrentie, vanuit de inwoners gewogen met een afstandsfunctie
	Economisch	Interregionale bereikbaarheid: afhankelijk van totale reistijd, de toegang tot en de snelheid op het netwerk leidt tot de gemiddelde reistijd tot op- en afrit of kantoren	Netwerk- of ontsluitingsbenadering: reistijd tussen economische centra of reistijd tot op- en afrit
Leefomgevings-verkenner	Economisch	Bereikbaarheid lokaal: kortste afstand tot een weg gewogen met het belang van deze afstand voor een activiteit Bereikbaarheid regionaal: congestie in de vorm van voertuigintensiteiten	Netwerk- of ontsluitingsbenadering: reistijd tussen economische centra of reistijd tot op- en afrit
	Sociaal	Hemelsbrede afstand tot meest nabije natuur of open ruimte gewogen met de woondichtheid per cel	Actuele bereikbaarheidsbenadering: aantal opportuniteiten binnen bepaalde reistijd, eventueel gecorrigeerd voor de concurrentie, vanuit de inwoners gewogen met een afstandsfunctie
Geografie en zorg	Vele maten	Bereikbaarheidsmaten waarbij de nadruk ligt op aanbod, vraag, gebruik en lokatiefactoren	Aangesloten bij de in Geografie en zorg behandelde maten, eventueel zou het concurrentie-principe (zie volgend hoofdstuk) kunnen worden toegepast
ICES	Economisch	Kilometrages, snelheden, voertuigverliesuren	Netwerk- of ontsluitingsbenadering: reistijd naar werkgelegenheids-concentraties of tot op- en afrit
	Mobiliteitsgeleiding	Kilometrages, snelheden, voertuigverliesuren	Actuele bereikbaarheidsbenadering: aantal opportuniteiten binnen bepaalde reistijd en/of verplaatsingstijdfactor, eventueel gecorrigeerd voor de concurrentie, vanuit de inwoners gewogen met een afstandsfunctie
	Ontplooiing	Verplaatsingstijdfactor en frequenties van het openbaar vervoer	Potentiële bereikbaarheidsbenadering: aantal opportuniteiten binnen 5 kilometer met een verplaatsingstijdfactor kleiner dan 2
Ruimtescanner	Werken vanuit wonen	Afstand tot werkgelegenheid	Actuele bereikbaarheidsbenadering: aantal arbeidsplaatsen binnen bepaalde reistijd gecorrigeerd voor de concurrentie vanuit de inwoners gewogen met een afstandsfunctie

5. BEREIKBAARHEID EN CONCURRENTIE

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op een verbetering van de potentiaalkaart van werken vanuit wonen in de Ruimtescanner (Figuur 4.2.). Vertrekpunt bij deze verbetering zijn de gangbare potentiële bereikbaarheidsmaten waarin bereikbaarheid wordt berekend door de binnen een bepaalde reistijd liggende arbeidsplaatsen te wegen met de reistijd tot deze arbeidsplaatsen. In dit hoofdstuk wordt voorgesteld om deze gangbare maten uit te breiden met een zogenaamde concurrentiefactor.

Het kunnen bereiken van arbeidsplaatsen alleen is niet voldoende. De attractiviteit van een gebied wordt niet alleen bepaald door het aantal arbeidsplaatsen dat bereikt kan worden, maar ook door de concurrentie op deze arbeidsplaatsen. Wanneer er veel concurrenten zijn wordt de kans dat juist die arbeidsplaats wordt verkregen die men wenst minder groot. Naast het aantal arbeidsplaatsen moet dus ook gekeken worden naar de hoeveelheid beroepsbevolking die zich op deze arbeidsplaatsen richt. Beter zou zijn wanneer apart gekeken wordt naar concurrentie tussen de arbeidsplaatsen en beroepsbevolking per bedrijfstak of opleidingsniveau. Hier wordt in hoofdstuk 6 op teruggekomen. De uiteindelijk voorgestelde maat geeft de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen weer, rekening houdend met de concurrentie op de arbeidsplaatsen door de beroepsbevolking. Verwacht wordt dat op deze manier de attractiviteitskaart van wonen op een reëlere manier kan worden samengesteld.

Het aantal tot nu toe in de literatuur aangetroffen bereikbaarheidsmaten dat op enigerlei wijze rekening houdt met concurrentie is klein en voor verbetering vatbaar. In paragraaf 5.3. zal hier kort op worden ingegaan.

Het doel van dit voorstel voor een verbeterde bereikbaarheidsmaat vanuit wonen is tweeledig: (a) het berekenen van de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen voor afzonderlijke zones; (b) het berekenen van de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen voor de beroepsbevolking voor een geheel gebied, bijvoorbeeld Nederland, in een bepaalde ruimtelijke (infrastructurele) configuratie in een bepaald jaar. In de literatuur zijn geen bereikbaarheidsmaten aangetroffen die gebruik maken van dit voorgestelde concurrentieprincipe.

5.2 Bereikbaarheid van werken vanuit wonen

De attractiviteit van een woonzone wordt voor een deel bepaald door de bereikbaarheid van werkzones. Naast de reistijd tot werkzones is ook het aantal arbeidsplaatsen dat zich in deze zones bevindt van belang. In formulevorm kan de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen vanuit wonen als volgt worden weergegeven. Vanaf nu wordt deze formule (1) als de basispotentiaal omschreven:

$$B_{Arp,i(T \leq T_{max})} = \sum_{j=1}^{j=n} \frac{Arp_j}{T_{ij}^\alpha} \quad (1)$$

Hierbij heeft $j=1$ tot n betrekking op alle zones j in de buurt van zone i waarvoor de reistijd T van i naar j kleiner dan T_{max} is. Waarbij B de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen of de arbeidspotential binnen een bepaalde tijd T_{max} van zone i is; de omvang Arp_j , in dit geval het aantal arbeidsplaatsen van een zone j ; T de reistijd van i naar j ; en α een parameter (meestal tussen 1 en 2) die een afstandsweerstand weergeeft. Op deze α wordt in hoofdstuk 6 teruggekomen. Met andere woorden: de bereikbaarheids- of potentiaalwaarde van werken voor wonen van zone i is de optelsom van de waarden j van elke zone afzonderlijk, waarbij de waarden recht evenredig zijn met het aantal arbeidsplaatsen van de zone j en omgekeerd evenredig met de reistijd T_{ij} tot die zone (Geertman en Ritsema-van Eck, 1995). Hoe hoger de B , hoe attractiever de zone i is vanuit wonen voor het bereiken van arbeidsplaatsen. Uit tabel 5.1., die voor alle voorbeelden in dit hoofdstuk zal worden gebruikt, blijkt dat de zones B en C op respectievelijk 5 en 10 minuten van A liggen. De bereikbaarheid van arbeidsplaatsen binnen 15 minuten vanuit zone A ziet er als volgt uit:

$$B_{Arp,A(T \leq 15)} = \frac{Arp_A}{T_{A-A}^\alpha} + \frac{Arp_B}{T_{A-B}^\alpha} + \frac{Arp_C}{T_{A-C}^\alpha} = \frac{900}{1} + \frac{1000}{5} + \frac{800}{10} = 1180 \quad (2)$$

Tabel 5.1. Arbeidsplaatsen en beroepsbevolking per zone en reistijdenmatrix ($\alpha=1$)

Zone	Arbeidsplaatsen	Beroepsbevolking	naar	Reistijdenmatrix				
				Zone	A	B	C	D
A	900	700	v	A	1	5	10	25
B	1000	900	a	B	5	1	5	20
C	800	1100	n	C	10	5	1	15
D	1900	500		D	25	20	15	1

Aangezien een inwoner van zone A ook over de arbeidsplaatsen in A kan beschikken moeten, voor het verkrijgen van een reële waarde van de bereikbaarheid en daarmee een reële vergelijking tussen zones, ook de arbeidsplaatsen in A zelf worden meegenomen. De reden waarom in sommige studies deze zogenoemde interne bereikbaarheid niet wordt meegenomen is volgens Bruinsma en Rietveld (1998) de onbekendheid van de gemiddelde reistijd tussen bijvoorbeeld de beroepsbevolking en arbeidsplaatsen in een stad. Als de interne bereikbaarheid niet wordt meegenomen leidt dit tot hogere scores voor kleinere steden die dicht bij grote steden liggen en tot lage scores voor de grote steden zelf. De scores zijn afhankelijk van de zone grootte. Het gebruik van kleine gebieden, zoals in het geval van een gridsysteem in de Ruimtescanner, zorgt voor minder afhankelijkheid van de interne bereikbaarheid waardoor dit probleem wordt vermeden. Des te kleiner het gebied des te makkelijker en nauwkeuriger is het vaststellen van de interne tijd.

Een ander punt, waarmee zoals in de inleiding weergegeven, het merendeel van de in de literatuur aangetroffen bereikbaarheidsmaten geen rekening houdt, is het feit dat de beroepsbevolking met elkaar concurreert op arbeidsplaatsen. Maten die wel in enigerlei vorm rekening houden met concurrentie zullen in de volgende paragraaf worden toegelicht.

5.3 Bereikbaarheid van arbeidsplaatsen en concurrentie

In Jones (1981) worden bereikbaarheidsmaten behandeld die het effect van concurrentie of competitie meenemen. Weibull (1976) en Knox (1978) worden als voorbeelden genoemd. Wanneer naar de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen wordt gekeken ziet de formule voor bereikbaarheid van deze auteurs er als volgt uit:

$$B_{Arp,i(T \leq T_{max})} = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} \frac{Arp_j}{T_{ij}^{\alpha}}}{\sum_{j=1}^{j=n} \frac{Bb_j}{T_{ij}^{\alpha}}} \quad (3)$$

B_i is de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen vanuit zone i binnen een bepaalde tijd T_{max} . Arp is het aantal arbeidsplaatsen en Bb de hoeveelheid beroepsbevolking van een zone j ; T de reistijd van i naar j ; en α een parameter die de afstandsweerstand weergeeft.

De teller in (3) is een bereikbaarheidsmaat van opportuniteiten zoals in (1). De noemer is bepalend voor de concurrentie op deze opportuniteiten. Wanneer namelijk de hoeveelheid beroepsbevolking in een zone relatief groot is, is er veel concurrentie in die zone. De formule houdt rekening met concurrentie en laat deze afnemen naarmate de reistijd van concurrenten tot de zone toeneemt. Als de gegevens uit tabel 5.1. als voorbeeld worden genomen is de bereikbaarheid vanuit zone A volgens (3) als volgt:

$$B_{Arp,A(T_{max} \leq 15)} = \frac{\frac{Arp_A}{T_{A-A}^{\alpha}} + \frac{Arp_B}{T_{A-B}^{\alpha}} + \frac{Arp_C}{T_{A-C}^{\alpha}}}{\frac{Bb_A}{T_{A-A}^{\alpha}} + \frac{Bb_B}{T_{A-B}^{\alpha}} + \frac{Bb_C}{T_{A-C}^{\alpha}}} = \frac{\frac{900}{1} + \frac{1000}{5} + \frac{800}{10}}{\frac{700}{1} + \frac{900}{5} + \frac{1100}{10}} = \frac{1180}{990} = 1,19 \quad (4)$$

In feite wordt door (4) de verhouding tussen arbeidsplaatsen en beroepsbevolking berekend, gewogen voor de reistijd, binnen 15 minuten vanuit zone A. Deze maat is eigenlijk geen bereikbaarheidsmaat maar een concurrentiemaat. Formule (3) zegt dan ook niets over de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen vanuit zone A. Bij de bereikbaarheid gaat het niet alleen om de verhoudingen maar ook om de omvang.

Voor de concurrentie geldt dat de mate waarin er geconcentreerd wordt in en om zone A afhankelijk is van de verhouding van arbeidsplaatsen/beroepsbevolking in de verschillende zones. Wat in formule (3) niet wordt meegenomen is dat de concurrentie die een zone uitoefent op andere zones ten eerste groter is naarmate de hoeveelheid beroepsbevolking in een zone groter is en ten tweede op zijn beurt weer wordt bepaald door de concurrentie die deze zone ondervindt van de omliggende zones.

Wanneer formule (3) toch als bereikbaarheidsmaat wordt gezien kan in sommige gevallen een misleidend beeld ontstaan. Als bijvoorbeeld de gewogen verhouding tussen arbeidsplaatsen/beroepsbevolking voor Schiermonnikoog en omgeving 10 op 9 is, levert dit

dezelfde bereikbaarheid op wanneer voor Utrecht en omgeving een verhouding van 100.000 op 90.000 geldt. Toch wordt Utrecht wat betreft werkgelegenheid als attractiever gezien dan Schiermonnikoog. Volgens Hilbers en Verroen (1993) is, kwantitatief, vanuit de concurrentie gezien de bereikbaarheid van Schiermonnikoog en Utrecht wel gelijk. De kans dat iemand een arbeidsplaats vindt is even groot. Maar kwalitatief gezien juist niet want de keuze aan arbeidsplaatsen van een arbeider in Schiermonnikoog is erg beperkt. Volgens Hilbers en Verroen (1993) zou een bereikbaarheidsmaat ook deze kwalitatieve kant moeten meenemen.

Een andere manier om rekening te houden met concurrentie komt ter sprake in Joseph en Philips (1984). Zij halen Joseph en Bantock (1982) aan die formule (1) toepassen voor de bereikbaarheid van artsen gezien vanuit de potentiële klanten:

$$B_{As,i(T \leq T_{\max})} = \sum_{j=1}^{j=n} \frac{As_j}{T_{ij}^{\alpha}} \quad (5)$$

Met B als de bereikbaarheid van artsen As vanuit zone i ; As_j als het aantal artsen in zone j binnen een bepaalde reistijd van zone i en $T_{\max}$ als de reistijd waarbinnen een arts als bereikbaar wordt beschouwd. Dit laatste wordt ook wel het verzorgingsgebied genoemd. Joseph en Bantock (1982) gaan in principe uit van de eerdergenoemde basispotentiaal (1). Vervolgens richten zij zich, in tegenstelling tot de eerder behandelde maten, op de beschikbaarheid van artsen. De beschikbaarheid van artsen wordt bepaald door de hoeveelheid potentiële klanten binnen het verzorgingsgebied van artsen. De bereikbaarheid van artsen vanuit een zone is geheel anders als er bijvoorbeeld vanuit een zone met 10.000 mensen 5 artsen bereikt kunnen worden dan wanneer er hiernaast ook nog eens rekening wordt gehouden met de andere 30.000 mensen in de omliggende zones die 1 of meer van diezelfde 5 artsen kunnen bereiken. Het aantal mensen dat potentieel een beroep op een arts doet, wordt als volgt berekend:

$$V_{M,i(T \leq T_{\max})} = \sum_{k=1}^{k=n} \frac{M_k}{T_{jk}^{\alpha}} \quad (6)$$

Waar de vraag V naar artsen in zone j een functie is van de hoeveelheid mensen M vanuit zone k , die binnen het verzorgingsgebied vallen bepaald door $T_{\max}$. Eigenlijk wordt dezelfde formule (1) toegepast voor de bereikbaarheid van mensen vanuit de arts, ofwel zone j . In plaats van $V_{M,j}$ kan er dus ook $B_{M,j}$ staan.

Een combinatie van de 2 bovenstaande formules levert een bereikbaarheidsmaat op die de bereikbaarheid van artsen vanuit individuen weergeeft. Deze wordt verkregen door het gewogen gemiddelde van de beschikbaarheid van artsen te nemen:

$$B_{As,i(T \leq T_{\max})}^* = \sum_{j=1}^{j=n} \frac{\left(\frac{As_j}{V_{M,j}} \right)}{T_{ij}^\alpha} = \sum_{j=1}^{j=n} \frac{\left(\frac{As_j}{\sum_{k=1}^{k=n} \frac{M_k}{T_{jk}^\alpha}} \right)}{T_{ij}^\alpha} \quad (7)$$

In plaats van artsen en klanten (Joseph en Bantock, 1982) kunnen ook schoolplaatsen en kinderen worden genomen (Breheny, 1978). Breheny (1978) kijkt naar de bereikbaarheid van basisscholen rekening houdend met concurrentie. Hij oppert: (a) de bereikbaarheid van scholen vanuit een bepaalde zone wordt bepaald door de som van het aantal schoolplaatsen (van de scholen) die binnen bijvoorbeeld 15 minuten reistijd liggen vanuit die zone, gedeeld door de som van het aantal schoolkinderen dat binnen een reistijd van 15 minuten van elke school woont. Dit drukt het aantal bereikbare schoolplaatsen uit in termen van potentiële concurrenten voor deze plaatsen. Of (b): bestaande uit aanpak (a) waarbij de noemer van (a) wordt vervangen door de som van het aantal kinderen dat niet kan worden opgevangen op de voor hun dichtstbijzijnde school. Breheny (1978) geeft aan dat (b) mogelijk een betere maat van waarschijnlijke concurrenten geeft dan (a).

Jones (1981) veronderstelt dat de aanpak van Breheny (1978) overeenkomt met formule (3). Dit is echter onjuist. Breheny (1978) houdt net zoals in formule (7), maar in tegenstelling tot (3), rekening met het concurrerende effect van potentiële leerlingen in andere zones op de schoolplaatsen in zone A. Dit blijkt ook uit het voorbeeld behandeld boven formule (6). Zowel in formule (3) als (7) wordt vergeten dat ook het aantal schoolplaatsen, dat zich bevindt in andere zones, via de in andere zones bevindende potentiële leerlingen, de concurrentie op schoolplaatsen in zone A beïnvloed. Ook wordt er in de weergegeven benaderingen geen rekening gehouden met de omvang oftewel het aantal potentiële leerlingen. Het gevolg hiervan is reeds eerder door middel van een voorbeeld over Schiermonnikoog en Utrecht toegelicht.

Samengevat meten de bovengenoemde maten niet de bereikbaarheid maar de concurrentie of het draagvlak. Daarnaast zijn de gebruikte concurrentieprincipes voor verbetering vatbaar. Het hieronder volgende voorstel geeft de bereikbaarheid weer van arbeidsplaatsen vanuit de beroepsbevolking rekening houdend met de concurrentie waarbij de eerder genoemde tekortkomingen van de verschillende maten zijn overwonnen.

5.4 Voorstel bereikbaarheidsmaat

Om de concurrentie te verwerken is naast een in de gangbare bereikbaarheidsmaten opgenomen basispotentiaal (1) een concurrentiefactor opgenomen.

$$B_{Arp,i} = \text{basispotentiaal} * \text{concurrentiefactor} \quad (8)$$

Waarbij $B_{Arp,i}$ de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen vanuit zone i is. In essentie wordt de concurrentie bepaald door de *verhouding* van arbeidsplaatsen en beroepsbevolking in en rond

een zone. Als er zich bijvoorbeeld veel beroepsbevolking in een zone bevindt, ten opzichte van het aantal arbeidsplaatsen, is de concurrentie groot en neemt de bereikbaarheid als het ware af. Omdat zones met veel beroepsbevolking zwaarder moeten meewegen in de concurrentieterm dan zones met weinig beroepsbevolking, wordt in de concurrentieterm rekening gehouden met de *omvang* oftewel met de hoeveelheid beroepsbevolking. Het geheel wordt gewogen voor de tijd aangezien de concurrentie van verderweg gelegen zones minder zwaar meetelt. Wanneer echter de arbeidsplaatsen en beroepsbevolking in en om een bepaalde zone gelijk zijn verdeeld, moet de concurrentiefactor een waarde van 1 aannemen. Het geheel is daarom gedeeld door de som van de omvang van de beroepsbevolking gewogen voor de reistijd.

De concurrentiefactor (9) heeft een andere vorm dan die behandeld in paragraaf 5.3.

$$\text{Concurrentie-factor} = \frac{\sum \frac{\text{verhouding} * \text{omvang}}{\text{tijd}}}{\sum \frac{\text{omvang}}{\text{tijd}}} \quad (9)$$

Als bijvoorbeeld de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen vanuit zone A moet worden berekend, waarbij zone A omgeven wordt door zone B en C, ziet de bereikbaarheid er als volgt uit (10).

$$B_{Arp,A(T \leq T_{\max})} = \text{Basispotentiaal}_A * \text{Concurrentiefactor}_A + \text{Basispotentiaal}_B * \text{Concurrentiefactor}_B + \text{Basispotentiaal}_C * \text{Concurrentiefactor}_C \quad (10)$$

In het hiernavolgende wordt de formule uitgewerkt voor de reeds eerder genoemde doelen. De verkregen formules zullen worden toegepast op een case-studie.

5.4.1 Bereikbaarheid vanuit afzonderlijke zones

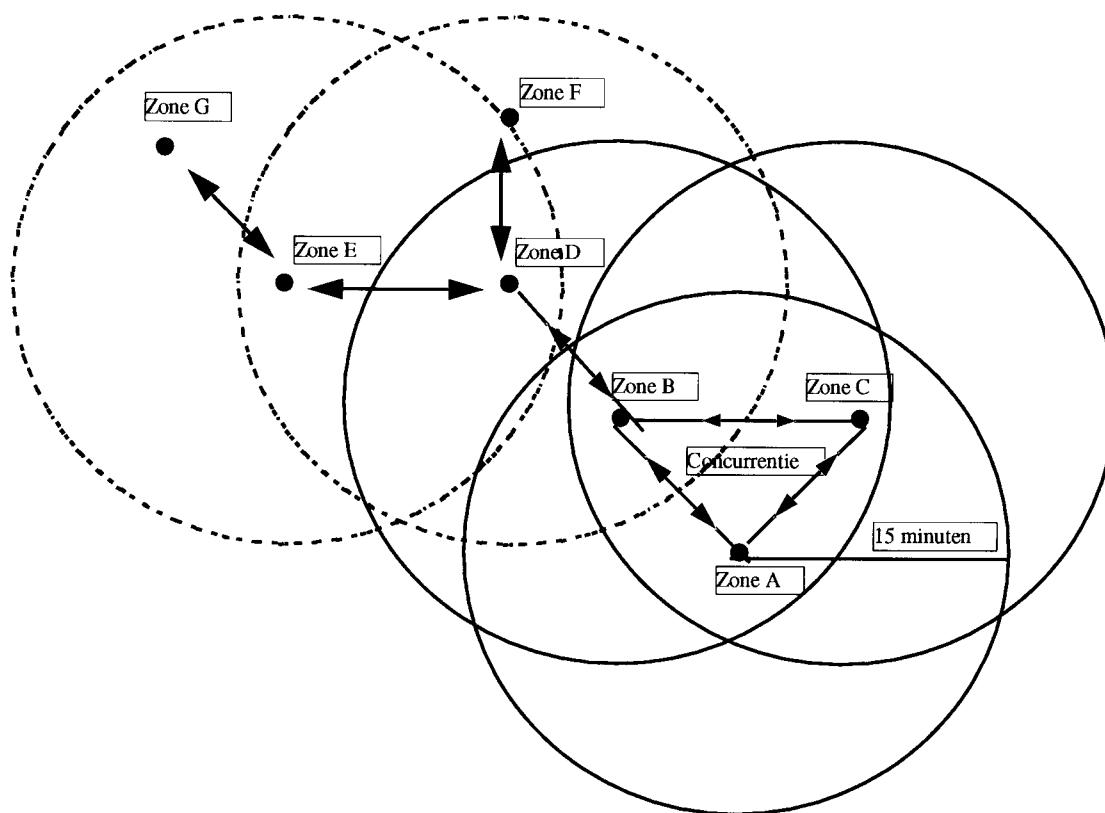
De algemeen voor iedere zone geldende formule van de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen vanuit de beroepsbevolking rekening houdend met concurrentie wordt voorgesteld als:

$$B_{Arp_i(T \leq T_{\max})} = \sum_{j=1}^{j=n} \frac{Arp_j}{T_{ij}^{\alpha}} * \frac{\sum_{k=1}^{k=n} \left(\frac{Arp_k * Bb_k}{T_{jk}^{\alpha}} \right)}{\sum_{k=1}^{k=n} \left(\frac{Bb_k}{T_{jk}^{\alpha}} \right)} \quad (11)$$

Waarbij B de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen binnen een bepaalde tijd $T_{\max}$ vanuit zone i is rekening houdend met de concurrentie; Arp het aantal arbeidsplaatsen; Bb de hoeveelheid beroepsbevolking; T de reistijd tussen zone i en j ; en α een parameter voor de

afstandsweerstand. Duidelijk te zien in de formule is de basispotentiaal die als het ware gecorrigeerd wordt door de concurrentiefactor.

De formule wordt toegelicht met behulp van figuur 5.1. De bereikbaarheid wordt met behulp van formule (11) berekend voor elke zone afzonderlijk. De uiteindelijk verkregen bereikbaarheid geeft een beeld van de attractiviteit. Zones met een hoge B zijn attractiever dan zones met een lage B . In de hiernavolgende toelichting zal worden uitgegaan van zone A.



Figuur 5.1. Bereikbaarheid geschematiseerd vanuit zone A

Als voorbeeld wordt uitgegaan van een maximale reistijd van 15 minuten. Door middel van (11) wordt bij het berekenen van de bereikbaarheid vanuit zone A rekening gehouden met bijvoorbeeld zone D die weliswaar op meer dan 15 minuten van zone A ligt maar wel binnen 15 minuten van zone B ligt. Ook Zone D heeft een effect op zone B en daarmee indirect op zone A. Als er zich bijvoorbeeld in zone D naar verhouding veel arbeidsplaatsen bevinden zal zone B minder concurreren met zone A en zou zelfs de beroepsbevolking van zone A indirect via B kunnen concurreren op arbeidsplaatsen in zone D. Om deze reden is bijvoorbeeld niet één en dezelfde concurrentiefactor vanuit A opgenomen voor alle zones rondom A, maar een factor voor elke zone apart rondom A waarbij rekening wordt gehouden met het gebied rondom die afzonderlijke zones.

Om de werking van formule (11) te vergelijken met de eerder behandelde formules en als voorbereiding op het hiernavolgende *'uitbreiden van de concurrentietermen'* is de formule uitgewerkt voor de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen vanuit zone A (12). De gegevens uit tabel 5.1. zijn hierbij gebruikt.

$$\begin{aligned}
 & \frac{\frac{\frac{Ap_A}{Bb_A} + \frac{Bb_B}{Bb_B} + \frac{Bb_C}{Bb_C}}{\alpha} + \frac{\frac{Ap_B}{Bb_B} + \frac{Bb_C}{Bb_C}}{\alpha} + \frac{\frac{Ap_C}{Bb_C} + \frac{Bb_D}{Bb_D}}{\alpha}}{\frac{Ap_A}{T_{A-A}} + \frac{Ap_B}{T_{A-B}} + \frac{Ap_C}{T_{A-C}} + \frac{Ap_D}{T_{A-D}}} + \frac{\frac{\frac{Ap_B}{Bb_B} + \frac{Bb_C}{Bb_C}}{\alpha} + \frac{\frac{Ap_C}{Bb_C} + \frac{Bb_D}{Bb_D}}{\alpha}}{\frac{Ap_B}{T_{B-A}} + \frac{Ap_C}{T_{B-B}} + \frac{Ap_D}{T_{B-C}} + \frac{Ap_D}{T_{B-D}}} + \dots \\
 & \frac{\frac{\frac{Ap_A}{Bb_A} + \frac{Bb_B}{Bb_B} + \frac{Bb_C}{Bb_C}}{\alpha} + \frac{\frac{Ap_B}{Bb_B} + \frac{Bb_C}{Bb_C}}{\alpha} + \frac{\frac{Ap_C}{Bb_C} + \frac{Bb_D}{Bb_D}}{\alpha}}{\frac{Ap_C}{T_{C-A}} + \frac{Ap_D}{T_{C-B}} + \frac{Ap_D}{T_{C-C}}} = \frac{900}{1} * \left(\frac{900}{700} * 700 + \frac{1000}{900} * 900 + \frac{800}{1100} * 1100 \right) + \frac{1000}{5} * \left(\frac{900}{700} * 700 + \frac{1000}{900} * 900 + \frac{800}{1100} * 1100 + \frac{1900}{500} * 500 \right) + \dots \\
 & \frac{\frac{\frac{Ap_A}{Bb_A} + \frac{Bb_B}{Bb_B} + \frac{Bb_C}{Bb_C}}{\alpha} + \frac{\frac{Ap_B}{Bb_B} + \frac{Bb_C}{Bb_C}}{\alpha} + \frac{\frac{Ap_C}{Bb_C} + \frac{Bb_D}{Bb_D}}{\alpha}}{\frac{Ap_C}{T_{C-A}} + \frac{Ap_D}{T_{C-B}} + \frac{Ap_D}{T_{C-C}}} = \frac{900}{1} * \left(\frac{700}{1} + \frac{900}{5} + \frac{1100}{10} \right) + \frac{1000}{5} * \left(\frac{700}{5} + \frac{900}{1} + \frac{1100}{5} + \frac{500}{10} \right) + \dots \\
 & \frac{\frac{\frac{Ap_A}{Bb_A} + \frac{Bb_B}{Bb_B} + \frac{Bb_C}{Bb_C}}{\alpha} + \frac{\frac{Ap_B}{Bb_B} + \frac{Bb_C}{Bb_C}}{\alpha} + \frac{\frac{Ap_C}{Bb_C} + \frac{Bb_D}{Bb_D}}{\alpha}}{\frac{Ap_C}{T_{C-A}} + \frac{Ap_D}{T_{C-B}} + \frac{Ap_D}{T_{C-C}}} = \frac{900}{1} * \left(\frac{700}{10} + \frac{900}{5} + \frac{1100}{1} \right) + \frac{1000}{5} * \left(\frac{700}{10} + \frac{900}{5} + \frac{1100}{1} + \frac{500}{1} \right) + \dots \\
 & \frac{800}{10} * \left(\frac{700}{10} + \frac{900}{5} + \frac{1100}{1} \right) = 900 * \frac{1180}{990} + 200 * \frac{1530}{1310} + 80 * \frac{1090}{1350} = 1072,72 + 233,59 + 64,59 \approx 1370,91
 \end{aligned}$$

In formule (12) is goed te zien dat de basispotentiaal van zowel A, B als C, de drie zones binnen 15 minuten van zone A, wordt vermenigvuldigd met een per zone gedifferentieerde concurrentiefactor. De bereikbaarheid vanuit zone A naar aanleiding van formule (2) met alleen de basispotentiaal was 1180. Vanwege de scheve (positieve) verhouding tussen arbeidsplaatsen en beroepsbevolking in de omringende zones van A, is de bereikbaarheid, berekend met behulp van formule (12), hoger: namelijk ongeveer 1371.

Formule (11) kan nog verder worden uitgewerkt of verbeterd omdat er bijvoorbeeld ook een of meerdere zones kunnen zijn die binnen 15 minuten liggen van zone D (zone E, F en B) en binnen 15 minuten van die zones kunnen weer andere zones liggen (Figuur 5.1.). Ieder van deze zones heeft in principe via de concurrentie op zone D een effect op de bereikbaarheid vanuit zone A. De concurrentiefactor van zone D in formule (12) moet worden uitgebreid om rekening te houden met de concurrentie vanuit zone F, E, B en D zelf. Deze uitbreiding wordt vanaf nu *‘uitbreiden van de concurrentiefactor’* genoemd. Door het *‘uitbreiden van de concurrentiefactor’* wordt met het concurrerende effect van verder weg gelegen zones rekening gehouden. In formule (13) is alleen zone D die binnen de maximale reistijd van B ligt uitgewerkt. Eigenlijk zouden alle verhoudingen in formule (13) moeten worden vervangen door de concurrentiefactoren van deze zones.

De naar aanleiding van figuur 5.1. na één keer ‘*uitbreiden van de concurrentiefactor*’ voor D vanuit A uitgewerkte formule van bereikbaarheid wordt dan:

$$\begin{aligned}
& \left(\frac{Arp_B * Bb_B}{Bb_B} + \frac{Arp_D * Bb_D}{Bb_D} + \frac{Arp_E * Bb_E}{Bb_E} + \frac{Arp_F * Bb_F}{Bb_F} \right) \\
& \frac{T_{D-B}^\alpha}{T_{D-B}^\alpha} + \frac{T_{D-D}^\alpha}{T_{D-D}^\alpha} + \frac{T_{D-E}^\alpha}{T_{D-E}^\alpha} + \frac{T_{D-F}^\alpha}{T_{D-F}^\alpha} + Bb_D \\
& \frac{Bb_B}{T_{D-B}^\alpha} + \frac{Bb_D}{T_{D-D}^\alpha} + \frac{Bb_E}{T_{D-E}^\alpha} + \frac{Bb_F}{T_{D-F}^\alpha} \\
& \frac{Arp_A * Bb_A}{Bb_A} + \frac{Arp_B * Bb_B}{Bb_B} + \frac{Arp_C * Bb_C}{Bb_C} + \frac{Arp_D * Bb_D}{Bb_D} + \frac{Arp_E * Bb_E}{Bb_E} + \frac{Arp_F * Bb_F}{Bb_F} \\
& \frac{T_{A-A}^\alpha}{T_{A-A}^\alpha} + \frac{T_{A-B}^\alpha}{T_{A-B}^\alpha} + \frac{T_{A-C}^\alpha}{T_{A-C}^\alpha} + \frac{T_{A-D}^\alpha}{T_{A-D}^\alpha} + \frac{T_{A-E}^\alpha}{T_{A-E}^\alpha} + \frac{T_{A-F}^\alpha}{T_{A-F}^\alpha} \\
& \frac{Arp_A}{T_{A-A}^\alpha} + \frac{Arp_B}{T_{A-B}^\alpha} + \frac{Arp_C}{T_{A-C}^\alpha} + \frac{Arp_D}{T_{A-D}^\alpha} + \frac{Arp_E}{T_{A-E}^\alpha} + \frac{Arp_F}{T_{A-F}^\alpha} \\
& \frac{Arp_C}{T_{C-A}^\alpha} + \frac{Arp_B}{T_{C-B}^\alpha} + \frac{Arp_A}{T_{C-C}^\alpha} + \frac{Arp_D}{T_{C-D}^\alpha} + \frac{Arp_E}{T_{C-E}^\alpha} + \frac{Arp_F}{T_{C-F}^\alpha} \\
& \frac{Bb_A}{T_{C-A}^\alpha} + \frac{Bb_B}{T_{C-B}^\alpha} + \frac{Bb_C}{T_{C-C}^\alpha} + \frac{Bb_D}{T_{C-D}^\alpha} + \frac{Bb_E}{T_{C-E}^\alpha} + \frac{Bb_F}{T_{C-F}^\alpha} \\
& \frac{Arp_C}{T_{C-A}^\alpha} + \frac{Arp_B}{T_{C-B}^\alpha} + \frac{Arp_A}{T_{C-C}^\alpha} + \frac{Arp_D}{T_{C-D}^\alpha} + \frac{Arp_E}{T_{C-E}^\alpha} + \frac{Arp_F}{T_{C-F}^\alpha} \\
& \frac{Bb_A}{T_{C-A}^\alpha} + \frac{Bb_B}{T_{C-B}^\alpha} + \frac{Bb_C}{T_{C-C}^\alpha} + \frac{Bb_D}{T_{C-D}^\alpha} + \frac{Bb_E}{T_{C-E}^\alpha} + \frac{Bb_F}{T_{C-F}^\alpha}
\end{aligned} \quad (13)$$

De $\frac{Arp_D}{Bb_D}$ uit (12) wordt dus vervangen door

$$\begin{aligned}
& \frac{Arp_B * Bb_B}{Bb_B} + \frac{Arp_D * Bb_D}{Bb_D} + \frac{Arp_E * Bb_E}{Bb_E} + \frac{Arp_F * Bb_F}{Bb_F} \\
& \frac{T_{D-B}^\alpha}{T_{D-B}^\alpha} + \frac{T_{D-D}^\alpha}{T_{D-D}^\alpha} + \frac{T_{D-E}^\alpha}{T_{D-E}^\alpha} + \frac{T_{D-F}^\alpha}{T_{D-F}^\alpha} \\
& \frac{Bb_B}{T_{D-B}^\alpha} + \frac{Bb_D}{T_{D-D}^\alpha} + \frac{Bb_E}{T_{D-E}^\alpha} + \frac{Bb_F}{T_{D-F}^\alpha}
\end{aligned} \quad (14)$$

Wanneer wordt vastgehouden aan het voorbeeld uit figuur 5.1. moet bij een volgende 'uitbreiding van de concurrentiefactor' de concurrentiefactor (14) van zone E worden uitgewerkt. Binnen 15 minuten van zone E bevindt zich namelijk nog een zone G. Bij elke 'uitbreiding van de concurrentiefactor' wordt de verhouding van de zones waar binnen 15 minuten weer andere zones liggen vervangen door een concurrentiefactor van deze eerst genoemde zones. De volgende stap zou er als volgt uit zien:

De uit $\frac{Arp_E}{Bb_E}$ uit (14) wordt weer vervangen door

$$\begin{aligned}
& \frac{Arp_D * Bb_D}{Bb_D} + \frac{Arp_E * Bb_E}{Bb_E} + \frac{Arp_G * Bb_G}{Bb_G} \\
& \frac{T_{E-D}^\alpha}{T_{E-D}^\alpha} + \frac{T_{E-E}^\alpha}{T_{E-E}^\alpha} + \frac{T_{E-G}^\alpha}{T_{E-G}^\alpha} \\
& \frac{Bb_D}{T_{E-D}^\alpha} + \frac{Bb_E}{T_{E-E}^\alpha} + \frac{Bb_G}{T_{E-G}^\alpha}
\end{aligned} \quad (15)$$

In principe kan de concurrentie tot in het oneindige worden 'uitgebreid'. Dit wil niet zeggen dat naarmate er meer wordt 'uitgebreid' de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen vanuit zone A nauwkeuriger wordt vastgesteld. Het is namelijk onwaarschijnlijk dat bijvoorbeeld een verandering van arbeidsplaatsen in een zone in Noord-Nederland via vele tussenliggende zones de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen in een zone in Zuid-Nederland beïnvloed. Naast dit conceptuele argument speelt ook een rekentechnische: de rekentijd voor de bereikbaarheidsmaat per zone neemt toe naarmate de concurrentiefactor wordt uitgebreid, terwijl uit de formule blijkt dat de invloed op de uitkomst van elke extra uitbreidingsstap niet groot kan zijn omdat bij verdere 'uitbreiding van de concurrentie' de reistijden (T), waarover wordt gewogen, steeds groter worden. De vraag blijft tot hoever 'uitbreiding van de concurrentiefactor' nog wel zinvol is. Hier zal in het volgende hoofdstuk verder op in worden gegaan.

5.4.2 Bereikbaarheid vanuit een geheel gebied

De bereikbaarheid van arbeidsplaatsen voor een geheel gebied, bijvoorbeeld Nederland, in een bepaalde ruimtelijke (infrastructurele) configuratie in een bepaald jaar wordt verkregen door het gewogen gemiddelde van de bereikbaarheid van de afzonderlijke zones te nemen. De uiteindelijk per zone verkregen bereikbaarheid wordt hiervoor vermenigvuldigd met de beroepsbevolking van die zone. De som van deze waarden wordt vervolgens gedeeld door de som van de beroepsbevolking van het gehele gebied. Formule (16) geeft de bereikbaarheid van het gehele gebied weer.

$$B_{Arp, gebied_i} = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} (B_{Arp_j} * Bb_j)}{\sum_{j=1}^{j=n} Bb_j} \quad (16)$$

5.5 Conclusies en toepassingsmogelijkheden

Het merendeel van de bereikbaarheidsmaten in de literatuur neemt de concurrentie op opportuniteiten, bijvoorbeeld arbeidsplaatsen, niet of op een onvolledige manier mee in de berekening van de bereikbaarheid. De voorgestelde maat houdt wel rekening met de concurrentie. In essentie wordt de concurrentie bepaald door de verhouding van arbeidsplaatsen en beroepsbevolking in en rond een zone en omdat zones met veel beroepsbevolking zwaarder concurreren op andere zones wordt rekening gehouden met de omvang van de beroepsbevolking.

Het voorgestelde concurrentieprincipe kan op andere soorten opportuniteiten worden toegepast. Hierbij kan bijvoorbeeld ook gekeken worden naar de concurrentie per bedrijfstak of opleidingsniveau. Hierbij zijn er verschillende factoren, zoals de maximale reistijd T_{max} of de α , die van invloed kunnen zijn op het resultaat. Of door de voorgestelde bereikbaarheidsmaat de werkelijkheid beter wordt benaderd dan de basispotentiaal wordt in het volgende hoofdstuk duidelijk aan de hand van een case-studie.

6. CASE-STUDIE

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de voorgestelde bereikbaarheidsmaat toegepast in een case-studie voor heel Nederland. Naast het gebruik van vaste gegevens zijn bij de uitvoering ook gegevens gevarieerd om te onderzoeken hoe bepalend sommige aannames zijn voor het resultaat (Tabel 6.1.). Tenslotte zijn de verschillende resultaten geanalyseerd en in kaartvorm weergegeven.

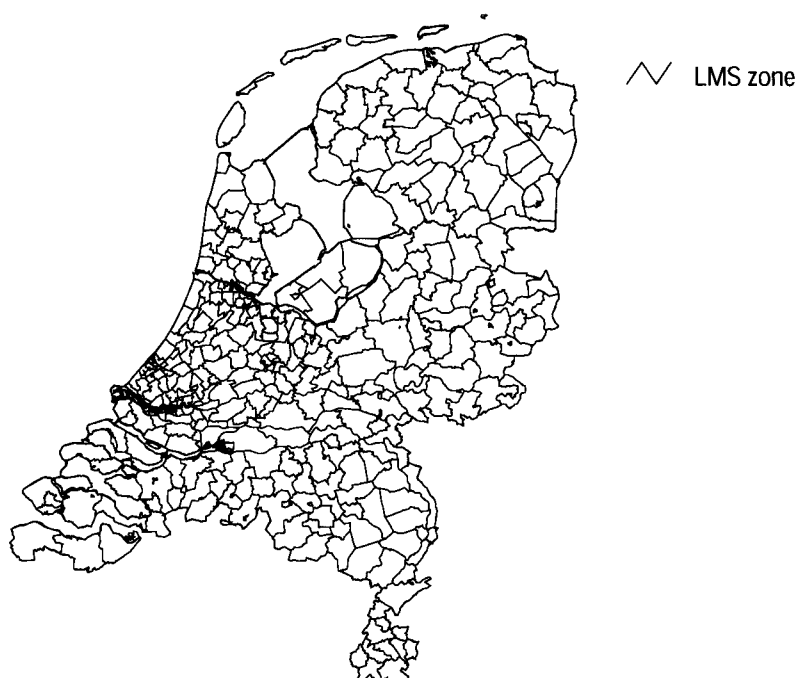
Tabel 6.1. Gebruikte vaste en variabele gegevens

Vast	Variabel
Reistijdenmatrix tussen LMS-zones	Maximale reistijd ($T_{\max}$) 'Uitbreidingen van de concurrentiefactoren' Afstandsfunctie Arbeidsplaatsen en beroepsbevolking per LMS-zone voor 1995 en 2020

In bijlage 6 is een tabel met alle uitgevoerde berekeningen opgenomen. De in deze tabel vet gedrukte berekeningen worden besproken in dit hoofdstuk.

6.2 Vaste gegevens

De case-studie is uitgevoerd voor heel Nederland met behulp van zones uit het Landelijk Model Systeem (LMS). Deze keuze is vooral gebaseerd op de data-beschikbaarheid. Het LMS is een rekeninstrument voor het maken van verkeersprognoses voor de middellange en lange termijn (DVK, 1990). Het hoofddoel van het LMS wordt door DVK omschreven als 'het inzichtelijk maken van het effect van veranderingen in de mobiliteitskenmerken van de Nederlands bevolking op de ruimtelijke verdeling van activiteiten en verkeersstromen op het Nederlandse net van wegen en spoorlijnen'. In het hiernavolgende is de zonale indeling van het LMS gehanteerd. Figuur 6.1. is een kaart met de indeling van Nederland in 345 zones.



Figuur 6.1. Overzicht LMS-zones

Reistijdenmatrix

Zowel de reistijden tussen LMS-zones als de zwaartepunten van LMS-zones waren ten tijde van het uitvoeren van dit onderzoek bij het RIVM niet aanwezig. Een reistijdenmatrix tussen 4-cijferige postcode gebieden, waarover het RIVM wel beschikt, zou kunnen worden gemiddeld en gewogen voor het aantal inwoners om de reistijden tussen LMS-zones te verkrijgen. Omdat deze bewerking zeer tijdrovend is, is een andere wijze van schatten gehanteerd. In een Geografisch Informatie Systeem zijn de middelpunten van de LMS-zones bepaald en de hemelsbrede afstanden hiertussen uitgerekend. De interne afstand is hierbij berekend aan de hand van de volgende formule (Zwakhals *et al.*, 1998): $Afst_i = (2 * \sqrt{Opp_i}) / 3$, waarin $Afst_i$ de interne afstand van gebied i is en Opp_i het oppervlak van gebied i . De verkregen afstanden zijn vervolgens aan de hand van een gemiddelde snelheid van alle auto's op het gehele Nederlandse wegennet omgezet naar reistijden. Deze gemiddelde snelheid is berekend aan de hand van de gemiddelde snelheid per wegtype gewogen voor het aantal afgelegde kilometers op deze wegtypes (CBS, 1996) en bedraagt 33 km per uur.

6.3 Variabele gegevens

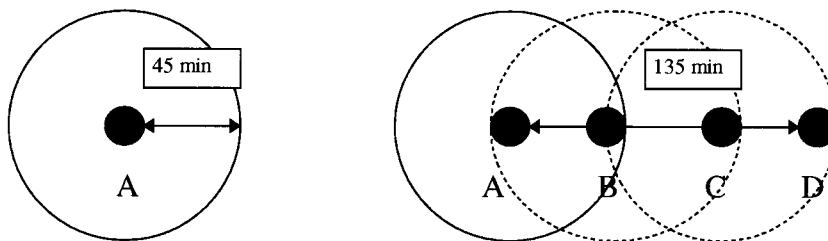
Maximale reistijd

In de case-studie zijn analyses uitgevoerd waarbij de maximale reistijd $T_{\max}$ is gevarieerd voor 30, 45, 60 en 120 minuten om het effect op de resultaten te vergelij-

ken. In dit rapport zullen alleen de resultaten bij een maximale reistijd van 30 en 45 minuten worden gepresenteerd. Uit Draak (1978), Coopmans (1993) en McLaughlin (1995) blijkt dat mensen gemiddeld ongeveer 45 minuten als maximale reistijd ($T_{\max}$) accepteren tussen woon- en werklokatie.

‘Uitbreiding van de concurrentiefactoren’

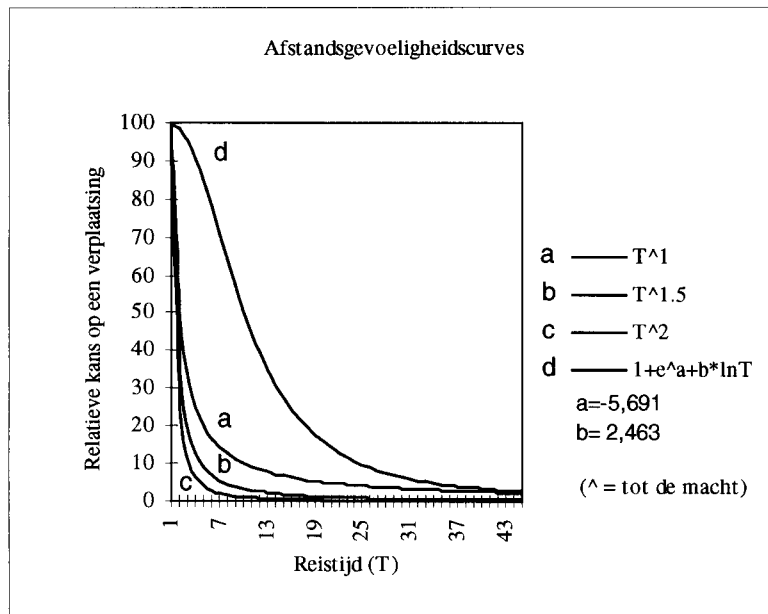
Het aantal uitbreidingen wordt gevarieerd van nul tot maximaal twee zones rondom een doorgerekende zone. Bij nul zones wordt alleen rekening gehouden met concurrentie van de zones die binnen de gekozen maximale reistijd liggen van de zone waarvoor wordt gerekend (zoals zone A in figuur 6.2. met een maximale reistijd van 45 minuten als voorbeeld). Bij *uitbreiding van de concurrentie* tot maximaal twee zones wordt de invloed van concurrentie meegenomen van zones die op maximaal drie keer de maximale reistijd van A liggen (zie als voorbeeld figuur 6.2). Op deze manier wordt de invloed van ‘*uitbreiding van de concurrentiefactoren*’ op het resultaat onderzocht.



Figuur 6.2 Voorbeeld van ‘uitbreiding van de concurrentiefactoren’. In het linkerdeel van de figuur wordt nul keer uitgebreid: alleen zones die binnen de maximale reistijd (in dit geval als voorbeeld 45 minuten) liggen, worden in de concurrentieterm meegenomen. In het rechterdeel van de figuur wordt er twee keer ‘uitgebreid’. Dit betekent dat rekening wordt gehouden met concurrentie van zones rondom B (die zelf op de maximale reistijdafstand, 45 minuten, van A ligt) (is één keer uitgebreiden) en met de concurrentie van zones rond C (die zelf op de maximale reistijdafstand, 45 minuten, van B ligt) (is twee keer uitgebreiden). Op deze manier wordt vanuit zone A gezien rekening gehouden met de concurrentie van zones die maximaal op een afstand van 3×45 minuten (=135 min.) van A liggen (zoals D die zelf op de maximale reistijdafstand, 45 minuten., van C ligt).

Afstandsgevoeligheidsfuncties

Het verband tussen de verplaatsingsweerstand en de relatieve kans op een verplaatsing wordt beschreven door de afstandsgevoeligheidsfuncties. Er zijn verschillende studies verricht naar het effect van de afstandsfunctie op het resultaat, voorbeelden zijn Hansen (1959), Ingram (1971), Dalvi en Martin (1976), Jones (1981), Guy (1983), Song (1996), Bruinsma en Rietveld (1998). In veel van deze studies wordt gewerkt met exponentieel dalende functies. De T^1 , $T^{1.5}$ en T^2 in figuur 6.2. zijn hiervan voorbeelden. Andere vormen van afstandsfuncties zijn $1 + e^{a+b \cdot T}$, $1 + e^{a+b \cdot \ln T}$ (Figuur 6.2.), e^T , $e^{T^2 \cdot a}$ of $e^{a \cdot T^b}$.



Figuur 6.2. Voorbeelden van verschillende afstandsfuncties

In hoofdstuk 5 is er in de voorbeelden gewerkt met een afstandsfunctie in de vorm van T^α , met een α van 1. De T^α is onbetrouwbaar op de korte afstanden omdat de functie daar zeer stijl loopt. Zoals reeds eerder in hoofdstuk 3 ter sprake is gekomen wordt hierdoor een enorme afstandsgevoeligheid gesuggereerd. Gedragmatig is het echter veel aannemelijker dat de verschillen in de relatieve kans op een verplaatsing bij kleine afstanden juist kleiner worden. Volgens Hilbers en Verroen (1993) is de $1 + e^{a+b \cdot \ln T}$ van Bewley en Fiebig (1988) beter dan T^α en nog vele andere afstandsfuncties.

Deze $1 + e^{a+b \cdot \ln T}$ wordt in de case-studie gebruikt. De door Hilbers en Verroen (1993), aan de hand van een groot aantal Nederlandse waarnemingen, geschatte S-curves zijn allen gebaseerd op deze zogenoemde log-logistische functie. De resultaten van de schatting van de S-curves (a en b) kunnen per motief en segment verschillen. Voor de case-studie is gerekend met twee verschillende afstandsfuncties, die voor het woon-werk motief van alle vervoerwijzen en die voor het woon-werk motief van alleen autobezitters. In bijlage 6 zijn de verschillende waarden van de constanten (a en b) die in de afstandsfuncties zijn gebruikt opgenomen.

Arbeitsplaatsen en beroepsbevolking

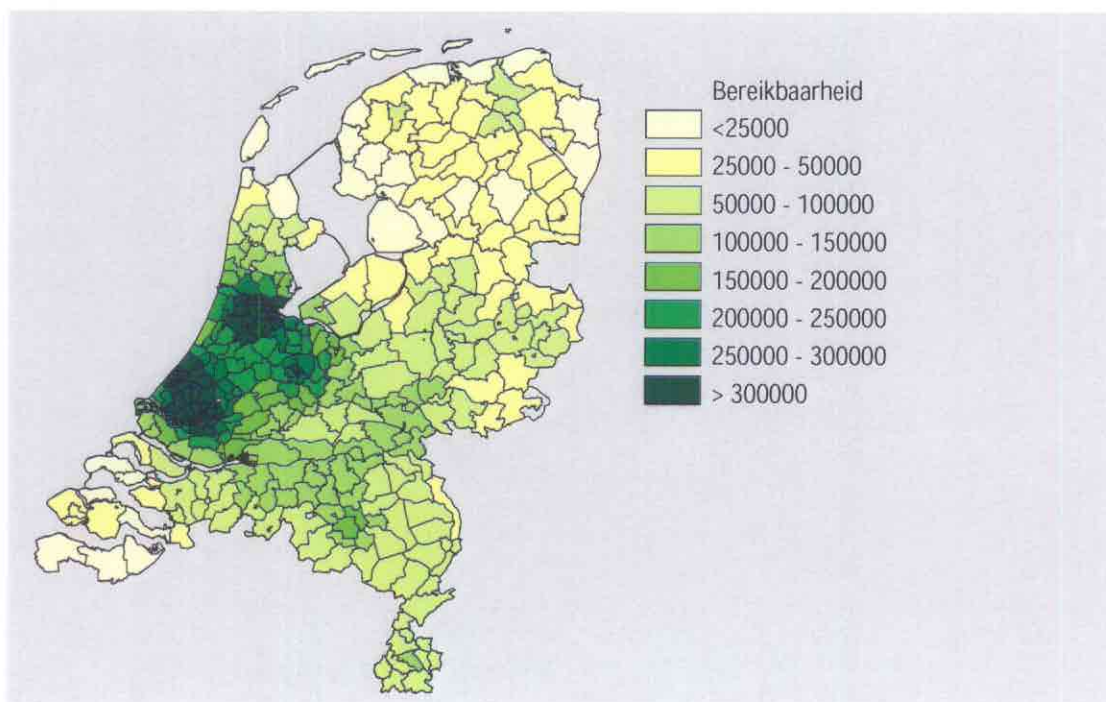
Gegevens over het aantal werkenden en arbeidsplaatsen per LMS-zone zijn bij het RIVM beschikbaar. De gegevens zijn bekend voor het jaar 1995 en geschat voor het jaar 2020 volgens het European Coördination (EC) scenario van het CPB (1997). Het aantal werkenden in zowel 1995 als 2020 is niet gelijk aan de omvang van de beroepsbevolking. Er is dus een scheve verdeling van arbeidsplaatsen en beroepsbevolking voor heel Nederland in beide jaren. Het ruimtelijk effect veroorzaakt door het rekening houden met de concurrentie wordt beïnvloed door deze scheve verdeling.

Deze scheefheid wordt voor een deel verklaard door definitie verschillen van arbeidsplaatsen en werkenden in het LMS¹. Op deze definitie verschillen wordt hier verder niet ingegaan. Voor heel Nederland zou een verhouding tussen arbeidsplaatsen en beroepsbevolking van 1 op 1 moeten gelden. Wanneer dit zo is wordt het verschil in resultaat tussen de basispotentiaal en de bereikbaarheidsmaat met concurrentie uitsluitend veroorzaakt door het ruimtelijk effect van de concurrentie. De uiteindelijk gebruikte potentiële beroepsbevolking is verkregen door het totaal aantal arbeidsplaatsen in Nederland te delen door het totaal aantal werkenden. Vervolgens is de verkregen waarde vermenigvuldigd met het aantal werkenden per LMS-zone.

6.4 Resultaten en analyse

Maximale reistijd

In figuur 6.4 is voor het jaar 1995 de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen berekend met de basispotentiaal met een maximale reistijd van 45 minuten. Hierbij is een voor iedereen geldende afstandsfunctie voor woon-werk verplaatsingen gebruikt ($1 + e^{a+b \cdot \ln T}$ met $a = -5,691$ en $b = 2,463$). In figuur 6.4 wordt dus nog geen rekening gehouden met de concurrentie.



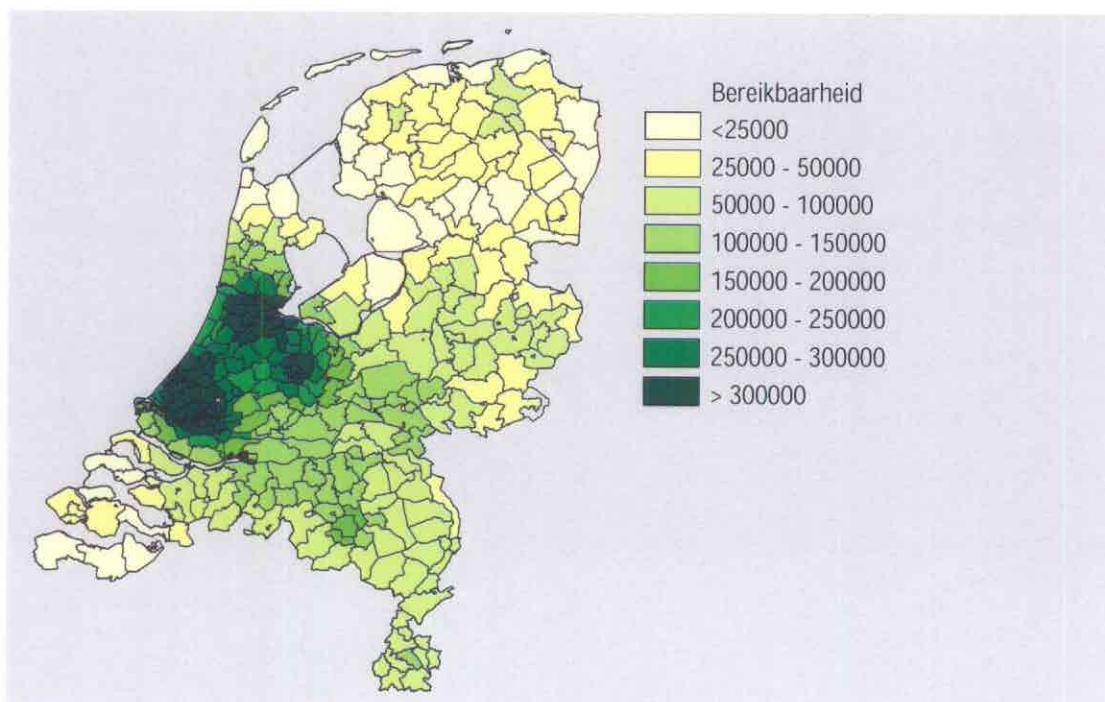
Figuur 6.4. Bereikbaarheid van arbeidsplaatsen binnen 45 minuten in 1995 volgens de basispotentiaal

¹ Vrolijk, P.C. (1998), *E-mail betreffende Data 1995*, Den Haag: Hague Consulting Group

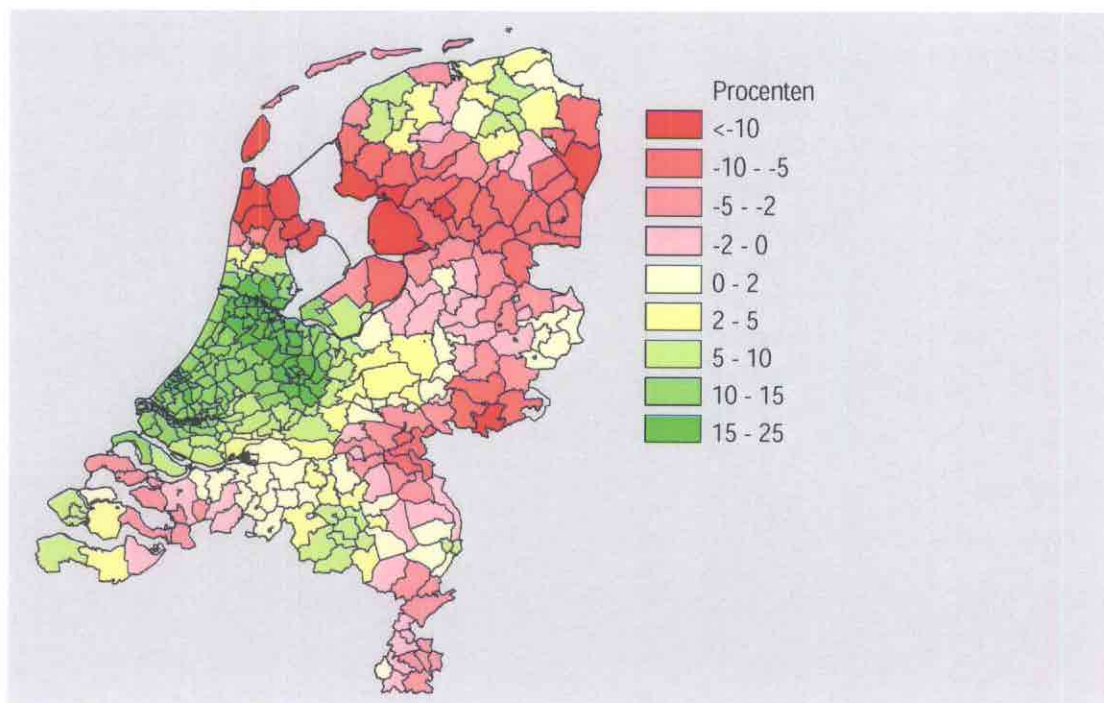
De aanwezigheid van grote hoeveelheden arbeidsplaatsen in de stedelijke gebieden komt duidelijk naar voren. Zones in en rond deze stedelijke gebieden hebben een relatief goede bereikbaarheid van arbeidsplaatsen. Ze zijn op basis van dit argument, de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen, als relatief attractieve woongebieden te benoemen. De bereikbaarheid bij een maximale reistijd van 45 minuten (Figuur 6.4.) geeft een ander beeld dan die binnen 30 minuten (Bijlage 7). Naarmate de maximale reistijd toeneemt tellen de arbeidsplaatsen in meer zones mee in de berekening van de bereikbaarheid. Om deze reden is de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen voor iedere zone groter bij een grens van 45 minuten dan die bij een grens van 30 minuten. In het hier onderstaande wordt vanwege de eerder in paragraaf 6.3. genoemde reden uitgegaan van een 45 minuten grens.

Rekening houden met concurrentie

Figuur 6.5 geeft de voorgestelde bereikbaarheidsmaat weer na *de concurrentieterm nul keer uitbreiden*. Figuur 6.5 komt in grote lijnen overeen met figuur 6.4. Beide maten laten grote verschillen zien in de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen in Nederland. De zones in en rond de grote steden hebben een relatief betere bereikbaarheid dan de andere zones. Figuur 6.6 laat het relatieve verschil zien tussen figuur 6.4 en 6.5, waardoor een betere vergelijking tussen de basispotentiaal met en zonder correctie voor de concurrentie gemaakt kan worden.



Figuur 6.5. *Bereikbaarheid van arbeidsplaatsen binnen 45 minuten in 1995 na nul keer de concurrentieterm uitbreiden*



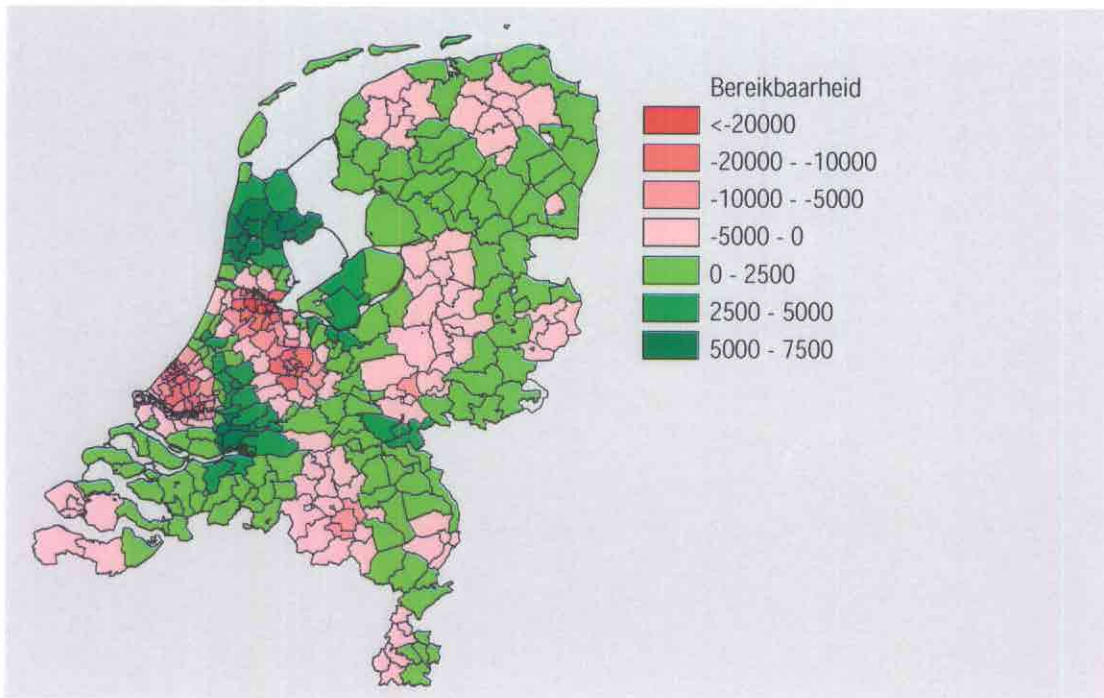
Figuur 6.6. *Relatief verschil per zone tussen de basispotentiaal en nul keer de concurrentieterm uitbreiden binnen 45 minuten in 1995*

Figuur 6.6 laat zien dat ten opzichte van de basispotentiaal, door rekening te houden met de concurrentie, in relatief veel zones de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen verandert. Een correctie voor de concurrentie heeft dus invloed op het resultaat. De veranderingen worden veroorzaakt door de scheve verhouding tussen arbeidsplaatsen en beroepsbevolking. In de zones in de Randstad is deze verhouding gemiddeld positief. Hierdoor is de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen daar hoger ten opzichte van de basispotentiaal. In een gebied dat zich uitstrekt van het noorden van Noord-Holland tot in het zuid-oosten van de provincie Groningen is de situatie precies andersom. In deze band is er gemiddeld een overschot aan beroepsbevolking waardoor, wanneer rekening wordt gehouden met de concurrentie, in deze zones een lagere bereikbaarheid wordt verkregen ten opzichte van de basispotentiaal.

In paragraaf 5.4. wordt voorgesteld *de concurrentiefactor uit te breiden* zodat er rekening wordt gehouden met het concurrerend effect van nóg verder weg gelegen zones. Het is moeilijk vast te stellen na hoeveel *uitbreidingen* de werkelijkheid het best wordt benaderd.

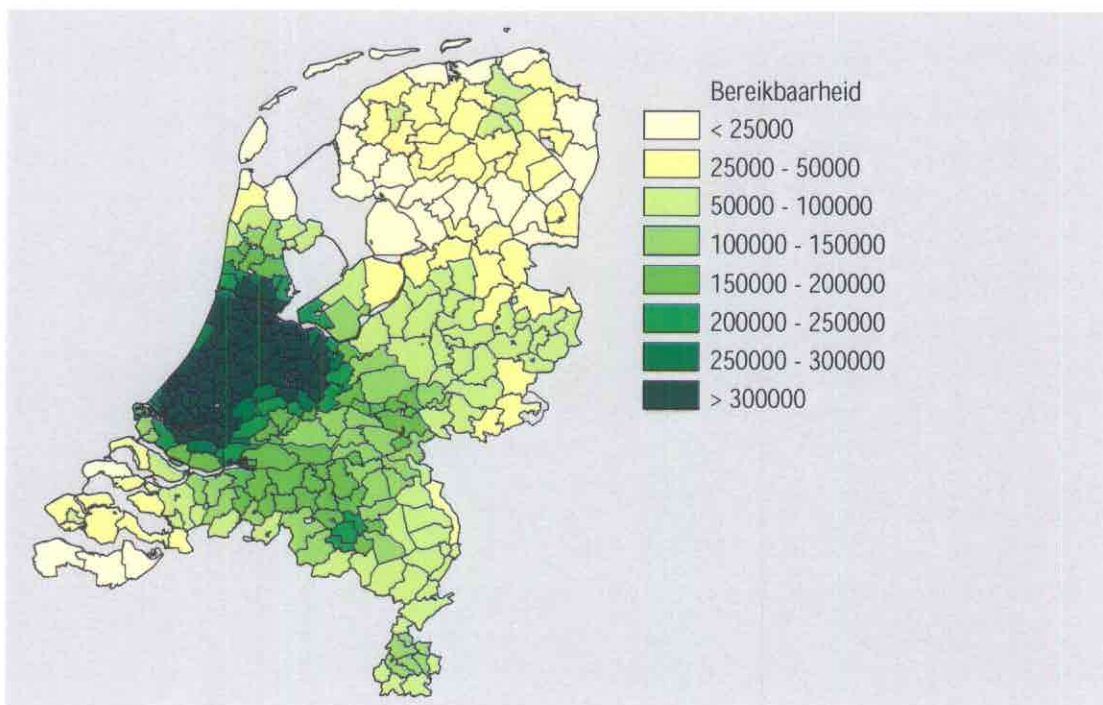
Figuur 6.7 laat het absolute verschil zien tussen nul en twee maal uitbreiden. De bereikbaarheid voor Nederland als geheel, zie paragraaf 5.4.2., neemt hierbij af van 184.640 na nul keer uitbreiden tot 181.960 na twee keer uitbreiden. Deze afname wordt hoofdzakelijk veroorzaakt doordat de bereikbaarheid in zones in stedelijke gebieden

met twee keer uitbreiden lager is dan na nul keer uitbreiden. Dit wordt veroorzaakt doordat bij twee keer *uitbreiden van de concurrentiefactor* er met meer zones rondom de steden rekening wordt gehouden waar zich gemiddeld een overschot aan beroepsbevolking bevindt. Aangezien deze stedelijke zones zwaar meetellen in de bereikbaarheid voor Nederland als geheel neemt vanwege hun grote hoeveelheid beroepsbevolking de totale bereikbaarheid af.



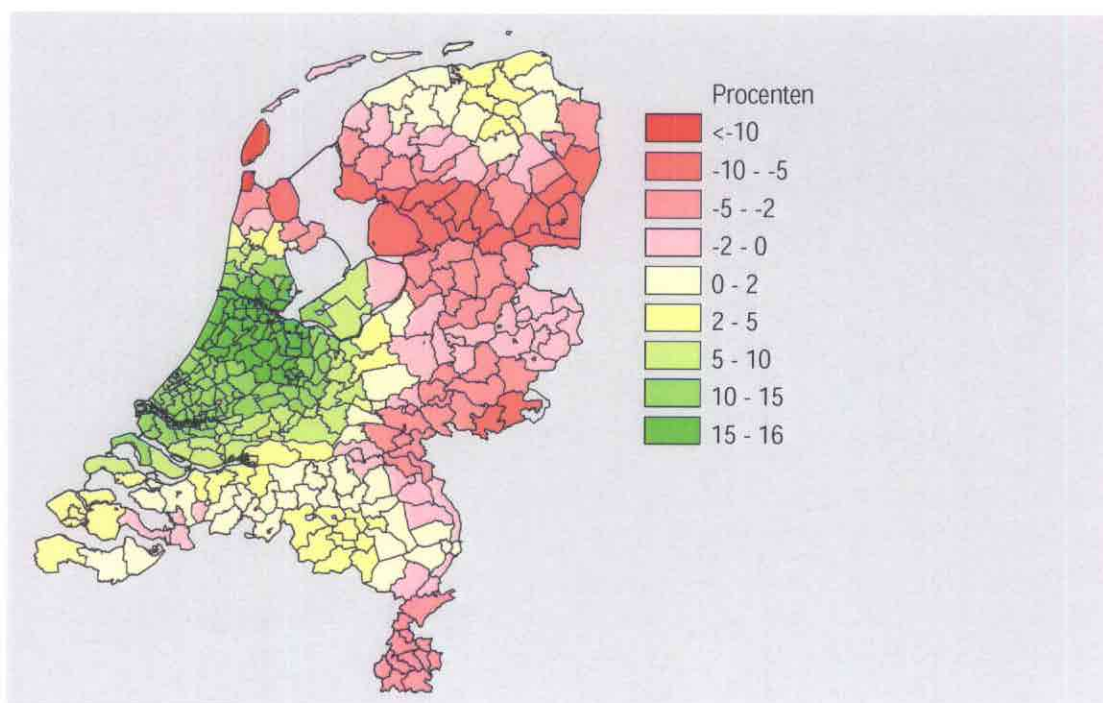
Figuur 6.7. Absoluut verschil per zone tussen nul en twee keer uitbreiden binnen 45 minuten in 1995

Door de *concurrentieterm uit te breiden* wordt dus bij de berekening van de bereikbaarheid met het concurrerende effect van meer zones rekening gehouden. Hierdoor kan bijvoorbeeld in de kop van Noord-Holland worden geprofiteerd van de gunstige verhouding in Amsterdam. Aan de andere kant neemt de bereikbaarheid van grote steden af (zie hiervoor). Ondanks de relatieve afname van de bereikbaarheid in de grote steden van nul naar twee keer *uitbreiden van de concurrentieterm*, hebben zij ook bij twee keer uitbreiden de 'beste' bereikbaarheid (figuur 6.8).



Figuur 6.8. *Bereikbaarheid van arbeidsplaatsen binnen 45 minuten in 1995 na twee keer uitbreiden van de concurrentiefactor*

Wanneer figuur 6.6 en figuur 6.9 worden vergeleken, is het hierboven beschreven effect, het meer of minder laten meetellen van zones met een zeer (on)gunstige verhouding, duidelijk waar te nemen.

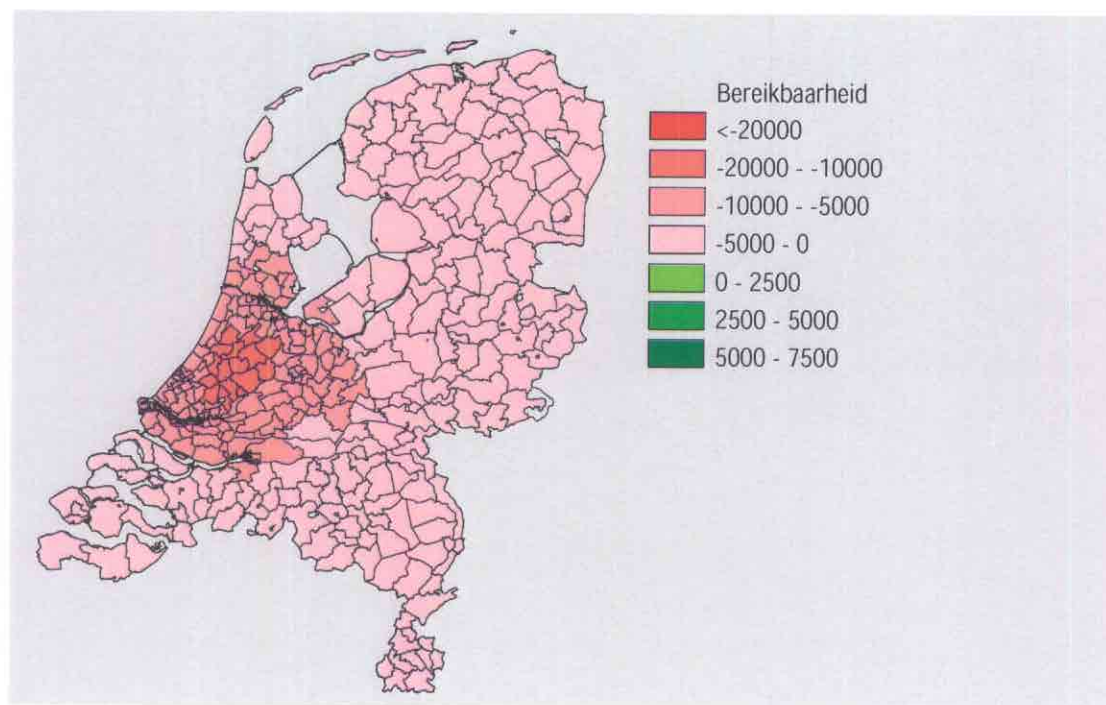


Figuur 6.9. *Relatief verschil per zone tussen de basispotentiaal en twee keer uitbreiden binnen 45 minuten in 1995*

Opmerkelijk is de afname van de bereikbaarheid in het zuiden van Limburg. Dit wordt verklaard doordat voor het merendeel van deze zones een ongunstige verhouding voor arbeidsplaatsen ten opzichte van de beroepsbevolking geldt. De beroepsbevolking in deze zones is meer dan twee maal zo groot als het aantal arbeidsplaatsen. Een ander opmerkelijk punt vormt de eerder genoemde band van zones in het noorden van Nederland, waar de bereikbaarheid relatief gezien sterk afneemt ten opzichte van de basispotentiaal. Het merendeel van de in deze band gelegen zones wordt ook gekenmerkt door een ongunstige verhouding. De gunstige verhouding in enkele steden in het oosten van het land blijkt niet goed genoeg te zijn om de concurrentie van de beroepsbevolking vanuit de omliggende minder gunstige zones aan te kunnen. De bereikbaarheid neemt hier dan ook af. Kortom, rekening houden met concurrentie heeft een groot effect hebben op de bereikbaarheid.

Afstandsgevoeligheidsfuncties

In het hiernavolgende wordt met een andere afstandsfunctie gerekend ($a=-5.731$ en $b=2.495$). Deze constanten horen bij de afstandsfunctie die alleen geldt voor autobezitters. In figuur 6.10 is het absolute verschil per zone weergegeven tussen de bereikbaarheid na twee keer *uitbreiden van de concurrentiefactor* binnen 45 minuten met de hiervoor gebruikte, voor iedereen geldende afstandsfunctie en die voor alleen autobezitters.



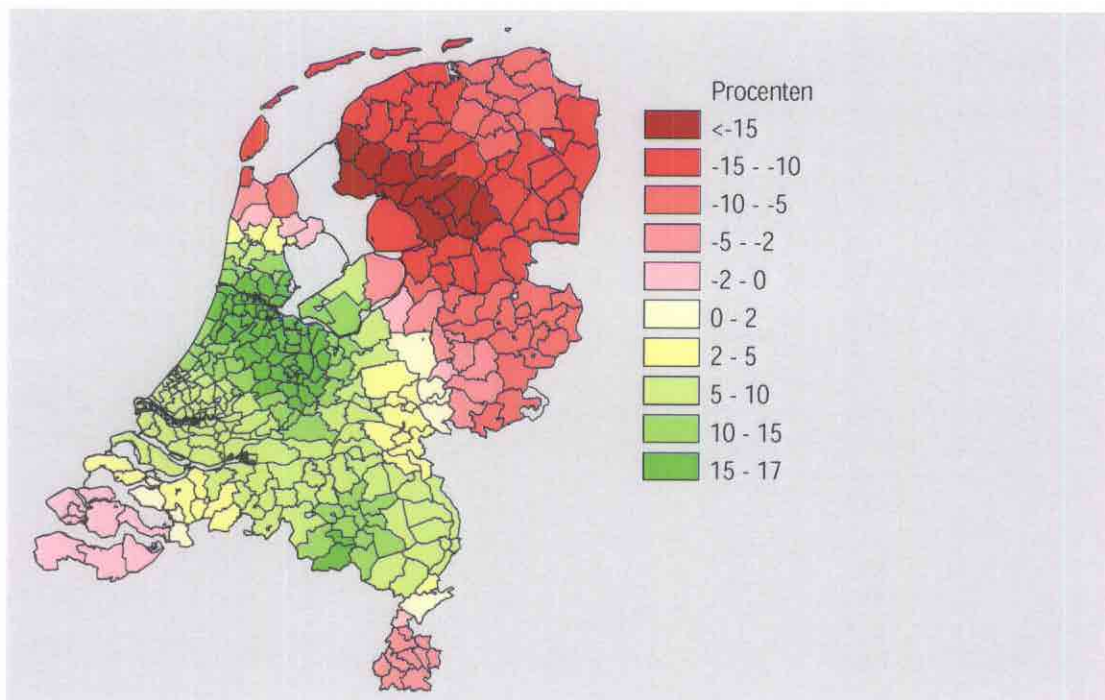
Figuur 6.10 Absoluut verschil per zone na twee keer uitbreiden van de concurrentiefactor tussen de afstandsfuncties voor iedereen en voor autobezitters binnen 45 minuten in 1995

De bereikbaarheid, volgens de afstandsfunctie voor autobezitters, is in alle gevallen lager dan wanneer de bereikbaarheid volgens de voor iedereen geldende afstandsfunc-

tie wordt berekend. Ondanks dat de gebruikte constanten niet veel verschillen verandert de bereikbaarheid. Door het gebruik van de auto-afstandsfunctie worden verder weg gelegen zones minder zwaar meegenomen waardoor vooral zones in het 'Groene Hart' minder kunnen profiteren van de gunstige verhouding in de grote steden. De afstandsfunctie kan dus veel invloed hebben op het resultaat. Voor een juiste berekening van de bereikbaarheid zou een aparte reistijdenmatrix per vervoermiddel het beste zijn.

Arbeidsplaatsen en beroepsbevolking

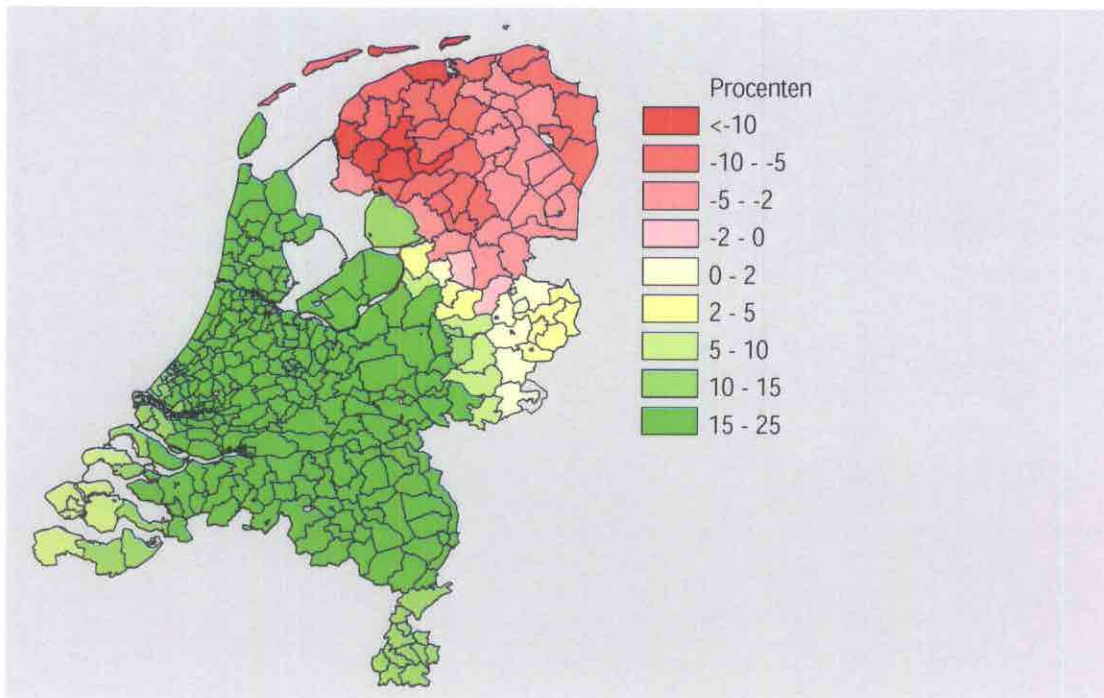
Voor het berekenen van de bereikbaarheid voor het jaar 2020 is dezelfde reistijdenmatrix gebruikt als voor 1995. Er wordt dus geen rekening gehouden met een eventuele toename door congestie of afname door nieuwe infrastructuur. De voor iedereen geldende afstandsfunctie is gebruikt ($a=-5,691$ en $b=2,463$). De (bewerkte) arbeidsplaatsen en beroepsbevolking van 1995 zijn vervangen door die van 2020. In bijlage 8 is de absolute bereikbaarheid van arbeidsplaatsen binnen 45 minuten in 2020 na twee keer *uitbreiden van de concurrentieterm* opgenomen.



Figuur 6.11. Relatief verschil per zone tussen de basispotential en 2 iteraties binnen 45 minuten in 2020

Als figuur 6.9 en 6.11 worden vergeleken en alleen gekeken wordt naar de invloed van de ruimtelijke verdeling is te zien dat in 2020 de bereikbaarheid vooral verbetert in de grootstedelijke gebieden als rekening wordt gehouden met de concurrentie. Niet alleen een verandering in het ruimtelijke beeld maar ook de groter wordende verschillen tussen zones komen naar voren. De veranderingen na twee keer *uitbreiden van de concurrentiefactor* ten opzichte van de basispotential in 2020 zijn groter dan die in

1995. Dit geeft aan dat naar verwachting de ruimtelijke verdeling van arbeidsplaatsen en beroepsbevolking per zone schever wordt tussen 1995 en 2020. Als de verhouding namelijk minder scheef zou worden, benadert de concurrentiefactor de waarde één waardoor de bereikbaarheid rekening houdend met de concurrentie de basispotentiaal zou benaderen. Opvallend is de afname in het noorden in figuur 6.11. Deze wordt vooral veroorzaakt door een stijging van de omvang van de beroepsbevolking in 2020.



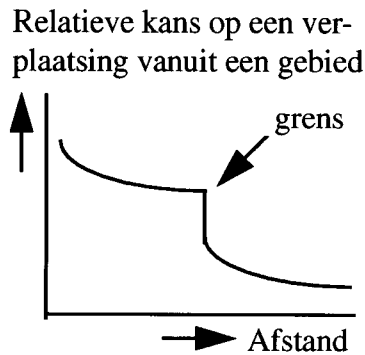
Figuur 6.12. *Relatief verschil per zone na twee keer uitbreiden van de concurrentieterm tussen 1995 en 2020 binnen 45 minuten*

Uit figuur 6.12 blijkt dat vooral de steden in de Randstad relatief verder groeien in hun bereikbaarheid ten opzichte van de andere grote steden in Nederland. Het noorden gaat er daarentegen op achteruit volgens het EC groei scenario. Voor heel Nederland neemt de bereikbaarheid rekening houdend met de concurrentie na twee keer uitbreiden toe van 181.960 in 1995 tot 232.746 in 2020. Deze toename, bij een gelijke reistijd en afstandsfunctie, wordt veroorzaakt door een toename in bijna elke zone van het aantal arbeidsplaatsen en de hoeveelheid beroepsbevolking.

Grenseffect

Een laatste punt, waar in dit rapport geen rekening mee is gehouden, zijn de arbeidsplaatsen en beroepsbevolking in het buitenland. De bereikbaarheid van bepaalde zones in het oosten van het land kan bijvoorbeeld worden beïnvloed door de verhouding in zones in Duitsland. Iemand in Nederland kan namelijk ook over banen in Duitsland beschikken en andersom. De kans op een verplaatsing naar het buitenland is daarentegen, overige omstandigheden gelijkblijvend, wel kleiner dan de kans op een verplaatsing tussen zones in Nederland. Dit wordt ook wel het grens- of barrière effect genoemd. In Nijkamp *et al.* (1990) worden verschillende soorten barrières en hun

werking behandeld. Grenseffecten zorgen voor een vermindering van de kans op interactie of laat deze tot nul afnemen. Een voorbeeld van een afstandsfunctie behorend bij een dicht bij de grens liggende zone zou er als volgt uit kunnen zien:



Figuur 6.12. Afstandsfunctie inclusief grenseffect

Doordat de relatieve kans op een verplaatsing naar het buitenland laag is en sterk afneemt met de afstand zal de verandering in de bereikbaarheid naar verwachting klein zijn.

6.5 Conclusies

1. Naarmate de maximale reistijd toeneemt, neemt de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen berekend met de basispotentiaal toe. Hierbij tellen door de gebruikte afstandsfunctie verder weg gelegen arbeidsplaatsen steeds minder zwaar mee.
2. Door rekening te houden met de concurrentie van de beroepsbevolking op arbeidsplaatsen, volgens de voorgestelde bereikbaarheidsmaat, verandert in bijna alle zones de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen. Een correctie voor de concurrentie heeft dus invloed op het resultaat.
3. Ook het *uitbreiden van de concurrentiefactor* heeft een groot effect op de bereikbaarheid. Hierbij blijft het onzeker na hoeveel *uitbreidingen* de werkelijkheid het 'best' wordt benaderd. Er is namelijk geen mogelijkheid om het resultaat te toetsen aan de 'werkelijkheid'.
4. De keuze welke maat het beste resultaat geeft, oftewel het beste weergeeft welke zone relatief het attractiefst is om te wonen met betrekking tot de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen, kan uitsluitend op basis van plausibiliteit. De literatuur maakt duidelijk dat een voor iedereen geldende maximale woon-werk reistijd van 45 minuten redelijk is. De figuren laten zien dat, vanuit het oogpunt van het bereiken van arbeidsplaatsen, zones met veel arbeidsplaatsen in de eigen en omliggende zones attractief zijn om te wonen. Door rekening te houden met concurrentie verandert dit beeld: zones met veel arbeidsplaatsen en een gunstige verhouding van

arbeidsplaatsen en beroepsbevolking worden nog attractiever. Het tegenovergestelde geldt voor zones met een ongunstige verhouding. Dit effect treedt mogelijk te sterk op bij nul keer *uitbreiden van de concurrentiefactor*. Steden en hun naaste omgeving krijgen ten opzichte van de basispotentiaal een te sterke verbetering van de bereikbaarheid. Bij twee keer *uitbreiden van de concurrentiefactor* is dit effect enigszins afgevlakt. Na twee keer *uitbreiden* wordt de concurrentie van verder weg gelegen zones meegenomen, waardoor de bereikbaarheid van de stedelijke zones ten opzichte van de basispotentiaal nog steeds toeneemt maar minder sterk dan bij nul keer *uitbreiden*. Hiernaast neemt tevens de aantrekkelijkheid van zones, die verder van steden zijn gelegen, relatief toe. Uiteindelijk wordt een voor iedereen geldende maximale woon-werk reistijd van 45 minuten bij *twee keer uitbreiden van de concurrentiefactor* als plausibel gezien.

5. In 2020 verbetert ten opzichte van 1995, bij een gelijkblijvende reistijd en afstandsfunctie, de bereikbaarheid vooral in de grootstedelijke gebieden. Het verschil tussen de basispotentiaal en *twee keer uitbreiden van de concurrentiefactor* is groter in 2020 dan in 1995. Dit geeft aan dat naar verwachting de ruimtelijke verdeling van arbeidsplaatsen en beroepsbevolking per zone schever wordt tussen 1995 en 2020. Wanneer de bereikbaarheid, rekening houdend met concurrentie, voor 1995 en 2020 wordt vergeleken, verandert niet alleen het ruimtelijk beeld voor heel Nederland maar worden ook de verschillen tussen de zones groter.

Literatuur

- AGV (1997), *TIGRIS RandstadRail - Technische Rapportage*, Nieuwegein: Adviesgroep voor Verkeer en Vervoer
- AGV, VU (1996), *Handboek Economische Effecten Infrastructuur*, Nieuwegein: Adviesgroep voor Verkeer en Vervoer, Vrije Universiteit Amsterdam
- Allen, W.B., Liu D. and Singer S. (1993), Accessibility measures of U.S. metropolitan areas, *Environment and Planning B*, vol. 27B, no. 6, p. 439-449
- AVV (1998), *Advies inzake reistijdwaarderingen van personen*, Rotterdam: Adviesdienst Verkeer en Vervoer
- AVV (1998), *Min of meer bekende ontwikkelingen in verkeer en vervoer: een bundel achtergrondnotities bij de perspectievennota verkeer en vervoer*, Rotterdam: Adviesdienst Verkeer en Vervoer
- Bewley, R., Fiebig, D.G. (1988), A flexible logistic growth model with applications in telecommunications, *International Journal of Forecasting*, vol. 4, p. 177-192
- Blaas, E.W., Vleugel, J.M., Louw, E., Rooijers, T. (1992), *Autobezit, autogebruik en rijgedrag: determinanten van het energiegebruik bij personenautomobiliteit*, Delft: Vrije Universiteit Amsterdam, Onderzoeksinstituut OTB
- Black, J., Conroy, M. (1977), Accessibility measures and the social evaluation of urban structure, *Environment and Planning A*, vol. 9, p. 1013-1031
- Breheny, M.J. (1978), The measurement of spatial opportunity in strategic planning, *Regional Studies*, vol. 12, p. 463-479
- Bruinsma, F., Rienstra, S., Rietveld, P. (1995), *De structurerende effecten van infrastructuur op interregionaal niveau langs verbindingssassen: een ondernemerssurvey*, Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam, Economisch en Sociaal Instituut
- Bruinsma, F., Rienstra, S., Rietveld, P. (1995), *De structurerende effecten van infrastructuur op interregionaal niveau langs verbindingssassen: een analyse op COROP-niveau*, Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam, Vakgroep Ruimtelijke Economie
- Bruinsma, F., Rienstra, S., Rietveld, P. (1995), *De structurerende effecten van infrastructuur op interregionaal niveau langs verbindingssassen: Hoofdrapport*, Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam, Muconsult
- Bruinsma, F., Rietveld, P. (1998), The accessibility of European cities: theoretical framework and comparison of approaches, *Environment and Planning A*, vol. 30, p. 499-521
- Buursink, J., (1980), *Stad en Ruimte*, Assen: Van Gorcum
- Coopers & Lybrand, Rijkswaterstaat directie Utrecht, gemeente Utrecht, Adviesdienst Verkeer en Vervoer (1998), *OBER: methodiek voor het meten van bereikbaarheid: Toegepast op de Utrechtse binnenstad*, Utrecht: Coopers & Lybrand

- Coopmans, J.P.G. (1993), *TU Delft: wel of niet bereikbaar?: onderzoek naar de acceptatie van verplaatsingstijden in het woon-werkverkeer*, Delft: Technische Universiteit Delft, publ. VK 1101.701
- CPB (1997), *Economie en fysieke omgeving. Beleidsopgaven en oplossingsrichtingen 1995 -2020*, Centraal Planbureau, Den Haag: Sdu Uitgevers
- CPB, RIVM, SCP, AVV (1998), *Kiezen of delen: ICES-maatregelen tegen het licht*, Den Haag: Centraal Planbureau, no. 103
- Dalvi, M.Q., Martin, K.M. (1976), The measurement of accessibility: some preliminary results, *Transportation*, vol. 5, p. 17-42
- Dijst, M.J. (1995), *Het elliptisch leven: actieruimte als integrale maat voor bereik en mobiliteit*, Delft: Technische Universiteit Delft, Nederlandse Geografische Studies 196
- Dinteren, J.H.J. van, Krijnsman, A.R., Bout, H. (1989), Bereikbaarheid van onderwijsvoorzieningen, *Stedebouw en volkshuisvesting*, april, p. 11-17
- Dinteren, J.H.J. van, Schulten, P.W.M., Bouts, J. (1991), Bedrijf, bereikbaarheid en beleid, *Verkeerskunde*, nr. 4, p. 40-45
- Draak, J. den (1978), *Reistijden en vervoermiddelkeuze van forensen*, In: Coopmans, J.P.G. (1993), *TU Delft: wel of niet bereikbaar?: onderzoek naar de acceptatie van verplaatsingstijden in het woon-werkverkeer*, Delft: Technische Universiteit Delft, publ. VK 1101.701
- DVK (1990), *Het Landelijk Model Systeem voor verkeer en vervoer, Rapport B: Hoofddijnen*, Rotterdam: Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, Landelijke Verkeersprognoses en Beleidsanalyse
- Egeter, B., Heringa, E.H. (1991), *De relatie tussen bereikbaarheid en gebruik van NS-stations*, Delft: Technische Universiteit Delft, VK5112.301
- Egmond, N.D. (1998), *Begeleidingsbrief Leefomgevingbalans*, In: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (1998), *Leefomgevingsbalans: voorzet voor vorm en inhoud*, Bilthoven
- Elzinga, C. (1997), *Bereikbaarheid gemeten: de waardering van infrastructuur als onderdeel van leefomgevingskapitaal*, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, interne notitie
- Flikkema, H. (1994) *Operationalisatie van het begrip bereikbaarheid (OBER)*, Utrecht: MuConsult BV, DV14012
- Floor, J., Goethals, A.L.J., Koning, J.C. de (1990), *Aktiviteitensystemen en bereikbaarheid*, Amsterdam: SISWO-publikatie 352
- Friskus, J.G., Zandsteeg, G. (1977), Bereikbaarheid en centraliteit, *Stedebouw en volkshuisvesting*, september, p. 403-413
- Geertman, S.C.M., Ritsema-van Eck, J.R. (1995), GIS and models of accessibility potential: an application in planning, *International Journal Geographical Information Systems*, vol. 9, no. 1, p. 67-80
- Geurs, K., Schotten, K., Vijverberg, A. (1998), Prognoses van ruimtegebonden data en de effecten op mobiliteit, *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, Sturen met structuren*, Delft: C.V.S.

- Geurs, K.T., Wee, G.P. van (1997), *Effecten van prijsbeleid op verkeer en vervoer*, RIVM, Rapport nr. 773002005, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
- Gordijn, H. (1998), *Titel onbekend*, artikel nog niet ontvangen, wordt nagestuurd
- Gutiérrez, J., Monzón, A., Pinero, J.M. (1998), Accessibility, network efficiency, and transport infrastructure planning, *Environment and Planning A*, vol. 30, p. 1337-1350
- Guy, C.M. (1983), The assessment of access to local shopping opportunities: a comparison of accessibility measures, *Environment and Planning B*, vol. 10, p. 219-238
- Hakkesteeft, P. (1993), *Mobiliteitsgeleiding voor een duurzame samenleving: voorstellen voor een toetsingskader*, Delft: Technische Universiteit Delft, Faculteit Civiele Techniek
- Handy, S.I., Niemeier, D.A. (1997), Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives, *Environment and Planning A*, vol. 29, p. 1175-1194
- Hansen, W.G. (1959), How accessibility shapes land use, *Journal of American Planning Association*, vol. 25(1), p. 73-76
- Hilbers, H.D., Verroen, E.J. (1992), *Mobility profiles and accessibility profiles elaborated for a land use policy to reduce car use*, Paper presented at the PTRC 20th Summer Annual Meeting, Delft: TNO
- Hilbers, H.D., Verroen, E.J. (1993), *Het beoordelen van de bereikbaarheid van lokaties*, Delft: INRO-VVG 1993-09, 93/NV/099
- Hilbers, H.D., Verroen, E.J. (1993), *Kaartenbijlage: Het beoordelen van de bereikbaarheid van lokaties*, Delft: INRO-VVG 1993-09, 93/NV/277
- Huigen, P.P.P. (1986), *Binnen of buiten bereik?: een sociaal-geografisch onderzoek in Zuid-West Friesland*, Utrecht: Universiteit Utrecht, Nederlandse Geografische Studies 7
- Huigen, P.P.P., Dam, R.F. van (1990), *Bereikbaarheid, van concept tot meting*, In: Floor, J., Goethals, A.L.J., Koning, J.C. de (1990), *Aktiviteitensystemen en bereikbaarheid*, Amsterdam: SISWO-publikatie 352
- Ingram, D.R. (1971), The Concept of Accessibility: A Search for an Operational Form, *Regional Studies*, vol. 5, p. 101-107
- Jones, S.R. (1981), *Accessibility measures: a literature review*, Berkshire: Transport and Road Research Laboratory, no. 967
- Joseph, A.E., Bantock, P.R. (1982), Measuring potential physical accessibility to general practitioners in rural areas: a method and case study, *Social Science and Medicine*, vol. 16, p. 85-90
- Joseph, A.E., Philips, D.R. (1984), *Accessibility and Utilization: Geographical perspectives on health care delivery*, New York: Harper & Row
- Kalisvaart, B. (1998), *Geografie en Zorg*, Utrecht: Universiteit Utrecht
- Keeble, D., Owens, P.L., Thompson, C. (1982), Regional Accessibility and Economic Potential in the European Community, *Regional Studies*, vol. 16, p. 419-432
- Kerrigan, M., Bull, D. (1992), *Measuring accessibility: a public transport accessibility index*, Paper presented at the PTRC 20th Summer Annual Meeting, London: Borough of Hammersmith & Fulham

- Klepper (1997), *Stapelring van milieuthema's in termen van 'kans op voorkomen'*, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Eco-notitie 97-01
- Knox, P.L. (1978), The intraurban ecology of primary medical care: patterns of accessibility and their policy implications, *Environment and Planning A*, vol. 10, p. 415-435
- Koenig, J.G. (1980), Indicators of urban accessibility: theory and application, *Transportation*, vol. 9, p. 145-172
- Linneker, B.J., Spence, N.A. (1992), Accessibility measures compared in an analysis of the impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain, *Environment and Planning A*, vol. 24, p. 1137-1154
- Louter, P.J., Hilbers, H.D. (1994), *Infrastructuur en regionale ontwikkeling*, Delft: INRO-TNO, PBIVVS
- Martellato, D., Nijkamp, P. (1996), *The Concept of Accessibility revisited, discussion paper*, Amsterdam: Tinbergen Institute, TI 96-100/5
- McLaughlin, J. (1995), PPG13: *Measures of Accessibility, Traffic Impact Assessments, Evaluation Methodologies*, 7th Annual TRICS Conference, London
- Moseley, M.J., Hartman, R.G., Coles, O.B., Spencer, M.B. (1977), *Rural transport and accessibility*, Norwich: Centre of East Anglia Studies
- MuConsult BV (1995), *Toepassingsstudie OBER*, Amersfoort: MuConsult, DV6004
- Niemeier, D.A. (1997), Accessibility: an evaluation using consumer welfare, *Transportation*, vol. 24, p. 377-396
- Nijkamp, P., Rietveld, P., Salomon, I. (1990), Barriers in spatial interactions and communications: a conceptual exploration, *The Annals of Regional Science*, vol. 24, p. 237-252
- Pirie, G.H. (1979), Measuring accessibility: a review and proposal, *Environment and Planning A*, vol. 11, p. 299-312
- Raad voor V&W (1996a), *Kiezen en sturen of regelt men het zelf wel, Advies over de verbetering van de bereikbaarheid in Nederland*, Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (1998a), *Leefomgevingsbalans: voorzet voor vorm en inhoud*, Bilthoven
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (1998b), *Leefomgevingsverkenner: proeve van een prototype*, Bilthoven
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (1998), *Leefomgevingsverkenner*, Bilthoven: interne notitie, <http://milieu.rivm.nl/lo/lov/index.htm>
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (1998), *Leefomgevingsbalans*, Bilthoven: interne notitie, <http://milieu.rivm.nl/lo/lob/index.htm>
- Schotten, C.G.J., Boersma, W.T., Groen, J., Velde, R.J. van de (1997), *Simulatie van de ruimtelijke perspectieven: Nederland 2030*, RIVM, Rapport nr. 711901004, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
- Schotten, C.G.J., Velde, R.J. van de, Scholten, H.J., Boersma, W.T., Hilferink, M., Ransijn, M., Rietveld, P., Zut, R. (1997), *De Ruimtescanner, geïntegreerd ruimtelijk*

- informatiesysteem voor de simulatie van toekomstig ruimtegebruik*, RIVM, rapport nr. 711901002, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
- Song, S. (1996), Some Tests of Alternative Accessibility Measures: A Population Density Approach, *Land Economics*, vol. 72(4), p. 474-482
- Talen, E., Anselin, L. (1998), Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds, *Environment and Planning A*, vol. 30, p. 595-613
- Tarry, S. (1992), *Accessibility factors at the neighbourhood level*, Paper presented at the PTRC 20th Summer Annual Meeting, Transportation Planning Associates
- Verroen, E.J., Jong, M.A. de, Korver, W., Jansen, B. (1990), *Mobiliteitsprofielen van bedrijven en instellingen: Een onderzoek naar de mogelijkheden tot afstemming van mobiliteitskenmerken van bedrijven en bereikbaarheidskenmerken van bedrijfslokaties*, Delft: INRO-VVG 1990-03, 90/NV/059b
- Verroen, E.J., Jong, M.A. de, Korver, W., Jansen, B. (1990), *Mobiliteitsprofielen van bedrijven en instellingen: Deelrapport 1, Conceptuele uitwerking van mobiliteitsprofielen*, Delft: INRO-VVG 1990-03a, 90/NV/051b
- Verroen, E.J., Jong, M.A. de, Korver, W., Jansen, B. (1990), *Mobiliteitsprofielen van bedrijven en instellingen: Deelrapport 2, De empirische toetsing van de concept-typologie*, Delft: INRO-VVG 1990-03b, 90/NV/056b
- Vickerman, R. (1974), Accessibility, attraction, and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility, *Environment and Planning A*, vol. 6, p. 675-691.
- Vleugel, J.M., Gent, H.A. van (1991), *Duurzame ontwikkeling, mobiliteit en bereikbaarheid, Infrastructuur*, Delft: Technische Universiteit Delft, Transport en logistiek deel 10
- Weibull, J.W. (1976), An axiomatic approach to the measurement of accessibility, *Regional Science and Urban Economics*, vol. 6, p. 357-379
- Zonnenberg, R., Hoorn, T. van der, Vlucht, M. van der (1998) Tigris: simulatiemodel legt relatie tussen ruimtelijke ordening en verkeer, *Verkeerskunde*, no. 6, p. 12-17
- Zwakhals, L., Ritsema van Eck, J., Jong, T. de, Floor, H. (1998), *Flowmap for Windows 6.0 hands-on, Bereikbaarheidsanalyse en Potentiaalmodellen, bijvak VBVGP*, Utrecht: Universiteit Utrecht, Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen

Bijlage 1 Verzendlijst

1. Directeur-Generaal RIVM
2. Prof. Dr. P. Nijkamp - VU
3. Prof. Dr. P. Rietveld - VU
4. Prof. Dr. F. den Butter - VU
5. Prof. Dr. L. Kapoen - VU
6. Prof. Dr. H. Scholten - VU
7. Prof. Dr. A. I. J. M. van der Hoorn - UvA/AVV
8. Prof. Ir. F. le Clerq - UvA
9. Prof. Dr. M.F.A.M. van Maarseveen - TU Twente
10. Prof. Ir. F. Sanders - TU Delft
11. Prof. Ir. A. Pols - TU Delft
12. Prof. Dr. H.F.L. Ottens - UU
13. Dr. M. Dijkstra - UU
14. Dr. S. C.M. Geertman - UU
15. Dr. J. Ritsema - van Eck - UU
16. Dr. T. de Jong - UU
17. Drs. M. van Ham - UU
18. Ir. C. Wessels - UU/NexpRI
19. Drs. J. van der Waals - UU

20. Drs. H. C.G.M. Brouwer - DGM
21. Ir. J.J.M. Henssen - DGM
22. Mr. P. van Wessem - DGM
23. Ir. B.J.F. Kortbeek - DGM
24. Mr. M.C. Kroon - DGM
25. Drs. J.A. Suurland - DGM
26. Drs. H.E. ten Velden - RPD

27. Drs. R. Braakenburg van Backum - V&W
28. Drs. A. Baanders - AVV
29. Ir. J.P. Jonges - AVV
30. Ir. H. Luikens - AVV
31. Ir. J. van der Waard - AVV

32. Ing. K.L. van de Zande - AGV
33. Ir. J.E.M. Lax - Samhoud Verkeers- en Vervoerkundige Diensten
34. Drs. M.A. Koning - CPB
35. Drs. J. Schuur - CPB
36. Ing. A. Jansen - NOVEM
37. Ir. J.J.E.A. van Meel - NOVEM

38. Ir. W.J. van Grondelle -SNM
39. Ing R. Hendriks - ANWB, redactie verkeerskunde
40. Drs. Ing. P.M. Blok - BEA
41. Dr. E.T. Verhoef - VU
42. Dr. L. Steg - SCP
43. SWOV
44. Drs. H. Hilbers - TNO-INRO
45. Ir. G.R.M. Jansen - TNO-INRO
46. Ir. L.H. Immers - TNO-INRO
47. Ir. E.J. Verroen - TNO-INRO
48. Drs. M.A. van den Bossche - NEI
49. Dr. H. Meurs - Muconsult
50. Dr. G.C. de Jong - HCG
51. Dr. Ir. P.Vrolijk - HCG
52. Ing. P.M. Peeters - Peeters Advies
53. H. Cornelisse - Goudappel Coffeng
54. Ir. A.W. Desjant - DHV
55. Drs. J.M. Francke -NEA
56. Ir. A.N. Bleijenberg - CE
57. Ir. P. Janse - CE
58. Drs. E. Boneschansker - B&A
59. Grontmij
60. Heidemij Advies
61. Werkgroep '2 duizend'
62. Ir. P.M. Schrijnen - TU Delft
63. Drs. Ing. A.L. Loos - TRAIL
64. Dr. G. Engelen, Lic. - RIKS
65. C. Kuijpers - Katholieke Universiteit Leuven, Centrum voor Economische studies
66. Depot van Nederlandse publikaties en Nederlandse bibliografie
67. SWIDOC
68. Projectbureau Integrale Verkeers- en Ververstudies
69. Bibliotheek VU
70. Bibliotheek UVA
71. Bibliotheek Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrie, UVA
72. Bibliotheek SEO
73. Bibliotheek RPD
74. Bibliotheek V&W

-
- 75. Bibliotheek AVV
 - 76. Bibliotheek TUD
 - 77. Bibliotheek UU
 - 78. Bibliotheek KUN
 - 79. Bibliotheek NHTV

 - 80. Drs. R. van de Velde
 - 81. Ir. C.G.J. Schotten
 - 82. Dr. R. Goetgeluk
 - 83. Dr. Th.G.Aalbers
 - 84. Ir. F. Langeweg
 - 85. Drs. R.J.M. Maas
 - 86. Drs. J.A. Annema
 - 87. Dr. G.P. van Wee
 - 88. Drs. ing. K.T Geurs
 - 89. Drs. A. van der Veen
 - 90. Dr. W. Slooff
 - 91. Drs. A.C.M. de Nijs
 - 92. Dr. M.A.J. Kuijpers-Linde
 - 93. Drs. J.P.M. Ros
 - 94. auteur
 - 95. Hoofd Bureau Voorlichting & Public Relations
 - 96. Bibliotheek RIVM
 - 97. Bureau Rapportenregistratie
 - 98. -113 Bureau Rapportenbeheer

Bijlage 2 Begrippen rond bereikbaarheid

Nabijheid

Volgens Hilbers en Verroen (1993) is nabijheid als volgt te karakteriseren: nabijheid geeft van een lokatie aan, welke afstand (hemelsbreed of langs de weg) deelnemers aan een activiteit moeten afleggen om vanuit een specifiek herkomstgebied de specifieke lokatie van de activiteit te bereiken (Tabel A1).

Centraliteit

Centraliteit wordt in zijn algemeenheid op twee verschillende wijzen gehanteerd:

1. Centraliteit als mate waarin een lokatie in het geografische middelpunt van een gebied ligt (centraal gelegen). De afstanden/reistijden met de overige plaatsen in de regio worden dan gemeten. Een voorbeeld hiervan is Friskus en Zandsteeg (1977).
2. Christaller (cit. Hilbers en Verroen, 1993) hanteert centraliteit als de mate waarin een stad als verzorgingscentrum een centrale functie heeft voor haar ommeland. De omvang van de relaties/vervoerstromen met de overige plaatsen worden dan gemeten.

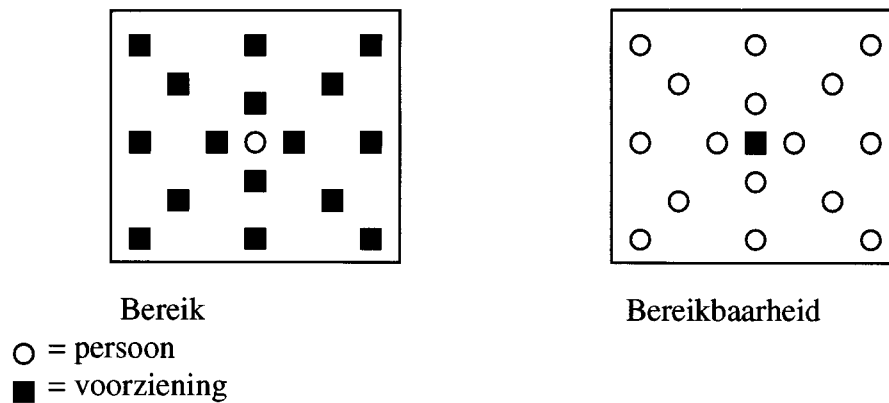
De tweede vorm van centraliteit gaat uit van het actuele gebruik van een activiteit en verschilt daarmee van de eerstgenoemde definitie, die zich richt op de potentiële bereikbaarheid oftewel mogelijk gebruik. Centraliteit is dan de afstand naar een (bestemmings)lokatie vanuit alle relevante herkomstgebieden samen (Tabel A1).

Tabel A1 Samenhang begrippen rond bereikbaarheid

Lokaties van activiteiten	Gemeten in:
	Afstand
Vanuit één herkomstgebied	Nabijheid
Vanuit alle herkomstgebieden	Centraliteit

Bereik

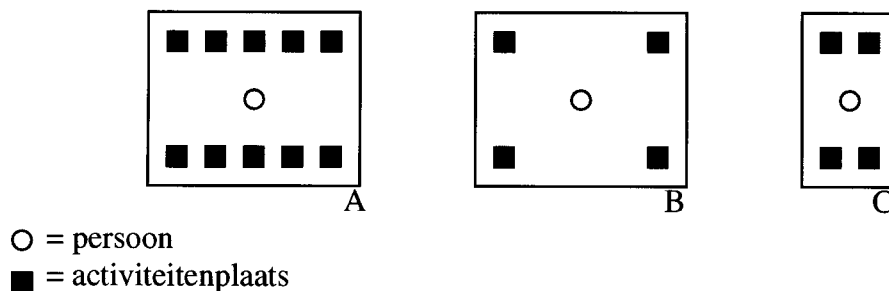
Dijst (1995) hanteert voor het begrip bereik de volgende definitie: bereik is een persoonskenmerk dat betrekking heeft op de ruimte waarbinnen een verzameling activiteitenplaatsen is gelegen, die een bepaald persoon vanuit zijn herkomstlokatie tegen acceptabele (tijds)kosten als bestemming voor verplaatsing(en) kan kiezen. Dit in tegenstelling tot bereikbaarheid wat gezien kan worden als een kenmerk van een activiteitenplaats (Figuur A1).



Figuur A1 Bereik en bereikbaarheid

Bron: Dijkstra, 1995

De definïering van bereik van Dijkstra (1995) wijkt af van de definitie die Hakkesteeft (1993) gebruikt. Hakkesteeft (1993) verstaat onder bereik: de potentiële interacties tussen personen of huishoudens in een herkomstzone en activiteitenruimten in bestemmingszones. Het verschil tussen beide definities wordt aan de hand van figuur A2 toegelicht.



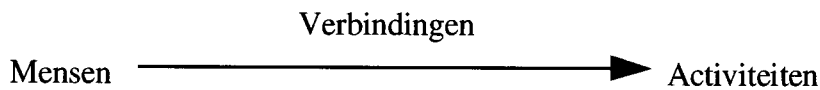
Figuur A2 Verschillen in bereik

Bron: Dijkstra, 1995

In de definitie van Dijkstra (1995) wordt de nadruk gelegd op de omvang van de ruimte. Dit heeft tot gevolg dat het bereik van persoon A en B even groot is, terwijl het bereik van persoon C kleiner is. Hakkesteeft (1993) daarentegen vindt niet dat de omvang van de ruimte belangrijk is, maar het aantal activiteitenplaatsen. In zijn opvatting is het bereik van persoon B en C even groot. Het bereik van persoon A vindt hij groter dan van beide anderen, aangezien persoon A meer activiteitenplaatsen kan bereiken. Volgens Dijkstra (1995) gaat het in eerste instantie om de mogelijkheid zich te kunnen verplaatsen, pas in tweede instantie is de inhoud van de aldus begrensde ruimte van belang. In de in hoofdstuk 2 gebruikte definitie van bereikbaarheid wordt zowel de mogelijkheid tot verplaatsen als de inhoud van de ruimte meegenomen.

Wanneer in figuur A2 de persoon wordt vervangen door een activiteitenplaats en andersom wordt het verschil van begrip tussen Dijkstra (1995) en Hakkesteeft (1993) vertaald van bereik naar bereikbaarheid.

Een ander goed aanknopingspunt voor een poging de inhoud van de concepten bereik en bereikbaarheid te achterhalen biedt Moseley *et al.* (1977). Hij schematiseert de problematiek van bereik en bereikbaarheid door de verbinding van drie begrippen (Figuur A3).



Figuur A3 Bereik en bereikbaarheid

Bron: Moseley *et al.*, 1977

Volgens Moseley *et al.* (1977) is elk probleem in dit concept onder te brengen waarbij het gaat hierbij om mensen die met behulp, dan wel door middel van verbindingen, bepaalde activiteiten willen bereiken (of hierdoor bereikt willen worden). De term bereikbaarheid heeft hier betrekking op de bestemmingslocatie en is een eigenschap van een lokatie of vestiging, waarin een activiteit wordt uitgeoefend. Bereik daarentegen ziet hij als een eigenschap van mensen. Bereik kan omschreven worden als de mogelijkheden van (groeperingen van) individuen om aan bepaalde activiteiten deel te nemen.

Reikwijdte

De reikwijdte van een goed of dienst is de maximale afstand in tijd en ruimte die een consument wenst af te leggen om het goed te kopen c.q. de dienst te betrekken (Buursink, cit. Christaller, 1980). Naast deze maximale reikwijdte kan ook een werkelijke reikwijdte van een activiteit op een lokatie worden vastgesteld. Als er in een gebied meerdere centrale plaatsen bij elkaar liggen, kan binnen de maximale afstand die een consument wil afleggen uit verschillende centrale plaatsen worden gekozen. Dan wordt de werkelijke reikwijdte bepaald door de begrenzing van de invloedssferen van de centrale plaatsen. Het begrip reikwijdte is hiermee vergelijkbaar met het begrip bereik, alleen heeft reikwijdte betrekking op een activiteit (object) en bereik betrekking op een individu (subject).

Toegankelijkheid

De term toegankelijkheid geeft van een activiteit aan, welke tijd, geld en moeite gebruikers van de activiteit moeten getroosten om, nadat de lokatie is bereikt, de feitelijke activiteitsruimte te betreden. Als een activiteitsruimte ontoegankelijk is, doet de bereikbaarheid er eigenlijk niet meer toe.

Ruimtelijke nabijheid, interactie, mogelijkheden van lokaties en individuen

Bij de vier begrippen van Huigen en van Dam (1990) betreft het eerste begrip 'ruimtelijke nabijheid' het gemak dan wel de moeite waarmee de afstand tussen twee ruimtelijk gescheiden locaties kan worden overbrugd. Terwijl bij ruimtelijke nabijheid de nadruk op de afstand ligt, wordt bij 'ruimtelijke interactie' de nadruk gelegd op verbindingen en bestemmingen. Eigenschappen van beide elementen worden meegenomen. Veelal is het doel binnen dit begrip om te komen tot het schatten van het volume en de richting van interactie. Naast de elementen 'verbinding' en 'bestemming' worden in hun derde begrip, 'ruimtelijke

mogelijkheden van lokaties', ook eigenschappen van de vertrek-/vraaglokatie meegenomen. Bij ruimtelijke mogelijkheden wordt dus de bereikbaarheid beschouwd als de mogelijkheid om vanuit een bepaalde plaats activiteiten te bereiken. In essentie geven maten binnen deze opvatting het aantal activiteiten aan dat binnen bereik komt bij toenemende afstand.

'Ruimtelijke mogelijkheden van individuen' is het vierde begrip van Huigen en Van Dam (1990) over het begrip bereikbaarheid waarbij wordt gekeken naar eigenschappen i.c. ruimtelijke mogelijkheden van individuen. Het perspectief wordt hiermee verplaatst van de te bereiken activiteit naar de actor.

Bijlage 3 Bereikbaarheid in leefomgevingsbalans

Bereikbaarheid vanuit het sociaal-psychologisch perspectief

In formule: $F_p = 0,2 * (1 - F_n)$

$$F_n = AH * TOA_{15} - \frac{FILE}{N_{nl} * 50} + (1 - AH) * TNS_{40}$$

Met:

F_p	Fractie positief
F_n	Fractie negatief
AH	Aantal auto's gedeeld door aantal huishoudens
TOA_{15}	Fractie mensen op meer dan 15 minuten van op- en afrit
$FILE$	Aantal voertuigverliesuren in files
TNS_{40}	Fractie mensen op meer dan 40 minuten fietsafstand van NS-station
N_{nl}	Aantal inwoners in Nederland

Bron: Leefomgevingsbalans, RIVM (1998a)

Bereikbaarheid vanuit het economisch perspectief

Bereikbaarheid van infrastructuur vanuit woningen

- gemiddelde reistijd per inwoner naar een station
- gemiddelde reistijd naar de op- of afrit van een snelweg

Bereikbaarheid van kantoorgebouwen vanuit woningen

- gemiddelde reistijd van kantoorgebouwen naar woningen
 - gemiddelde reistijd naar de op- of afrit van een snelweg
 - Bereikbaarheid van bedrijfsterreinen onderling
 - gemiddelde reistijd tussen bedrijfsterreinen
 - gemiddelde reistijd naar de op- of afrit van een snelweg
-

Bron: Leefomgevingsbalans, RIVM (1998a)

Bijlage 4 Voorlopige invulling van bereikbaarheid in de Leefomgevingsverkenner

Perspectief	Maat	Indicator(en)	
Economisch	Werkgelegenheid	Aantal arbeidsplaatsen per km ² (x 1000)	Per werkcel wordt het aantal arbeidsplaatsen per km ² berekend
	Bereikbaarheid regionaal	Voertuigintensiteit per grid	De bereikbaarheid van de COROP regio's via het hoofdwegennetwerk. Binnen het leefomgevingsmodel wordt een vrij ruwe indicator voor congestie per cel gelegen op het hoofdwegennetwerk berekend. Deze congestie waarden zullen als uitgangspunt dienen om een relatieve maat voor de bereikbaarheid van de COROP gebieden te genereren
Sociaal	Bereikbaarheid lokaal	Gemiddelde toegankelijkheid activiteiten	De bereikbaarheid van het hoofdwegennetwerk, per cel wordt de kortste afstand tot de weg berekend en gewogen met het belang dat die activiteit heeft bij bereikbaarheid
	Afstand tot open ruimte	Afstand in km van woongebieden tot open ruimte	Per wooncel wordt de afstand in vogelvlucht tot de meest nabije open ruimte berekend en gewogen met de woondichtheid per cel
	Afstand tot groen	Afstand in km van woongebieden tot groen	Per wooncel wordt de afstand in vogelvlucht tot de meest nabije natuur berekend en gewogen met de woondichtheid per cel
	Woondichtheid	Aantal inwoners per km ² (x 1000)	Per cel wordt het inwoners berekend, gewogen als een functie van de afstand. Door de omliggende cellen mee te nemen in de indicator krijgt men een beter beeld van de mate van verstedelijking en de woondichtheden.
Ecologisch	Versnippering	Kans op voorkomen in % van soorten t.g.v. versnippering natuurgebieden	De bereikbaarheid van open ruimte en natuur wordt gebaseerd op de versnipperings-indicator, zoals beschreven in de ECO-notitie 'Stapelings van milieuthema's in termen van kans op voorkomen' (Klepper, 1997)
	Open ruimte	Aaneengesloten oppervlak open ruimte in ha	Per cel wordt de oppervlakte aaneengesloten open gebied berekend. De open ruimte wordt begrensd door bepaalde bodemgebruiksklassen als ook door de ligging van de hoofdwegen uit het transport netwerk.
	Bebouwde ruimte	Aaneengesloten oppervlak bebouwde ruimte in ha	Per cel wordt het aaneengesloten oppervlak bebouwde ruimte berekend. Deze indicator complementeert daarmee de indicator voor de open ruimte met uitzondering van de gebieden ingenomen door bos.

Bron: Leefomgevingsverkenner, RIVM (1998b)

Bijlage 5 Uitgewerkte bereikbaarheidsmaten in TIGRIS

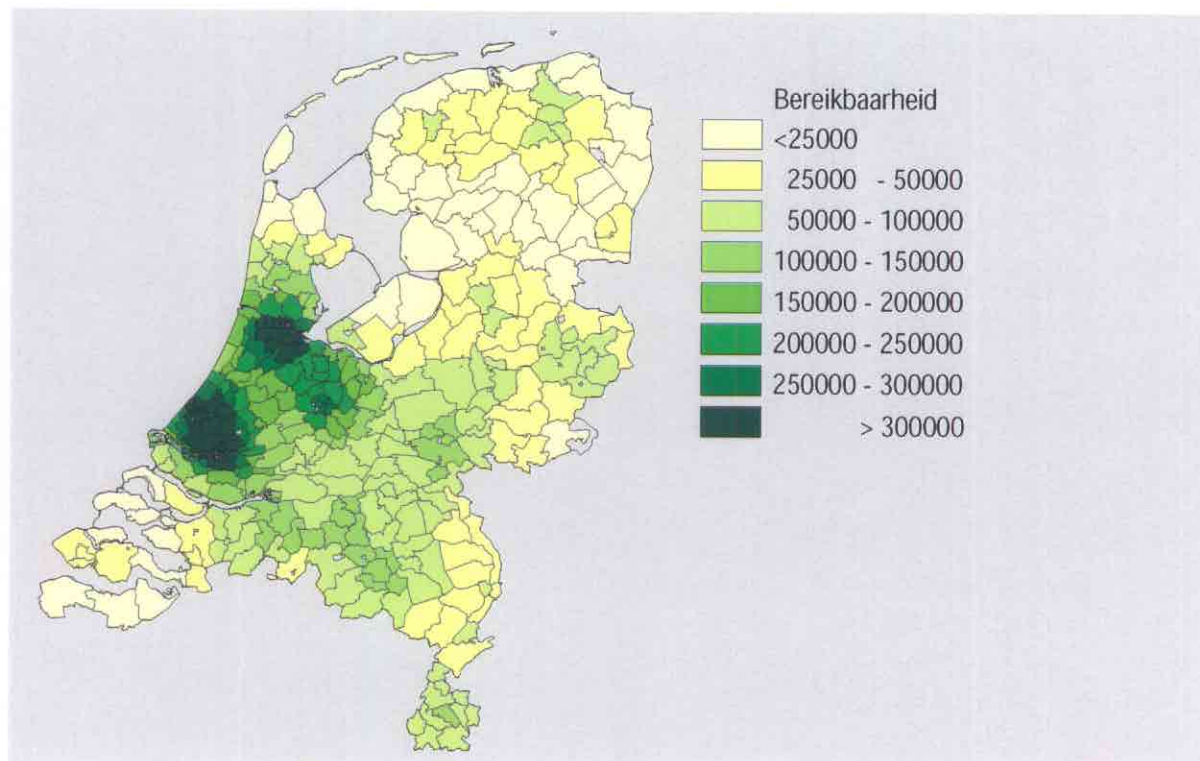
Bereikbaarheid inwoners	
In formule:	$BB_z = \sum_j B_j * f\langle d_{zj} \rangle$
Met afstands-functie:	$f\langle d_{zj} \rangle = \min\left\langle 1, e^{-c_{19}(VW_{zj} - DRVW_b)} \right\rangle$ Waarin C_{19} de te bepalen afstandparameter is.
Met:	
BB_z	Hoeveelheid inwoners in zones binnen maximale afstand rond z, gewogen voor verplaatsingsweerstand tot z (potentiaal)
B_j	Inwoners in andere zones
VW_{zj}	Verplaatsingsweerstand
$DRVW_b$	Drempelwaarde verplaatsingsweerstand inwoners
Factoren:	Verplaatsingsweerstand van alle zones die aan een drempel voldoen. Inwoners van de bereikbare zones binnen die drempel.
Methode:	Potentiaalberekening met drempelwaarde voor korte afstanden. Beneden de drempelwaarde wordt de afstandsfunctie op 1 gesteld, daarboven neemt de afstandsfunctie af.
Bereikbaarheid voorzieningen	
In formule:	$BVZ_z = \sum_j [LVZ_j * f\langle d_{zj} \rangle + BLVZ_j * g\langle d_{zj} \rangle]$
Met afstands-functies:	$f\langle d_{zj} \rangle = \min\left\langle 1, e^{-c_{20}(VW_{zj} - DRVW_{lv})} \right\rangle$ $g\langle d_{zj} \rangle = \min\left\langle 1, e^{-c_{21}(VW_{zj} - DRVW_{blv})} \right\rangle$ Waarbij het afstandsverval van de functie $f\langle d_{zj} \rangle$ sterker is dan dat van de functie $g\langle d_{zj} \rangle$.
Met:	
BVZ_z	Hoeveelheid voorzieningen in zones binnen maximale afstand rond z, gewogen voor de verplaatsingsweerstand tot z
LVZ_j	Lokale voorzieningen in andere zones
$BLVZ_j$	Bovenlokale voorzieningen in andere zones
VW_{zj}	Verplaatsingsweerstand
$DRVW_{lv}$	Drempelwaarde verplaatsingsweerstand lokale voorzieningen
$DRVW_{blv}$	Drempelwaarde verplaatsingsweerstand bovenlokale voorzieningen
Factoren:	Verplaatsingsweerstand van alle zones die aan een drempel voldoen. Lokale voorzieningen van de bereikbare zones binnen de drempel.
Bereikbaarheid arbeidsplaatsen	
In formule:	$BW_z = \sum_j WGH_j * f\langle d_{zj} \rangle$
Met afstandsfunctie:	$f\langle d_{zj} \rangle = \min\left\langle 1, e^{-c_{22}(VW_{zj} - DRVW_w)} \right\rangle$
Met:	
BW_z	Aantal arbeidsplaatsen in zones binnen maximale afstand tot z, gewogen voor verplaatsingsweerstand tot z
WGH_j	Werkgelegenheid in andere zones
VW_{zj}	Verplaatsingsweerstand
$DRVW_w$	Drempelwaarde verplaatsingsweerstand werkgelegenheid
Factoren:	Verplaatsingsweerstand van alle zones die aan een drempel voldoen Arbeidsplaatsen van de bereikbare zones binnen de drempel

Bijlage 6 Uitgevoerde berekeningen

Gegevens	Tmax	Afstandsfunctie	Aantal uitbreidingen van de concurrentiefactor	Afstandsfunctie	Constante a	Constante b
Basispotentiaal	30 minuten	woon-werk totaal	0	totaal	-5.691	2.463
1995	30 minuten	woon-werk totaal	0	ab	-5.731	2.495
1995	30 minuten	woon-werk totaal	1	ab= auto-bezitter		
1995	30 minuten	woon-werk totaal	2	Afstandsfunctie: $1 + e^{a+b \cdot \ln T}$		
2020 EC	30 minuten	woon-werk totaal	0			
2020 EC	30 minuten	woon-werk totaal	1			
2020 EC	30 minuten	woon-werk totaal	2			
Basispotentiaal	45 minuten	woon-werk totaal	0			
1995	45 minuten	woon-werk totaal	0			
1995	45 minuten	woon-werk totaal	1			
1995	45 minuten	woon-werk totaal	2			
2020 EC	45 minuten	woon-werk totaal	0			
2020 EC	45 minuten	woon-werk totaal	1			
2020 EC	45 minuten	woon-werk totaal	2			
Basispotentiaal	60 minuten	woon-werk totaal	0			
1995	60 minuten	woon-werk totaal	0			
1995	60 minuten	woon-werk totaal	1			
1995	60 minuten	woon-werk totaal	2			
2020 EC	60 minuten	woon-werk totaal	0			
2020 EC	60 minuten	woon-werk totaal	1			
2020 EC	60 minuten	woon-werk totaal	2			
Basispotentiaal	120 minuten	woon-werk totaal	0			
1995	120 minuten	woon-werk totaal	0			
1995	120 minuten	woon-werk totaal	1			
1995	120 minuten	woon-werk totaal	2			
2020 EC	120 minuten	woon-werk totaal	0			
2020 EC	120 minuten	woon-werk totaal	1			
2020 EC	120 minuten	woon-werk totaal	2			
Basispotentiaal	45 minuten	woon-werk ab	0			
1995	45 minuten	woon-werk ab	0			
1995	45 minuten	woon-werk ab	1			
1995	45 minuten	woon-werk ab	2			
2020 EC	45 minuten	woon-werk ab	0			
2020 EC	45 minuten	woon-werk ab	1			
2020 EC	45 minuten	woon-werk ab	2			

De resultaten van de **vet** gedrukte analyses worden in hoofdstuk 6 besproken.

Bijlage 7 Bereikbaarheid van arbeidsplaatsen binnen 30 minuten in 1995 volgens de basispotentiaal



Bijlage 8 Bereikbaarheid van arbeidsplaatsen binnen 45 minuten in 2020 na twee keer uitbreiden van de concurrentiefactor

