

Afstudeeronderzoek

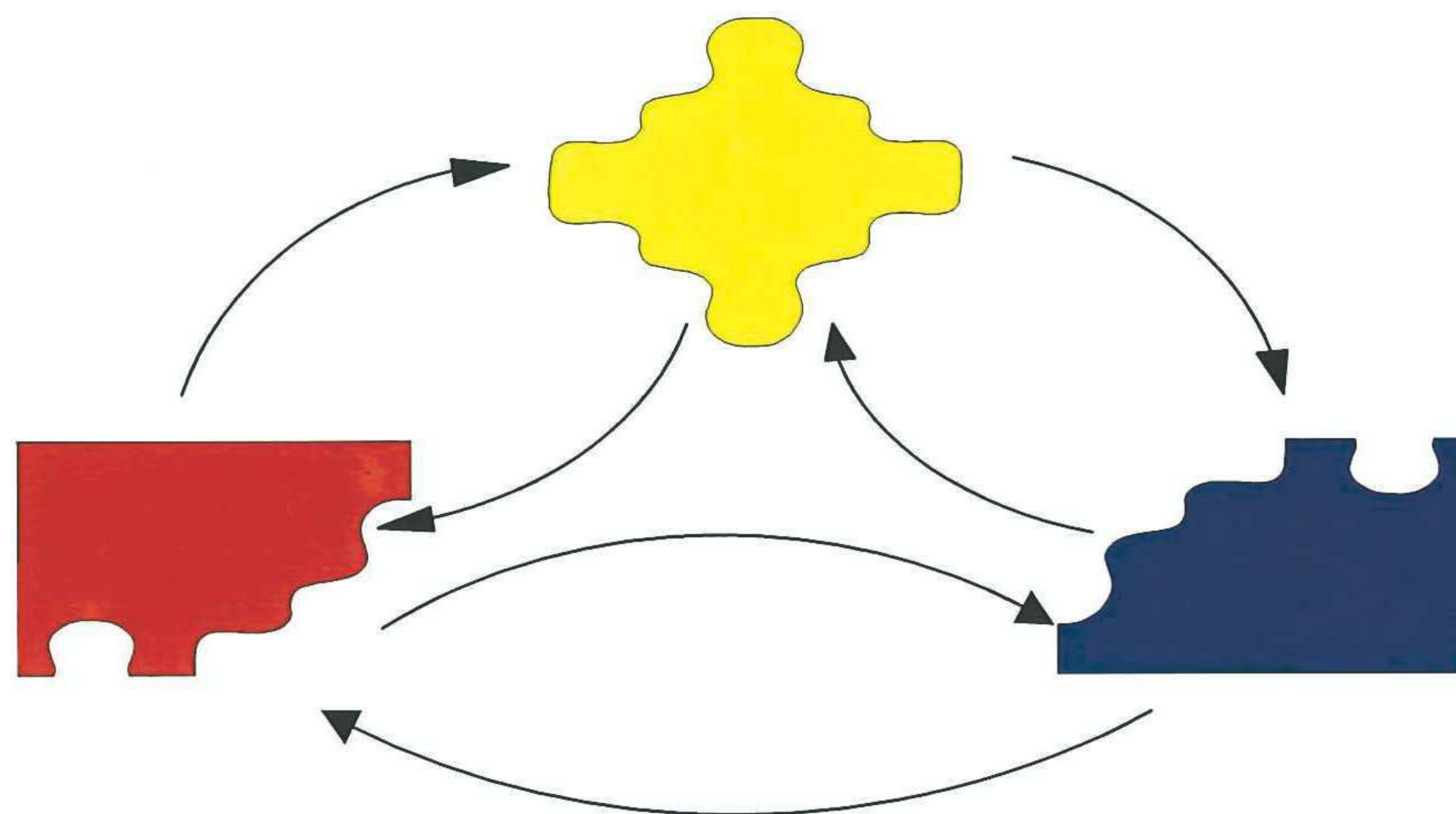
Eindrapport

7 februari 2002

# Een systeem dynamische verkenning van interregionale mobiliteit

J.J.C. Hennekam

---



# **Een systeem dynamische verkenning van interregionale mobiliteit**

**Ruimtelijke ontwikkeling van veertig  
Nederlandse Corop-gebieden**

**Eindrapport  
Afstudeeronderzoek**

**J.J.C. Hennekam**

**Delft, 7 februari 2002**

Afstudeercommissie

prof. ir. F.M. Sanders  
Technische Universiteit Delft  
sectie Infrastructuurplanning

ir. P. van Eck  
Technische Universiteit Delft  
sectie Infrastructuurplanning

dr. ir. J. Cser  
Technische Universiteit Delft  
sectie Civieltechnische Informatica

dr. F.W.C.J. van de Vooren  
Universiteit Antwerpen  
vakgroep Transport en Ruimtelijke Economie  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
directie Limburg

Sectie Infrastructuurplanning  
Subfaculteit Civiele Techniek  
Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen  
Technische Universiteit Delft

## VOORWOORD

Afstuderen is net puzzelen. Met stukjes opgedane kennis uit de afgelopen 5 jaar wordt een eindplaatje gemaakt. Het afstudeerwerk is een zoektocht naar de juiste stukjes, waarvan je het beeld in eigen hand hebt. Met name de hoekjes van de puzzel intrigeren. Soms vallen stukjes plots op zijn plaats. Geluk? Of goed gezocht!? De drijfveer is het beeld wat ontstaat indien de juiste stukjes aan elkaar worden gelegd. Dit beeld, en het inzicht in hoe de stukjes samenhangen, daar draait het allemaal om.

In dit afstudeerproject is niet de Martinitoren van Groningen of de Utrechtse Dom, maar de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland de puzzel. De ruimtelijke ontwikkeling van 40 regio's zijn de stukjes. En zoals het een echte puzzelaar betaamt, is vooral gekeken hoe de puzzelstukjes samenhangen: de interactie. Hiervan is een omvangrijke modellering gemaakt. Met op elk ruimtelijk puzzelstukje een beeld van de sociaal-economische ontwikkeling –en de rol van infrastructuur hierin- is dit afstudeerwerk een duidelijke exponent van de beleidsanalytische, technische inslag zoals deze door de sectie Infrastructuurplanning van de faculteit der Civiele Techniek en Geowetenschappen wordt beoogd.

De puzzel is gelegd. De hoekjes liggen goed en de samenhang tussen de puzzelstukjes is gerealiseerd. Het beeld van Nederland staat voor ogen, maar -in harmonie met de verkennende en pionierende bril waarmee dit onderzoek is benaderd- het beeld kan altijd scherper. Waarom en hoe de puzzel is gelegd, het beeld wat is ontstaan en hoe dit beeld kan worden verscherpt is beschreven in deze eindrapportage.

Graag wil ik een ieder bedanken die een bijdrage heeft geleverd bij de totstandkoming van deze afronding van mijn studietijd in Delft. In de eerste plaats mijn eigen familie. Ik dank mijn moeder Ada, mijn vader Jacques en mijn grote zus Liesbeth voor hun onvoorwaardelijke steun die zij mij te allen tijde hebben geboden. Daarnaast gaat bijzondere dank uit naar mijn examencommissie. In het bijzonder dank ik mijn dagelijks begeleider Professor Sanders en mijn externe begeleider dhr. Van de Vooren voor hun waardevolle, inzichtelijke bijdragen bij de totstandkoming van dit project. Speciale dank en sympathie gaan uit naar dhr. Gordijn (ABF) voor het beschikbaar stellen van statistische gegevens en mijn kamergenootje, promovendus Sander Dekker aan wie ik altijd van alles kon vragen. Tenslotte wil ik iedereen die ik hier niet noem, zoals huisgenoten, studievrienden, en iedereen die ik hierbij vergeet, bedanken voor hun steun.

Delft, 7 februari 2002

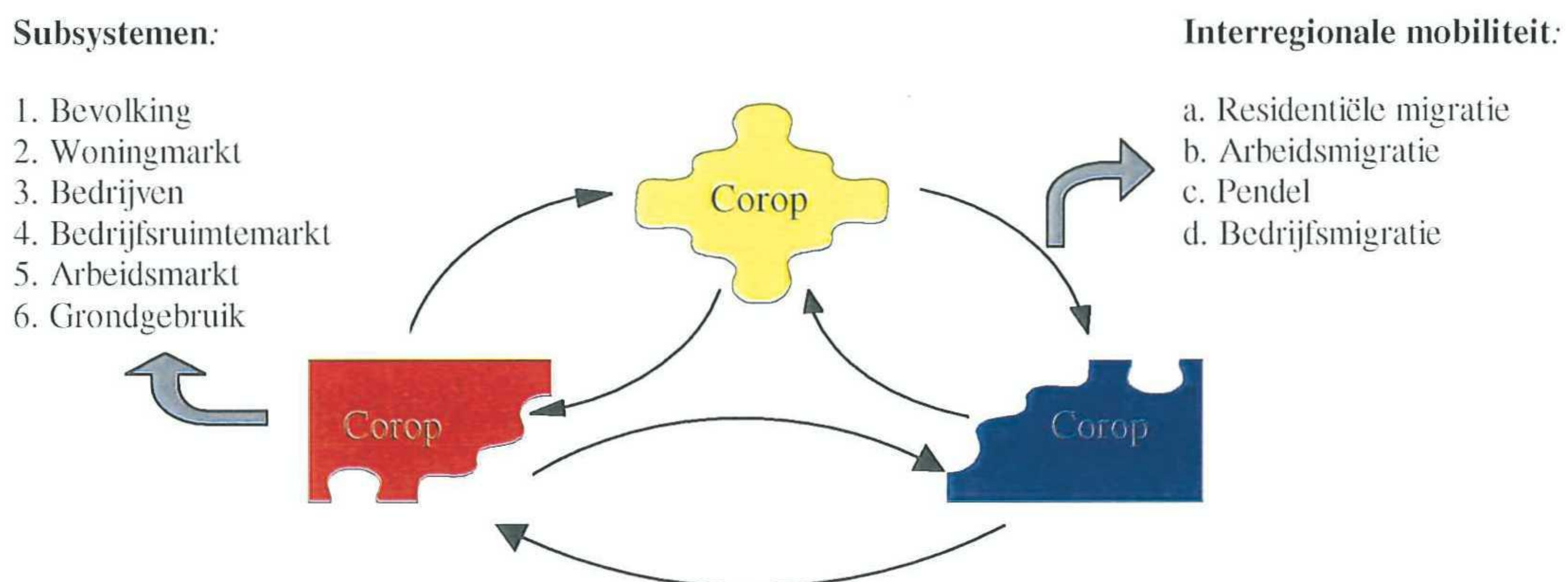
Hans Hennekam



## SAMENVATTING

De samenleving waarin wij leven kan worden beschouwd als een complex sociaal-economisch systeem, waarvan infrastructuur deel uitmaakt. De sociaal-economische ontwikkeling –welke wordt beïnvloed door tal van relaties tussen inwoners, woningen, bedrijven en infrastructuur– bepaalt in grote mate de ruimtelijke ontwikkeling van een gebied. Aangezien de effecten van ruimtelijke ingrepen zich vaak pas na jaren openbaren, is ten aanzien van ruimtelijke afwegingen en beleidsbeslissingen inzicht in de complexe dynamiek van de samenleving essentieel. Een model is een zinvol hulpmiddel om de ruimtelijke ontwikkeling en de achterliggende oorzaken te verkennen.

Met een model is inzicht verworven in het Nederlandse ruimtegebruik door de relevante sociaal-economische ontwikkelingen in modellering te brengen. Aangezien in de praktijk verschillende Nederlandse markten, zoals de woning- en de arbeidsmarkt, uit een conglomeraat van deelmarkten bestaan, zijn meerdere regio's in beeld gebracht. Uiteindelijk zijn voor de 40 Nederlandse Corop-gebieden 6 'subsystemen' op geaggregeerde wijze benaderd, zodat een raamwerk ontstaat voor de analyse van sociaal-economische dynamiek. Dit betreft de regionale ontwikkeling van (1) de bevolking, (2) de woningmarkt, (3) het aantal bedrijfsvestigingen, (4) de bedrijfsruimtemarkt, (5) de arbeidsmarkt en (6) het grondgebruik. Interregionale mobiliteit zorgt voor interactie tussen de Corop-gebieden, welke bestaat uit (a) residentiële migratie van de bevolking, (b) arbeidsmigratie van de bevolking, (c) pendel en (d) bedrijfsmigratie.



De interregionale mobiliteitsprocessen vormen een nadrukkelijk aandachtspunt van het onderzoek. Enerzijds creëert de ruimtelijke distributie van activiteiten de noodzaak om te reizen. Anderzijds bepalen het infrastructuursysteem en deze ruimtelijke distributie samen de bereikbaarheid, welke een belangrijke factor is in de bestemmingskeuze van verplaatsingen en activiteiten van bedrijven en particuliere huishoudens. Door woon-werkverkeer en migratie hangen de regionale woningmarkten en de regionale arbeidsmarkten onlosmakelijk samen. De ontwikkelde interregionale modelstructuur maakt het hierdoor mogelijk om de ruimtelijke spreiding van wonen en werken in Nederland te verkennen.

Voor het in beeld brengen van sociaal-economische dynamiek is gebruik gemaakt van de methodiek System Dynamics, welke in deze context als *Urban Dynamics* wordt aangeduid. Deze techniek maakt het mogelijk om terugkoppelingen en secundaire effecten –bedoeld of onbedoeld– van ontwikkelingen en ingrepen in systemen te bevatten. Met behulp van *tweedimensionale array's* is binnen systeem dynamisch instrumentarium (STELLA) de relatieve attractiviteit van de Corop-gebieden en de interregionale mobiliteit dynamisch in beeld gebracht. Hierbij zijn zwaartekrachtmodellen toegepast, welke mede zijn gefundeerd op basis van push- en pullfactoren. De toegepaste benadering heeft zowel in theoretisch opzicht als in methodisch opzicht enkele belangrijke voordelen ten opzichte van traditionele benaderingen.

In theoretisch opzicht is het 'probleem van de systeemgrens' in sterke mate gereduceerd, doordat van elk Corop-gebied de meest directe omgeving (de overige Corop-gebieden) in modellering is gebracht. Oorzaken van regionale ontwikkelingen kunnen hierdoor in het model zowel door interne marktomstandigheden als door marktomstandigheden in andere regio's verklaard worden. Doordat de *verandering* van interactie van regio's met het buitenland niet groot is en de interregionale processen op nationaal niveau een gesloten balans vormen, is de importantie van stromen over de systeemgrens, die vanuit een 'vacuüm' geïnitieerd worden en daardoor theoretisch niet sterk onderbouwd zijn, afgenomen. Hierdoor is tevens het technische 'probleem van de grenzeloze omgeving' gereduceerd.

Uiteindelijk is in methodisch opzicht een erg complex model ontwikkeld. Door de keuze van modeltechnieken en het gebruik van array's blijft de modellering:

- Gebruiksvriendelijk;
- Toegankelijk (waardoor iteratieve modelontwikkeling mogelijk is);
- Overdraagbaar (doordat inhoudelijke communicatie goed mogelijk is).

De technische capaciteit van de software beperkt uiteindelijk de mate van detail van het model.

Doordat in de gehanteerde aanpak structurele ontwikkelingen op een geaggregeerd niveau zijn weergegeven, biedt het model mogelijkheden om op *strategisch* niveau beleidsmaatregelen te verkennen. Hierbij ligt de nadruk op het vlak van inzicht in de wisselwerking tussen verschillende subsystemen. In twee experimenten zijn de ruimtelijke effecten van twee grote infrastructurele projecten verkend. Het betreft hier de projecten 'Zuiderzeelijn' en het 'Rondje Randstad'. De regionale ontwikkelingspotentie van de betrokken gebieden staat hierin ter discussie.

Bij het experiment van de Zuiderzeelijn zijn de effecten van een forse infrastructuurverbetering tussen de Randstad en het Noorden van Nederland verkend. Het experiment leidt tot een drietal stellingen:

- (1) Flevoland heeft het meeste baat bij de bereikbaarheidsverbetering tussen de Randstad en het Noorden. De gunstige geografische ligging van Flevoland leidt er tot een samenballing van bevolking en bedrijven;
- (2) Flevoland snoept in grote mate de ontwikkelingspotentie van het Noorden op;
- (3) Het verwachte ontlastende karakter voor de Randstad, in het experiment vertegenwoordigd door de regio Utrecht, treedt niet op.

In een tweede experiment is een verkennende analyse van het Rondje Randstad uitgevoerd, waarmee een forse interne bereikbaarheidsverbetering van de Randstad is nagebootst. Het modelresultaat voedt de hypothese dat door de interne bereikbaarheidsverbetering het schaalniveau van de randstedelijke arbeidsmarkt vergroot. Het productiemilieu voor bedrijven verbetert hierdoor. De toename van de randstedelijke werkgelegenheid trekt arbeidsmigranten van buiten de Randstad aan. Door het verschijnsel van 'cumulatieve causatie' (groei genereert additionele groei) neemt de mate van activiteit in de Randstad toe. Uiteindelijk ontstaat een grotere samenballing van bevolking en bedrijven, waardoor de verwachte *Deltametropool* ontstaat. Er kan in dit verband gesproken worden van een *structurende werking* van infrastructuur. Door het faciliteren van mobiliteit heeft de Randstad hiermee een positief ontwikkelingspotentieel. Agglomeratienadelen, mede veroorzaakt door een afnemende beroepsbevolking, beperken de omvang en vormen een gevaar voor deze Deltametropool.

De interregionale migratie en pendel nemen op het Corop-niveau een dusdanige orde van grootte aan, dat het Corop-niveau in theoretisch opzicht niet het ideale schaalniveau is om de verschillende deelmarkten uit de praktijk mee te analyseren. Vanuit oogpunt van (1) databeschikbaarheid en (2) het aantal deelgebieden (overzichtelijkheid) bestaan echter niet veel goede alternatieven voor de Corop-indeling. Indien het Corop-niveau als analytisch niveau wordt gebruikt, dient er oog te zijn voor grootte en de ontwikkeling van interregionale processen.

# INHOUDSOPGAVE

<b>Voorwoord</b>	<b>i</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>iii</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Context .....	1
1.2 Doelstelling .....	1
1.3 Onderzoeksvragen .....	2
1.4 Leeswijzer .....	3
<b>Deel I Modelkader</b>	<b>5</b>
<b>2 Sociaal-economische complexiteit</b>	<b>7</b>
2.1 Systeemtheorie .....	7
2.2 Toestand, ontwikkeling en dynamiek.....	9
2.3 Overzicht sociaal-economische subsystemen .....	10
2.4 Rol van bereikbaarheid.....	12
2.5 Schaalniveaus .....	13
<b>3 Bestaande modeltechnieken</b>	<b>15</b>
3.1 Overzicht modeltechnieken.....	15
3.2 System Dynamics .....	17
3.3 Urban Dynamics.....	19
3.4 Zwaartekrachtmodellen.....	24
3.5 Multiregionale modellen .....	25
<b>4 Modelontwikkeling</b>	<b>29</b>
4.1 Modelkenmerken.....	29
4.2 Keuze modelstructuur .....	29
4.3 Keuze modeltechnieken .....	31
4.4 Plan van aanpak.....	32
4.5 Omgaan met complexiteit .....	35
<b>Deel II Modelbeschrijving</b>	<b>39</b>
<b>5 Hansen's Potential Model</b>	<b>41</b>
5.1 Inleiding .....	41
5.2 Theorie Hansen-model .....	41
5.3 Opzet foutenanalyse .....	42
5.4 Opzet Hansen-analyse .....	43
5.5 Optimale allocatieresultaten Hansen-analyse.....	45
5.6 Evaluatie Hansen's Potential Model .....	46

<b>6</b>	<b>Overzicht ontwikkelde model</b>	<b>49</b>
6.1	Inleiding .....	49
6.2	Scope model .....	50
6.3	Overzicht interregionale modelstructuur .....	52
6.4	De modelratio's als sturende mechanismen .....	53
6.5	HWR .....	54
6.6	BBAR .....	55
6.7	BVBR .....	56
6.8	BLR .....	57
<b>7</b>	<b>Bevolking</b>	<b>59</b>
7.1	Overzicht Bevolkingsdemografie .....	59
7.2	Geboorte bevolking .....	60
7.3	Sterfte bevolking .....	61
7.4	Interregionale residentiële migratie .....	62
7.5	Interregionale arbeidsmigratie & pendel .....	68
7.6	Immigratie bevolking .....	76
7.7	Emigratie bevolking .....	78
7.8	Grenspendel .....	79
7.9	Perspectief module bevolking .....	81
<b>8</b>	<b>Woningmarkt</b>	<b>85</b>
8.1	Balans woningmarkt .....	85
8.2	Woningvraag .....	85
8.3	Woningaanbod .....	87
8.4	Perspectief module woningmarkt .....	89
<b>9</b>	<b>Bedrijven</b>	<b>91</b>
9.1	Overzicht bedrijvendemografie .....	91
9.2	Bedrijfsoprichting .....	92
9.3	Bedrijfsopheffing .....	94
9.4	Binnenlandse bedrijfsmigratie .....	95
9.5	Immigratie bedrijven .....	101
9.6	Emigratie bedrijven .....	103
9.7	Perspectief module bedrijven .....	104
<b>10</b>	<b>Bedrijfsruimtemarkt</b>	<b>109</b>
10.1	Balans bedrijfsruimtemarkt .....	109
10.2	Overzicht dynamiek bedrijfsruimtemarkt .....	109
10.3	Toename bedrijfsruimte .....	110
10.4	Afname bedrijfsruimte .....	111
10.5	Perspectief module bedrijfsruimtemarkt .....	112
<b>11</b>	<b>Arbeidsmarkt</b>	<b>115</b>
11.1	Balans arbeidsmarkt .....	115
11.2	Arbeidsvraag .....	115
11.3	Arbeidsaanbod .....	117
11.4	Perspectief module arbeidsmarkt .....	119



<b>12</b>	<b>Grondgebruik</b>	<b>121</b>
12.1	Overzicht dynamiek grondgebruik.....	121
12.2	Perspectief module grondgebruik.....	122
<b>Deel III Modelanalyse</b>		<b>125</b>
<b>13</b>	<b>Validatie van het model</b>	<b>127</b>
13.1	Opbouw validiteit.....	127
13.2	Technische bruikbaarheid .....	127
13.3	Theoretische consistentie .....	128
13.4	Opzet modelspecificatie, bepaling startjaar en startwaarden .....	129
13.5	Opzet praktische bruikbaarheid.....	130
13.6	Ter illustratie: Hindcast Utrecht.....	131
13.7	Conclusies validatie.....	137
<b>14</b>	<b>Experimentele resultatenanalyse</b>	<b>139</b>
14.1	Het beleidskader.....	139
14.2	Opzet van de experimenten .....	140
14.3	Het simulatiekader.....	140
14.4	Ter illustratie: 'Experiment Zuiderzeelijn' .....	141
14.5	Ter illustratie: 'Experiment Rondje Randstad' .....	145
14.6	Conclusies experimentele resultatenanalyse .....	149
<b>15</b>	<b>Eindevaluatie</b>	<b>151</b>
15.1	Eindconclusies.....	151
15.2	Aanbevelingen.....	154
<b>16</b>	<b>Bronvermelding</b>	<b>157</b>

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1.1	De waardeketen van het afstudeerwerk	2
Figuur 1.2	Opbouw van het rapport	3
Figuur 2.1	Systeemtheoretische begrippen	7
Figuur 2.2	Overzicht van subsystemen	11
Figuur 3.1	Voorbeeld causaal relatiediagram	18
Figuur 3.2	Stroomdiagram in Stella	18
Figuur 3.3	Schematische weergave van Urban Dynamics	20
Figuur 3.4	Regulering via interne en externe attractiviteit	21
Figuur 3.5	Multiregionale modelstructuren	25
Figuur 4.1	Ontwikkeling model	32
Figuur 4.2	De modelleringscyclus	34
Figuur 4.3	Aspecten van modelcomplexiteit	35
Figuur 4.4	Relatie tussen detail en nut van informatie	36
Figuur 5.1	Relatieve allocatiefout van bevolkings- en werkgelegenheidsgroei per Corop	46
Figuur 6.1	Effecten van een infrastructuurproject	50
Figuur 6.2	Modelstructuur regionale ontwikkeling	51
Figuur 6.3	Opbouw modelstructuur	52
Figuur 7.1	Demografie van bevolking	59
Figuur 7.2	Gemodelleerde dynamiek aantal levendgeborenen	60
Figuur 7.3	Gemodelleerde dynamiek aantal sterfgevallen	61
Figuur 7.4	Gemodelleerde dynamiek binnenlandse residentiële migratie	62
Figuur 7.5	Afleiding bereikbaarheidsindex residentiële migratie	65
Figuur 7.6	Correctiefactor voor residentiële migratie	66
Figuur 7.7	Gemodelleerde dynamiek van binnenlandse inkomende arbeidsmigratie en pendel	68
Figuur 7.8	Gemodelleerde dynamiek van binnenlandse uitgaande arbeidsmigratie en pendel	69
Figuur 7.9	Correctiefactor voor arbeidsmigratie en pendel	72
Figuur 7.10	Afschatting aandeel pendel in interregionale arbeidsstromen	74
Figuur 7.11	Gemodelleerde dynamiek van regionale immigratie	76
Figuur 7.12	Gemodelleerde dynamiek van regionale emigratie	78
Figuur 7.13	Gemodelleerde dynamiek van grenspendel	80
Figuur 8.1	Balans woningmarkt	85
Figuur 8.2	Gemodelleerde ontwikkeling huishoudens	86
Figuur 8.3	Gemodelleerde dynamiek woningmarkt	87
Figuur 9.1	Demografie van bedrijven	92
Figuur 9.2	Gemodelleerde dynamiek van bedrijfsoprichting	92
Figuur 9.3	Gemodelleerde dynamiek van bedrijfsopheffing	94
Figuur 9.4	Gemodelleerde dynamiek van binnenlandse bedrijfsmigratie om ruimteredenen	95
Figuur 9.5	Gemodelleerde dynamiek van binnenlandse bedrijfsmigratie om arbeidsredenen	96
Figuur 9.6	Correctiefactor voor residentiële migratie	99
Figuur 9.7	Gemodelleerde dynamiek van bedrijfsimmigratie	102
Figuur 9.8	Gemodelleerde dynamiek van bedrijfsemigratie	103
Figuur 10.1	Balans bedrijfsruimtemarkt	109
Figuur 10.2	Gemodelleerde dynamiek bedrijfsruimtemarkt	110
Figuur 11.1	Balans arbeidsmarkt	115
Figuur 11.2	Gemodelleerde dynamiek bedrijfsgroei en –krimp	116
Figuur 11.3	Schema van een conjunctuurcyclus	116
Figuur 11.4	Gemodelleerde dynamiek van arbeidsmarkt	117

Figuur 12.1	Gemodelleerde dynamiek grondgebruik	121
Figuur 13.1	Tuning van multipliertafels	129
Figuur 13.2	Fasesysteem model	130
Figuur 13.3	Hindcast bevolking Utrecht	131
Figuur 13.4	Hindcast natuurlijke aanwas Utrecht	132
Figuur 13.5	Hindcast binnenlandse migratie Utrecht	132
Figuur 13.6	Hindcast buitenlandse migratie Utrecht	133
Figuur 13.7	Hindcast woningvoorraad Utrecht	134
Figuur 13.8	Hindcast ontwikkeling woningvoorraad Utrecht	134
Figuur 13.9	Hindcast bedrijfsvestigingen Utrecht	135
Figuur 13.10	Hindcast potentiële beroepsbevolking en arbeidsplaatsen in Utrecht	136
Figuur 14.1	Mogelijk traject Zuiderzeelijn	142
Figuur 14.2	Effect ontwikkeling woningvoorraad experiment Zuiderzeelijn	143
Figuur 14.3	Effect werkgelegenheidsontwikkeling experiment Zuiderzeelijn	144
Figuur 14.4	Mogelijk traject Rondje Randstad	146
Figuur 14.5	Effect bevolkingsontwikkeling experiment Rondje Randstad	147
Figuur 14.6	Effect werkgelegenheidsontwikkeling experiment Rondje Randstad	148
Figuur 14.7	Effect interne pendel experiment Rondje Randstad	148

## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1.1	Hoofddoelstelling van het afstudeerwerk	2
Tabel 3.1	Sociaal-economische modeltechnieken naar tijd en ruimte	15
Tabel 5.1	Twaalf allocatieanalyses met Hansen's Potential Model	44
Tabel 5.2	Minimale $\mu$ , $\sigma$ en optimale waarde van parameter b per analyse 1998-1999	45
Tabel 13.1	Overzicht gemiddelde absolute modelfouten van bevolking in hindcast Utrecht	133
Tabel 13.2	Overzicht gemiddelde absolute modelfouten van woningvoorraad in hindcast Utrecht	135
Tabel 13.3	Overzicht modelfouten van bedrijfsvestigingen in hindcast Utrecht	135
Tabel 13.4	Overzicht inkomende pendel in hindcast Utrecht	136
Tabel 13.5	Overzicht uitgaande pendel in hindcast Utrecht	137



# 1 INLEIDING

"How lovely to hear from Delft University; it turns out I worked there one summer as an engineering exchange student, in the Afdeling de Electrotechniek, with Prof. Yanqui Low and his students, if I'm remembering the name rightly after 30-odd years.

As far as I know, activity in Urban Dynamics did indeed die out during the seventies. I've not heard of work in UD from later, and no one has worked with my models further than I know about. (...)

cheers,

alan"

De reactie van Alan K. Graham –een van de grondleggers van **Urban Dynamics**- was bijzonder enthousiast op de vraag of eventuele ontwikkelingen op het vlak van Urban Dynamics mij wellicht een vliegende start bij mijn afstudeerproject konden geven. Helaas bleken zijn referenties te zijn verzonken in de jaren zeventig.

Ondanks de grote kracht van Urban Dynamics bij het analyseren van complexe systemen, is het gebruik van deze methodiek van modelleren voor het doorgronden van ruimtelijke ontwikkelingen beperkt gebleven. Kritiek op fundamentele uitgangspunten van bestaande Urban Dynamics modellen is hier in grote mate debet aan.

Toch is de methodiek uitermate interessant. De samenleving waarin wij leven kan worden beschouwd als een sociaal-economisch systeem. Het is een erg *complex* systeem, waar *infrastructuur* deel van uitmaakt. Vanwege de complexiteit ligt er een grote uitdaging op het vlak van verbetering van bestaande modellen, zodat Urban Dynamics van strategische waarde kan zijn in het kader van ruimtelijk-economisch beleid.

## 1.1 Context

Het onderwerp van dit afstudeerproject komt voort uit het onderzoeksprogramma '**PlanScan**' van de sectie *Infrastructuurplanning* van de Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen van de Technische Universiteit Delft. In dit onderzoek staat, ten aanzien van educatieve- en onderzoeksdoeleinden, de ontwikkeling van een *simulatiemodel van grondgebruik* centraal.

Het hebben van inzicht in grondgebruik is belangrijk, aangezien de sociaal-economische ontwikkeling van een gebied sterk wordt bepaald door de doeleinden waarvoor de aanwezige gronden worden gebruikt (Bargeman e.a., 2001). Mede gezien het lange-termijn karakter van eenmaal gekozen grondgebruik, dient de keuze van grondgebruik zorgvuldig gemaakt te worden. De effecten van ruimtelijke ingrepen openbaren zich daarbij vaak pas na jaren. Ten aanzien van ruimtelijke afwegingen en beleidsbeslissingen is daarom inzicht in de complexe dynamiek van de samenleving onontbeerlijk.

## 1.2 Doelstelling

Ten aanzien van de PlanScan dient inzicht verkregen te worden in hoe de vraag naar ruimte in Nederland zich in de tijd ontwikkelt. Voor het begrijpen van de ruimtelijke ontwikkeling van een

gebied dienen de achterliggende processen te worden doorgrond. Ruimtelijke ontwikkelingen van een gebied kunnen worden uiteengelegd in tal van relaties, zoals tussen inwoners, woningen, bedrijven en infrastructuur. Vanwege de vele wisselwerkingen is de ruimtelijke ontwikkeling van een gebied complex te noemen. Deze kan benaderd worden met behulp van een model.

Een **model** is een vereenvoudiging en generalisering van de belangrijkste karakteristieken van de werkelijkheid (Sanders, 1998). Processen zoals die zich in werkelijkheid afspelen worden hierbij vaak in wiskundige formules gevat. Hierdoor zijn **simulatiemodellen** een zinvol hulpmiddel om complexe ontwikkelingen:

1. te begrijpen (*begrip*);
2. op relatief eenvoudige wijze inzichtelijk te maken (*communicatief*);
3. te prognosticeren (*voorspellend*);
4. experimenteel te onderzoeken (*verkennend* ten aanzien van beleidsmaatregelen).

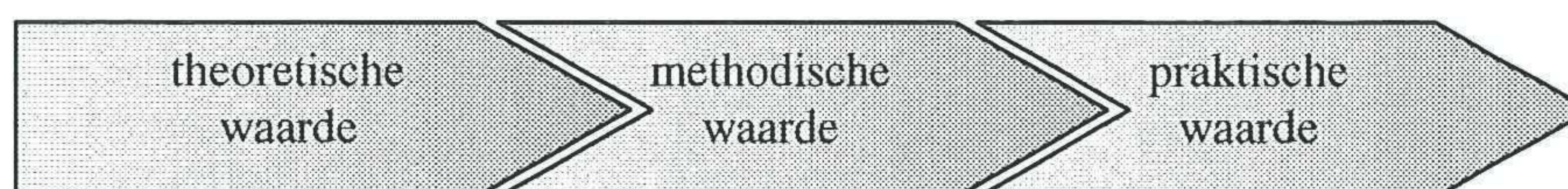
In het verlengde van de PlanScan wordt ruimtelijk inzicht verworven met behulp van een model. Vanwege de complexiteit is Urban Dynamics een bijzonder interessant hulpmiddel. In combinatie met de genoemde context, is de *hoofddoelstelling* van dit onderzoek geformuleerd in tabel 1.1.

Tabel 1.1 Hoofddoelstelling van het afstudeerwerk

**Het verwerven van inzicht in Nederlands ruimtegebruik door het modelleren van de sociaal-economische dynamiek van Nederland**

### 1.3 Onderzoeksvragen

Op basis van de hoofddoelstelling kunnen verschillende onderzoeksvragen worden geformuleerd. De onderzoeksvragen vormen het fundament van het afstudeerwerk. Dit fundament bestaat uit een drietal 'peilers' –pijlen liever-, welke als het ware de '**waardeketen**' van het onderzoek weergeven. De waardeketen van het onderzoek is geïllustreerd in figuur 1.1.



Figuur 1.1 De waardeketen van het afstudeerwerk

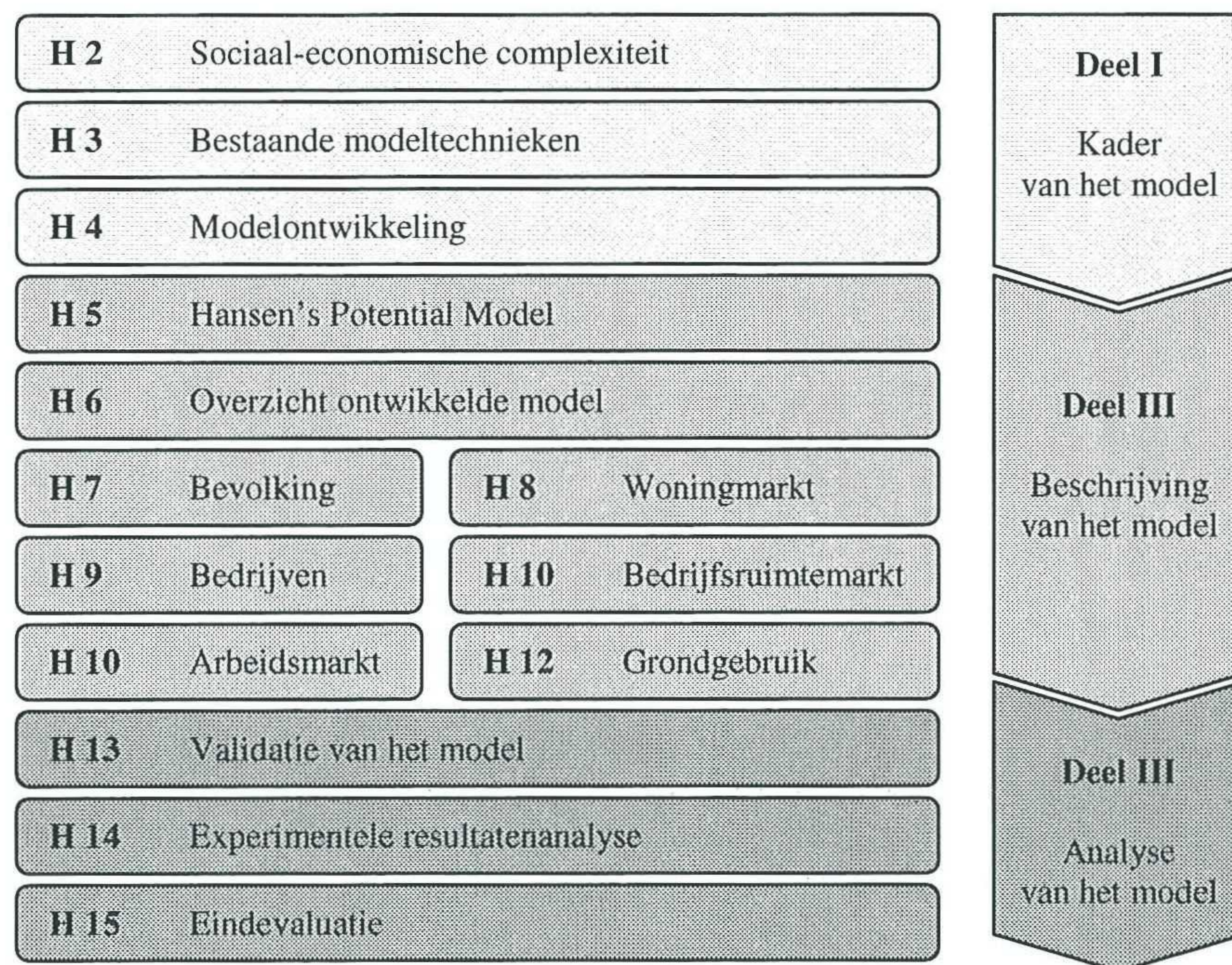
Ten eerste dient inzicht verkregen te worden in de drijvende krachten achter relevante sociaal-economische ontwikkelingen. Dit *theoretisch* inzicht is slechts een gedeeltelijke invulling van de hoofddoelstelling. De volgende stap is het vertalen van de theorie naar een 'tastbaar' model. Alhoewel dit inhoudelijk minder interessant is, is de *methodische* aanpak een essentiële en cruciale randvoorwaarde voor het welslagen van het project. De laatste fase is die van het verkennende karakter van het model, waarin het model –binnen de mogelijkheden van het onderzoek- een zo groot mogelijke praktische waarde dient te verkrijgen.

Kort samengevat zijn de meest belangrijke onderzoeksvragen die aan de orde worden gesteld:

- 1. Theoretisch**
  - Wat zijn de drijvende, sociaal-economische krachten achter de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland?
  - Hoe kunnen beperkingen van traditionele modellen worden gereduceerd, zodat de theoretische basis –en daarmee acceptatie- van dergelijke modellen versterkt wordt?
- 2. Methodisch**
  - Op welke wijze kan theoretisch inzicht adequaat worden vertaald naar een modellering?
- 3. Praktisch**
  - Wat is de voorspellende waarde van het ontwikkelde model in kwantitatief en in kwalitatief opzicht?

## 1.4 Leeswijzer

Ten behoeve van een gestructureerde uitwerking van de onderzoeksvragen, zijn de meest relevante ontwikkelingen en aandachtspunten van de onderzoeksresultaten stap voor stap in deze eindrapportage uiteengezet. De rapportage is hierbij grofweg in 3 delen opgesplitst (figuur 1.2).



Figuur 1.2 Opbouw van het rapport

**Deel I** beschrijft het kader van het ontwikkelde model. Hierin wordt de noodzakelijke basiskennis gepresenteerd op basis waarvan het ontwikkelde model in het juiste perspectief kan worden gezet. Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de sociaal-economische samenhang van Nederland en hoe deze met behulp van de systeemtheorie beschreven kan worden. In hoofdstuk 3 komen bestaande modeltechnieken aan de orde die bij de analyse van sociaal-economische ontwikkelingen en hun ruimtelijke gevolgen kunnen worden ingezet. Aan het einde van deel I volgt in hoofdstuk 4 een synthese van voorgaande hoofdstukken, waarin de vertaalslag wordt gemaakt van enerzijds de theoretische achtergrond naar anderzijds de methodische aanpak zoals die is gehanteerd.

**Deel II** beschrijft de in dit onderzoek geanalyseerde modellen. Ter ingeleide van het eigen ontwikkelde model, is een bestaand model geanalyseerd waarvan de analogie in het eigen ontwikkelde model is toegepast. Dit bestaande model is het 'Hansen's Potential Model', waarvan de analyse in hoofdstuk 5 is terug te vinden. In hoofdstuk 6 volgt een overzicht van het eigen ontwikkelde model. Hierin wordt de 'rode draad' van het model uiteengezet. In de daaropvolgende hoofdstukken 7 tot en met 12 worden de theoretische achtergronden van de modules waaruit het ontwikkelde model bestaat –respectievelijk: Bevolking, Woningmarkt, Bedrijven, Bedrijfsruimtemarkt, Arbeidsmarkt en het Grondgebruik- beschreven.

**Deel III** beschrijft de analyse van het eigen ontwikkelde model. In hoofdstuk 13 zijn de verschillende aspecten van de validatie van het ontwikkelde model beschreven. In hoofdstuk 14 komen de resultaten van enkele interessante modelexperimenten aan bod, welke de praktische waarde van het model nader illustreren. Tenslotte zijn de meest relevante eindconclusies en aanbevelingen, zoals deze uit al het voorgaande zijn gedestilleerd, in hoofdstuk 15 samengevat.

Gehanteerde bronnen bij de totstandkoming van dit eindrapport zijn opgesomd in het afsluitende hoofdstuk 16. Voor relevante achtergrondinformatie wordt in de tekst verwezen naar de bijlagen behorende bij deze eindrapportage.





**DEEL I**

**Modelkader**

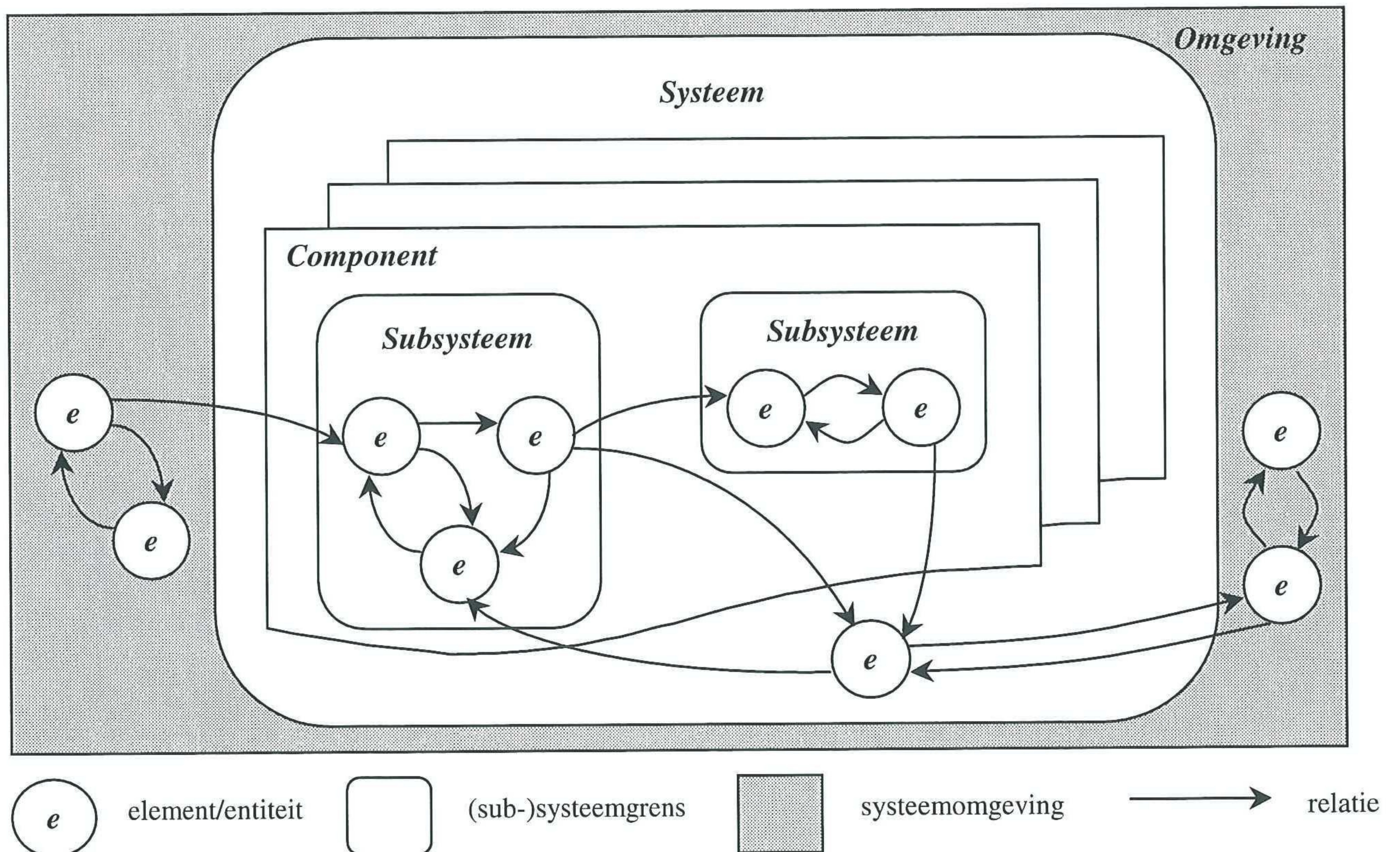


## 2 SOCIAAL-ECONOMISCHE COMPLEXITEIT

De samenleving waarin wij leven kan worden beschouwd als een complex sociaal-economisch systeem, waarvan infrastructuur deel uitmaakt. In dit hoofdstuk wordt in beknopte vorm een raamwerk geboden voor het analyseren van deze sociaal-economische complexiteit. Als eerste worden in paragraaf 2.1 de belangrijkste begrippen uit de systeemtheorie in hun onderlinge samenhang gedefinieerd. De wijze waarop sociaal-economische ontwikkelingen hiermee beschreven kunnen worden is beknopt samengevat in paragraaf 2.2. In paragraaf 2.3 is de ontwikkeling van een gebied opgehakt in een aantal 'subsystemen', die samen een raamwerk bieden voor het beschrijven van sociaal-economische dynamiek. De rol van bereikbaarheid hierin is apart belicht in paragraaf 2.4. Tenslotte wordt in paragraaf 2.5 ingegaan op relevante Nederlandse schaalniveaus waarop sociaal-economische dynamiek in beeld kan worden gebracht.

### 2.1 Systeemtheorie

Om het denken in systemen te kunnen toepassen en om hierover duidelijk te kunnen communiceren, is definiëring van enkele systeemtheoretische begrippen noodzakelijk. De belangrijkste begrippen uit de systeemtheorie en hun samenhang zijn weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 Systeemtheoretische begrippen

Bron: Hilderink, 2000

Een **systeem (ruimtelijke schaal)** is een verzameling elementen waartussen onderlinge relaties bestaan en die (eventueel) relaties hebben met andere elementen uit de totale werkelijkheid (De Ridder, 2000). Het begrip systeem is een beschouwingwijze, afhankelijk van het doel waarvoor het wordt gebruikt. Het systeem is het *beeld* dat voor ogen moet komen te staan, net zoals het beeld van een puzzel. In de context van dit afstudeerwerk is **Nederland** het beschouwde systeem.

De **omgeving** van het beschouwde systeem is de verzameling objecten en subjecten van het universum die wél invloed uitoefenen op de elementen van het systeem, maar er géén deel van

uitmaken (De Ridder, 2000). In de context van dit afstudeerwerk is -buiten Nederland- de **rest van het universum** de omgeving van het systeem.

Een systeem kan opgedeeld worden in meerdere **componenten (ruimtelijke resolutie)**, zoals de puzzelstukjes dit zijn van een puzzel. In de context van dit afstudeerwerk zijn **Corop-gebieden** de componenten van het systeem. De keuze voor dit componentniveau is in paragraaf 2.4 nader toegelicht. **Elementen (entiteiten)** zijn de kleinste delen van het systeem die relevant zijn voor het doel van het te onderzoeken probleem (De Ridder, 2000). Vaak hebben de elementen bepaalde karakteristieke eigenschappen. De **inhoud** is de verzameling van alle elementen van het systeem.

De **relaties** beschrijven een bepaalde samenhang tussen de elementen. Bij een wederkerige relatie is er sprake van **interactie** of **wisselwerking** tussen elementen. Alle relaties tussen elementen uit de inhoud vormen de *interne structuur*. Indien de relaties tussen de elementen veranderen, is er sprake van een veranderende structuur van het systeem. Alle relaties met elementen uit de omgeving vormen de *externe structuur*. In **open** systemen zijn er relaties tussen elementen binnen het systeem en elementen uit de omgeving. Bij **gesloten** systemen zijn er geen relaties tussen de inhoud en de omgeving (ontbreken van externe structuur).

De wisselwerking tussen een systeem en zijn omgeving uit zich in zogenaamde ingangs- en uitgangsgrootheden. De ingangsgrootheden zijn die grootheden uit de omgeving die het systeem beïnvloeden en niet omgekeerd. Dit zijn zogenaamde **exogene** variabelen. **Endogene** variabelen daarentegen, ontstaan of worden veroorzaakt binnen het systeem. Mogelijk zijn dit uitgangsgrootheden, welke grootheden uit het systeem zijn die de omgeving beïnvloeden en niet omgekeerd. Met andere woorden zijn exogene variabelen *stysteemafhankelijk*, terwijl endogene variabelen *stysteemafhankelijk* zijn.

Om het systeem van zijn omgeving te kunnen onderscheiden wordt een **stysteemgrens** vastgelegd. De systeemgrens wordt bepaald door het doel van het project (de behoefte). Wanneer de systeemgrens te nauw wordt gekozen voldoet het systeem niet meer aan de afbeelding van de werkelijkheid, die voor het voldoen aan de vraagstelling (het doel) noodzakelijk is. Wordt de systeemgrens te ruim genomen, dan wordt het systeem te complex om op te lossen. Volgens de theorie moet maar een beperkt gedeelte van de realiteit expliciet in modellering worden gebracht.

Elk systeem heeft een *conceptuele* systeemgrens, waarbinnen al de benodigde dynamische structuur moet zitten die het gedrag van het onderwerp van studie bepaald. Elementen binnen deze structuur kunnen echter elementen buiten de systeemgrens beïnvloeden. Een goede systeemgrens moet zo gekozen worden dat interne elementen de variabelen buiten het systeem, die een significante invloed hebben op het systeem, niet *significant* beïnvloeden. Wisselwerkingen die het gedrag van het onderwerp bepalen moeten binnen de systeemgrens opgenomen worden. Dit principe betekent dat veel fenomenen niet expliciet in de modellering vertaald hoeven te worden. Krachten van buiten het systeem op het systeem die niet significant door de interne dynamiek van het systeem worden beïnvloedt kunnen als constanten of exogeen in de modellering opgenomen worden (Mass, 1974).

Om een scherper inzicht te krijgen in een *complex* systeem is het handig om te kijken naar deelconcepten. Binnen het systeem kan onderscheid gemaakt worden in *subsystemen*, *aspectsystemen* en *fasesystemen*. Een **substelsysteem** is een deelverzameling van elementen in het systeem, waarbij alle oorspronkelijke relaties tussen deze elementen onveranderd behouden blijven (De Ridder, 2000). Een dergelijke verzameling elementen kan ook als systeem beschouwd worden, maar omdat deze ook een rol spelen in een groter systeem worden ze als subsysteem gedefinieerd (Hilderink, 2000). Een *aspectstelsysteem* is een deelverzameling van de relaties in het systeem, waarbij alle elementen onveranderd behouden blijven (De Ridder, 2000). Een *fasesysteem* is een opsplitsing van het systeem in de tijd met een begin en een eind: wanneer begint men met het beschouwen van het systeem, welke mijlpalen onderscheidt men, en over welke tijdsspanne (horizon) beschouwt men het systeem (De Ridder, 2000).

## 2.2 Toestand, ontwikkeling en dynamiek

Voor het beschrijven van een systeem zijn de termen *toestand*, *ontwikkeling* en *gedrag* belangrijk. De **toestand** van een systeem op een bepaald tijdstip wordt gedefinieerd door de waarden van de eigenschappen op dat tijdstip in het systeem. De *sociaal-economische toestand* van een gebied kan worden beschreven door o.a. de volgende entiteiten (Alfeld & Graham, 1976):

- De bevolking (aantal inwoners);
- De economische bedrijvigheid (in de vorm van het aantal banen of het aantal bedrijven);
- De woningvoorraad (aantal woningen).

Wanneer de waarde van een eigenschap van een element verandert, verandert de toestand van het systeem. Dit is een *gebeurtenis*. Wanneer een gebeurtenis een andere gebeurtenis tot gevolg heeft, spreekt men van een *activiteit*. Een **ontwikkeling** of **proces** is een serie van samenhangende activiteiten in de tijd, waardoor een eigenschap van een element verandert (zoals plaats of grootte). Voor het inzichtelijk maken van sociaal-economische ontwikkelingen is onderscheid in drie processen met *ruimtelijke dimensie* belangrijk:

- Intraregionale processen: processen die bepaald worden door oorzaken die binnen het studiegebied zijn gelegen;
- Interregionale processen: processen die veroorzaakt worden door interactie tussen studiegebieden;
- Bovenregionale processen: processen die bepaald worden door oorzaken die (vrijwel) geheel buiten het studiegebied zijn gelegen.

Bij deze ruimtelijke processen zijn drie ontwikkelingen relevant (Sanders, 1998):

- Demografische ontwikkelingen;
- Economische ontwikkelingen;
- Sociaal-culturele ontwikkelingen.

Voor het beschrijven van de sociaal-economische ontwikkeling van meerdere regio's is de interactie tussen deze regio's van wezenlijk belang. Drie relevante **interregionale mobiliteitsprocessen** ten aanzien van sociaal-economische ontwikkeling zijn:

1. Migratie van bevolking;
2. Migratie van bedrijven;
3. Pendel door forenzen.

Bij dergelijke interregionale processen draait het om de relatieve attractiviteit van een gebied ten opzichte van haar omgeving (overige gebieden). De relatieve attractiviteit van een gebied kan worden beschreven aan de hand van zogenaamde **keep-**, **push-** en **pullfactoren**, die de grootte, richting en aard van interregionale mobiliteitsprocessen bepalen (Lambooy e.a., 1997):

- Keep-factoren: factoren die een rol spelen om een bepaalde plek *niet* te verlaten;
- Push-factoren: factoren die een rol spelen om een bepaalde plek te verlaten;
- Pull-factoren: factoren die leiden tot een voorkeur voor een bepaalde nieuwe vestigingsplaats.

Het *gedrag* van het systeem is de wijze waarop het systeem reageert op bepaalde in- en uitwendige omstandigheden, op bepaalde invoeren en op veranderingen daarin. Vaak is het gedrag **dynamisch**. Dat wil zeggen dat het gedrag van het systeem mede wordt bepaald door de toestand van het systeem in het verleden.

## 2.3 Overzicht sociaal-economische subsystemen

Om vat te krijgen op de complexiteit van sociaal-economische dynamiek van een gebied, kan onderscheid gemaakt worden in acht **subsystemen** (figuur 2.2):

1. Bevolking;
2. Woningmarkt;
3. Bedrijven;
4. Bedrijfsruimtemarkt;
5. Arbeidsmarkt;
6. Voorzieningenmarkt;
7. Vervoersmarkt;
8. Grondgebruik.

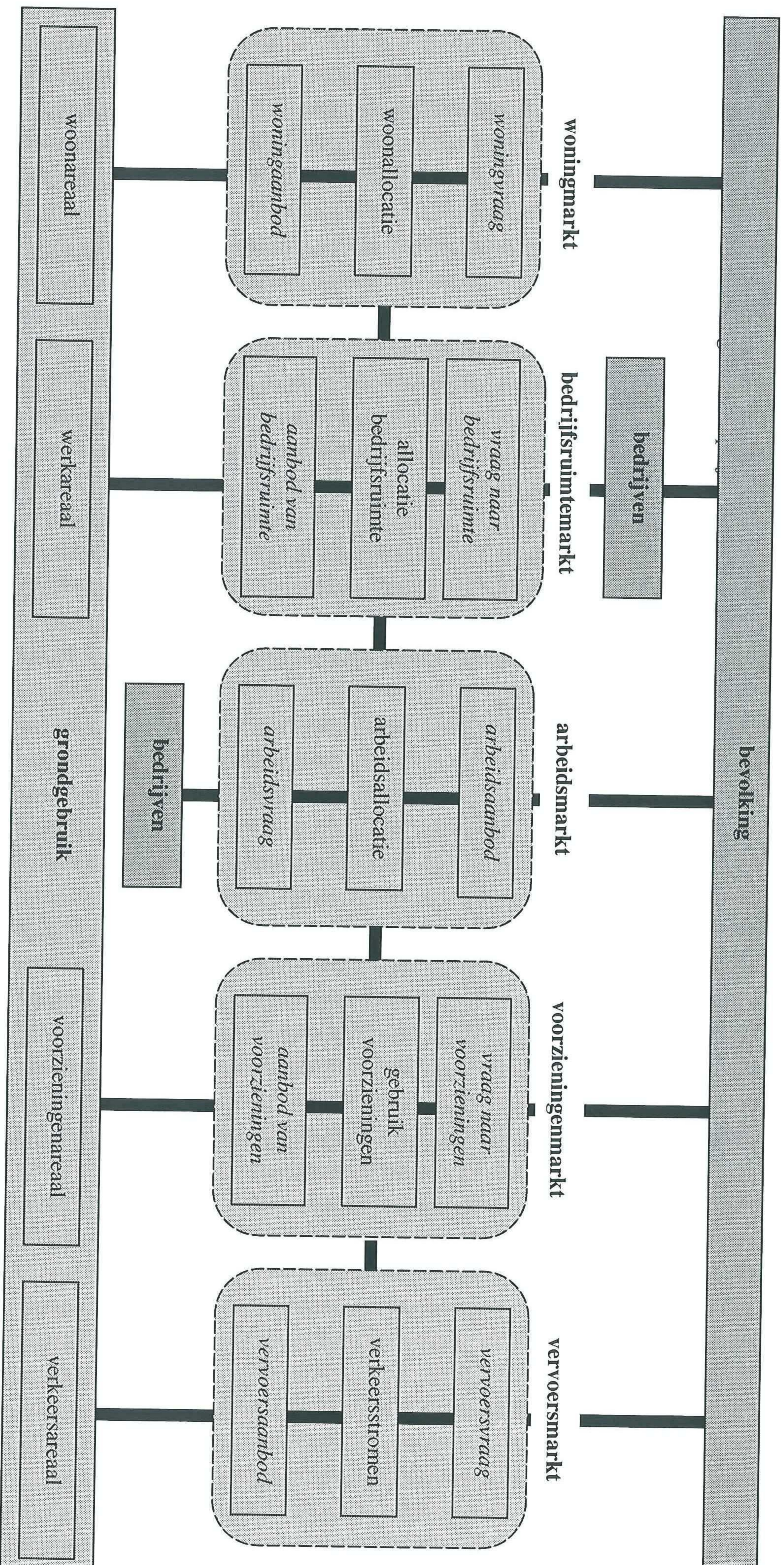
Twee van de subsystemen (*bevolking* en *bedrijven*) beschrijven de demografie van een **actor** die met *ruimtelijk gedrag* de sociaal-economische ontwikkeling van een regio beïnvloeden. Het gedrag van bevolking en bedrijven kan worden beschreven aan de hand van *bevolkingsdemografie* c.q. *bedrijvendemografie*.

Vijf van de acht subsystemen zijn in de praktijk **markten**, gekenmerkt door (1) een *vraag*component, (2) een *aanbod*component en (3) een *allocatie*component welke de afstemming tussen vraag en aanbod beschrijft (MuConsult, 1994):

- Op de *woningmarkt* is er sprake van aanbod van woningen en vraag naar woningen. De feitelijke uitkomst is de allocatie van huishoudens over de beschikbare woningen;
- Op de *arbeidsmarkt* is er sprake van vraag naar arbeid door de bedrijven en aanbod van arbeid door mensen die willen werken, bepaald door de participatiegraad. Bij frictie tussen beide kan sprake zijn van werkloosheid;
- Op de *bedrijfsruimtemarkt* (*bedrijfsonroerendgoedmarkt*) is er sprake van aanbod van bedrijfsruimte en vraag naar bedrijfsruimte. De feitelijke uitkomst is de allocatie van bedrijven over de beschikbare bedrijfsruimten (bedrijfsonroerend goed);
- Op de *voorzieningenmarkt* is er sprake van aanbod (winkels, scholen, sociaal-culturele voorzieningen, recreatie, horeca etc.);
- Op de *verkeers- en vervoermarkt* is sprake van aanbod van infrastructuur en vervoerdiensten en vraag naar mobiliteit.

Grondgebruik is niet geïnterpreteerd als een markt, aangezien prijsvorming in Nederland slechts in beperkte mate een rol speelt bij het grondgebruik. Bij het verkeers- en vervoerssysteem is sprake van een afgeleide vraag, voortvloeiend uit de ruimtelijke scheiding van wonen, werken en voorzieningen. Omgekeerd kan het verkeers- en vervoerssysteem een 'structurende' werking hebben op het functioneren van markten.

De relaties tussen markten zijn complex. Zo heeft de locatie van werkgelegenheid gevolgen voor het functioneren van de woningmarkt, terwijl de woningmarkt ook gevolgen heeft voor het functioneren van de arbeidsmarkt. In dit afstudeerproject zijn een aantal van de subsystemen en hun onderlinge samenhang op een sterk geaggregeerd niveau in modellering gebracht. Een overzicht hiervan is beschreven in hoofdstuk 6.



Figuur 2.2 Overzicht van subsystemen

## 2.4 Rol van bereikbaarheid

Bereikbaarheid kan in twee gerelateerde componenten worden gesplitst: (1) *nabijheid* (de hemelsbrede afstand tussen herkomst en bestemming) en (2) *kwaliteit* (het gemak waarmee een dergelijke afstand kan worden overbrugd). Meestal verwijst het gebruik van de term naar het kwaliteitsaspect. **Bereikbaarheid** wordt in dit verband gedefinieerd als:

*‘Het gemak waarmee men vanuit een bepaalde herkomst of een groep herkomstgebieden, een bepaalde bestemming of een groep bestemmingsgebieden kan bereiken’* (Hilbers & Wilmink, 2000)

Gemak (*weerstand*) dient hierbij geïnterpreteerd te worden in termen van **tijd**, **geld** en **moeite** (en ook betrouwbaarheid/zekerheid) die het kost om de afstand tussen herkomst en bestemming te overbruggen.

Het fenomeen *bereikbaarheid* speelt een belangrijke rol in de wederkerige relatie tussen infrastructuur en grondgebruik (University of Washington, 1998). Enerzijds creëert de ruimtelijke distributie van activiteiten de noodzaak om te reizen. Anderzijds bepalen het infrastructuursysteem en deze ruimtelijke distributie samen de bereikbaarheid, welke een belangrijke factor is in de bestemmingskeuze van verplaatsingen en activiteiten van bedrijven en particuliere huishoudens. Plaatsen met een goede bereikbaarheid zijn aantrekkelijke vestigingsplaatsen en reisbestemmingen voor uitoefening van activiteiten. Men spreekt in dit verband ook wel over de **structurerende** werking van infrastructuur (Bruinsma e.a., 1995). De gewenste bereikbaarheidskwaliteit hangt af van de functie van de locatie. Voor een zelfde locatie kunnen verschillende bereikbaarheidseisen gelden voor verschillende motieven (zoals woonwerkverkeer versus zakelijk verkeer) of doelgroepen (autobezitters versus niet-autobezitters).

Bereikbaarheid speelt onder andere een belangrijke rol ten aanzien van **pendel**. Pendel stelt werknemers in staat om een baan uit een groter aanbod te kiezen en tegelijkertijd en woonomgeving te kiezen die meer aan hun wensen voldoet. Dit vergroot het welzijn van de individuele werknemer. Aan de andere kant leidt pendel ertoe dat werkgevers uit een grotere arbeidsmarkt kunnen rekruteren. Pendel is van grote economische waarde aangezien het de beroepsbevolking en arbeidsplaatsen met elkaar verbindt en zodoende efficiënte economische processen stimuleert. Pendel kan als zodanig worden beschouwd als het smeermiddel van de arbeidsmarkt (Janssen, 1992).

Ook ten aanzien van **migratie** speelt bereikbaarheid een belangrijke rol. De bekendheid met regio's en de afstand van verhuizingen hangt af van de geografische afstand. Een te grote pendelafstand kan ertoe leiden dat mensen migreren en daardoor een woning in een andere regio bezetten. De arbeidsmarkt en de woningmarkt hangen daardoor onlosmakelijk samen.

Concluderend kan gesteld worden dat pendel en migratie consequenties hebben voor de ruimtelijke ontwikkeling. Dergelijke vormen van ruimtelijke interactie zijn relevant ten aanzien van ruimtelijk-economisch beleid.



## 2.5 Schaalniveaus

De binnen Nederland te onderscheiden markten –zoals de woningmarkt en arbeidsmarkt- bestaan in de praktijk uit een **conglomeraat van deelmakten** waartussen slechts een *beperkte mobiliteit* mogelijk is en dus meer of minder onafhankelijk van elkaar zijn (o.a. Rietveld, Van Dijk). Voor het in beeld brengen van de sociaal-economische dynamiek van Nederland kunnen daarom het beste *meerdere*, kleinere ruimtelijke eenheden in modellering worden gebracht. Verschillende ruimtelijke resoluties komen hiervoor in aanmerking. De interregionale interactie die hiertussen nog bestaat is interessant voor onderzoek en bovendien relevant voor een accuraat model.

*Landsdelen, provincies, Corop-gebieden en gemeenten* maken onderdeel uit van de hiërarchisch opgebouwde ‘Nomenclatuur van territoriale eenheden voor de statistiek’ (*NUTS*) die door het Bureau voor de Statistiek der Europese Gemeenschappen (*Eurostat*) wordt gebruikt voor de presentatie van regionale statistieken binnen de Europese Gemeenschap. Deze indeling omvat vijf categorieën, waarvan er door het Centraal Bureau voor de Statistiek (*CBS*) vier worden gebruikt:

- NUTS I (4 Nederlandse *landsdelen*);
- NUTS II (12 Nederlandse *provincies*);
- NUTS III (40 Nederlandse *Corop-gebieden*);
- NUTS V (537 Nederlandse *gemeenten*).

De Nederlandse NUTS-niveaus zijn in hun onderlinge samenhang in bijlage 2.1 geïllustreerd. De voor dit onderzoek meest interessante indeling is de **Corop-indeling**. Deze indeling is omstreeks 1970 ontworpen door de *Coördinatie Commissie Regionaal Onderzoeksprogramma*, waaraan de indeling haar naam dankt. De Corop-indeling is een regionaal niveau tussen gemeenten en provincies in. De Corop-indeling is weergegeven in bijlage 2.2.

Naast de vier NUTS-niveaus, onderscheidt het CBS -naar gelang de onderzoeksdoeleinden en daarop afgestemde specifieke indelingscriteria- de volgende regionale indelingen:

- Economisch-geografische gebieden (127);
- Samenwerkingsgebieden ingevolge de Wet gemeenschappelijke regelingen (59 Wgr-gebieden);
- Grootstedelijke agglomeraties;
- Stadsgewesten;
- Gemeentegroepen naar inwoneraantal;
- Gemeentegroepen naar stedelijkheid.

Beschrijvingen van bovenstaande, regionale indelingen zijn terug te vinden in bijlage 2.3.



### 3 BESTAANDE MODELTECHNIEKEN

Dit hoofdstuk beschrijft modeltechnieken die in de praktijk worden gebruikt om sociaal-economische ontwikkeling in een ruimtelijke context te benaderen. Paragraaf 3.1 geeft een overzicht van bestaande modeltechnieken naar tijd en ruimte voor het weergeven van sociaal-economische ontwikkelingen in een ruimtelijke context. Tevens wordt ingegaan op de manier waarop in modellen met bereikbaarheid wordt omgegaan. Technieken die in het afstudeerwerk expliciet worden toegepast zijn *System Dynamics* en *zwaartekrachtmodellen*.

System Dynamics is in algemene termen in paragraaf 3.2 beschreven. In paragraaf 3.3 wordt deze methodiek met als toepassing op sociaal-economische complexiteit toegelicht (*Urban Dynamics*). De achtergrond van zwaartekrachtmodellen wordt beschreven in paragraaf 3.4. Tenslotte komen in paragraaf 3.5 vier methoden aan bod om de ruimtelijke component binnen een modelsystemen te implementeren. Van enkele bestaande multiregionale modelsystemen wordt aangegeven met welke structuur en met welke methodiek zij opgezet zijn.

#### 3.1 Overzicht modeltechnieken

##### 3.1.1 Methoden en technieken naar tijd en ruimte

Allerlei soorten bestaande modellen komen in aanmerking voor het beschrijven van sociaal-economische ontwikkelingen. Voor inzicht in de aard van diverse modellen is het relevant om onderscheid te maken in (1) *functie* en *aard* van het model, (2) de *structuur* van het model en (3) de *wiskundige achtergrond* van het model (Cser e.a., 1999). Een allesomvattende en bevredigende indeling van modellen naar dit onderscheid is niet goed te maken, aangezien modellen in de praktijk vaak mengvormen zijn van verschillende karakteristieken. Elk onderscheid heeft zijn eigen doel.

Ten einde inzicht in de sociaal-economische dynamiek van Nederland te krijgen, dienen van meerdere regio's de subsystemen in de tijd gesimuleerd te worden. De simulatie heeft de dimensies **tijd** en **ruimte** in zich. Ruimte refereert aan een *ruimtelijk patroon* (statische momentopname). Tijd refereert aan de *ontwikkeling* van dit patroon. In tabel 3.1 zijn enkele traditionele methoden en technieken naar tijd- en ruimteaspect uiteengezet.

Tabel 3.1 Sociaal-economische modeltechnieken naar tijd en ruimte

Tijd	Ruimte		Ruimtelijke interactie		
	Intraregionaal	Interregionaal	voorraden	stromen	
Statisch		Regionale Input-Output	Shift-Share; Lokatie-Quotiënt	Input-Output; Migratiestromen; Migratiesaldo; Entropie	Zwaartekracht; Push-Pull; Informatievelden; 'Distance decay'; Logit; Netwerkanalyses
Tijdsklassen	Cohort-survival; Trendextrapolatie	Trendextrapolatie	Trendextrapolatie	Cohort-migratie; Trendextrapolatie	Account-based; Trendextrapolatie
Dynamisch	System Dynamics				Diffusie

(bron: Drewe, 1981; Krumme, 2001; Albrecht, 2001)

De achtergronden van bovenstaande modeltechnieken zijn beknopt beschreven in Bijlage 3.2 tot en met Bijlage 3.9. Opgemerkt wordt dat aan statische modeltechnieken in principe het tijdselement kan worden toegevoegd. Hiermee krijgt de methodiek een dynamisch karakter. Ook kunnen aan de modeltechnieken stochastische elementen worden toegevoegd.

### 3.1.2 Activiteitsgerichte benadering van bereikbaarheid

Het begrip bereikbaarheid is relevant bij het in beeld brengen van sociaal-economische ontwikkeling, aangezien het patroon van activiteiten hierdoor mede wordt bepaald. Ten aanzien van *geaggregeerde* analyses van activiteitspatronen wordt het begrip bereikbaarheid op grofweg vier manieren benaderd. De benaderingen, waarbij de aandacht geconcentreerd is op de geografische ligging van een locatie t.o.v. de herkomst- of bestemmingsgebieden, die gehanteerd worden zijn: (Geurs & Ritsema van Eck, 2001):

- Afstand;
- Contouren;
- Potentialen;
- 'Balancing factors'.

#### *Afstand*

De meest voor de hand liggende wijze om bereikbaarheid te interpreteren is door de afstand tussen twee punten te beschouwen. Dit kan zowel in termen van nabijheid (hemelsbrede afstand tussen twee punten) als in termen van kwaliteit. In het laatste geval wordt gesproken van **relationele bereikbaarheid**, welke het gemak (uitgedrukt in tijd, geld en moeite) uitdrukt waarmee een bestemming vanuit *één* herkomstgebied kan worden bereikt. Deze benadering kan worden toegepast indien een bestemming bekend wordt verondersteld.

#### *Contouren*

Een maat voor relationele bereikbaarheid is potentiële bereikbaarheid. **Potentiële bereikbaarheid** is het aantal inwoners of arbeidsplaatsen (aantal '*opportunities*') in een gebied dat bereikt kan worden binnen een afgebakende contourmaat (zoals (reis)afstand, reistijd of reiskosten). Hiermee is de contour een maat voor de bereikbaarheid. De bereikbaarheid neemt toe indien (a) het aantal bestemmingen toeneemt binnen de contourmaat of (b) de contourmaat toeneemt.

De contourmaat beschrijft patronen van activiteiten vanuit het standpunt van de gebruiker. Voor de maximale woon-werkeistijd wordt als contourmaat bijvoorbeeld 45 of 60 minuten gesteld. De methodiek is vooral geschikt bij een diffuse verdeling van bestemmingen. Groot voordeel van de maat is dat deze op een geaggregeerde wijze kan worden toegepast, zonder individuele keuzes in beeld te brengen. Nadeel van de methode is dat (1) impliciet wordt verondersteld dat aan elk type opportunity evenveel waarde wordt toegekend, (2) de waarde voor de contourmaat arbitrair is en (3) binnen de contourmaat geen bereikbaarheidsverschillen in ogenschouw worden genomen. Met name deze harde grens is het zwakke punt van de bereikbaarheidsmaat. De beoordeling door een individu van een reistijd verloopt in de praktijk veel geleidelijker dan met een harde grens en zal bovendien tussen verschillende individuen verschillen.

#### *Potentialen*

Potentialen worden toegepast in termen van **integrale bereikbaarheid**, welke duidt op het gemak waarmee een bestemming vanuit *alle* relevante herkomstgebieden kan worden bereikt. Maten voor integrale bereikbaarheid geven een indicatie van de afstand/reistijd van een locatie naar een groot aantal relevante herkomsten/bestemmingen. De potentialen worden toegepast in zwaartekrachtmodellen, welke zijn beschreven in paragraaf 3.4 en in Bijlage 3.2. In hoofdstuk 5 wordt het gebruik van potentialen aan de hand van 'Hansen's Potential Model' toegelicht.

#### *Balancing factors*

De 'balancing factors' –ook wel aangeduid met *competitie factoren* of *schaalfactoren*– worden toegepast in de zwaartekrachtmodellen (paragraaf 3.4) met beperkingen. Voor de formulering van de balancing factors wordt verwezen naar Bijlage 3.2.

## 3.2 System Dynamics

### 3.2.1 Historie en filosofie van System Dynamics

Het interpreteren van sociaal-economische systemen in termen van causale diagrammen (zie paragraaf 3.2.2) werd in 1953 geïntroduceerd door Tustin (Pidd, 1992). Deze benadering helpt om *terugkoppelingen* en *secundaire effecten* -bedoeld of onbedoeld- van ontwikkelingen en ingrepen in systemen te bevatten. Voor deze systeembenadering lanceerde de Amerikaan Jay. W. Forrester (Massachusetts Institute of Technology, M.I.T.) begin jaren zestig een analytisch simulatie-instrumentarium, dat per uitstek ontwikkeld is voor het inzichtelijk maken van het dynamisch gedrag van complexe systemen in de tijd. Een belangrijk uitgangspunt bij deze benadering is dat de werking van *onderliggende processen* daarbij met (grote) *vertragingen* zichtbaar kunnen worden gemaakt.

De methodiek, in eerste instantie aangeduid als '*Industrial Dynamics*' naar het gelijknamige boek van Forrester uit 1961, staat beter bekend dan **System Dynamics**. Vrij vertaald naar het Nederlands heet de methodiek *Systeem Dynamica*, welke als volgt gedefinieerd kan worden:

*'Een methode voor kwalitatieve beschrijving, onderzoek en analyse van complexe systemen die het mogelijk maakt om kwantitatief te modelleren en te simuleren ten behoeve van de structuur van het systeem en de regeling ervan'* (Wolstenhome, 1989)

In de praktijk wordt de System Dynamics methodiek met name toegepast voor het modelleren van bedrijfsprocessen (Forrester, 1995). De nadruk ligt hierbij op het *verkennen* van gereguleerde systemen in termen *stabiliteit* en *reactie op veranderingen* in het beschouwde systeem. De methodiek is in de praktijk vooral van grote *communicatieve* waarde richting managers.

### 3.2.2 Methodologie van System Dynamics

De vertaling van systeemdynamische gedachten naar een System Dynamics model verloopt stapsgewijs. Producten die in dit proces ontstaan zijn:

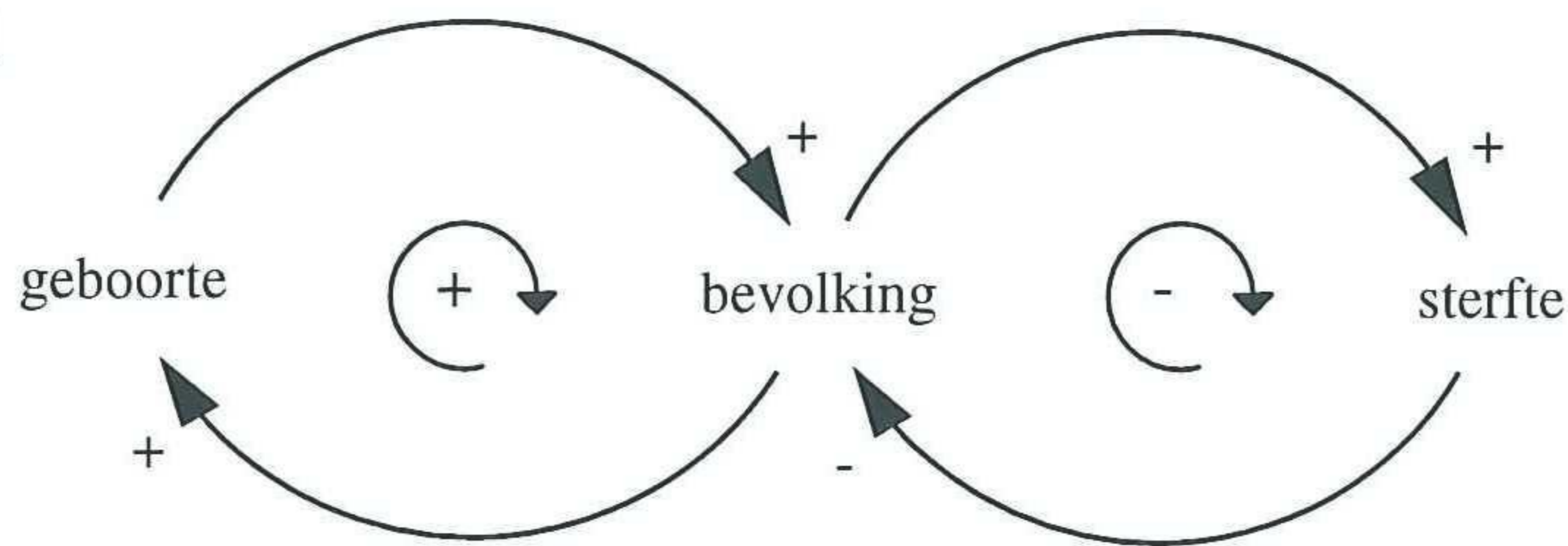
1. Causale relatiediagrammen;
2. Stroomdiagrammen;
3. Mathematische formuleringen;
4. Simulatieresultaten.

Het maken van causale relatiediagrammen en stroomdiagrammen zijn feitelijk het resultaat van *conceptualisatie* binnen System Dynamics (*kwalitatieve* System Dynamics), terwijl de mathematische formulering het resultaat is van *specificatie* (*kwantitatieve* System Dynamics). Tijdens de specificatie worden waarden toegekend aan de gemodelleerde variabelen en relaties. Uiteindelijk kunnen met het model simulaties worden gemaakt.

#### ***Het causaal relatiediagram***

Een causaal relatiediagram is een afbeelding van de basismechanismen van het te onderzoeken systeem. Het diagram beschrijft de relaties tussen entiteiten en hoe ze elkaar **causaal** beïnvloeden. Als entiteiten elkaar wederkerig beïnvloeden (**terugkoppeling**) is er in het causaal relatiediagram sprake van een (gesloten) '*loop*'. Er is dan sprake van een *positieve* terugkoppeling ('*positieve feedback loop*') of een *negatieve* terugkoppeling ('*negatieve feedback loop*' of '*reinforcing feedback loop*'). Een voorbeeld van een causaal relatiediagram met twee soorten loops is weergegeven in figuur 3.1.

## Voorbeeld



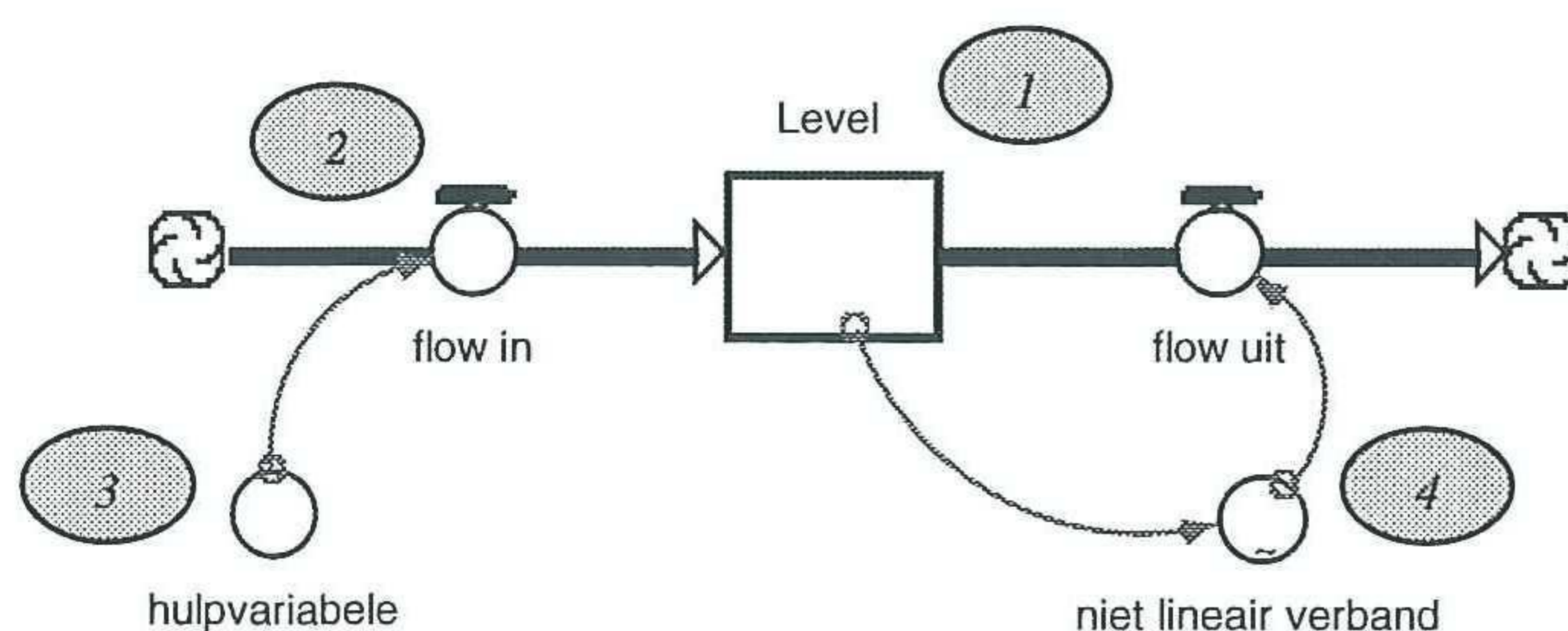
Figuur 3.1 Voorbeeld causaal relatiediagram

Zowel door geboorte als sterfte verandert de omvang van de bevolking. Geboorte doet de bevolkingsgrootte toenemen. Sterfte doet de bevolking afnemen. In een grotere bevolking zullen in principe meer mensen geboren worden en sterven. Op deze manier ontstaat een positieve en een negatieve loop, die twee drijvende en tegengestelde krachten achter de ontwikkeling van de bevolking beschrijven.

Als door bepaalde omstandigheden het systeem uit evenwicht is, kunnen ontwikkelingen door tegengestelde loops worden geremd ('grenzen aan groei'). Op lange termijn kan het *gedrag* van systemen naar een *evenwicht* toe gaan indien de parameters kwantitatief zorgvuldig worden ingevuld, maar dit hoeft niet het geval te zijn.

### Het stroomdiagram

De causale relatiediagrammen liggen ten grondslag aan elk Stella-model. Een Stella-model bestaat uit stroomdiagrammen met bijbehorende mathematische formuleringen, en beschrijft als zodanig de structuur van het systeem der beschouwing. Een stroomdiagram bestaat uit instrumenten, te weten: (1) *toestandsvariabelen*, (2) *stroomvariabelen*, (3) *hulpvariabelen* en (4) *niet-lineaire verbanden*. De vier Stella-instrumenten van een stroomdiagram zijn weergegeven in figuur 3.2 en worden daaronder kort toegelicht.



Figuur 3.2 Stroomdiagram in Stella

1. De *toestand* van entiteiten wordt binnen System Dynamics beschreven aan de hand van **voorraden** ('stocks'), ook wel aangeduid met *niveaus* ('levels'). Een voorraad kenmerkt zich door *accumulatie* in de tijd. In Stella wordt een voorraad weergegeven zoals in het midden van figuur 3.2;
2. De *verandering* of *ontwikkeling* van een voorraad wordt binnen System Dynamics gerepresenteerd door zogenaamde **stromen** ('flow' of 'rate'), met als dimensie eenheid per tijdseenheid. Een flow verbeeldt zodoende het achterliggende proces van de ontwikkeling van een toestandsvariabele;
3. Flows kunnen worden aangestuurd door **hulpvariabelen**. Deze variabelen worden wel 'converter' of 'auxiliary' genoemd. Ze kunnen in allerlei vormen toegepast worden, waaronder percentages die proportionaliteit tussen entiteiten aanduiden. De hulpvariabelen worden weergegeven door hun verschijningsvorm en een pijl die de relatie aangeeft;
4. **Niet-lineaire verbanden** zijn een speciale vorm van hulpvariabelen. De niet-lineaire verbanden worden grafisch weergegeven met een 'table-function'. Dit instrument wordt grofweg op twee manieren toegepast:
  - Twee entiteiten zijn uitgezet tegen elkaar. In dit geval wordt het effect van de verhouding tussen twee entiteiten grafisch uitgezet. Het niet-lineaire vervult dan de functie van een

‘regulator’, die de ontwikkeling van voorraden via de betreffende stromen op een dynamische wijze reguleert;

- Één entiteit is uitgezet tegen de tijd. In dit geval is er sprake van een niet-lineaire ontwikkeling van een variabele in de tijd.

### *De mathematische formulering*

Bij deze methodiek worden de relaties tussen entiteiten beschreven met stelsels van differentiaalvergelijkingen (*Euler* of *Runge Kutta*) die continu in de tijd geïntegreerd worden. Tijdens de specificatie worden waarden toegekend aan de gemodelleerde variabelen en relaties. Mathematisch worden de ontstane differentiaalvergelijkingen tijdens een simulatie numeriek doorgerekend, waarbij per tijdstap de waarden van variabelen **simultaan** worden berekend.

Het tijdsinterval van de methodiek is discreet, maar indien het tijdsinterval op 1 jaar wordt gesteld biedt de methodiek voldoende mogelijkheden voor weergave van ruimtelijke ontwikkelingen.

### 3.2.3 **Systeem Dynamische software**

Systeem dynamisch instrumentarium is *mathematisch* en *visueel* sterk zonder zelf daadwerkelijk te hoeven programmeren. De toegankelijkheid van het instrumentarium maakt deze per uitstek geschikt om mee te modelleren. Dit betekent dat, in tegenstelling tot in programmeertaal gemaakte modellen, System Dynamics modellen in hun software bijzonder *toegankelijk* zijn voor derden. Niet alleen is het in modellering gebrachte inzicht bijzonder goed overdraagbaar, maar tevens biedt dit goede mogelijkheden tot modeluitbouw en –verfijning door derden in de toekomst.

Er bestaan meerdere softwarepakketten voor System Dynamics. De bekendste applicaties voor onderzoeksdoeleinden zijn tegenwoordig (1) *Stella*, (2) *Vensim* en (3) *Powersim*. Ook *Simulink* (onderdeel van Matlab) kan gebruikt worden, maar wordt in de praktijk met name toegepast ten aanzien van industriële analyses en is minder gebruiksvriendelijk. In dit afstudeerwerk wordt het pakket *Stella* (*Stella Research 7.0.1*) gebruikt, aangezien op de faculteit Civiele Techniek met name van deze applicatie kennis aanwezig is.

## 3.3 **Urban Dynamics**

### 3.3.1 **Historie en toepassing van Urban Dynamics**

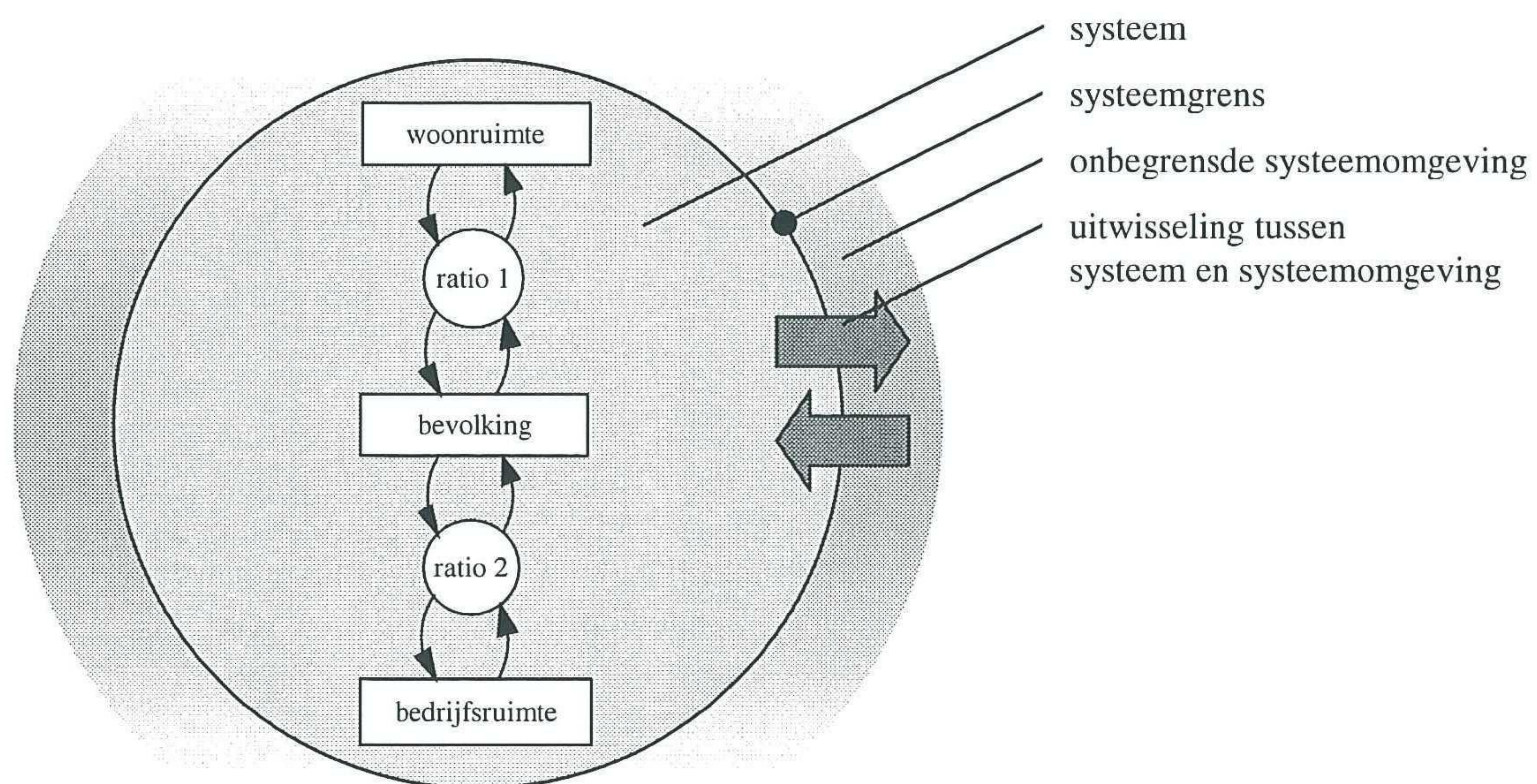
Forrester introduceerde in zijn boek *Urban Dynamics* (1969) de System Dynamics methodiek als toepassing voor het analyseren van stedelijke problematiek. Modellen die sociaal-economische dynamiek van een afgebakend gebied als functie van de tijd met de System Dynamics methodiek beschrijven, worden **Urban Dynamics** modellen genoemd. De toepassing, toepasbaar op allerlei ruimtelijke resoluties, werd destijds toegepast om de levenscyclus van een stad te simuleren. Doel hiervan is het verkennen hoe stedelijke ontwikkeling beleidsmatig geoptimaliseerd kan worden, zodat verval van de stad voorkomen of gereduceerd kan worden. Bestaande modellen maken onder meer duidelijk dat de bouw van goedkope woningen eerder een manier is om stedelijke armoede te produceren in plaats van deze te verminderen.

Urban Dynamics modellen waren met name in de jaren zeventig populair, waarna de hype van System Dynamics op dit vakgebied grotendeels is overgewaaid. De Urban Dynamics methodiek is destijds op vijf Amerikaanse regio's toegepast (Alfeld, 1995): *Lowell* (Massachusetts, 1971), *Boston* (Massachusetts, 1974), *Concord* (Massachusetts, 1975), *Marlborough* (Massachusetts, 1976) en *Palm Coast* (Florida, 1980). In de jaren negentig is Urban Dynamics aangehaald om stedelijke *duurzaamheid* te analyseren (Radzicki, 1995), een fenomeen dat destijds veel aandacht kreeg. Voor Nederland is Urban Dynamics o.a. toegepast op de steden *Tilburg* (1998) en *Rotterdam* (1999).

### 3.3.2 Structuur traditionele Urban Dynamics modellen

Een van de eerste Urban Dynamics modellen is het *Urban1-model* van Alfeld & Graham (1976). Het Urban1-model model beschrijft de basisconcepten van stedelijke complexiteit. Hiertoe is aangenomen dat tussen bepaalde voorraden een wisselwerking bestaat en dat deze wisselwerking de kern is van stedelijke ontwikkeling. In het model wordt verondersteld dat stedelijke ontwikkeling wordt bepaald door ontwikkelingen van de volgende drie stedelijke voorraden: (1) de bevolking, (2) woonruimte (woningmarkt) en (3) bedrijfsruimte (bedrijfsruimtemarkt, arbeidsmarkt).

Traditionele Urban Dynamics modellen, zoals het Urban1-model, zijn (1) **autonoom** en (2) **semi-gesloten** van aard. De wisselwerking tussen (a) *subsystemen onderling* en (b) met de *systeemomgeving* geschiedt door middel van verschillende *ratio's*, die telkens de verhouding tussen twee entiteiten weergeven (figuur 3.3).



Figuur 3.3 Schematische weergave van Urban Dynamics

### 3.3.3 Interpretatie Urban Dynamics

In Urban Dynamics modellen gaat het om de voorraden die in beeld zijn gebracht, en dan met name om de *ontwikkeling* hierin: de stromen. De rest van het model (zoals de ratio's) dient 'slechts' ter *aansturing* van de ontwikkeling van de voorraden en moet ook als zodanig worden geïnterpreteerd.

De Urban Dynamics methodiek beoogt niet een volledig exacte nabootsing van de werkelijkheid te geven. De nadruk ligt op het gedrag van het model, en hoe de structuur reageert op veranderingen ten aanzien van het systeem. De nadruk ligt dus op *tendensen* en in veel mindere mate op de feitelijke output van het model ten opzichte van de werkelijkheid. De ordes van grootte van de voorraden dienen overigens wel acceptabele waarden aan te nemen, anders verliezen de theoretische uitgangspunten hun waarde.

### 3.3.4 De regulerende werking van ratio's

Een ratio vertegenwoordigt als het ware de vraag en het aanbod van een bepaalde markt. Hiermee zijn de ratio's een indicatie van de **marktomstandigheden**. De ratio kan geïnterpreteerd worden



als een maat voor de **attractiviteit** van een bepaalde markt (de interpretatie van *gebruikte* ratio's is toegelicht in hoofdstuk 6) of als een maat voor 'opportunities' die een bepaalde markt biedt.

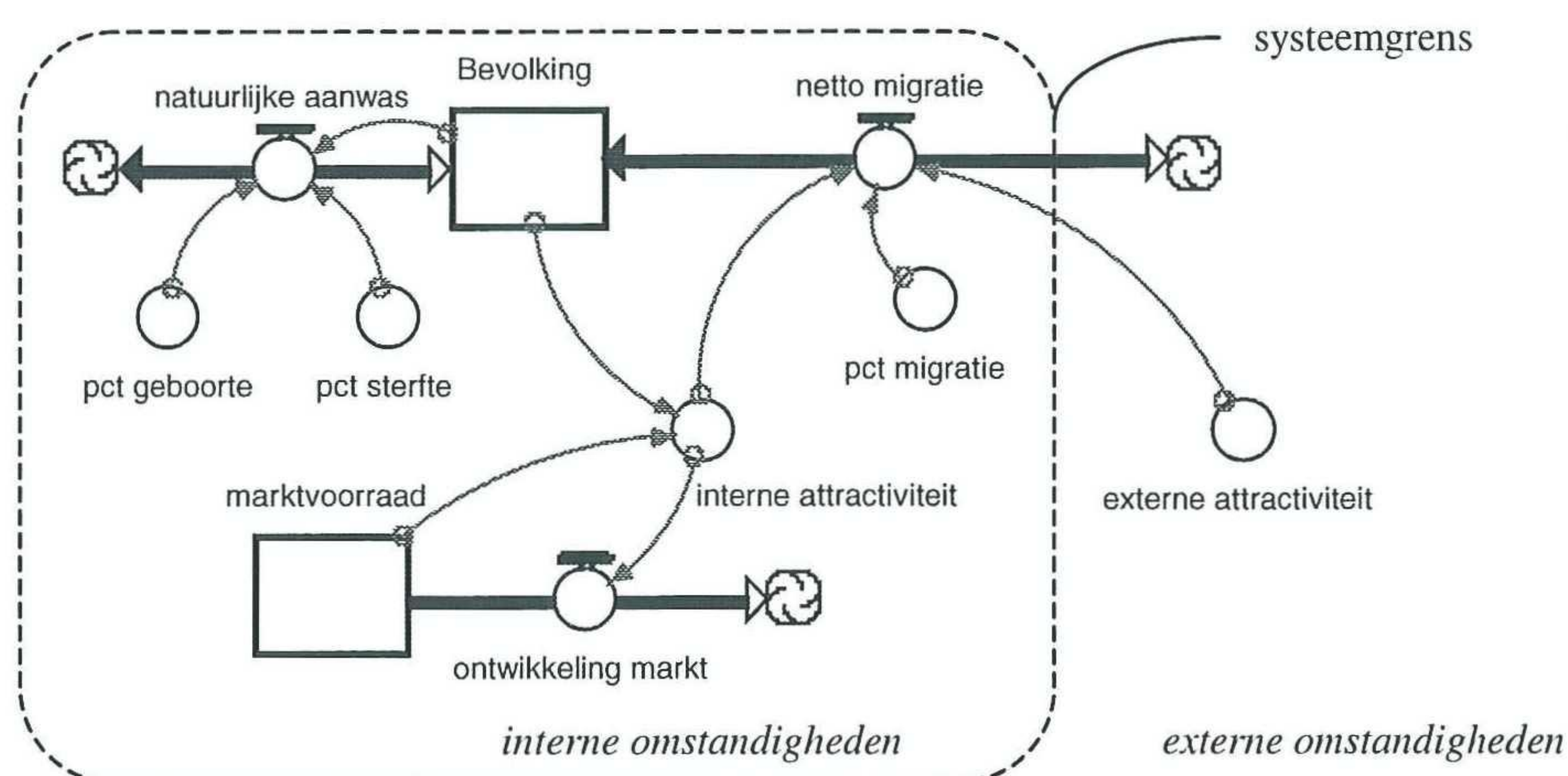
De ratio's sturen marktontwikkelingen aan indien vraag en aanbod zich in verhouding tot elkaar *wijzigen*, waarmee een *verandering* in attractiviteit van marktomstandigheden wordt nagebootst. Hiertoe sturen de ratio's verschillende *regulatoren* in het model aan, zodat de ratio's beschouwd kunnen worden als de *sturende mechanismen* van het model. Via de regulatoren sturen de ratio's:

1. Intraregionale processen;
2. Systeemgrens overschrijdende (bovenregionale en/of interregionale) processen.

De systeemregulerende werking in Urban Dynamics is met een voorbeeld nader geïllustreerd.

#### Voorbeeld

Veranderingen in de bevolking zijn het resultaat van (1) intraregionale stromen (natuurlijke aanwas) en (2) systeemgrensoverschrijdende stromen (migratie). De algemene regulering van de voorraad bevolking binnen Urban Dynamics is geïllustreerd in figuur 3.4.



Figuur 3.4 Regulering via interne en externe attractiviteit

Het aantal geboorten en sterfgevallen kunnen met percentages proportioneel worden afgeleid van de grootte van de bevolking. Op deze manier beïnvloeden interne omstandigheden de ontwikkeling van de bevolking. Op een analoge wijze reguleren interne omstandigheden de ontwikkeling van allerlei markten, zoals bijvoorbeeld de nieuwbouw van woningen de ontwikkeling van de woningvoorraad beïnvloedt. De ontwikkeling van de bevolking en de ontwikkeling van de verschillende markten beïnvloeden op hun beurt de interne attractiviteit van het systeem.

Migratie wordt veroorzaakt door een discrepantie tussen de interne en externe omstandigheden van het systeem. Indien de interne marktomstandigheden verslechteren ten opzichte van de externe marktomstandigheden is het aannemelijk dat er relatief meer mensen uit het systeem verhuizen en er relatief minder mensen het systeem in verhuizen. Een verandering van systeemgrens overschrijdende stromen kan zich manifesteren indien de interne marktomstandigheden of/en de externe marktomstandigheden veranderen. De *verandering* in *attractiviteitsverschil* tussen systeem (interne attractiviteit) en omgeving (externe attractiviteit) bepaald de grootte van de verandering van de 'normale' stroom.

In Urban Dynamics modellen is de *absolute* attractiviteit van een regio niet zo belangrijk. In de Urban Dynamics modellen zijn alleen die factoren relevant waardoor de regionale

omstandigheden zich *onderscheiden* van de omstandigheden van de omgeving. Met andere woorden is het uitgangspunt in de benadering hoe het systeem zich **relatief** verhoudt tot zijn omgeving.

Ter illustratie kan gedacht worden aan een schipper en zijn boot. De schipper is meer geïnteresseerd in hoe zijn schip relatief ligt in zijn veranderende omgeving –in dit geval de golven- dan in de absolute ligging van zijn schip –of het schip nu 200 meter of 1000 meter water onder zich heeft. Enerzijds kan de schipper niet de grote massa water onder zich reguleren, anderzijds wil hij ook helemaal geen controle over de grote massa water onder zijn boot als dit het functioneren van zijn boot niet beïnvloedt. De schipper is geïnteresseerd in de controle over de relatieve ligging van zijn boot ten opzichte van de waterspiegel, aangezien dit het functioneren van zijn schip bepaald.

Om deze benadering in Urban Dynamics hanteerbaar te maken is hiertoe in een autonoom, semi-gesloten model de *verhouding van attractiviteit* tussen het gemodelleerde systeem en haar omgeving onder ‘**normale omstandigheden**’ als het ware *1-op-1* verondersteld. Onder deze ‘normale’ omstandigheden is de waarde voor elke ratio 1. In dit geval heeft de ratio geen regulerende werking met betrekking tot intraregionale processen (bijvoorbeeld de ‘normale’ nieuwbouw) en gaat de ‘normale’ stroom over de systeemgrens (bijvoorbeeld de ‘normale’ migratie). Dit laatste is de ‘normale’ uitwisseling tussen het systeem en zijn omgeving.

Indien de marktomstandigheden afwijken van de gedefinieerde normale omstandigheden wijkt de bijbehorende ratio af van 1. Deze regulering met ratio’s geschiedt met behulp van niet-lineaire verbanden (de regulatoren). Hierdoor krijgt de ratio in een *multiplicatief* benadering een regulerend karakter. Het multiplicatieve karakter stelt het model in staat om op extreme omstandigheden te reageren. Indien de ratio groter wordt dan 1 worden bepaalde processen gestimuleerd ten opzichte van diezelfde processen onder normale omstandigheden. Bij een ratio kleiner dan 1 worden processen geremd.

### 3.3.5 Uitwisseling tussen systeem en omgeving

#### *Interpretatie van de systeemgrens*

Aangezien het uitgangspunt bij het kiezen van een systeemgrens is dat de causaliteit binnen de modellering is gelegen, is er in traditionele Urban Dynamics modellen alleen sprake van een toename van systeemgrensoverschrijdende stromen indien de interne marktomstandigheden veranderen ten opzichte van de externe marktomstandigheden.

Bij deze opzet wordt verondersteld dat indien de gemodelleerde omstandigheden in het autonome model afwijken van de normale omstandigheden, diezelfde soort omstandigheden in de systeemomgeving niet in dezelfde mate zijn veranderd. Het is het verschil in relatieve attractiviteit tussen die van het systeem en die van zijn omgeving dat is veranderd en ontwikkelingen in gang zet. De omgeving is als het ware een ‘**onvolkomen meebewegend referentiepunt**’.

Indien processen niet in modellering zijn gebracht, wordt de systeemomgeving geïnterpreteerd als een ‘**volkomen meebewegend referentiepunt**’. Deze processen (zoals bijvoorbeeld technologische verandering) veranderen in dat geval de relatie van het systeem met zijn omgeving niet, en worden daarom ook niet in de modellering opgenomen.

Er is in de traditionele Urban Dynamics modellen wel sprake van *uitwisseling* tussen systeem en omgeving, maar niet van *wisselwerking* tussen systeem en omgeving. Bij een ‘perfecte’ systeemgrens zou dit geen probleem zijn. Het is echter in de praktijk onmogelijk een perfecte systeemgrens te formuleren, waardoor de systeemgrens altijd een arbitrair karakter heeft. De wisselwerking tussen systeem en omgeving is daarom een interessant onderzoeksonderwerp en kan een meerwaarde opleveren ten opzichte van bestaande modellen.

### ***De onbegrensde systeemomgeving***

In de traditionele Urban Dynamics modellen is de omgeving van de autonome modellering *oneindig groot* of *onbegrensd* verondersteld. In theorie is hierdoor oneindig veel instroom en uitstroom over de systeemgrens mogelijk. Indien marktomstandigheden door ratio's gereguleerd worden, is in combinatie met push- en pullfactoren, een goede regulatie van het systeem mogelijk.

### **3.3.6 Kritiek en uitdagingen van Urban Dynamics**

De Urban Dynamics methodiek is een voedingbodem voor sceptici, die ondanks de lange historie van de methodiek er altijd zijn geweest. Kort samengevat zijn de belangrijkste punten van kritiek (Mass, 1974; Schroeder e.a., 1975):

1. Geen verfijnde en inaccurate modeloutput;
2. Niet te verifiëren niet-lineaire verbanden;
3. De beperkte verklarende betekenis vanwege het 'probleem van de systeemgrens';
4. De beperkte theoretische waarde van de onbegrensde systeemomgeving.

#### ***Geen verfijnde en inaccurate modeloutput***

Dit punt van kritiek is in grote mate te wijten aan een verkeerde interpretatie van de methodiek. De nadruk in de System Dynamics modellen ligt namelijk niet op de *feitelijke output* van de modellen, maar veel meer op het *gedrag* van ontwikkelingen ten aanzien van de werkelijkheid. De nadruk ligt dan ook op de drijvende krachten (structurele ontwikkelingen) en in mindere mate op verfijningen van dynamiek. Dit is een fundamenteel uitgangspunt van de methodiek, en dient in dat licht gerespecteerd te worden.

#### ***Niet te verifiëren niet-lineaire verbanden***

In Urban Dynamics sturen ratio's verschillende niet-lineaire verbanden aan. De niet-lineaire verbanden zijn de feitelijke regulatoren in het model die de stromen aansturen. Een niet-lineair verband (ook wel 'multipliertafel' genoemd) beschrijft in feite hoe bepaalde sociaal-economische ontwikkelingen reageren op bepaalde marktomstandigheden. Hierin zit een *tijdsvertragend* element, waardoor het verifiëren van niet-lineaire verbanden met empirisch datamateriaal een uiterst moeizame en tijdrovende bezigheid is.

De kritiek is minder van belang indien het structurele gedrag van een soort systeem op lange termijn wordt beschouwd. Indien de toepassing van het systeem specifiek wordt ingezet (een bepaalde regio), waarbij korte-termijn beleid moet worden geëvalueerd, neemt het belang van correct geschatte niet-lineaire verbanden toe.

#### ***Het probleem van de systeemgrens***

Een van de meest problematische concepten van traditionele Urban Dynamics modellen is de interactie van de modellen met hun omgeving. Een fundamenteel punt van kritiek is erop gericht dat traditionele modelleringen niet helder duidelijk kunnen maken of nu juist interne of externe krachten de interactie van het systeem met zijn omgeving –en daarmee de in beeld gebrachte ontwikkelingen– het meest bepalen. Dit is het probleem van de systeemgrens. Hoe groot moet deze nu gekozen worden om de verklarende dynamiek te tackelen?

Een oplossing ligt in feite in het verruimen van het model, door ook de *omgeving* van een gebied op endogene wijze met wisselwerking te analyseren. Een model krijgt dan een **complex** karakter. Het is echter onmogelijk om de gehele systeemomgeving in modellering te brengen. Bovenstaande redenering biedt echter wel mogelijkheden om het probleem van de systeemgrens in belangrijke mate te reduceren.

#### ***De onbegrensde systeemomgeving***

De omgeving is de bron en ontvanger van alle systeemgrensoverschrijdende stromen. In theoretisch opzicht is de traditionele benadering van de systeemomgeving een beperkte

weerspiegeling van de werkelijkheid, in die zin dat de stromen over de systeemgrens oneindige groottes kunnen aannemen (veel groter dan redelijkerwijs acceptabel is). De systeemomgeving is in dit opzicht een vacuüm waaruit oneindig kan worden geput, maar waar ook oneindig aan kan worden uitgestoten. Het gebruik maken van een onbegrensde systeemomgeving is in *praktisch* opzicht handig aangezien het systeem snel uitgereguleerd kan worden, maar is in theoretisch een beperkte weerspiegeling van de werkelijkheid.

## 3.4 Zwaartekrachtmodellen

### 3.4.1 Historie en toepassing zwaartekrachttheorie

Het principe van de onderlinge aantrekkingskracht tussen twee onderlinge lichamen in de wet van Newton werd door Ravenstein in 1885 geïntroduceerd ter analyse van migratie tussen twee gebieden. Deze analogie is nader uitgewerkt door met name Zipf (1946), Stewart (1947) en Wilson (1971) met betrekking tot de interactie tussen bevolkingscentra.

Zwaartekrachtmodellen analyseren en voorspellen de ruimtelijke ontwikkeling of verdeling van allerlei sociale en economische activiteiten op basis van de relatieve aantrekkelijkheid en geschiktheid van het bestemmingsgebied ten opzicht van de andere concurrerende gebieden. De benadering is algemeen, waarop verschillende varianten mogelijk zijn. Mogelijkheden hiervoor zijn:

- Toevoegen van verklaringselementen ('push' en 'pull');
- Rekening houden met beperkingen ('constrained');
- Rekening houden met tussenliggende gebieden ('intervening opportunities').

De klassieke zwaartekrachtmodellen zijn ruimtelijke interactiemodellen zonder beperkingen. Drie bekende *klassieke* zwaartekrachtmodellen zijn:

- Hansen's Potential Model;
- Het Lowry-model;
- Het Garin-Lowry-model.

*Hansen's Potential model* (Hansen, 1959) is een ruimtelijk zwaartekrachtmodel om de verdeling van de bevolking over regio's te voorspellen, gebaseerd op de veronderstelling dat werkgelegenheid de belangrijkste bepalende factor hierin is. Het model is simpel en goed te begrijpen. Het *Lowry-model* (Lowry, 1964) is een economisch basismodel voor stuwende en volgende werkgelegenheid. Het model beschrijft welke invloed de werkgelegenheid op de bevolkingsomvang heeft en omgekeerd, en hoe de spreiding van bevolking en werkgelegenheid in een gebied door deze wederzijdse afhankelijkheid wordt beïnvloed. *Garin* (1966) koppelde het Lowry-model aan een graviteitsmodel (voor woon-werkverplaatsingen en voor woonvoorzieningen verplaatsingen), met ruimtelijke randvoorwaarden en matrix-formulering.

Aan zwaartekrachtmodellen kunnen ook beperkingen worden opgelegd. Interactiemodellen met beperkingen kunnen worden onderscheiden in:

- Modellen met productiebeperking ('*production constrained*');
- Modellen met attractiebeperking ('*attraction constrained*');
- Modellen met productie- én attractiebeperking ('*double constrained*').

De single-constrained benadering levert realistische resultaten in het geval er geen competitie-effecten (geen begrensde capaciteiten) binnen de opportuniteiten zijn of indien de vraag bekend is (Geurts & Ritsema van Eck). Groot voordeel van de double-constrained benadering is dat wél rekening gehouden kan worden met wederzijdse competitie-effecten. In het geval van werkgelegenheid concurreren enerzijds werkgevers voor arbeiders, en anderzijds concurreren

werknemers voor arbeidsplaatsen. Het grote nadeel van de double-constrained benadering is de iteratieve oplossingsprocedure die vereist is.

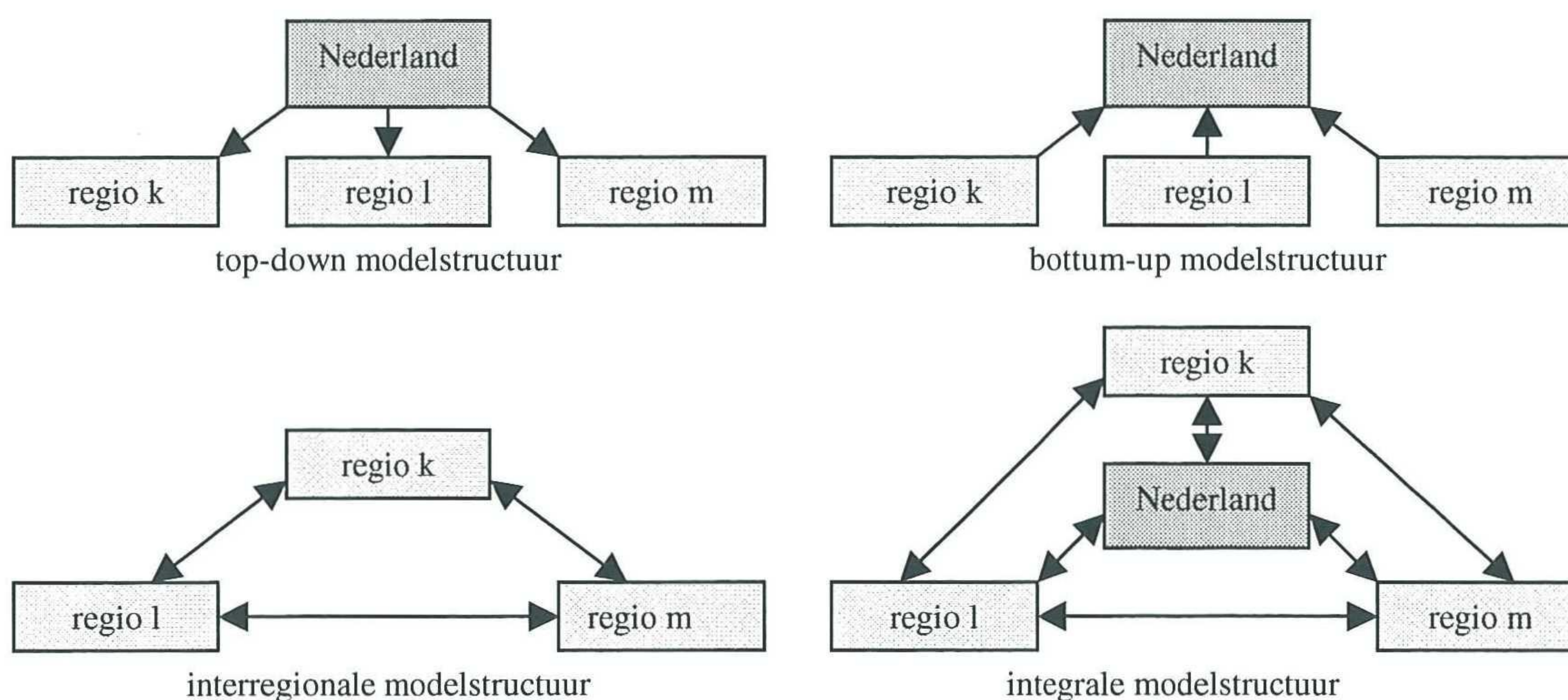
### 3.4.2 Kritiek op zwaartekrachtmodellen

Zwaartekrachtmodellen zijn didactisch sterk, en worden in de praktijk ingezet bij bereikbaarheidsanalyses van gebieden. Deskundigen achten de theoretische basis van zwaartekrachtmodellen echter tamelijk zwak. Kritieken richten zich met name op de vraag of negatieve of positieve agglomeratie-effecten, zoals een hoge bevolkingdichtheid, hoge grondprijzen, verkeerscongestie e.d., op een verantwoord wetenschappelijke wijze in het model kunnen worden opgenomen.

## 3.5 Multiregionale modellen

### 3.5.1 Soorten multiregionale modelstructuren

Voor het in beeld brengen van meerdere ruimtelijke eenheden is een *multiregionale modelstructuur* gewenst. Multiregionale modelstructuren worden vaak in vier groepen geclassificeerd: (1) top-down (verdeel-) modellen, (2) bottom-up modellen, (3) interregionale modellen en (4) integrale modellen. Deze modelstructuren zijn weergegeven in figuur 3.5. Welke methode het best gebruikt kan worden hangt af van het fenomeen dat wordt beschouwd.



Figuur 3.5 Multiregionale modelstructuren

(bron: Nijkamp, 1979)

#### 1. Top-down modelstructuur

Bij top-down modellen zijn nationale variabelen bekend verondersteld. Regionale variabelen worden gedesaggregeerd afgeleid van de nationale waarden. Met een verdeelmodel vindt regionalisatie plaats van een nationale prognose. De koppeling van regionale aan nationale grootheden wordt gerechtvaardigd door het feit dat nationale modellen in den regel betrouwbaarder zijn dan zelfstandige regionale modellen, omdat het statistische materiaal, waarop deze modellen steunen, omvangrijker en dikwijls van betere kwaliteit is (Van de Vooren, 1974). Voordeel van deze methode is dat een multiregionaal model gekoppeld kan worden aan bestaande nationale modellen.

Een top-down verdeelmodel is zinvol voor zover het gaat om regionale verschillen, zoals in een Shift-Share analyse. Gebrekkig aan deze methode is dat er geen terugkoppeling is van regionale ontwikkeling op nationale variabelen.

## 2. Bottum-up modelstructuur

Bij dit type modellen worden variabelen op regionaal niveau bepaald. Nationale waarden worden geaggregeerd afgeleid uit regionale waarden. Nadeel van deze modelaanpak is dat de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de regionale gegevens te wensen over laat ten opzichte van nationale gegevens. Statistisch materiaal op nationaal niveau is dikwijls omvangrijker en van betere kwaliteit dan regionale informatie. Voordeel van de bottum-up modellen is dat er inzicht verkregen kan worden in hoe nationale waarden zich verhouden tot regionale waarden.

## 3. Interregionale modelstructuur

Interregionale modellen zijn interessant als de nadruk ligt op het modelleren van interactie tussen regio's, waarbij de relaties niet door nationale omstandigheden worden beïnvloedt.

## 4. Integrale modelstructuur

Dit type model combineert bovenstaande modelstructuren. Groot voordeel is dat wisselwerking tussen regionale en nationale ontwikkeling simultaan wordt meegenomen. Nadeel is dat dit type model een complexe structuur heeft, welke moeilijk in modellering is te brengen en moeilijk te kalibreren is.

### 3.5.2 Enkele bestaande multiregionale modelsystemen

In de praktijk blijken multiregionale modellen vaak een **combinatie** van modelstructuren. Veel modellen, in het algemeen ontwikkeld als zelfstandige systemen, zijn voor hun invoergegevens afhankelijk van resultaten van voorafgaande modelberekeningen. De ruimtelijke resolutie van modellen neemt toe naarmate men verder in de keten komt (De Nijs & Vixseboxse, 1998). Economische en demografische modellen gaan veelal op Corop-niveau, terwijl effectmodellen op een 500 meter grid worden gemodelleerd. Voor effectmodellen is het noodzakelijk om vrij nauwkeurig te weten waar wat gebeurt (welke economische activiteiten zich waar zullen vestigen, waar nieuwe woningbouwlocaties zullen komen) om een redelijke prognose te kunnen maken. Voor economische en demografische modellen is deze ruimtelijke informatie minder relevant.

Een voorbeeld van een niet eenduidige multiregionale modelstructuur is de *LeefOmgevingsVerkenner* (RIVM, in samenwerking met *RIKS b.v.* (Maastricht) en de Memorial University, St. John's, Nfld, (Canada)). Deze zogenaamde *LOV* is een ruimtelijk en dynamisch model, waarin activiteiten in, en ruimtegebruik door sociale, economische en natuurfuncties (min of meer beïnvloedbaar door overheidsingrepen) op een integrale wijze worden weergegeven (RIVM, 2001). Toch heeft het model geen integrale modelstructuur.

De *LOV* onderscheidt 3 niveaus. Op nationaal niveau worden exogeen ontwikkelingsscenario's voor Nederland ingevoerd. *Top-down*, worden op Corop-niveau de demografische ontwikkelingen, de groeiende economische activiteiten en de effecten hiervan op de omgeving doorgerekend. Op microniveau worden met behulp van Cellulaire Automata (*CA*) de verschillende activiteiten in de ruimte geplaatst op basis van de lokale dynamiek in het landgebruik. In wezen vertaalt *CA* het gedrag en de interactie van ruimtelijke actoren en houden rekening met de fysische, omgevings-, institutionele en bereikbaarheidskenmerken van Nederland. Het is een compleet model in die zin dat het alle subsystemen aansnijdt.

Een ander voorbeeld is het *COMBI-model* (VROM-RPD). Dit model beschrijft *top-down* de demografische ontwikkeling op Corop-niveau, in samenhang met de ontwikkeling van arbeidsmarkt, woningmarkt en vraag en aanbod van (hoger) onderwijs (Heida e.a., 2000). De modelstructuur is *interregionaal*, doordat de modelstructuur mede wordt gevormd door de migratiemodule waarin migratie om werkredenen, migratie om woonredenen en migratie voor het volgen van onderwijs worden berekend.

Een ander *interregionaal* model is *MOBILEC* (MOBILiteit/EConomie), welke de samenhangen beschrijft tussen economie, mobiliteit, infrastructuur en andere regionale kenmerken (Van de Vooren, 2000). Het is een dynamisch model, waarin economie en mobiliteit elkaar wederzijds beïnvloeden. Door de interregionale structuur kan met distributieve effecten rekening gehouden worden. Een specifieke infrastructuurverbetering wordt in het model vertaald in termen van reistijdwinsten en indien van toepassing in reisaafstandsverkortingen binnen en tussen de Corop-gebieden en met het buitenland. Het model onderscheidt echter geen bedrijfssectoren.

Een voorbeeld van een integraal model is *SIMFIRMS* (NIDI). Dit model beschrijft de demografie van bedrijven, en is toegepast op de Nederlandse Corop-gebieden (Van Wissen, 2000). De bevolkingsontwikkeling –en daarmee migratie- zijn exogeen ingevoerd. In het model, in feite een cohort-model, wordt verder onderscheid gemaakt in 11 economische sectoren, waarbij rekening is gehouden met interregionale migratie van bedrijven. Het model is dus (1) ruimtelijk gedesaggregeerd en (2) sectoraal gedesaggregeerd. Er zijn twee typen stromen: (a) stromen tussen regio's en (b) stromen tussen economische sectoren. Dit maakt het model in feite 4-dimensionaal. De empirische onderbouwing van het model ondersteunt de integrale modelstructuur niet volledig. De afzetrelaties tussen sectoren zijn afgeleid van een nationale input-output tabel, maar dit lijkt een acceptabele benadering van de werkelijkheid.





## 4 MODELONTWIKKELING

In dit hoofdstuk is beschreven waarmee (1) de functie en aard, (2) de structuur en (3) de wiskundige achtergrond van het ontwikkelde model is bepaald. Deze vloeien voort uit de gewenste modelkenmerken. Verder is aan de hand van het plan van aanpak, en hiertoe gemaakte keuzes, het proces van modelontwikkeling nader toegelicht.

### 4.1 Modelkenmerken

Voor inzicht in de oorzaak- en gevolgmechanismen van ruimtelijke ontwikkelingen is een **causaal** model gewenst. Achterliggend doel hiervan is om te **verkennen** wat de gevolgen of effecten van bepaalde ontwikkelingen of (overheids-)ingrepen in het systeem zouden kunnen zijn. Vanwege dit verkennende karakter is een **dynamisch** model nodig, welke het mogelijk maakt om een ontwikkelingsproces te beschrijven en te prognosticeren.

Reeds in de doelstelling van dit onderzoek is bepaald dat *Nederland* de ruimtelijke schaal van het onderzoek is. Dit is het beeld –of de puzzel- die voor ogen moet staan. Vanuit beleidsmatig oogpunt is dit het meest relevante *schaalniveau*, aangezien ruimtelijk-economisch beleid met name kan worden toegepast op nationaal niveau. Buiten de Nederlandse landgrenzen heeft de nationale politiek relatief een beperkte invloed. De Nederlandse landgrens is daarmee de gewenste grens van het modelsysteem.

De sociaal-economische ontwikkelingen van Nederland kunnen het beste worden weergegeven aan de hand van meerdere regio's. Dit zijn in feite de puzzelstukjes, waaruit het totaalbeeld is opgebouwd. Het regionale niveau is daarmee het *resolutieniveau* van het modelsysteem. Gekozen is voor de indeling in 40 *Corop-gebieden*, zoals besproken wordt in paragraaf 4.2.1.

In verband met traditionele modelbenaderingen gaat de aandacht uit naar de ruimtelijke interactie. De **interregionale modelstructuur** die hierbij noodzakelijk wordt geacht is beschreven in paragraaf 4.2.2. Hierdoor krijgt het model een **complex** karakter. Elke regio kan daarin worden beschouwd als een systeem, welke **open** (invloeden van andere regio's oefenen invloed uit op de regionale variabelen) en sterk **endogeen** (invloeden worden voornamelijk door het model zelf gegenereerd) van karakter is.

De gebruikte modeltechnieken zijn Urban Dynamics en zwaartekrachtmodellen, waarvan de keuzes worden toegelicht in paragraaf 4.3. Met de keuze van deze technieken staat de wiskundige achtergrond van het model vast. De wiskundige achtergrond is discreet, maar over het verloop van de tijd geeft dit met een tijdsinterval van 1 jaar een **continu** beeld. Het model rekent met **differentiaalvergelijkingen** volgens de methode van Euler. Hiermee is een **deterministisch** model gemaakt, waarbij de oplossing eenduidig is bepaald. Dit wil zegen dat de waarden van variabelen op elk tijdstip onafhankelijk zijn van een kansverdeling (geen 'random' invloeden).

Het vervolg van dit hoofdstuk staat in het licht van methodische aspecten van dit onderzoek. Het **plan van aanpak** van de modelontwikkeling is beschreven in paragraaf 4.4. Tenslotte wordt in paragraaf 4.5 apart uitgelicht hoe met de **complexiteit** in dit onderzoek is omgegaan.

### 4.2 Keuze modelstructuur

#### 4.2.1 Keuze Corop-gebieden

Er bestaan verschillende *ruimtelijke resoluties* voor het analyseren van Nederlandse sociaal-economische dynamiek. De resolutiekeuze bepaalt mede de modelstructuur.

Een aantal overwegingen speelt bij de keuze voor een ruimtelijke resolutieniveau een rol:

- Een zekere homogeniteit ten aanzien van de te beschouwen verschijnselen;
- Beschikbaarheid van gegevens (databeschikbaarheid);
- Vereiste nauwkeurigheid;
- Aansluiting bij ander onderzoek;
- De onderscheiden regio's moeten voor het beleid relevante eenheden vormen, dan wel daartoe te aggregeren zijn (beleidsrelevantie);
- Mogelijkheden binnen de gebruikte software.

De keuze van resolutieniveau hangt af van het 'speelveld' van de beschouwde processen. Hoe kleiner het resolutieniveau wordt gekozen, hoe gedetailleerder processen op systeemniveau kunnen worden beschreven, hoe scherper het beeld. Het gemeentelijke niveau is echter te omvangrijk om te modelleren, terwijl op provinciaal niveau sociaal-economische verschijnselen niet goed accuraat kunnen worden weergegeven. Ten aanzien van databeschikbaarheid over een lange periode wordt de keuze in feite beperkt tot de *Corop-gebieden* of de *economisch-geografische gebieden*. Aangezien zowel de Corop-gebieden als de economisch-geografische gebieden te aggregeren zijn tot provincies, verdienen deze niveau tevens uit het oogpunt van beleidsrelevantie de voorkeur.

Wat betreft de homogeniteit ten aanzien van demografische verschijnselen zijn overwegingen soms tegenstrijdig. Voor geboorteberekening bijvoorbeeld is een *zonale* indeling (economisch-geografische gebieden) te prefereren, gezien het verband tussen vruchtbaarheidcijfer en urbanisatiegraad. Echter, voor de berekening van de binnenlandse migratie en pendel is een *nodale* indeling van Corop-gebieden te verkiezen (Rees e.a., 1998), ondanks dat woningmarktgebieden hierin niet tot uitdrukking komen (Vergoossen, 1982).

In dit afstudeerwerk heeft de afweging geresulteerd in een keuze voor de *Corop-indeling*. In de eerste plaats vanwege de databeschikbaarheid. Ten tweede vanuit de wensen ten aanzien van de PlanScan. Daarnaast hebben overwegingen van overzichtelijkheid en beheersbaarheid (m.b.t. software) ertoe bijgedragen om 40 Corop-gebieden te modelleren in plaats van 127 economisch-geografische gebieden. Ten aanzien van databeschikbaarheid is in de modellering geen rekening gehouden met sub-gebieden. De Corop-indeling wordt als zodanig consistent gehanteerd.

De keuze voor de Corop-gebieden als schaalniveau, leidt ertoe dat bepaalde belangrijke, hedendaagse processen, zoals bijvoorbeeld suburbanisatie en het vestigen langs snelwegen van bedrijven, niet worden beschreven. In werkelijkheid kunnen dergelijke processen echter een rol spelen in de ontwikkelingen op Corop-niveau.

#### 4.2.2 Keuze interregionale modelstructuur

Vanwege het vernieuwende karakter en de theoretische meerwaarde ten opzichte van traditionele modellen, is gekozen voor het expliciet in beeld brengen van de volgende *processen van mobiliteit*:

- Interregionale bevolkingsmigratie;
- Interregionale pendel;
- Interregionale bedrijfsmigratie.

Door de bijbehorende **interregionale modelstructuur**, is de modelstructuur op regionaal niveau niet meer zo autonoom en semi-gesloten van karakter zoals in traditionele Urban Dynamics modellen. Op regionaal niveau wordt de relatie met de omgeving *endogeen* en *open* (ruimtelijke *wisselwerking*) van karakter. De regionale modellen zijn op deze wijze meer waarde dan de som der delen.

Het probleem van de *systeemgrens* en het probleem van de oneindig grote *systeemomgeving* worden door het in beeld brengen van de binnenlandse migratie- en woon-werkstromen tussen regio's theoretisch in sterke mate **gereduceerd**. Het is namelijk aannemelijk dat een regio de meeste interactie ondergaat met geografisch nabij gelegen gebieden. Met andere woorden bestaat de meest relevante omgeving van één regio uit de omliggende regio's. De algemene hypothese is dat pendel en migratie -in reactie op interne marktomstandigheden- met name een Nederlands karakter hebben.

### 4.3 Keuze modeltechnieken

De simulatie van sociaal-economische ontwikkelingen heeft twee dimensies in zich: *tijd* en *ruimte*. Praktisch kunnen beide dimensies in modellering gebracht worden door verschillende modeltechnieken te implementeren binnen systeem dynamisch instrumentarium. Voor beide dimensies bestaan specifieke modeltechnieken. Gekozen is om regionaal sociaal-economische *Urban Dynamics modellen* te koppelen aan *ruimtelijke interactiemodellen*. Deze modeltechnieken vullen elkaar aan.

Kort samengevat, zijn de belangrijkste redenen voor het gebruik van Urban Dynamics:

#### 1. Theoretisch

- De modellering is *causaal* van aard, waardoor de theoretische achtergrond van de modellering aan kracht wint;
- *Wisselwerking* tussen subsystemen kan expliciet in beeld worden gebracht;
- Processen worden *simultaan* benaderd;
- Processen kunnen met grote *vertragingen* worden weergegeven, waardoor indirecte effecten –die ten aanzien van ruimtelijke ontwikkelingen relevant zijn en in andere type modelbenaderingen moeilijker te tackelen zijn- op geaggregeerd niveau kunnen worden gesimuleerd en verkend.

#### 2. Methodisch

- De methodiek is *snel* onder de knie te krijgen;
- Het modelleren binnen systeem dynamische software is *eenvoudig*, waarbij kennis van 'hard' programmeren geen voorkennisvereiste is;
- Systeem dynamische software is *mathematisch* sterk;
- Systeem dynamische software is visueel sterk en daardoor *gebruiksvriendelijk*;
- De inhoud van de modellering is zeer *overdraagbaar* en *toegankelijk*, waardoor communicatie en iteratieve modelontwikkeling -waaronder de mogelijkheid tot aanpassing en verfijning door derden- bijzonder goed mogelijk is.

#### 3. Praktisch

- Met de methodiek kunnen prognoses en verkenningen worden doorgerekend.

De belangrijkste redenen voor toepassing van zwaartekrachtmodellen zijn:

#### 1. Theoretisch

- Zwaartekrachtmodellen worden veelvuldig toegepast en zijn wijd geaccepteerd in de sociale geografie;
- Er zijn relatief weinig invoergegevens nodig.

#### 2. Methodisch

- De theoretische achtergrond van de modellering is relatief eenvoudig te begrijpen;
- De mathematische formulering is eenvoudig, waardoor de techniek naar eigen ideeën kan worden toegepast.

#### 3. Praktisch

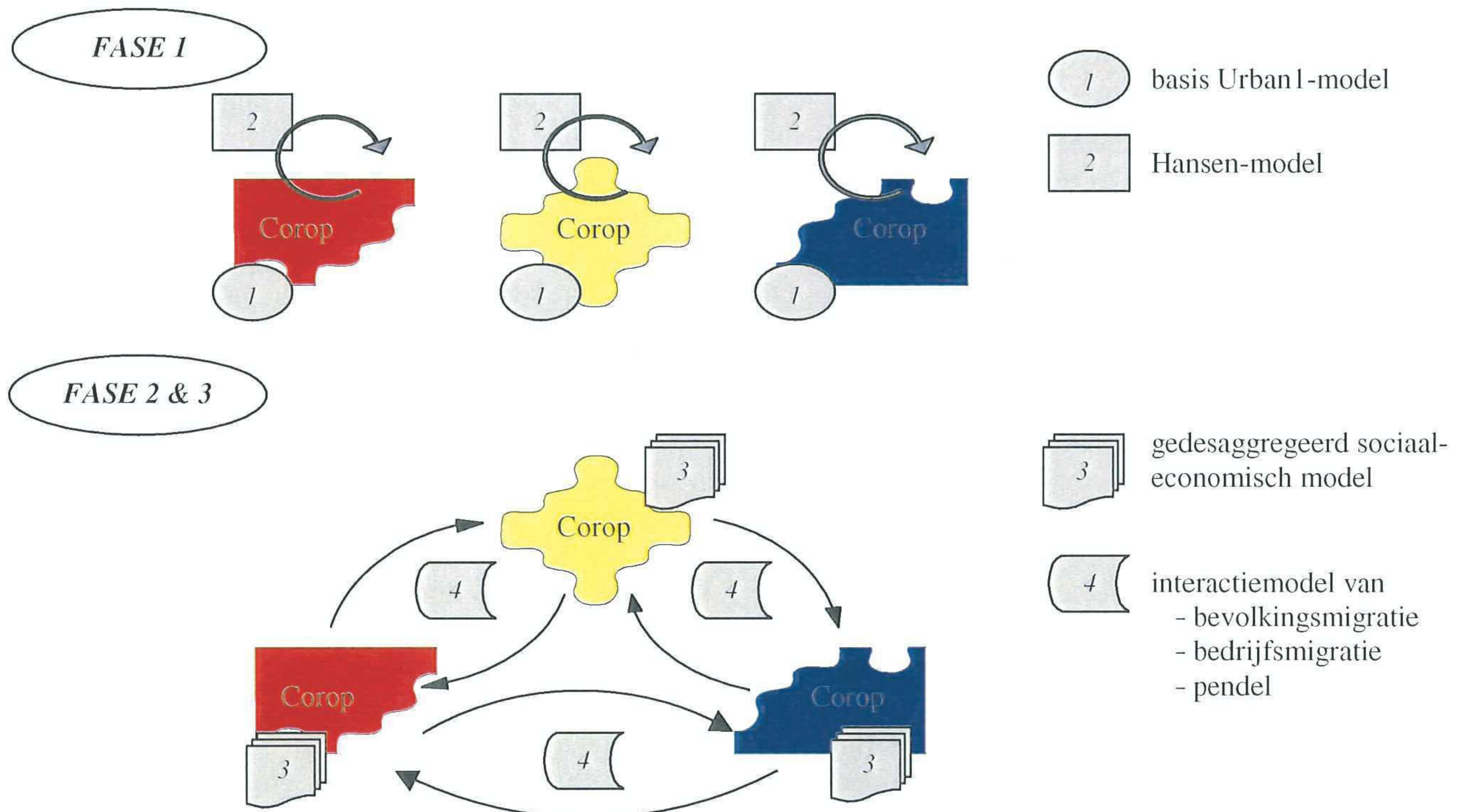
- Met de methodiek kan binnen systeem dynamische software de ruimtelijke component van sociaal-economische ontwikkeling worden geïntroduceerd.

## 4.4 Plan van aanpak

De ontwikkeling van het modelsysteem (figuur 4.1) is in drie fasen te beschrijven:

1. Realisatie van een *multiregionale* modelstructuur;
2. Realisatie van een *interregionale* modelstructuur
3. Aanpassen, uitbouwen en verfijnen van de modelstructuur.

De pijlen in figuur 4.1 duiden op de *ruimtelijke component* en hoe daarmee is omgegaan. Van elke regio dient de sociaal-economisch ontwikkeling in modellering te worden gebracht.



Figuur 4.1 Ontwikkeling model

### 4.4.1 Ontwikkeling multiregionale modelstructuur

Doel van de eerste fase is het operationaliseren van een multiregionale modelstructuur. De fase kan worden opgedeeld in de volgende stappen:

- a) Bouw Urban I-model;
- b) Analyse en verificatie Hansen's Potential Model;
- c) Koppelen van 40 Urban I-modellen aan Hansen's Potential Model.

Begonnen wordt met het bouwen van een autonoom en semi-gesloten sociaal-economisch model van één Corop in Stella. In eerste instantie wordt een simpel sociaal-economisch model gebouwd. Dit model, gebaseerd op het *Urban I-model* (Alfeld & Graham 1976), geeft vijf subsystemen (bevolking, woningmarkt, bedrijfsruimte, arbeidsmarkt, grondgebruik) sterk vereenvoudigd weer. In een *later stadium* zijn mogelijkheden om dit model te verbeteren het toevoegen en desaggregeren van subsystemen en het endogeen uitwerken van interregionale processen (ruimtelijke interactie).

In deze modelopzet dient vervolgens een multiregionale component toegevoegd te worden. Hiervoor wordt een ruimtelijk zwaartekrachtmodel gebruikt. Ruimtelijke zwaartekrachtmodellen

lenen zich er per uitstek voor om de basisbeginselen van ruimtelijke interactie te modelleren. Met ruimtelijke zwaartekrachtmodellen kan geanalyseerd worden welke factoren een rol in de ruimtelijke ontwikkeling van een regio spelen.

Alvorens een ruimtelijk zwaartekrachtmodel te koppelen aan veertig Urban1-modellen, waardoor een multiregionale modelstructuur ontstaat, wordt een ruimtelijk zwaartekrachtmodel geanalyseerd. Met een koppeling van modeltechnieken in het achterhoofd, wordt in eerste instantie het didactische *Hansen's Potential model* gebruikt om de ruimtelijke ontwikkeling van de Corop-gebieden te analyseren. Het doel hiervan is tweeledig:

1. Het verkennen van een ruimtelijk zwaartekrachtmodel als mogelijke toepassing voor het modelleren van ruimtelijke interactie;
2. Het verkennen van de toepasbaarheid van het Hansen-model op de Corop-gebieden, en als zodanig wellicht een verklarende theoretische analyse van de ontwikkeling van Corop-gebieden.

Door het Hansen-model exogeen te voeden met historische data en vervolgens optimaal te kalibreren, wordt de validiteit van het Hansen-model verkend.

De derde en laatste stap van de eerste fase is het realiseren van de koppeling van het Urban1-model aan het Hansen's Potential Model. Er zijn 40 regionale modellen benodigd. Hiertoe wordt een array 'Corop-gebieden' binnen Stella aangemaakt. Het gebouwde Urban1-model wordt gearrayed met de array 'Corop-gebieden', waardoor voor elke Corop dezelfde modelstructuur ontstaat (zie ook paragraaf 4.5). De specificatie van elk model kan uniek worden ingevoerd, maar dit wordt in dit stadium nog niet gedaan. Het doel is enkel om veertig regionale modellen te koppelen aan het Hansen-model. Het ruimtelijk zwaartekrachtmodel wordt in deze opzet endogeen gevoed door de regionale ontwikkelingsmodellen. Het ruimtelijk zwaartekrachtmodel herverdeelt op zijn beurt bepaalde entiteiten van het Urban1-model. Hiermee is een functionerend multiregionaal model gerealiseerd.

#### 4.4.2 Ontwikkeling interregionale modelstructuur

In plaats van het verder verfijnen van het Hansen-model of het analyseren van andere ruimtelijke zwaartekrachtmodellen ten aanzien van de allocatie van bevolkingsgroei en werkgelegenheidsgroei (bijvoorbeeld het Lowry-model), wordt in het vervolg van het afstudeerwerk de voorkeur gegeven aan het ontwikkelen van modellen die **onderliggende** processen beschrijven.

Het in beeld brengen van onderliggende processen is één van de fundamentele uitgangspunten van System Dynamics. Het beschrijven van onderliggende processen, zoals migratiestromen en pendel tussen Corop-gebieden, geeft méér informatie dan de modellen die slechts hele voorraden in één keer herverdelen. Aan bijvoorbeeld bevolkingsgroei, meestal niet meer dan 1% per Corop per jaar, liggen zowel geboorte, sterfte en migratie van bevolking ten grondslag. Allerlei combinaties van deze achterliggende processen kunnen hetzelfde resultaat op level-niveau opleveren. Voor het in beeld brengen en valideren van *causaliteit* is het inzicht in de onderliggende stromen essentieel.

De methodiek van het zwaartekrachtprincipe is bruikbaar bij het beschrijven van interregionale processen, zoals bevolkingsmigratie, bedrijfsmigratie en pendel. De theoretische basis hiervan is versterkt door het toevoegen van **push-pull** elementen. Door het meenemen van de 'marktomstandigheden van het moment' in de zwaartekrachtmodellen wordt een van de grote beperkingen van de zwaartekrachtmethodiek aangepakt.

Door de combinatie van Urban Dynamics en zwaartekrachtmodellen ontstaat de **interregionale modelstructuur**. Zowel de traditionele Urban Dynamics modellen als de traditionele zwaartekrachtmodellen worden in deze opzet theoretisch verbeterd.

#### 4.4.3 Aanpassen, uitbouwen en verfijnen van de modelstructuur

Na het in beeld brengen van ruimtelijk interactie –en daarmee de realisatie van het interregionale karakter van het model- kan het model verder verfijnt worden door (1) toevoegen van subsystemen, (2) desaggregeren van subsystemen (meer detail) en (3) desaggregeren van interregionale processen.

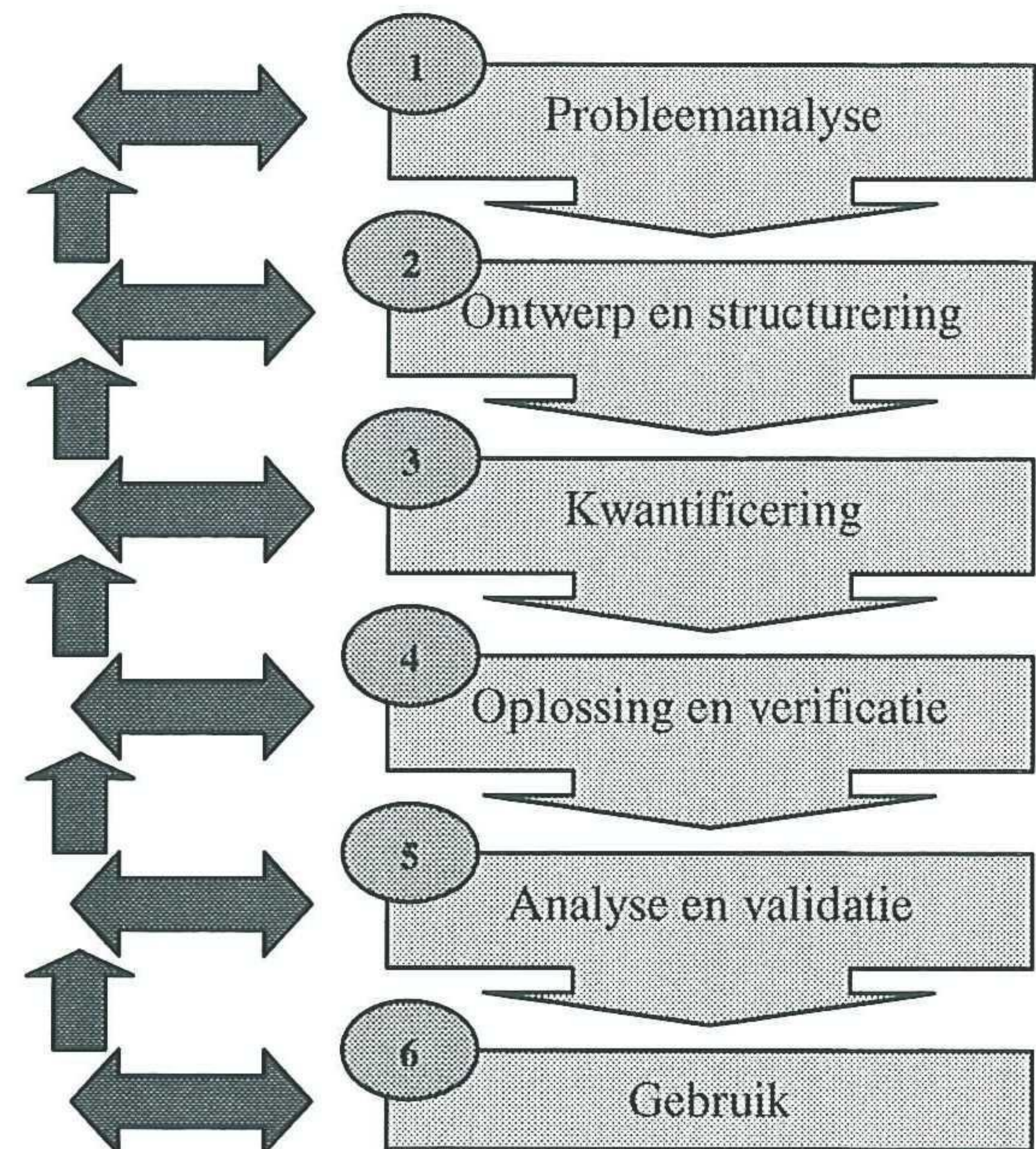
Tijdens deze modelontwikkelingen kunnen bepaalde fouten aanleiding geven tot het trekken van foutieve conclusies:

- Fouten in het ontwerp;
- Fouten in de programmering;
- Fouten in de gebruikte gegevens;
- Fouten in de interpretatie van de modeluitkomsten.

Dientengevolge vindt de modelontwikkeling *iteratief* en met *terugkoppeling* plaats, door middel van een zogenaamde **modelleringscyclus** (figuur 4.2).

Het uiteindelijke aggregatieniveau van het model is afhankelijk van:

- a) Het gewenste inzicht;
- b) De vereiste nauwkeurigheid;
- c) De beschikbaarheid van gegevens;
- d) De mogelijkheden de software.



Figuur 4.2 De modelleringscyclus (bron: Cser e.a., 1999)

Vanwege het verkennende en vernieuwende karakter van de modellering is het uitgangspunt gehanteerd om de modellering niet volledig te laten afhangen van de beschikbaarheid van gegevens. De waarden van entiteiten kunnen vaak op een afgeleide wijze worden gevalideerd. Desnoods worden voor parameters redelijkerwijs aannames gedaan.

Ten aanzien van het gewenste inzicht en nauwkeurigheid ontstaat al snel de wens om subsystemen te desaggregeren. Dit heeft grote gevolgen voor de beschrijving van de interregionale processen. Ten aanzien van migratie en pendel kan niet goed onderscheid gemaakt worden in bevolkingskenmerken (zoals bijvoorbeeld leeftijd, geslacht of inkomen). Alhoewel een migratiewens sterk samen hangt met bijvoorbeeld een verandering in sociaal-economische status, zou dit een *te omvangrijke* modellering met zich meebrengen. Voor elke bevolkingsklasse zou in dat geval een migratiemodule moeten worden gebouwd. Daarbij zouden er stromen tussen sociale klassen plaatsvinden. Mensen kunnen bijvoorbeeld van een bepaalde inkomenscategorie in regio A naar een hogere inkomenscategorie in een regio B of C kunnen verhuizen.

De capaciteit van de Stella-software beperkt in dit licht in sterke mate de omvang van de modelstructuur. Momenteel is het in Stella mogelijk om 'slechts' 32767 entiteiten in modellering te brengen. Een 40-bij-40 matrix bevat 1600 elementen. Het expliciet in beeld brengen van migratiestromen en pendelstromen tussen Corop-gebieden vergt momenteel dusdanig veel van de capaciteit van Stella dat segmentatie van subsystemen niet goed meer mogelijk is. Stella beschikt slechts over twee-dimensionale array's. Hiermee kunnen stromen tussen regio's in beeld worden gebracht, maar deze interregionale stromen kunnen vervolgens niet goed gedesaggregeerd worden.

De beperkingen in de Stella-software verklaren deels de eenvoudige, geaggregeerde opzet van het model. Bovendien zijn hierdoor twee van de acht te onderscheiden subsystemen (paragraaf 2.3) in het huidige model niet expliciet in beeld gebracht.

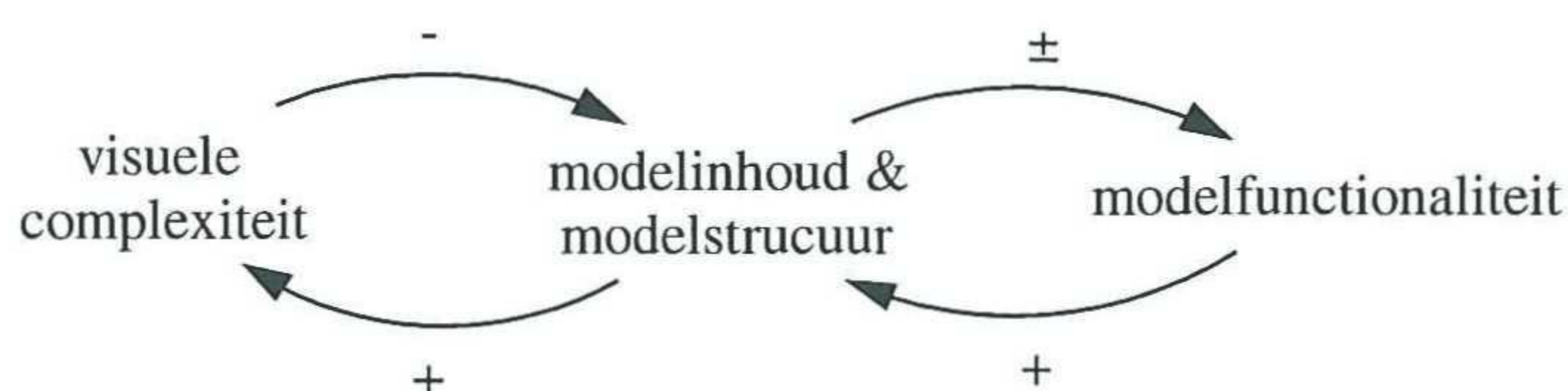
Ten eerste is de *voorzieningenmarkt* niet expliciet in beeld gebracht. Dit subsysteem zou met name relevant zijn indien bevolkingsklassen in het model aanwezig zouden zijn. Jongeren tussen het 15<sup>e</sup> en 20<sup>e</sup> leeftijdjaar en bejaarden migreren relatief vaak m.b.t. voorzieningen (opleiding of tehuizen). Aangezien het in beeld brengen van gesegmenteerde bevolkingsklassen in combinatie met migratie problematisch is, vervalt de noodzakelijke reden om de voorzieningenmarkt expliciet in beeld te brengen.

Ten tweede is de *verkeers- en vervoersmarkt* niet expliciet in beeld gebracht. Effecten van de verkeers- en vervoermarkt, zoals congestie, zijn op een geaggregeerde wijze gemodelleerd. Het in beeld brengen van de verkeers- en vervoersmarkt leidt tot interessante aanbevelingen.

## 4.5 Omgaan met complexiteit

### 4.5.1 Noodzaak van array's

De ruimtelijke resolutie van de modellering – in dit geval de veertig Corop-gebieden- bepaalt de omvang van het model in termen van *visuele complexiteit*, *modelcomplexiteit* en *modelfunctionaliteit*. De relatie tussen deze aspecten is weergegeven in figuur 4.3.



Figuur 4.3 Aspecten van modelcomplexiteit

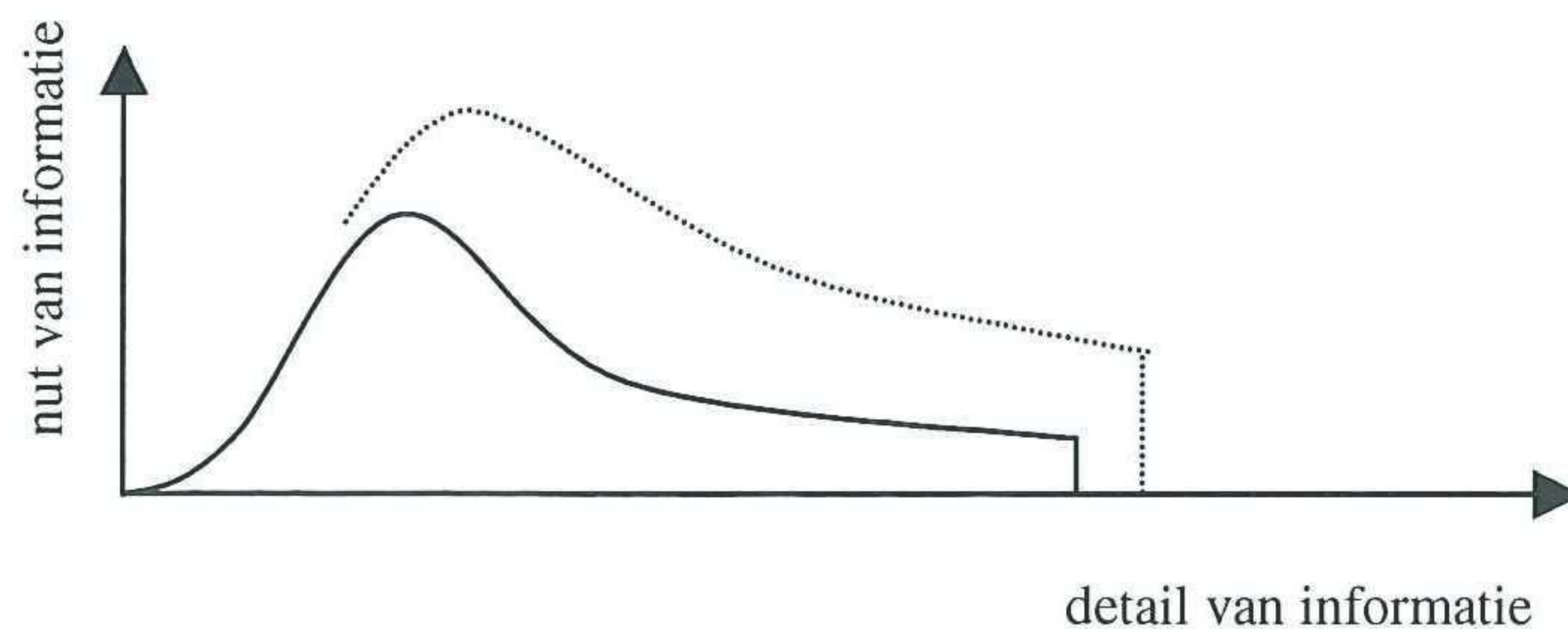
Desaggregatie van processen vergroot in principe de mate van detail en kan leiden tot een verbeterd inzicht. Zo kunnen meerdere ruimtelijke eenheden in beeld gebracht worden, wat niet alleen resulteert in een verbeterde weergave van de werkelijkheid, maar waardoor het model ook informatiever wordt. De keerzijde hiervan is dat een afname van de modelinhoud en –structuur ten koste gaat van de *functionaliteit* van het model. In dat geval zal de weer te geven werkelijkheid minder goed en/of onvoldoende weergegeven worden.

Indien het aantal gemodelleerde processen toeneemt (de *inhoudelijke* (aantal entiteiten) en *structurele* (aantal relaties) *complexiteit* van het model neemt toe), neemt voor het oog de complexiteit van het model toe (de *overzichtelijkheid* van het model neemt af). Door de afgenomen overzichtelijkheid wordt het moeilijker om de modellering in Stella helemaal te bevatten en te beheersen, wat ten koste gaat van de uiteindelijke modelinhoud en –structuur. Het model zal dan simpeler gehouden moeten worden, waardoor processen niet of (te) sterk geaggregeerd worden weergegeven (Rietveld, 1984).

De modelfunctionaliteit heeft echter ook nog een ander aspect in zich. Het model kan dermate groot worden in termen van *fysieke bestandsgrootte* en hardwarematig benodigd '*werkgeheugen*' (RAM) dat het model niet meer functioneert. Keerzijde hiervan is dat, indien de modelfunctionaliteit toeneemt, dit mogelijkheden biedt om het model qua inhoud en structuur uit te breiden en te verfijnen.

De gevolgen van bovenstaande analogie voor het detail en nut van het model is weergegeven in de onafgebroken curve van figuur 4.4. Doordat de in modellering gebrachte processen te overzien

moeten blijven, is het detail en nut van het model beperkt. De curve is afhankelijk van hoe met modelcomplexiteit wordt omgegaan.



Figuur 4.4 Relatie tussen detail en nut van informatie

De omvang van de te modelleren pendel en migratie heeft genoopt tot het uitgangspunt om de overzichtelijkheid van het model te optimaliseren, zodanig dat het model binnen de gestelde randvoorwaarden van de gebruikte hardware en software functioneert. Aangezien Stella niet *tijdens* een *ononderbroken* simulatie met andere software-applicaties kan communiceren, is daarom gebruik gemaakt van *array's*.

Een **array** is een verzameling van een vast aantal elementen van hetzelfde type, die daarin geïndiceerd zijn. Hierbij kan gedacht worden aan de werking van een *kaartenbak*. Van belang is het besef dat bij het gebruik van *array's* de *modelstructuur onveranderd* blijft. Repeterende modelstructuren worden alleen visueel vereenvoudigd weergegeven. Bijkomstigheid is dat het model fysiek kleiner wordt, waardoor het potentieel van een Stella-model wordt vergroot.

Met *array's* kunnen in Stella complexe systemen op een sterk vereenvoudigde wijze worden weergegeven. Indien zeer complexe systemen in beeld moeten worden gebracht, is het gebruik van *array's* in methodisch opzicht van cruciaal belang. Vaak betekent dit dat er creatief met het instrument moet worden omgegaan. Met enige creativiteit biedt dit instrument de mogelijkheden om relatieve attractiviteit en interregionale mobiliteit weer te geven.

Door de *array*-benadering verschuift de curve uit figuur 4.4: de stippellijn. Het detail en nut van het model kunnen worden vergroot. Het begrip *array* en zijn toepassingsmogelijkheden worden uitgebreid beschreven en geïllustreerd in bijlage 4.1 en bijlage 4.2. Het gebruik van de *array*-methodiek in het model is toegelicht in de volgende paragraaf.

#### 4.5.2 Gebruik van *array's*

Een *array* kan meerdimensionaal zijn. Stella kent *enkelvoudige/eendimensionale* en *dubbele/tweedimensionale* *array's*. Een enkelvoudige *array* kan *op papier* beschouwd worden als een **vector**. Een dubbele *array* stelt *op papier* een **matrix** voor.

De aanwezigheid van dubbele *array's* maakt het mogelijk om binnen Stella matrixberekeningen uit te voeren. Deze stelling impliceert dat indien bestaande methoden en technieken geënt zijn op matrixberekeningen, deze methoden en technieken op eenvoudige wijze in een dynamische omgeving kunnen worden geïmplementeerd. Dit betekent dat o.a. *zwaartekrachtmodellen* en *Input-Output modellen* op eenvoudige wijze **dynamisch** kunnen worden toegepast.

Het instrument 'dubbele *array*' in combinatie met enige creativiteit maakt het mogelijk om in Stella zeer complexe systemen te bouwen. Er kan bijvoorbeeld worden gekozen om de ruimtelijke component van processen ermee dynamisch in beeld te brengen. Afwegingen die hierbij een rol spelen worden in paragraaf 4.5.3 nader uiteengezet. De modellering blijft dankzij de *array's* overzichtelijk en praktisch hanteerbaar. Zonder het gebruik van *array's* zou tussen alle 40 regio's handmatig de onderlinge relaties moeten worden aangegeven. Hierdoor onttaardt het model in totale **chaos**. Het model wordt onoverzichtelijk, onpraktisch en verliest daardoor zijn functie.



Door het gebruik van array's kan op een gecontroleerde wijze de ruimtelijke component binnen Stella geïmplementeerd worden. Bij het gebruik van array's is een *abstracte* manier van denken noodzakelijk. Hierdoor onderscheidt het model zich van de traditionele Urban Dynamics modellen, welke met name communicatief sterk zijn ten aanzien van stadsmanagers. In dit afstudeerwerk wordt een concessie gedaan: de communicatieve waarde wordt tot op zekere hoogte opgeofferd door voorrang te verlenen aan de inhoudelijke waarde van het model.

### 4.5.3 Keuze array's

Er bestaan twee toepassingen voor het gebruik van array's in een interregionale modellering:

1. Regionale processen gearrayed met 40 'losse' Corop-gebieden;
2. Corop-gebieden enkelvoudig gearrayed met alle processen gevisualiseerd.

Het aantal entiteiten is bij beide opties hetzelfde. Ter optimalisatie van de overzichtelijkheid en functionaliteit van het model is gekozen voor optie 2. Door het modelleren van migratie- en pendelstromen is de capaciteit van Stella dusdanig verbruikt dat desaggregatie van processen niet meer aan de orde kan komen. De voordelen van optie 1 boven die van optie 2 zijn dan verloren. Dit neemt niet weg dat bij sterk gedesaggregeerde modellen optie 1 erg handig kan zijn.

*Voordelen van optie 2 ten aanzien van optie 1:*

- De structuur van alle Corop-modellen kan eenvoudig veranderd worden. Bij optie 1 zou de verandering in modelstructuur 40 keer in repeterende structuren veranderd moeten worden, wat erg onpraktisch zou zijn;
- Het file-bestand is fysiek kleiner dan bij optie 1. De simulatie gaat hierdoor sneller. Tevens wordt het gevaar gereduceerd dat Stella door software- of hardwareproblemen niet naar behoren functioneert;
- Alle intraregionale processen visueel in beeld gebracht, wat op dit aspect geen afbreuk doet aan de communicatieve waarde van het model;
- Minimaal modelleringsoppervlak, waardoor de modellering visueel beter onder controle gehouden kan worden.

*Nadelen van optie 2 ten aanzien van optie 1:*

- De veertig regio's zijn op het eerste oog niet herkenbaar, waardoor het model in beginsel abstracter van opzet is;
- Intraregionale processen kunnen niet handiger worden weergegeven, waardoor het potentiële desaggregatieniveau beperkter is.

De nadelen van optie 2 wegen niet op tegen de voordelen. Het abstracte niveau van het model is een noodzakelijke voorwaarde om complexe systemen weer te geven. Met betrekking tot hun communicatieve waarde zijn de Urban Dynamics modellen altijd nog sterker dan geprogrammeerde modellen in bijvoorbeeld Delphi of C++.

Het tweede nadeel van deze benadering kan in de toekomst worden verholpen door technische vooruitgang in hard- en software. Het is zeer aannemelijk dat deze ontwikkeling plaats zal vinden. De illustere voorganger van Stella, de zogenaamde *Dynamo* applicatie, bezat in de jaren zeventig reeds driedimensionale array's (Pugh, 1977). Hiermee is het mogelijk om in één visuele modelstructuur bijvoorbeeld de interregionale migratie per bevolkingsklasse weer te geven. Indien het array-karakter vierdimensionaal wordt, kan bijvoorbeeld bij de interregionale interactie ook nog eens intersectorale interactie (bijvoorbeeld afzetrelaties tussen bedrijfssectoren) op regionaal niveau worden meegenomen. De software wordt dan een zeer krachtige applicatie, waarmee zeer complexe systemen relatief eenvoudig kunnen worden benaderd.



**DEEL II**

**Modelbeschrijving**



## 5 HANSEN'S POTENTIAL MODEL

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de historische, sociaal-economische ontwikkeling van de Nederlandse Corop-gebieden aan de hand van het Hansen's Potential Model geanalyseerd. *Hansen's Potential Model* (Hansen, 1959) –afgekort het *Hansen-model*– is een ruimtelijk zwaartekrachtmodel om de verdeling van *bevolking* of *werkgelegenheid* over regio's te alloceren (Sanders, 1998).

Het Hansen-model kan op twee manieren toegepast worden:

1. Allocatie van de *totale* bevolking/werkgelegenheid op basis van de huidige verdeling van entiteiten;
2. Allocatie van de *totale* bevolking/werkgelegenheid of *bevolkingsgroei*/werkgelegenheids-*groei* op basis van de toekomstige verdeling van entiteiten.

De eerste toepassing reproduceert de huidige verdeling van bevolking of werkgelegenheid, welke de structuur van het Hansen-model in feite verifieert. De tweede toepassing leent zich voor het voorspellen van de toekomstige verdeling van de bevolking of werkgelegenheid.

Met oog op het *prognosticerende* karakter van het te ontwikkelen model is het meest interessant om de werking van het Hansen-model aan de hand van optie 2 te benaderen. De volgende keuze is of de totale voorraad of de ontwikkeling (groei) hierin wordt beschouwd. Met het oog op mogelijke koppeling tussen autonome Corop-modellen en ruimtelijke zwaartekrachtmodellen is het meest interessant om de *groei* (*ontwikkeling*) van bevolking en werkgelegenheid te analyseren. In plaats van het heralloceren van een gehele voorraad ('totaal alloceren') kan op deze manier de ontwikkeling van deze voorraad afhankelijk worden gemaakt van relatieve omstandigheden van verschillende Corop-gebieden ('additief alloceren'). Dit concept biedt meer mogelijkheden om in een later stadium interregionale processen specifiek te modelleren.

In dit hoofdstuk wordt het Hansen-model toegepast met een (1) prognosticerend en (2) additief karakter. De analyse geeft inzicht in de validiteit van het Hansen-model als toepassing voor het voorspellen van de ontwikkeling van Nederlandse Corop-gebieden.

### 5.2 Theorie Hansen-model

#### 5.2.1 Allocatie van bevolkingsgroei

Hansen's model is een locatiemodel om de verdeling van de bevolking over regio's te voorspellen, gebaseerd op de veronderstelling dat werkgelegenheid en de beschikbaarheid van woonruimte de belangrijkste bepalende factoren hierin zijn.

Volgens Hansen zou de relatie tussen de verdeling van de bevolking en de werkgelegenheid kunnen worden uitgedrukt in een bereikbaarheidsindex ( $A_i$ ), die voor elke regio de bereikbaarheid van de werkgelegenheid weergeeft. Dit is weergegeven in formule 5.1 De bereikbaarheid is omgekeerd evenredig met de afstand  $d$  met een bijbehorende, universele weerstandsfactor  $b$ .

$$A_i = \sum_j \frac{E_j}{d_{ij}^b} \quad (5.1)$$

Waarin:

- $A_i$  = bereikbaarheidsindex van regio  $i$ ;
- $E_j$  = totale werkgelegenheid in regio  $j$ ;
- $d_{ij}$  = afstand tussen regio  $i$  en  $j$ ;
- $b$  = weerstandsfactor behorende bij  $d_{ij}$ .

Het aantal mensen dat door een regio wordt aangetrokken wordt naast de bereikbaarheid ook bepaald door de beschikbaarheid van woonruimte. Hansen noemt dit de wooncapaciteit ( $H_i$ ) van een gebied. Een maat voor  $H_i$  is het aantal woningen in een regio. Door vermenigvuldiging van de bereikbaarheidsindex met de wooncapaciteit kan een index voor de ontwikkelingspotentie ( $D_i$ ) van een regio worden verkregen (formule 5.2).

$$D_i = A_i H_i \quad (5.2)$$

Met:

- $D_i$  = ontwikkelingspotentie van regio  $i$ ;
- $H_i$  = woningvoorraad in regio  $i$ .

De bevolkingsgroei wordt gealloceerd op basis van relatieve ontwikkelingspotentie van elke regio. De verdeling van de bevolkingsgroei over regio's is zodoende afhankelijk van de aantrekkelijkheid van elke regio t.o.v. de andere (concurrerende) regio's (formule 5.3).

$$G_i = G_t \frac{(A_i H_i)}{\sum_i (A_i H_i)} \quad (5.3)$$

Met:

- $G_i$  = bevolkingsgroei van regio  $i$ ;
- $G_t$  = totale bevolkingsgroei van Nederland;

### 5.2.2 Allocatie van werkgelegenheidsgroei

Ook voor de voorspelling van werkgelegenheidsgroei kan het Hansen-model gebruikt worden. De formules 1.1, 1.2 en 1.3 worden hiervoor gebruikt, met dien verstande dat:

- $A_i$  geïnterpreteerd moet worden als de bereikbaarheid van *bevolking*;
- De weerstandsfactor  $b$  behorende bij afstand  $d_{ij}$  een andere waarde kan hebben;
- $E_i$  = totale bevolking van regio  $j$ ;
- $H_i$  = aantal vestigingen in regio  $i$ ;
- $G_i$  = werkgelegenheidsgroei van regio  $i$ ;
- $G_t$  = totale werkgelegenheidsgroei van Nederland.

### 5.3 Opzet foutenanalyse

Het Hansen-model maakt bij het alloceren van de bevolkings- en werkgelegenheidsgroei per Corop een allocatiefout  $\varepsilon$  (formule 5.4). De relatieve allocatiefout van een entiteit van een Corop-gebied is  $\varepsilon_{i, rel}$  (formule 5.5).

$$\varepsilon_i = \left| G_i - G_{t_i} \right| \quad (5.4)$$

$$\mathcal{E}_{i,rel} = \frac{\mathcal{E}_i}{G_{f_i}} \quad (5.5)$$

Waarin:

- $\mathcal{E}_i$  = allocatiefout van entiteit van Corop  $i$ ;
- $G_i$  = toegedeelde groei van entiteit van Corop  $i$ ;
- $G_{fi}$  = werkelijke groei van entiteit van Corop  $i$ ;
- $\mathcal{E}_{i,rel}$  = relatieve allocatiefout van entiteit van Corop  $i$ .

De grootte van de gemiddelde relatieve allocatiefout ( $\mu$ ) en de verdeling van alle gemaakte relatieve allocatiefouten ten opzichte van de gemiddelde relatieve allocatiefout (*standaarddeviatie*  $\sigma$ ) beschrijven de validiteit van het Hansen-model met toepassing op de Nederlandse Corop-gebieden (Wonnacott & Wonnacott, 1990). Deze zijn beschreven met formules 5.6 en 5.7.

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^{40} |\mathcal{E}_{i,rel}|}{40} \quad (5.6)$$

$$\sigma_{40} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{40} (\mathcal{E}_{i,rel} - \mu)^2}{(40-1)}} \quad (5.7)$$

Waarin:

- $\mu$  = gemiddelde relatieve allocatiefout bij een allocatieanalyse;
- $\sigma_{40}$  = standaarddeviatie van relatieve allocatiefouten bij een allocatieanalyse.

De minimale waarde van  $\sigma$  (bij optimalisatie van parameter  $b$ ) is groot en redelijk constant bij de allocatieanalyses. Het minimaliseren van  $\sigma$  biedt geen mogelijkheden om de gealloceerde waarden (indien  $\sigma$  heel klein zou zijn) achteraf te corrigeren. Daarom is voor elke allocatieanalyse  $\mu$  geminimaliseerd door optimalisatie van parameter  $b$ .

Op basis van de optimale waarde voor  $\mu$  met bijbehorende waarde voor  $\sigma$  wordt een uitspraak gemaakt over de validiteit van het Hansen-model toegepast op de Nederlandse Corop-gebieden.

## 5.4 Opzet Hansen-analyse

Er zijn drie praktische combinaties om met het Hansen-model de bevolkingsgroei en werkgelegenheidsgroei additief te alloceren:

- Combinatie 1:* allocatie van bevolkingsgroei en werkgelegenheidsgroei op basis van historische gegevens (parallel alloceren);
- Combinatie 2:* eerst allocatie van de bevolkingsgroei op basis van historische gegevens en vervolgens allocatie van werkgelegenheidsgroei op basis van de gealloceerde bevolking (serieel alloceren);
- Combinatie 3:* eerst allocatie van de werkgelegenheidsgroei op basis van historische gegevens en vervolgens allocatie van bevolkingsgroei op basis van de gealloceerde werkgelegenheid (serieel alloceren).

Bij additief alloceren is  $E_j$  de *toekomstige* bevolking c.q. *toekomstige* werkgelegenheid in Corop  $j$ . De factor  $H_i$  is de *toekomstige* woningvoorraad c.q. het *toekomstige* aantal bedrijfsvestigingen van Corop  $i$ .

De factor  $d_{ij}$  kan op vier verschillende manieren geïnterpreteerd worden:

1.  $M_I$  met  $d_{ij}$  = hemelsbrede afstand tussen centroïdes van Corop  $i$  en  $j$ ;
2.  $M_{II}$  met  $d_{ij}$  = hemelsbrede afstand tussen de steden met het grootste inwoneraantal van Corop  $i$  en  $j$ ;
3.  $M_{III}$  met  $d_{ij}$  = reisafstand tussen de steden met het grootste inwoneraantal van Corop  $i$  en  $j$ ;
4.  $M_{IV}$  met  $d_{ij}$  = reistijd tussen de steden met het grootste inwoneraantal van Corop  $i$  en  $j$ .

Praktisch voordeel van  $M_I$  en  $M_{II}$  is dat deze matrices in de tijd redelijk constant zijn. Alhoewel door gemeentelijke herindelingen of landwinning de oppervlakte per Corop niet altijd hetzelfde is geweest, is de invloed op de ligging van centroïdes minimaal.

De hemelsbrede afstand is wellicht niet de beste maat voor de bereikbaarheid van personen of banen. In praktijk kan niet hemelsbreed gereisd worden tussen Corop-kernen. Alhoewel Nederland over een dicht autowegennetwerk beschikt, zijn reisafstanden over het Nederlandse wegennetwerk groter dan hemelsbrede afstanden. Bij het vervaardigen van  $M_{III}$  zijn reisafstanden over het gehele Nederlandse autowegennetwerk beschouwd. Bij gebruik van  $M_{III}$  wordt een verbeterd Hansen-resultaat verwacht.

In praktijk wordt echter niet altijd de kortste route gevolgd, maar logischerwijs de route met de kortste reistijd. Dit impliceert dat over grote afstanden over snelwegen wordt gereisd in plaats van "binnendoor" over secundaire wegen. Verwacht wordt dat als  $d_{ij}$  geïnterpreteerd wordt als de reistijd tussen de dichtstbevolkte kernen van Corop  $i$  en  $j$ , het allocatieresultaat verbetert.

Per additionele allocatiemethode (combinatie 1, 2 en 3) en met vier verschillende matrices ( $M_I$ ,  $M_{II}$ ,  $M_{III}$  en  $M_{IV}$ ) is voor de Nederlandse Corop-gebieden onderzocht (12 analyses) of het Hansen-model de groei van de bevolking en werkgelegenheid adequaat reproduceert (tabel 5.1).

Tabel 5.1 Twaalf allocatieanalyses met Hansen's Potential Model

Allocatiefout	$M_I$	$M_{II}$	$M_{III}$	$M_{IV}$
combinatie 1	1	2	3	4
combinatie 2	5	6	7	8
combinatie 3	9	10	11	12

Voor elk van de twaalf analyses is de gemiddelde relatieve allocatiefout ten aanzien van de toegedeelde bevolkings- en werkgelegenheidsgroei geminimaliseerd, door de waarde van parameter  $b$  te optimaliseren.

Voor de tijdsperiode 1998-1999 zijn de bevolkingsgroei en werkgelegenheidsgroei door het Hansen-model per Corop toegedeeld. Gekozen is voor deze tijdsperiode, aangezien voor deze tijdsperiode de gebruikte matrices  $M_I$ ,  $M_{II}$ ,  $M_{III}$  en  $M_{IV}$  de meest geldige waarde hebben en overige data op consistente basis beschikbaar is.

Het alloceren over een meerjaren tijdsperiode is om meerdere redenen problematisch:

- Parameter  $b$  is in de tijd niet constant;
- De waarde van  $d_{ij}$  (specifiek bij  $M_{III}$  en  $M_{IV}$ ) is in de tijd niet constant;
- Er bestaan verschillende *definitieverschillen* ten aanzien van de bestaande statistieken waardoor breuken in de tijdreeksen ontstaan. Voor ruis bij het alloceren over een langere tijdsperiode zorgen:
  - Wijziging van Corop-grenzen;
  - Herijking van de woningvoorraad (1992);
  - Overige definitieverschillen.

Het alloceren van twee opeenvolgende jaren sluit de invloed van bovengenoemde ontwikkelingen op het allocatieresultaat uit en verkent zodoende het best mogelijke additionele allocatieresultaat van het Hansen-model voor de Nederlandse Corop-gebieden. De invoergegevens van de Hansen-analyses zijn terug te vinden in Bijlage 5.1



## 5.5 Optimale allocatieresultaten Hansen-analyse

In Bijlage 5.2 zijn de modelresultaten van de Hansen-analyses terug te vinden. In tabel 5.2 zijn per allocatieanalyse, voor de tijdsperiode 1998-1999, de minimale relatieve allocatiefout ( $\mu$ ) met bijhorende standaarddeviatie ( $\sigma$ ) en optimale waarde voor parameter  $b$  gegeven.

Tabel 5.2 Minimale  $\mu$ ,  $\sigma$  en optimale waarde van parameter  $b$  per analyse 1998-1999

		bevolkingsgroei				werkgelegenheidsgroei			
		$M_I$	$M_{II}$	$M_{III}$	$M_{IV}$	$M_I$	$M_{II}$	$M_{III}$	$M_{IV}$
combinatie 1	$\mu$	142%	<b>141%</b>	144%	143%	180%	179%	178%	<b>176%</b>
	$\sigma$	302%	<b>303%</b>	300%	297%	526%	536%	533%	<b>531%</b>
	$b$	0,99	<b>1,03</b>	0,72	0,79	0,26	0,49	0,37	<b>0,49</b>
combinatie 2	$\mu$	142%	141%	144%	143%	180%	179%	178%	176%
	$\sigma$	302%	303%	300%	297%	527%	537%	534%	532%
	$b$	0,99	1,03	0,72	0,79	0,26	0,49	0,37	0,49
combinatie 3	$\mu$	142%	141%	145%	143%	180%	179%	178%	176%
	$\sigma$	305%	305%	302%	301%	526%	536%	533%	531%
	$b$	0,98	1,02	0,71	0,80	0,26	0,49	0,37	0,49

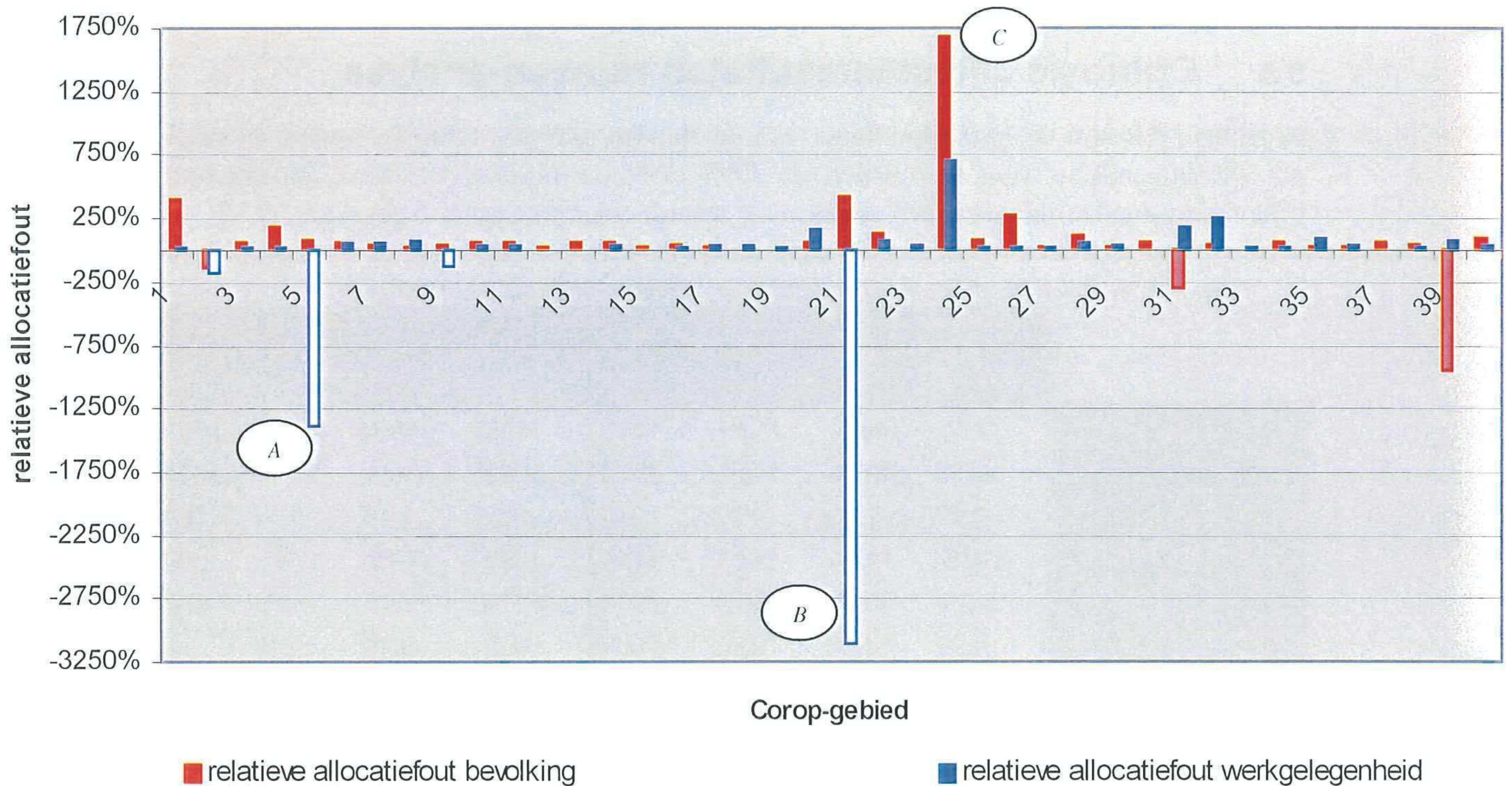
Een orde van grootte van ongeveer 10% voor  $\mu$  wordt acceptabel geacht. Uit de resultaten blijkt dat  $\mu$  en  $\sigma$  bij elke analyse onacceptabel groot zijn. Geconcludeerd wordt dat het Hansen-model niet bevredigend in staat is de bevolkingsgroei en werkgelegenheidsgroei voor de Nederlandse Corop-gebieden te voorspellen of te verklaren.

De procentuele groei van de totale bevolking en werkgelegenheid is voor twee opeenvolgende jaren gering. Een verandering in allocatieresultaat door een andere combinatie te gebruiken is dan ook gering. Op basis van de resultaten uit tabel 5.2 wordt geconcludeerd is dat *serieel alloceren* geen meerwaarde in allocatieresultaat oplevert ( $\mu$  en  $\sigma$  zijn niet kleiner). Parallel alloceren geeft het beste allocatieresultaat; combinatie 2 en 3 zijn daarmee verworpen.

Parameter  $b$  is bij de optimale allocatie van bevolkingsgroei groter dan bij de optimale allocatie van werkgelegenheidsgroei. Dit impliceert dat bij vestiging van personen de beschikbaarheid van banen afstand-/reistijdgevoeliger is dan de beschikbaarheid van mensen bij vestiging van bedrijven.

Het alloceren van *werkgelegenheidsgroei* verbetert gering bij andere interpretaties van  $d_{ij}$ . Voor de allocatie van *bevolkingsgroei* kan geconcludeerd worden dat het Hansen-resultaat niet eenduidig significant verbetert door andere interpretaties van  $d_{ij}$ . De geen tot geringe verbetering in allocatieresultaten kan deels verklaard worden doordat  $M_{III}$  minder realistische reisafstanden geeft bij de Nederlandse grens vanwege het feit dat de matrix is afgeleid van alleen het Nederlandse wegennetwerk. Iemand die van Zeeland naar Limburg rijdt, rijdt echter via België. De reistijdenmatrix  $M_{IV}$  is om die zelfde reden minder realistisch aan de rand van Nederland.

Bij de meeste Corop-gebieden maakt het Hansen-model een onacceptabel grote relatieve allocatiefout. De gemaakte relatieve allocatiefout is, bij elke combinatie en gebruikte matrix, voor elke Corop ongeveer van dezelfde orde van grootte. Voor de twee allocatieresultaten met de kleinste gemiddelde relatieve allocatiefout (combinatie 1 met  $M_{II}$  voor allocatie van bevolkingsgroei; combinatie 1 met  $M_{IV}$  voor allocatie van werkgelegenheidsgroei) zijn in figuur 5.1 de relatieve allocatiefouten ( $\varepsilon_{i, rel}$ ) per Corop gegeven. Op het oog vallen bij alle analyses steeds vier allocatiefouten bijzonder op (A, B, C en D).



Figuur 5.1 Relatieve allocatiefout van bevolkingsgroei en werkgelegenheidsgroei per Corop

De negatieve relatieve allocatiefouten geven aan dat voor de periode 1998-1999 in werkelijkheid er bij betreffende Corop sprake was van een afname van desbetreffende entiteit. Aangezien het Hansen-model als output alleen *positieve groei* van een entiteit kan geven, is de relatieve allocatiefout bij dergelijke Corop-gebieden negatief.

De grote uitschieters A (Corop Zuidwest-Friesland), B (Corop Agglomeratie Haarlem) en D (Corop Zuid-Limburg) kunnen verklaard worden doordat het Hansen-model groei toedeelt, terwijl in werkelijkheid de grootte van de entiteit afnam. Fout C (Corop Het Gooi en Vechtstreek) is groot aangezien de werkelijke groei van bevolking in de periode 1998-1999 heel klein was, ondanks de grote bereikbaarheid van banen in deze regio. Voor Corop-gebieden aan de rand van Nederland draagt grenspendel wellicht bij aan de fout, maar deze redenatie gaat bij regio's in het midden van het land niet op. Aangezien de relatieve fouten bij Corop Flevoland (40, met relatief de grootste uitgaande pendel) en Corop Amsterdam (23, met relatief de grootste inkomende pendel) relatief nog meevallen, kunnen aan de gemaakte relatieve allocatiefouten geen uitspraken m.b.t. het pendelkarakter van een Corop gemaakt worden.

## 5.6 Evaluatie Hansen's Potential Model

In dit hoofdstuk is een ruimtelijk zwaartekrachtmodel verkend als mogelijke toepassing voor het modelleren van interactie tussen Corop-gebieden. Voor een bevredigende voorspelling van de ontwikkeling van het aantal inwoners en het aantal banen van Nederlandse Corop-gebieden blijkt het Hansen-model geen adequate toepassing. De gemiddelde relatieve allocatiefout is steeds groter dan 100% met daarbij een grote spreidingsmaat. Uit de gemaakte allocatiefouten kan niet eenduidig een interpretatie van het karakter van de Corop-gebieden worden afgeleid.

De onbevredigende werking van Hansen's Potential Model kan gelegen zijn in:

1. De gebruikte *parameterwaarden*;
2. De *structuur* van het model;
3. Het *schaalniveau* van toepassing.

### 5.6.1 Onzekerheid van gebruikte parameters

Het allocatieresultaat kan mogelijk verbeterd worden door (1) een veranderende interpretatie van gebruikte parameter(s), (2) gebruik van een verbeterde afstandsmatrix en (3) verfijning van de weerstand (afstandsgevoeligheid).

Een eerste hypothese is dat een andere 'maat' voor  $H_i$  de gemodelleerde processen mogelijk beter in beeld brengt. In plaats van het aantal woningen of het aantal vestigingen kunnen bijvoorbeeld de totale oppervlakte van woonruimte c.q. het totaal van (bruto)oppervlakte van economische activiteit of nieuwbouwwaarden van onroerend goed een verbetering in resultaten opleveren.

Gebleken is dat het Hansen-resultaat niet eenduidig significant verbetert door de gemaakte verschillende interpretaties van  $d_{ij}$ . De gebruikte matrices op zich zijn mogelijk wel voor verbetering vatbaar. Ten eerste kan het gebruik van meer nauwkeurigere waarden voor de *interne reistijd/afstand*, vanwege de grote invloed van de interne Corop-afstanden/reistijden op de allocatie, een verbeterd allocatieresultaat opleveren. Ten tweede is geen rekening gehouden met rail-infrastructuur, terwijl op sommige verbindingen de trein toch een belangrijk aandeel heeft in het woon-werkverkeer. Ook hier zou rekening mee gehouden moeten worden. Ten derde kan door bijvoorbeeld bij de afstandsmatrices rekening te houden met zowel het Belgische als Duitse autowegennetwerk nabij de Nederlandse grens het allocatieresultaat verbeterd worden.

Andere vormen van de weerstandfunctie kunnen de afstandsgevoeligheid beter beschrijven. Deze verfijning kan ook een beter allocatieresultaat opleveren. Alternatieve weerstandsfuncties zijn:

- Negatief exponentiele functies (o.a. Wilson, Dalvi & Martin, Handy);
- Gauss-functies (o.a. Ingram, Guy);
- (Log)Logistische functies (o.a. Hamerslag, Hilbers & Verroen).

### 5.6.2 Onvolledige structuur van het Hansen-model

In de praktijk blijkt dat in bepaalde gebieden met een grote werkgelegenheid en woningvoorraad de bevolking en/of werkgelegenheid (ook over een lange periode van 20 á 30 dertig jaar) afneemt. Het Hansen-model kan echter alleen *groei* alloceren. De relatieve allocatiefout die het Hansen-model hier maakt is dan relatief erg groot. De structuur van het model is in dit opzicht beperkt.

In de praktijk is vaak sprake van een niet uniforme verdeling van activiteiten, waardoor er in de praktijk bepaalde relaties bestaan, bijvoorbeeld woon-werkrelaties of migratierelaties, die in een geaggregeerde benadering niet expliciet in de grootte van entiteiten tot uitdrukking komen, maar wel degelijk van belang zijn. In het geanalyseerde wordt impliciet aangenomen dat de distributie van de vraag niet van invloed is op de bereikbaarheid van de opportuniteiten. Er zijn met andere woorden geen competitie-effecten meegenomen. In werkelijkheid spelen competitie-effecten wel een rol, en kan de capaciteit van opportuniteiten gelimiteerd zijn (in feite een capaciteitsprobleem).

Het model kan dus in zijn structuur onvolledig zijn, doordat er *te weinig* verklarende elementen in de formulering zijn opgenomen. Er wordt bijvoorbeeld ook geen rekening gehouden met verschillende karakteristieken van de actoren waarvoor de bereikbaarheid is geschat. Voor verschillende groepen actoren kunnen echter verschillende weerstandsfuncties bestaan. Zo lijkt het van wezenlijk belang om onderscheid te maken in verschillende inkomenscategorieën van de bevolking of onderscheid in bedrijfssectoren.

### 5.6.3 Toepassing op ander schaalniveau

De interne reistijd/afstand is met name dominant in regio's met een grote massa t.o.v. de interne reistijd/afstand, blijkens de allocatieresultaten van de kleine regio's in het Westen van Nederland. Door de dominantie van de interne reistijd/afstand voor gebieden met een grote massa t.o.v. de interne bereikbaarheid, kan het model wellicht met meer succes worden toegepast op een lager schaalniveau. Hierbij wordt de afhankelijkheid van de interne bereikbaarheidsindex gereduceerd.



## 6 OVERZICHT ONTWIKKELDE MODEL

Dit hoofdstuk biedt een overzicht van het ontwikkelde model. De belangrijkste kenmerken van het ontwikkelde model, de opbouw van de modelstructuur en de sturende mechanismen van het model komen aan bod. In de navolgende hoofdstukken wordt de modellering per subsysteem uitgebreid besproken.

### 6.1 Inleiding

Alvorens de inhoud van het model te beschrijven, worden in dit hoofdstuk enkele inhoudelijke uitgangspunten die aan de modellering ten grondslag liggen aangestipt. Deze uitgangspunten bepalen in sterke mate de interpretatie van de modelstructuur. Sleutelbegrippen hierin zijn:

- Het **macroanalytische** karakter van de benadering;
- Het **geaggregeerde** karakter van de benadering;
- Het **structurele** karakter van de benadering.

#### *Het macroanalytisch karakter van de benadering*

Demografische processen kunnen op microanalytisch of op macroanalytisch niveau geanalyseerd worden. In geval van migratie, bestudeert het microanalytisch niveau de *individuele* migrant/huishouden die de feitelijke migratiebeslissing neemt. Met de *microanalyse* kunnen op een *macroschaal* (zoals Nederland) ontwikkelingen in beeld worden gebracht. Het macroanalytisch niveau gaat daarentegen niet in op het individuele keuzegedrag, maar beschrijft totale *stromen* tussen gebieden.

Theoretisch moet de voorkeur gegeven worden aan een microanalytische benadering om interregionale processen te verklaren. Indien het aantal deelpopulaties echter niet te groot is, verdient om praktische redenen de macroanalytische benadering de voorkeur. In de modellering is daarom gebruik gemaakt van een **macroanalytische** benadering van interregionale processen. Hierbij is wel een zekere gedragsmatige achtergrond gegeven van het migratie- en pendelproces, gebaseerd op individueel migratie- en pendelgedrag.

#### *Het geaggregeerde karakter van de benadering*

Vanuit analytisch oogpunt kunnen de onderscheiden interregionale processen in drie fasen worden opgedeeld: *willen*, *kunnen* en *doen*. Met als voorbeeld het migratieproces, resulteert dit in de volgende opdeling van fasen (Van Wissen, 1982):

1. Het *willen* (*potentiële* migratie):
  - a) Ontstaan van een migratiewens;
  - b) Oriëntatie en overweging m.b.t. alternatieve vestigingsplaatsen;
  - c) Afweging van mogelijke alternatieven met elkaar en met de huidige woonsituatie;
2. Het *kunnen* (*mogelijke* migratie): de keuze al dan niet te migreren;
3. Het *doen* (*werkelijke* migratie): de keuze van de migratiebestemming.

In het model zijn interregionale migratie en pendel belangrijke sturende mechanismen. In de modellering is hierbij geen expliciet onderscheid gemaakt in bovenstaande deelfasen. De toegepaste benadering is daardoor **geaggregeerd** van karakter, temeer omdat er weinig detail in de subsystemen is aangebracht. Uitgangspunt in de macroanalytische benadering is dat er altijd uitwisseling tussen twee regio's plaatsvindt, maar afhankelijk van de *relatieve attractiviteit* van de regio soms meer of minder. De gemodelleerde migratie (en evenzo pendel) beschrijft in wezen het *willen* van migranten (*potentiële* migranten). Impliciet is aangenomen dat mensen die uiteindelijk willen ook *kunnen* -ongeacht de daadwerkelijke beschikbaarheid van woningen of banen in de regio van bestemming- en vervolgens ook daadwerkelijk migreren (*doen*).

### ***Het structurele karakter van de benadering***

Met de geaggregeerde aanpak worden enkel **structurele tendensen** in beeld gebracht. Dit kan geïllustreerd worden aan de hand van het effect van infrastructuur op de economische ontwikkeling van een regio. De economische effecten van infrastructuur worden vaak gesplitst in *directe*, *indirecte*, *tijdelijke* en *permanente* effecten, zoals geïllustreerd in figuur 6.1.

	direct		
tijdelijk	werk voor uitvoerende bedrijven in de grond-, weg- en waterbouw	reistijdwinsten en / of reisafstandsverkortingen welke leiden tot transportkostenverlaging	permanent
	werk voor toeleverende bedrijven aan de uitvoerende bedrijven	o.a. verandering werkgelegenheid	
	indirect		

Figuur 6.1 Effecten van een infrastructuurproject

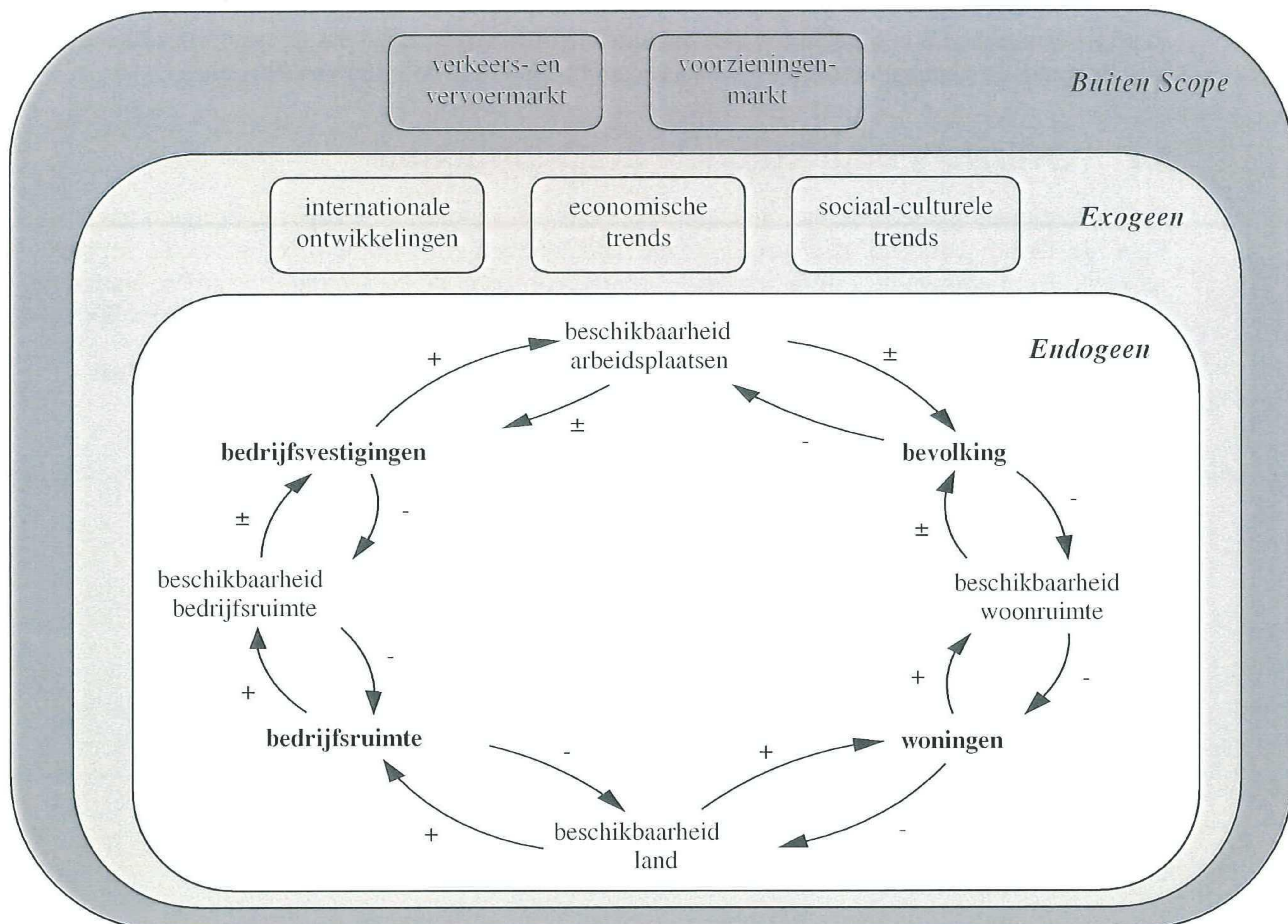
In beleidsmatig opzicht zijn de *permanente* effecten van een infrastructuurproject veel belangrijker dan de *tijdelijke* effecten (Van de Vooren, 2001). De directe, permanente effecten hebben betrekking op de reistijdwinst en kortere reisafstanden van de gebruikers. Deze baten zijn te berekenen op basis van het aantal gebruikers en hun tijdwaardering en afstandskosten. De betekenis van dergelijke effecten nemen in de loop van de tijd af en zijn voor een beschouwing op de lange termijn minder relevant dan de *indirecte*, permanente effecten. Een indirect economische effect is bijvoorbeeld de doorwerking op de vestigingskwaliteit en het verdere economische functioneren hierdoor van een regio. Het zijn juist de **permanente, indirecte** effecten die voor de structurele ontwikkeling zorgen en welke met de geaggregeerde benadering kunnen worden nagebootst.

## **6.2 Scope model**

Figuur 6.2 op de volgende pagina geeft een overzicht van de scope van de gemodelleerde regionale subsystemen.

Figuur 6.2 toont de hypothese dat indien de bevolking in een regio *toeneemt* de beschikbaarheid van woonruimte zal *afnemen*. De druk op beschikbare woonruimte neemt dan toe. Hierdoor wordt het voor overheden, woningbouwcorporaties en projectontwikkelaars interessanter om te bouwen, wat er toe zal leiden dat er meer woningen gebouwd worden. Indien er meer woningen gebouwd worden neemt de beschikbaarheid van woonruimte toe. Een grotere beschikbaarheid aan woonruimte leidt tot een ontspanning van de woningmarkt. Door een groter woningaanbod kunnen huizenprijzen dalen en is er meer keuze tussen woningtypen (huur, koop, grootte en locatie).

Dergelijke gunstige woningmarktomstandigheden kunnen een stimulerend effect hebben op het aantal mensen dat in de regio wil wonen: immigratie. Ook gunstige arbeidsmarktomstandigheden kunnen een migratiestimulerend effect opleveren. *Migratie* is echter afhankelijk van de eigen regionale marktomstandigheden ten opzichte van de marktomstandigheden in de overige regio's. In het theoretische geval de marktomstandigheden in een regio verbeteren, maar in alle andere regio's nog sterker verbeteren, kan dit eventueel leiden tot een daling van immigratie naar beschouwde regio. Naast migratie is *pendel* belangrijk. Pendel is een alternatief voor migratie, indien regio's een goede onderlinge bereikbaarheid hebben. Pendel kan ertoe leiden dat ondanks gunstige marktomstandigheden er niet zoveel mensen verhuizen als men wellicht zou verwachten.



Figuur 6.2 Modelstructuur regionale ontwikkeling

Een toename van de bevolking leidt op een geaggregeerde benaderingswijze tevens tot een toename van de potentiële beroepsbevolking. Mensen moeten werken om in hun levensonderhoud te kunnen voorzien en bezetten hiertoe arbeidsplaatsen. Door een toename van de bevolking neemt de beschikbaarheid van arbeidsplaatsen af. Tegenover het aanbod op de arbeidsmarkt, staat de vraag naar arbeid door bedrijven. Een toename van het aantal bedrijven leidt tot een toename van het aantal arbeidsplaatsen die in de regio opgevuld moeten worden. Dit vergroot de regionale beschikbaarheid van arbeidsplaatsen.

Een gunstige arbeidsmarkt verbetert het vestigingsklimaat voor bedrijven: het gemakkelijk kunnen vinden van personeel vergroot de flexibiliteit en efficiëntie van de individuele onderneming. Ook de beschikbaarheid van bedrijfsruimte op goed bereikbare locaties kan een stimulerende werking hebben op de vestiging van bedrijven. Net als migratie van de bevolking, is regionale bedrijfsmigratie afhankelijk van de eigen regionale marktomstandigheden ten opzichte van de marktomstandigheden in de overige regio's.

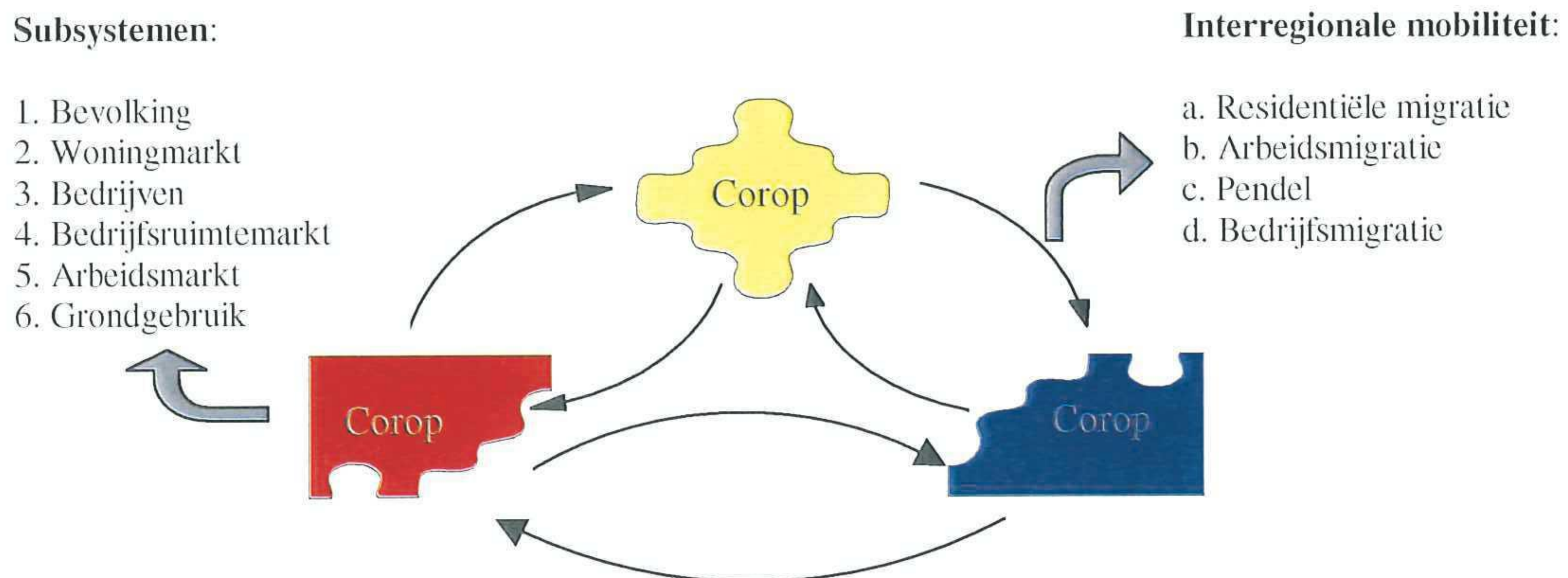
Een toename van het aantal bedrijfsvestigingen leidt tot een toename van de bezetting van bedrijfsruimte. De druk op de bedrijfsroerendgoedmarkt kan dusdanig groot worden dat de aanleg van bedrijfsterreinen en kantoren extra gestimuleerd wordt. Door het vergrootte aanbod van bedrijfsruimte neemt de beschikbaarheid van bedrijfsruimte toe, waardoor de druk op de bedrijfsroerendgoedmarkt wordt verlicht.

Het onroerend goed areaal (woningen en bedrijfsterreinen) bezet een hoeveelheid landoppervlakte. Indien een gebied druk bebouwd is stijgen de grondprijzen, waardoor de bouw van nog meer onroerend goed wordt ontmoedigd. De bebouwingsgraad van de totale oppervlakte is tevens een indicatie voor de kwaliteit van de leefomgeving. In een druk bebouwde omgeving treden effecten op zoals congestie, milieuvervuiling e.d. waardoor op langere termijn de

aantrekkelijkheid van een gebied wordt begrensd. In het model begrenst de beschikbaarheid van land begrenst op de lange termijn de sociaal-economische ontwikkeling van de regio.

### 6.3 Overzicht interregionale modelstructuur

De interregionale modelstructuur die is ontwikkeld is schematisch weergegeven in figuur 6.3. Voor de Corop-gebieden zijn verschillende subsystemen met ruimtelijke interactie in beeld gebracht. Door aggregatie van de regionale waarden ontstaan de Nederlandse waarden. Nationale trends worden exogeen ingevoerd, waardoor er geen sprake is van een integrale modelstructuur.



Figuur 6.3 Opbouw modelstructuur

#### 6.3.1 Overzicht subsystemen

Ter beschrijving van de gemodelleerde subsystemen en de interactie daartussen is in het model onderscheid gemaakt in zes modules. Dit betreft de subsystemen: (1) Bevolking, (2) Woningmarkt, (3) Bedrijven, (4) Bedrijfsruimtemarkt, (5) Arbeidsmarkt en (6) Grondgebruik.

De nadruk ligt hierbij op de volgende interregionale processen van mobiliteit (1) residentiële migratie, (2) arbeidsmigratie, (3) pendel en (4) bedrijfsmigratie.

In de volgende hoofdstukken worden van bovenstaande modules de gemodelleerde **causale relaties** en de **empirische** onderbouwing theoretisch beschreven, waarna de modellering in theoretisch perspectief wordt geplaatst. Voor een overzicht en de kwantificering van de parameters worden verwezen naar de 'listing' van het model, welke is beschreven in Bijlage 6. De aspecten van de validiteit van de modellering komen in de hoofdstukken 13 en 14 uitgebreid aan bod.

#### 6.3.2 Sturende parameters

Binnen Stella worden 5 soorten parameters gebruikt om de dynamiek van en tussen subsystemen weer te geven, te weten:

- Normal rates;
- Multipliertafels;
- Ratio's;
- Exogene invloeden;
- Aanvullende parameters.

De '**normal rates**' zijn empirisch onderbouwde percentages, die onder 'normale marktomstandigheden' de volledige invoer naar -of de uitvoer van- toestandsvariabelen (voorraden) bepalen. Indien van de normale marktomstandigheden wordt afgeweken, wordt het effect van de normal rate eventueel bijgesteld door multipliertafel(s).



Een **multipliertafel** is een weergave van een niet-lineaire vergelijking tussen twee modelvariabelen. De multipliertafels bepalen de dynamiek van en tussen subsystemen indien van de 'normale omstandigheden' wordt afgeweken. Ze zijn daarmee de feitelijke *regulatoren* van het model. Onder normale omstandigheden heeft de multipliertafel een waarde van 1. De vorm van de niet-lineaire vergelijkingen zijn theoretisch afgeleid, aangezien een empirische schatting van deze verbanden een ingewikkelde en moeizame bezigheid is.

De multipliertafels worden op hun beurt aangestuurd door verschillende ratio's.

De **ratio's** zijn daardoor in feite de sturende mechanismen van het model en worden daarom in paragraaf 6.4 apart toegelicht.

De **exogene invloeden** zijn invloeden van buiten het systeem die niet vanuit het interne mechanisme van het model verkaart worden. Hierbij moet gedacht worden aan sociaal-culturele trends (zoals individualisering) en economische trends (zoals cyclische invloeden).

De **aanvullende parameters** kunnen worden beschouwd als hulpvariabelen. Dit zijn vaak in zekere zin correctiefactoren, welke bepaalde relaties uit de werkelijkheid in het model incorporeren. Deze parameters worden toegevoegd indien geconstateerd wordt dat het model de werkelijkheid niet adequaat genoeg benadert. Voor de aanvullende parameters dient een theoretische basis te bestaan en –aangezien het systeem gevoelig reageert op de aanvullende parameters (anders waren deze parameters er niet)- leiden uiteindelijk per uitsteking tot aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

## 6.4 De modelratio's als sturende mechanismen

Een **ratio** geeft de verhouding tussen twee entiteiten weer en is daarmee een maat voor de *beschikbaarheid* van een voorraad. Indien de vraagcomponent en de aanbodcomponent van een bepaalde markt in verhouding tot elkaar worden geïnterpreteerd, is de beschikbaarheid van de marktvoorraad een maat voor de *marktomstandigheden*. De functie van de ratio's is in deze context het simuleren van de 'marktomstandigheden van het moment'. Aangezien de ratio's in feite de sturende mechanismen zijn in het model, is een juiste interpretatie van de gebruikte ratio's (zowel in technisch als theoretisch opzicht) essentieel. In het model zorgen de verschillende ratio's voor de **koppeling** van de subsystemen aan elkaar. De ratio's vormen daarmee als het ware de rode draad van het model.

Zoals figuur 6.1 illustreert, beïnvloeden de beschikbaarheid van woonruimte, bedrijfsruimte, arbeidsplaatsen en land de verscheidene markten. Voor een weergave van deze dynamiek zijn in het model met name de volgende ratio's opgenomen:

- HWR: Huishoudens-Woningen-Ratio;
- BBAR: BeroepsBevolking-Arbeidsplaatsen-Ratio;
- BVBR: BedrijfsVestigingen-Bedrijfsruimte-Ratio;
- BLR: Beschikbaarheid-Land-Ratio.

Bij het gebruik van ratio's worden de marktomstandigheden in het model op een **geaggregeerde** wijze weergegeven. De geaggregeerde aanpak met ratio's geeft de mogelijkheid om de sociaal-economische dynamiek (1) *binnen* en (2) *tussen* (a) *subsystemen* en (b) *regio's* in beeld te brengen.

Ten aanzien van de interregionale processen, is de ratio HWR belangrijk ten aanzien van residentiële migratie. De ratio BBAR is van belang ten aanzien van arbeidsmigratie, pendel en bedrijfsmigratie. Ook de ratio BVBR is een sturend mechanisme achter bedrijfsmigratie. De ratio BLR zorgt voor een begrenzing van regionale activiteiten op lange termijn.

## 6.5 HWR

Het aantal huishoudens in verhouding tot het aantal aanwezige woningen beschrijft de *beschikbaarheid van woonruimte* en wordt voor elke regio uitgedrukt in de **Huishoudens-Woningen-Ratio (HWR)**. Voor een regio  $i$  is de HWR gedefinieerd volgens:

$$HWR_i = \frac{\text{huishoudens}_i}{\text{woningvoorraad}_i} \quad (6.1)$$

De ratio HWR is in deze benadering een nabootsing van de *interne woningmarktomstandigheden* van een regio. De ratio kan in zijn functie geïnterpreteerd worden als een maat voor de *attractiviteit* van de regionale woningmarkt of als een maat voor ‘opportunities’ die de regionale woningmarkt biedt. De HWR stuurt in zijn functie als graadmeter van woningmarktattractiviteit twee ontwikkelingen aan: (1) de regionale nieuwbouw van woningen en (2) residentiële migratie. De ratio HWR wordt in het laatste geval in termen van *push* en *pull* geïnterpreteerd.

In de HWR zitten marktfactoren die de situatie op de woningmarkt beschrijven op een **geaggregeerde** wijze verdisconteerd. Bij de formulering ‘beschikbaarheid van woningen’ moet in deze context gedacht worden aan factoren zoals *huur- en koopprijzen, leegstand, keuzemogelijkheden* met betrekking tot *woninggrootte* en *woonlocatie* en de *kwalitatieve staat* van de woningvoorraad. Deze factoren beïnvloeden zowel de mogelijkheid als de behoefte van mensen om te verhuizen.

Doordat de HWR een geaggregeerde maat is, duidt de verhouding niet op een absoluut woningoverschot- of tekort. De ratio HWR geeft de afwijking van de beschikbaarheid van woningen aan ten opzichte van de beschikbaarheid van woningen *onder normale omstandigheden*. De normale beschikbaarheid van woningen is daarbij gedefinieerd als  $HWR=1$ .

De ratio HWR dient dus niet geassocieerd te worden met werkelijke bezettingsgraden van woningen en refereert niet aan bijvoorbeeld absolute woningprijzen. De huishoudengrootte, waarvan het aantal huishoudens is afgeleid, is het gemiddeld aantal mensen dat een woning bezet onder normale woningmarktomstandigheden. Indien de beschikbaarheid van woningen afwijkt van de normale uitgangssituatie ( $HWR < 1$  of  $HWR > 1$ ), correspondeert de gemiddelde huishoudengrootte niet met het werkelijk, gemiddeld aantal mensen dat in een woning woont. Deze zienswijze biedt de mogelijkheid om dynamiek op de woningmarkt in beeld te brengen.

Een hoge waarde van HWR ( $HWR > 1$ ) correspondeert met een relatief *gespannen* woningmarkt voor huishoudens ten opzichte van normale woningmarktomstandigheden. De beperkte beschikbaarheid van woningen gaat in dit geval gepaard met hogere woningprijzen, en beschrijft een situatie waarin het moeilijker is om kwalitatief (in termen van woningstaat, locatie en woonomgeving) gewenste woningen te kunnen bezetten. Een hoge waarde van HWR suggereert op deze manier een ongunstig vestigingsklimaat (kleine *pull*) c.q. een gunstig vertrekklimaat (grote *push*) voor potentiële residentiële migranten. Er zal dankzij de woningmarktsituatie in dit geval meer gebouwd worden dan normaal.

Een lage waarde van HWR ( $HWR < 1$ ) beschrijft een relatief *ontspannen* woningmarkt. In dit geval is het relatief goedkoop en makkelijk om een andere, kwalitatief betere en/of beter gelokaliseerde woning te vinden. De woningmarktomstandigheden zijn dan aantrekkelijker, waardoor inmigratie wordt gestimuleerd en uitmigratie geremd in vergelijking tot de normale omstandigheden. Woningbouw is dan relatief onaantrekkelijk en het model veronderstelt dat er dan minder woningen worden gebouwd dan normaal.

## 6.6 BBAR

De grootte van de beroepsbevolking, gecorrigeerd met het pendelsaldo, in verhouding tot het aantal aanwezige arbeidsplaatsen (banen) beschrijft de *beschikbaarheid van arbeidsplaatsen* en wordt voor elke regio uitgedrukt in de **BeroepsBevolking-Arbeidsplaatsen-Ratio (BBAR)**. Voor een regio  $i$  is de BBAR gedefinieerd volgens:

$$BBAR_i = \frac{\text{beroepsbevolking}_i - \text{uitpendel}_i + \text{inpendel}_i}{\text{arbeidsplaatsen}_i} \quad (6.2)$$

De ratio BBAR is in deze benadering een nabootsing van de *interne arbeidsmarktomstandigheden* van een regio. De ratio kan in zijn functie geïnterpreteerd worden als een maat voor de *attractiviteit* van de regionale arbeidsmarkt of als een maat voor 'opportunities' die de regionale arbeidsmarkt biedt. De BBAR stuurt in zijn functie als graadmeter van arbeidsmarktattractiviteit drie ontwikkelingen aan: (1) de vestiging van bedrijven, (2) pendel en (3) arbeidsmigratie. De ratio BBAR wordt hierbij in termen van *push* en *pull* geïnterpreteerd.

In de waarde voor BBAR zitten marktfactoren die de spanning op de arbeidsmarkt beschrijven, zoals de mate van *werkloosheid*, *openstaande vacatures*, *carrièreperspectieven* (promotiekansen), de hoogte van *lonen*, *optieregelingen*, *kwalitatieve vaardigheden* van de beroepsbevolking en de mate van *overwerken* en *verzuim*, op een geaggregeerde wijze verdisconteerd. Deze factoren beïnvloeden –in meer of minder mate– zowel de mogelijkheid als de behoefte van mensen om te migreren en te pendelen.

Doordat de BBAR een geaggregeerde maat is, duidt de verhouding niet op de absolute werkloosheid of het absoluut aantal openstaande vacatures. Die zijn er in de praktijk altijd beide. De ratio BBAR geeft de afwijking van de beschikbaarheid van arbeidsplaatsen aan ten opzichte van de beschikbaarheid van arbeidsplaatsen *onder normale omstandigheden*. De normale beschikbaarheid van arbeidsplaatsen is daarbij gedefinieerd als  $BBAR=1$ .

Indien de arbeidsmarktomstandigheden afwijken van de normale omstandigheden ( $BBAR < 1$  of  $BBAR > 1$ ), dient de ratio BBAR niet geassocieerd te worden met het werkelijk aantal mensen dat actief is op de arbeidsmarkt of het werkelijk aantal arbeidsplaatsen dat in de regio aanwezig is. De ratio BBAR refereert dus niet aan werkelijke werkloosheidspercentages. Werkloosheid is immers slechts één van de factoren die in de BBAR zit verdisconteerd. Net als bij de HWR, biedt deze interpretatie mogelijkheden om dynamiek op de arbeidsmarkt in beeld te brengen.

Een hoge waarde van BBAR ( $BBAR > 1$ ) correspondeert met een *ruime* arbeidsmarkt, oftewel een *lage* beschikbaarheid van banen ten opzichte van de normale arbeidsmarktomstandigheden. De beperkte beschikbaarheid van arbeidsplaatsen ten opzichte van normale omstandigheden gaat in dit geval gepaard met lagere lonen, en beschrijft een situatie waarin het voor organisaties relatief gemakkelijk is om personeel te werven. Deze omstandigheden refereren aan een gunstig vestigingsklimaat (grote pull) c.q. een ongunstig vertreklimaat (kleine push) voor bedrijven.

De andere kant van de medaille van een grote waarde van BBAR is dat een dergelijke situatie gepaard gaat met een hogere werkloosheid, slechtere carrièreperspectieven en een groter verzuim. Een hoge waarde van BBAR resulteert op deze manier in een ongunstig vestigingsklimaat (kleine pull) c.q. een gunstig vertreklimaat (grote push) voor potentiële arbeidsmigranten en pendelaars.

Een lage waarde van BBAR ( $BBAR < 1$ ) beschrijft een *krappe* of *gespannen* arbeidsmarkt ten opzichte van de normale arbeidsmarktomstandigheden. Voor bedrijven is het vinden van (goed opgeleid) personeel in die tijden moeilijker. Dit gaat gepaard met veel openstaande vacatures, relatief hoge lonen en goede carrièreperspectieven, waardoor inmigratie en inkomende pendel van mensen gestimuleerd wordt, en uitmigratie en uitpendel geremd. In dit geval is het relatief makkelijk om een andere, kwalitatief betere en/of betere betaalde baan te vinden. De andere kant

van de medaille is dat de omstandigheden voor bedrijven dusdanig van aard zijn dat op geaggregeerd niveau meer bedrijven verhuizen dan normaal.

## 6.7 BVBR

De ratio BVBR lijkt in zijn karakter sterk op de HWR. Beide ratio's beschrijven de verhouding tussen een actor en zijn fysieke huisvesting.

Het aantal bedrijfsvestigingen in verhouding tot de totaal aanwezige bedrijfsruimte beschrijft de *beschikbaarheid van bedrijfsruimte* en wordt voor elke regio uitgedrukt in de **BedrijfsVestigingen-Bedrijfsruimte-Ratio (BVBR)**. Voor een regio  $i$  is de BVBR gedefinieerd volgens:

$$BVBR_i = \frac{\text{bedrijfsvestigingen}_i}{\text{bedrijfsruimtevoorraad}_i} \quad (6.3)$$

De ratio BVBR is in deze benadering een nabootsing van de *interne bedrijfsruimtemarktomstandigheden* van een regio. De ratio kan in zijn functie geïnterpreteerd worden als een maat voor de *attractiviteit* van de regionale bedrijfsonroerendgoedmarkt of als een maat voor 'opportunities' die de regionale bedrijfsonroerendgoedmarkt biedt. De BVBR stuurt in zijn functie als graadmeter van bedrijfsruimtemarktattractiviteit twee ontwikkelingen aan: (1) de regionale nieuwbouw van bedrijfsruimte en (2) bedrijfsmigratie. De ratio BVBR wordt in het laatste geval in termen van *push* en *pull* geïnterpreteerd.

In de BVBR zitten marktfactoren die de situatie op de bedrijfsonroerendgoedmarkt beschrijven op een *geaggregeerde* wijze verdisconteerd. Bij de formulering 'beschikbaarheid van bedrijfsruimte' moet in deze context gedacht worden aan factoren zoals *huurprijzen*, *leegstand*, *keuzemogelijkheden* met betrekking tot *grootte* en *locatie* en de *kwalitatieve staat* van de bedrijfsruimten. Deze factoren beïnvloeden zowel de mogelijkheid als de behoefte van bedrijfsvestigingen om te verhuizen.

Doordat de BVBR een geaggregeerde maat is, duidt de verhouding niet op een absoluut overschot- of tekort aan bedrijfsterreinen of kantorencomplexen. De ratio HWR geeft de afwijking van de beschikbaarheid van bedrijfsruimte aan ten opzichte van de beschikbaarheid van bedrijfsruimte *onder normale omstandigheden*. De normale beschikbaarheid van bedrijfsruimte is daarbij gedefinieerd als  $BVBR=1$ .

De ratio BVBR dient dus ook niet geassocieerd te worden met de werkelijke bezetting van bedrijfsruimte. Een hoge waarde van BVBR ( $BVBR > 1$ ) correspondeert met een gespannen bedrijfsonroerendgoedmarkt voor bedrijven ten opzichte van normale omstandigheden van de bedrijfsonroerendgoedmarkt. De relatief beperkte beschikbaarheid van bedrijfsruimte gaat in dit geval gepaard met hogere huurprijzen, en beschrijft een situatie waarin het moeilijker is om kwalitatief (in termen van woningstaat, locatie en omgeving) gewenste bedrijfsruimte te vinden. Een hoge waarde van BVBR suggereert op deze manier een ongunstig vestigingsklimaat (kleine pull) c.q. een gunstig vertrekklimaat (grote push) voor verhuizende bedrijfsvestigingen.

Een lage waarde van BVBR ( $BVBR < 1$ ) beschrijft een ontspannen bedrijfsruimte. In dit geval is het voor een bedrijf relatief goedkoop en makkelijk om een andere, kwalitatief betere en/of beter gelokaliseerde bedrijfsruimte te vinden. De huisvestingsomstandigheden zijn dan aantrekkelijker, waardoor op geaggregeerd niveau de intrek van bedrijfsvestigingen wordt gestimuleerd en het vertrek van bedrijfsvestigingen wordt geremd in vergelijking tot de normale omstandigheden.

## 6.8 BLR

Het bebouwd landoppervlak in verhouding tot het beschikbaar landoppervlak beschrijft de beschikbaarheid van grond en wordt voor elke regio uitgedrukt in de **Bebouwd-Land-Ratio (BLR)**. Voor een regio  $i$  is de BLR gedefinieerd volgens:

$$BLR_i = \frac{\text{bebouwd\_landoppervlak}_i}{\text{beschikbaar\_landoppervlak}_i} \quad (6.4)$$

De ratio BLR is in deze benadering een maat voor de *beschikbaarheid van grond*. De BLR stuurt in zijn functie (1) de woningbouw en (2) de bouw van bedrijfsruimte aan.

In de BLR zitten allerlei factoren met betrekking tot grondgebruik op een geaggregeerde wijze verdisconteerd. Bij de formulering 'beschikbaarheid van grond' moet in deze context gedacht worden aan factoren zoals *grondprijzen* en '*diseconomies of scale*'. Dit laatste refereert aan de *leefbaarheid* van een gebied, zoals *milieueffecten* en effecten ten aanzien van de *veerkracht*, maar indirect ook aan *marktverzadiging* en *bereikbaarheidsproblemen*.

De mate waarin een gebied de ruimte wordt gebruikt voor wonen en werken, kan in eerste instantie een positief effect hebben op de vestiging en doorgroei van woongelegenheden en bedrijvigheid, omdat een zekere 'kritische massa' aan lokale schaalvoordelen wordt bereikt.

Hoge bebouwingsdichtheden kunnen echter op een gegeven moment aanleiding geven tot een afzwakking van groei. Dit wordt nagebootst met de waarde van de BLR. Een grote waarde van de BLR (BLR nadert naar 1) refereert aan een *gespannen* grondmarkt en *agglomeratienadelen*. Indien de regio ver is volgebouwd, wordt grond erg duur. Het wordt dan voor woningbouwcorporaties en projectontwikkelaars minder aantrekkelijk om te bouwen. Langzaam treedt er *marktverzadiging* op. Bovendien gaat een dergelijke situatie gepaard met negatieve effecten en aanzien van milieu en leefbaarheid. In dit verband kan onder meer gedacht worden aan *versnippering* van het *landschap*, *milieuvervuiling*, *visuele hinder* en *afnemende verkeersveiligheid*. Indien een verdere ontwikkeling in fysieke infrastructuur geen sterke reistijdverbeteringen meer oplevert, en de technologische ontwikkeling van vervoermiddelen niet sterk genoeg is, leidt dit uiteindelijk tot een bepaalde mate van congestie waar op technisch vlak niet veel aan gedaan kan worden. Er ontstaan grote interne *bereikbaarheidsproblemen*. Mede door overheidsingrepen, zal een *afnemende* beschikbaarheid van grond door dergelijke factoren op lange termijn de sociaal-economische ontwikkeling van een gebied –welke zich in het model vertaalt in woningbouw en de aanleg van bedrijfsterreinen- beperken.

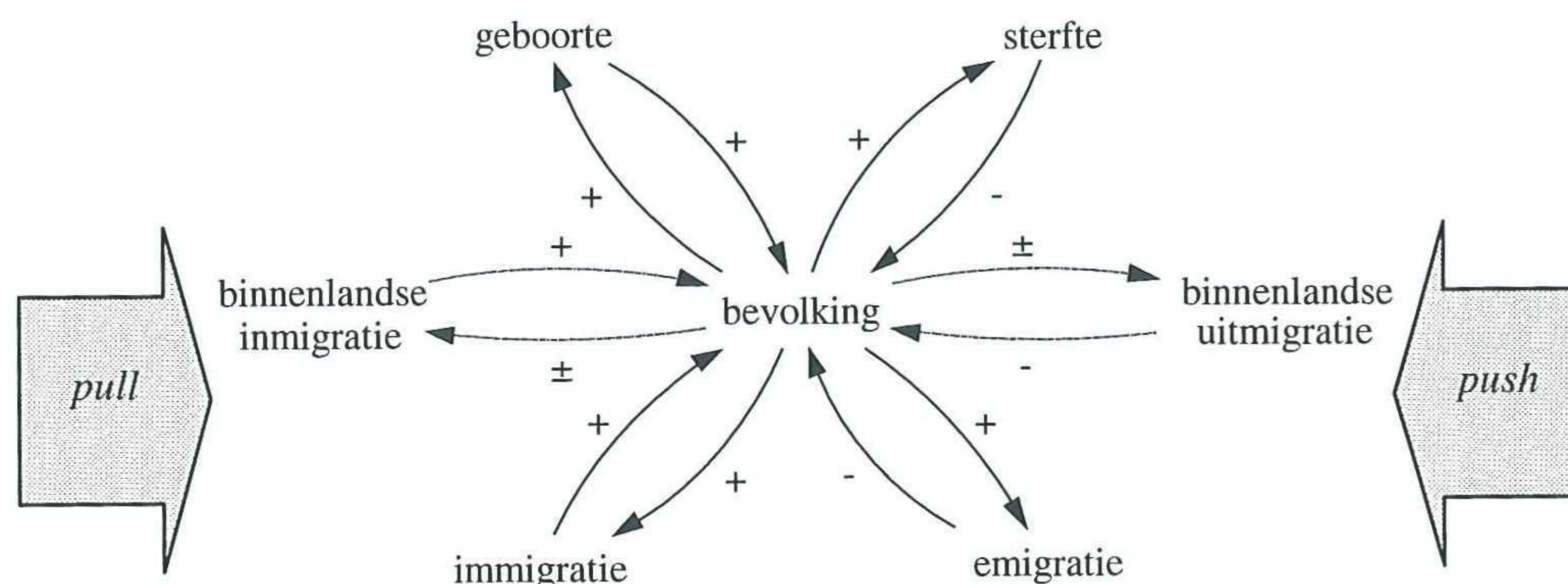


## 7 BEVOLKING

In dit hoofdstuk wordt de modellering van de bevolking beschreven. Hiervoor worden de achterliggende processen die voor ontwikkelingen van de bevolking zorgen uiteen gerafeld. Doordat de interregionale migratie een nadrukkelijk speerpunt is van het model, ligt in dit hoofdstuk de nadruk op de theoretische achtergrond en modellering van de binnenlandse migratie. Hierdoor kan de gemaakte modellering in een beter perspectief worden gezien. Alhoewel pendel een verschijnsel is dat met name van belang is ten aanzien van de arbeidsmarkt, wordt het in dit hoofdstuk behandeld aangezien pendel –niet alleen in de werkelijkheid, maar ook in het model– onlosmakelijk met migratie verbonden is.

### 7.1 Overzicht Bevolkingsdemografie

De demografische ontwikkeling van de bevolking speelt een belangrijke rol ten aanzien van de verschillende markten die te onderscheiden zijn. Enerzijds wil een ieder onderdak en willen mensen werken om in hun levensbehoeften te voorzien. De ontwikkeling van de bevolking heeft in dit opzicht gevolgen voor de woning- en arbeidsmarkt. De attractiviteit van de woning- en arbeidsmarkt spelen op hun beurt een belangrijke factor in de keuzes van mensen om te verhuizen, waardoor de ontwikkeling van de bevolking beïnvloed wordt. Een overzicht van de demografie van de bevolking is geïllustreerd in figuur 7.1.



Figuur 7.1 Demografie van bevolking

De regionale bevolking kan beschreven worden aan de hand van het aantal inwoners of het aantal huishoudens. De grootte van de bevolking ontwikkelt zich door:

- Geboorte;
- Sterfte;
- Binnenlandse migratie (binnenlandse immigratie en binnenlandse uitmigratie);
- Buitenlandse migratie (immigratie en emigratie).

De begrippen *immigratie* en *emigratie* onderscheiden zich van binnenlandse migratie door hun *landsgrensoverschrijdende* karakter. De termen *inmigratie* en *uitmigratie* worden in deze rapportage gebruikt om de *binnenlandse* migratie aan te geven. Zowel binnenlandse als buitenlandse migratie kunnen verklaard worden aan de hand van push- en pullfactoren. Relevante push- en pullfactoren kunnen hierbij worden opgedeeld in vier categorieën (Ekamper, 2000):

- a) Werkmotieven (verandering werkkring, dicht bij werk willen wonen);
- b) Woonmotieven (zoals een grotere woning of een andere woonomgeving);
- c) Persoonlijke (of huishoudens-) motieven (zoals huwelijk/samenwonen, echtscheiding, dicht bij familie willen wonen, gezondheid);
- d) Opleidingsmotieven.

Om praktische redenen wordt migratie vaak onderverdeeld naar:

- *Residentiële migratie:* mobiliteit als gevolg van redenen i.v.m. de woning en persoonlijke of huishoudenomstandigheden;
- *Arbeidsmigratie:* mobiliteit als gevolg van werkredenen redenen;
- *Onderwijsmigratie:* mobiliteit als gevolg van opleidingsmotieven.

De residentiele migratie en arbeidsmigratie zijn in de modellering expliciet in beeld gebracht. Het verschijnsel onderwijsmigratie zit hier in zekere zin op geaggregeerde wijze in verdisconteerd.

## 7.2 Geboorte bevolking

### *Het causaal relatiediagram van geboorte*

Doordat er mensen in de regio geboren worden groeit de bevolking. Theoretisch leidt een toename van de bevolking niet per definitie tot een stijging van het aantal geboorten, doordat het krijgen van kinderen sterk leeftijdsgebonden is. Als er bijvoorbeeld heel veel kinderen geboren worden (zoals na een oorlog) groeit de bevolking, maar aangezien deze personen zelf nog geen kinderen kunnen krijgen zal de bevolking niet additioneel hoeven groeien.

In een geaggregeerde benadering is de proportionaliteit tussen de grootte van geboorte en de bevolking echter een zeer verdedigbare aanname. In de modellering is het aantal geboorten met een percentage, een regionale *geboortecoëfficiënt*, proportioneel van de totale bevolking afgeleid: hoe groter de bevolking, hoe meer levendgeborenen. Figuur 7.2 toont het causaal relatiediagram ten aanzien van geboorte zoals dat voor elke Corop *uniek* in modellering is gebracht.



Figuur 7.2 Gemodelleerde dynamiek aantal levendgeborenen

### *De theoretische achtergrond van geboorte*

Op basis van een geaggregeerde benadering zijn de geboortecoëfficiënten per regio verschillend. Regionale verschillen in de grootte en/of ontwikkeling van de geboortecoëfficiënt worden veroorzaakt door:

- *Sociaal-economische* factoren (zoals leeftijdsopbouw bevolking, geslacht, gemiddeld inkomen, gemiddeld opleidingsniveau, dominante beroepsgroepen, vrouwenarbeid, gemiddelde huwelijksleeftijd en -duur);
- *Culturele en religieuze* factoren (zoals godsdienst, mentaliteit, normen en waardepatroon);
- *Biomedische* factoren (zoals erfelijke aanleg, voedingsgewoonten, medisch-hygiënische omstandigheden);

Ten aanzien van het aantal regionale geboorten is met name de leeftijdsopbouw van de bevolking erg relevant. De vruchtbaarheid van een persoon is, vooral bij de vrouw, erg leeftijdsspecifiek. Daarbij speelt een zekere vorm van **selectieve migratie** een belangrijke rol. Corop-gebieden laten duidelijke verschillen in regionaal woonmilieu zien, waardoor sommige van deze regio's zich beter lenen voor de realisatie van het gewenste woongedrag van gezinnen met kinderen, dan andere regio's. Anderzijds zijn er grootstedelijke regio's die meer kansen bieden aan het gewenste woongedrag van alleenstaanden en gezinnen die (nog) geen kinderen willen (Den Otter & Heida, 2000).



Ontwikkelingen in culturele en religieuze factoren hebben hoofdzakelijk geleid tot een kleiner gewenst aantal kinderen per gezin (mede mogelijk gemaakt door biomedische factoren). Deze ontwikkeling hangt tevens nauw samen met sociaal-economische ontwikkelingen, zoals groei van inkomen, opleidingsniveau en toegenomen arbeidsparticipatie van vrouwen. Dergelijke effecten, maar bijvoorbeeld ook het effect van hogere vruchtbaarheidsniveaus van immigranten, zitten verdisconteert in de geboortecoëfficiënten.

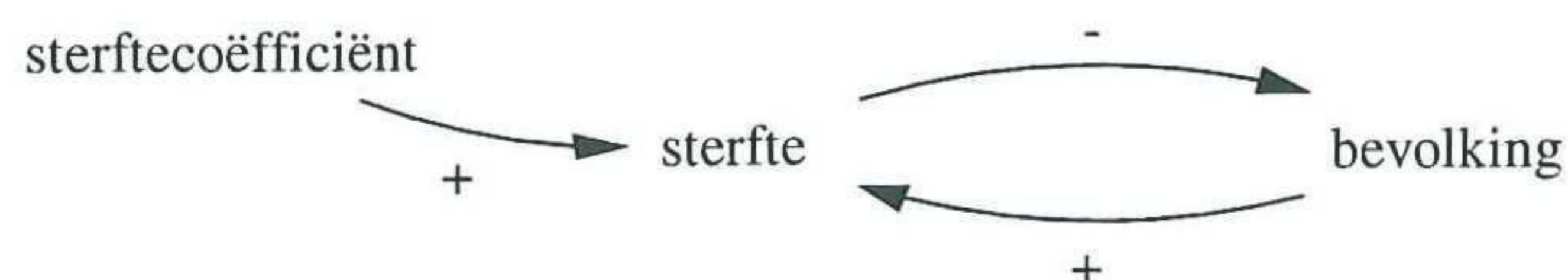
### *De kalibratie van geboorte*

De regionale geboortecoëfficiënten zijn voor de jaren 1972 tot en met 1999 uniek empirisch afgeleid van de historische verhoudingen tussen het aantal regionale levendgeborenen en de totale regionale bevolking (bron: CBS, ABF). Voor deze periode zijn de geboortecoëfficiënten optimaal gekalibreerd. Voor de jaren 1970 en 1971 zijn de regionale geboortecoëfficiënten geëxtrapoleerd.

## 7.3 Sterfte bevolking

### *Het causaal relatiediagram van sterfte*

Doordat er mensen in de regio sterven neemt de bevolking af. Een toename van de bevolking leidt in principe tot een stijging van het aantal sterfgevallen. Elke leeftijdsgroep heeft namelijk een bepaalde sterftekans. Het aantal overledenen verhoudt zich zodoende proportioneel ten opzichte van de totale bevolking. In de modellering is de sterfte met een percentage, een regionale *sterftecoëfficiënt*, proportioneel van de totale bevolking afgeleid: hoe groter de bevolking, hoe groter het aantal sterfgevallen. Figuur 7.3 toont het causaal relatiediagram ten aanzien van sterfte zoals dat voor elke Corop *uniek* in modellering is gebracht.



Figuur 7.3 Gemodelleerde dynamiek aantal sterfgevallen

### *De theoretische achtergrond van sterfte*

Op basis van de geaggregeerde benadering zijn de sterftecoëfficiënten per regio verschillend. Regionale differentiatie in de grootte en/of ontwikkeling van de sterftecoëfficiënt worden veroorzaakt door:

- *Sociaal-economische* factoren (zoals leeftijdsopbouw, geslacht bevolking);
- *Biomedische* factoren (zoals erfelijke aanleg, voedingsgewoonten, medisch-hygiënische omstandigheden);

Over de oorzaken van regionale sterfteverschillen bestaat weinig duidelijkheid. Sterfte toont wel een zeker verband met de factor urbanisatiegraad (Gordijn & Heida, 1979). De richting van deze relatie is echter niet eenduidig. Enerzijds biedt verstedelijking een goede ziekenhuisaccommodatie en relatief snelle en gespecialiseerde hulp, anderzijds doen de nadelige effecten van het moderne stadsleven hier mogelijk afbreuk aan.

### *De kalibratie van sterfte*

De regionale sterftecoëfficiënten zijn voor de jaren 1972 tot en met 1999 uniek empirisch afgeleid van de historische verhoudingen tussen het aantal regionale sterfgevallen en de totale regionale bevolking (bron: CBS, ABF). Voor deze periode zijn de sterftecoëfficiënten optimaal gekalibreerd. Voor de jaren 1970 en 1971 zijn de regionale sterftecoëfficiënten geëxtrapoleerd.

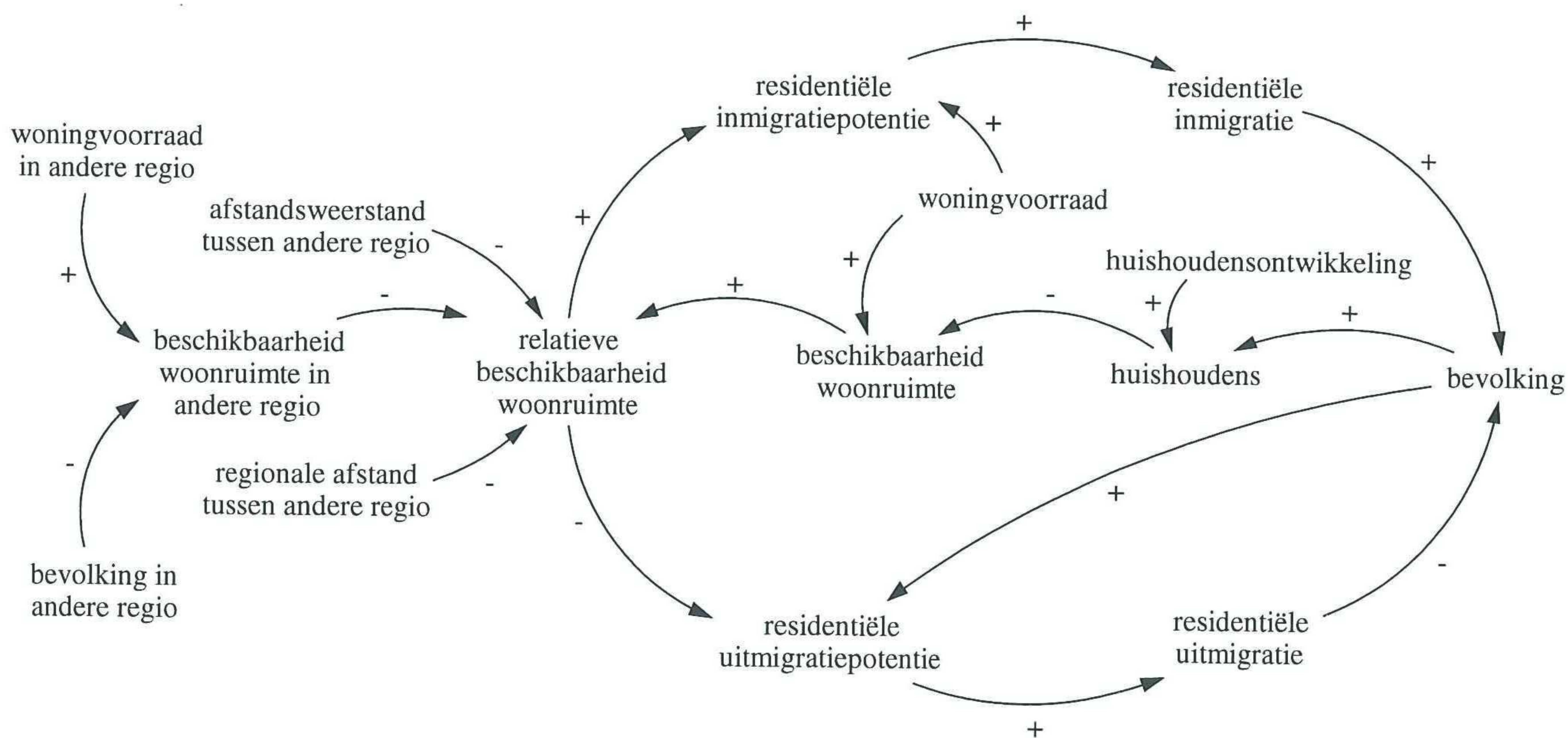
## 7.4 Interregionale residentiële migratie

In 1981 verhuisden 321.000 personen naar een ander Corop-gebied. In 1997 waren dit 371.000 personen (Ekamper, 2000). De grootte van de binnenlandse migratie is dusdanig van omvang dat deze een belangrijke rol kunnen spelen in de ontwikkeling van regio's. Bij het in beeld brengen van de residentiële migratie wordt geanalyseerd welk aandeel hierin het gevolg is van woningmarktomsomstandigheden en persoonlijke omstandigheden. De binnenlandse residentiële migratie is hiertoe endogeen in modellering gebracht.

### *Het causaal relatiediagram van residentiële migratie*

Bevolkingsmigratie is het resultaat van een beslissing van een individu of huishouden op grond van afweging tussen de huidige en gewenste woonomgeving (Van Wissen, 1982). De aanzet tot het zoeken naar een woning wordt een 'trigger' genoemd. Voorbeelden van triggers zijn *gaan samenwonen, echtscheiding, geboorte van een kind* of *beginnen met een opleiding* (Heida e.a., 2000). Het optreden van triggers hangt nauw samen met leeftijd of levensloop. De triggers leiden ertoe dat er in de kenmerken van een huishouden iets verandert, zodat een huishouden ontevreden is met de huidige regionale woonomgeving en in het daaropvolgende beslissingsproces tot de overtuiging komt dat in een andere regio een zodanige combinatie van kenmerken aanwezig is dat migratie naar die regio leidt tot een verbetering van levensomstandigheden welke opweegt tegen de kosten van migratie (Van Wissen, 1982). Het verhuizen is nooit een doel op zich, maar het is een middel om veranderingen in het huishouden, in werk of in opleiding te accommoderen.

De residentiële migratiemodule van het model brengt in beeld hoeveel personen uit Corop A een nieuwe woning willen –en impliciet én kunnen én gaan- bezetten in een andere Corop B of C, en aldus migreren om woonredenen. Een overzicht van de gemodelleerde dynamiek ten aanzien van residentiële migratie is weergegeven in figuur 7.4. De **herkomstregio** van migratie wordt in het vervolg aangeduid met de index  $i$ , in relatie tot de **bestemmingsregio**  $j$ .



Figuur 7.4 Gemodelleerde dynamiek binnenlandse residentiële migratie

### *De theoretische achtergrond en specificatie van residentiële migratie*

Theoretisch zullen de beslissingen ten aanzien van de *migratiewens* en de *migratiebestemming* elkaar beïnvloeden en gelijktijdig optreden. In het ontstaan van de migratiewens spelen alternatieve mogelijkheden een rol. Wanneer men wil migreren, maar na meer of minder zorgvuldige afweging in andere regio's geen verbetering verwacht, dan is de kans groot dat de huidige woonsituatie anders wordt beoordeeld. Men verandert dan van een potentiële migrant in een niet-migrant. Om dit proces in modellering te brengen is in het model de **potentiële**

**residentiële migratie** van de bevolking geïntroduceerd. De *potentiële residentiële migratie* ( $pot\_RESUITM$ ) brengt in beeld hoeveel mensen uit een gebied, gestuurd door **interne woningmarktomstandigheden**, zou kunnen en willen migreren. Dit betekent nog niet dat zij dit doen, want dit is tevens afhankelijk van de marktomstandigheden in overige regio's.

In het model is de *potentiële residentiële migratie* proportioneel ten opzichte van de totale bevolking verondersteld met behulp van de *residentiële uitmigratiecoëfficiënt* ( $pct\_RESUITM$ ), zoals weergegeven in formule 7.1. Dit geeft de veronderstelling weer dat een grotere bevolkingspopulatie per saldo meer uitmigratie genereert. Dit proportionele verband is gerechtvaardigd door het effect dat sociale netwerken hebben op migratie. Ieder persoon wordt in zijn leven –vroeg of laat, soms of vaak- getriggerd om te verhuizen. Daar waar veel mensen wonen, die elk een sociaal netwerk onderhouden, worden ook veel mensen getriggerd doordat zij op de hoogte worden gesteld van een beschikbare woning die beter bij hun wensen past.

De *residentiële uitmigratiecoëfficiënt* is regionaal gedifferentieerd, wat in dit verband gerechtvaardigd wordt vanwege '**selectieve migratie**'. Dit impliceert dat de grootte en richting van migratie sterk afhankelijk van bevolkingskenmerken (Van der Gaag e.a., 2001). Enerzijds is migratie afhankelijk van de positie in de levenscyclus (leeftijd) en in de tweede plaats van de sociale status van migranten (geslacht, huishoudengrootte (burgerlijke staat), en inkomen). Migratie van jongere alleenstaanden is relatief sterk gericht op stedelijke milieus (aanwezigheid van gespecialiseerde opleidingsmogelijkheden, zoals universiteiten en Hbo-opleidingen e.d.), waardoor het aantal alleenstaanden in stedelijke regio's groter is dan in landelijke regio's. Dit wordt de zogenaamde *roltrap-metafoor* genoemd (Van Dijk, 2001).

Indien de beschikbaarheid van woningen afneemt kan de regio aantrekkelijker worden om te verlaten. Redenen hiervoor kunnen de hogere huizenprijzen zijn of een verkleinde keuzemogelijkheid qua type en locatie van de woning (Alfeld & Graham, 1976). Op basis van *interne woningmarktomstandigheden* ( $AWONM\_RESUITM$ , Bijlage 7.1.1) wordt het aantal mensen dat in regio  $i$  om residentiële redenen zou willen uitmigreren gestimuleerd of gereduceerd ten opzichte van de *normale* uitmigratie. Formule 7.1 brengt in feite de *residentiële, interregionale verhuisgeneigdheid* in beeld, welke door interne woningmarktomstandigheden wordt beïnvloedt:

$$pot\_RESUITM_i = Bevolking_i * pct\_RESUITM_i * AWONM\_RESUITM_i \quad (7.1)$$

Waarin:

- $pot\_RESUITM_i$  = aantal potentiële uitmigranten in regio  $i$  o.b.v. interne woningmarktomstandigheden in regio  $i$ ;
- $Bevolking_i$  = de wonende bevolking in regio  $i$ ;
- $pct\_RESUITM_i$  = percentage van de bevolking in regio  $i$  met een migratiewens o.b.v. normale woningmarktomstandigheden in regio  $i$ ;
- $AWONM\_RESUITM_i$  = pushfactor t.a.v. uitmigratie o.b.v. woningmarktomstandigheden in regio  $i$ .

Voor mensen die verhuizen vormen zowel de *eigen* regio  $i$  als de *overige* regio's  $j$  een potentiële bestemmingsregio. De eerste leiden tot *intraregionale* verhuizingen, de laatste tot *interregionale* migratie. Van welke orde van grootte is nu het aantal binnenlandse *uitmigranten* (mensen die verhuizen naar een andere Corop) en het aantal binnenlandse *inmigranten* (mensen die in de regio gaan wonen en afkomstig zijn vanuit een andere Nederlandse regio) dat in elke regio verwacht kan worden?

De vraag is in feite in welke mate -en vervolgens- in welke regio's de uitmigranten van regio  $i$  daadwerkelijk terechtkomen, waarbij onderlinge marktomstandigheden een rol spelen. Hiervoor worden alle mogelijke migratiestromen tussen de 40 Corop-gebieden onderling beschouwd met

een **zwaartekrachtmodel**. De verdeling van het aantal uitmigranten uit regio  $i$  over regio's  $j$  kan worden beschreven met behulp van **bereikbaarheidsindices** en **bereikbaarheidspotentialen**. Een maat voor het aantal inmigranten ( $pot\_RESINM$ ) dat in een bestemmingsregio  $j$  verwacht kan worden, kan bepaald worden aan de hand van de aantrekkingskracht ( $pull$ ) van de woningmarkt in regio  $j$ . Het proportionele verband tussen het aantal inmigranten en de totale woningvoorraad refereert aan het feit dat elke woning een opportunity van een residentiële migrant kan zijn. Tevens is het aantal woningen een maat voor het aanwezige schaalniveau van voorzieningen (zoals uitgaansgelegenheden, beschikbaarheid van groenvoorzieningen), welke de aantrekkingskracht van een regio bepalen. In combinatie met een factor die de woningmarktomstandigheden weergeeft ( $AWONM\_RESINM$ , Bijlage 7.1.1), geeft dit een indicatie van de aantrekkingskracht van een regio voor residentiële migranten. Dit is weergegeven in formule 7.2.

Naast de aantrekkingskracht van de woningmarkt, is een variabele ( $pct\_RESINM$ ) toegevoegd om de migratiestromen te tunen. De regionale differentiatie van  $pct\_RESINM$  refereert in het zwaartekrachtmodel naar tal van woonomgevingkenmerken en stelt de *bereikbaarheid* van deze opportunies bij. Dit is weergegeven in formule 7.2.

$$pot\_RESINM_j = Woningvoorraad_j * pct\_RESINM_j * AWONM\_RESINM_j \quad (7.2)$$

Waarin:

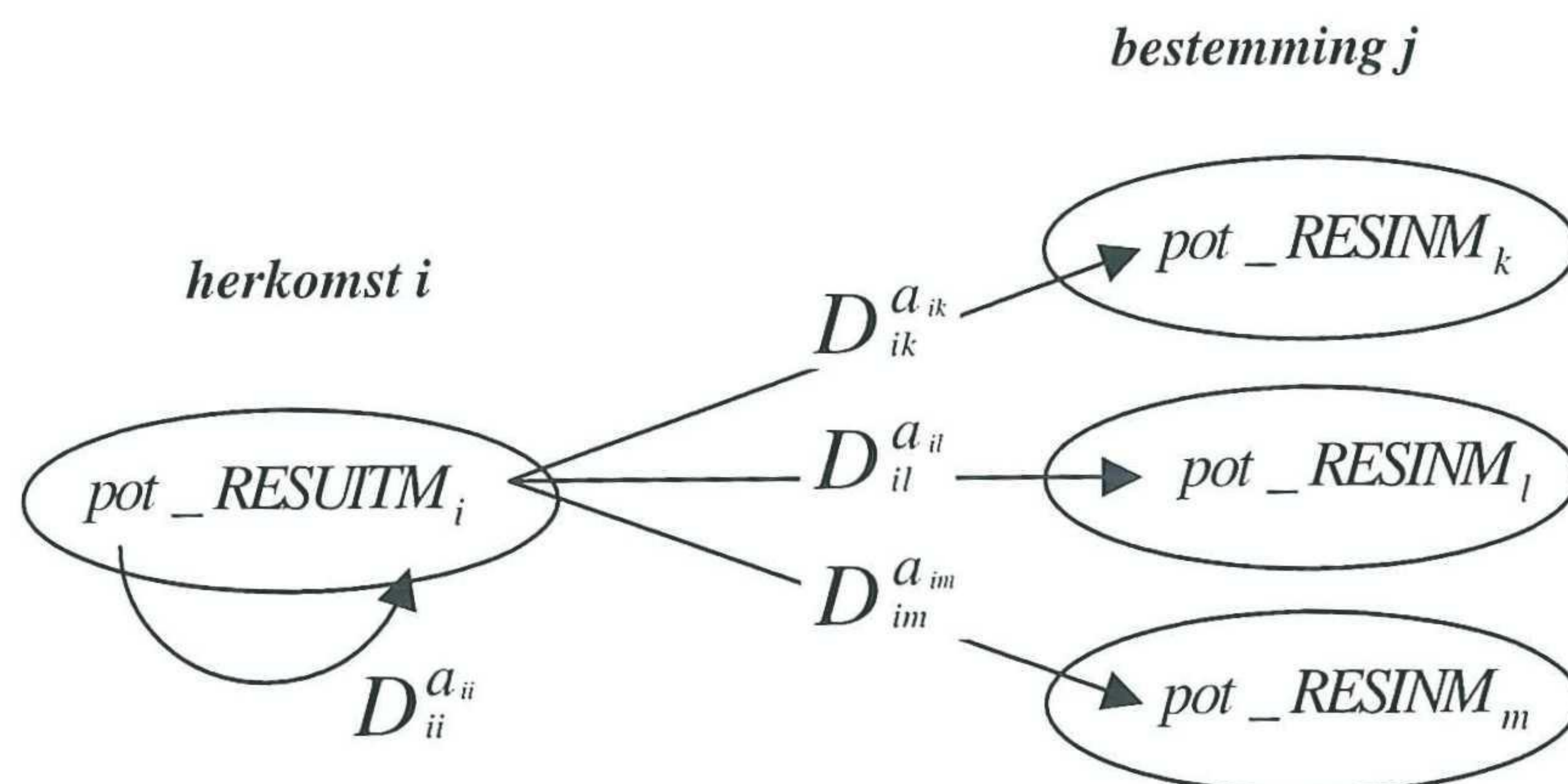
- $pot\_RESINM_j$  = maat voor het aantal potentiële inmigranten van regio  $j$  o.b.v. interne woningmarktomstandigheden in regio  $j$ ;
- $Woningvoorraad_j$  = de totale woningvoorraad van regio  $j$ ;
- $pct\_RESINM_j$  = maat voor aantrekkingskracht van regio  $j$  op potentiële migranten bij normale woningmarktomstandigheden in regio  $j$ ;
- $AWONM\_RESINM_j$  = pullfactor t.a.v. immigratie o.b.v. woningmarktomstandigheden in regio  $j$ .

Wanneer eenmaal de migratiewens is ontstaan, is men een potentiële migrant. Of men daadwerkelijk migreert en waar naar toe is nog niet bekend. Men migreert naar een regio  $j$  wanneer de verwachte mogelijkheden van die regio opwegen tegen de mogelijkheden van de huidige woonomgeving. De kans dat mensen uit regio  $i$ , die besluiten tot migratie, regio  $j$  kiezen als migratiebestemming is in het model afhankelijk van:

- De bekendheid met regio  $j$ ;
- De kenmerken van regio  $j$  in relatie tot andere bestemmingsregio's.

De bekendheid met regio's hangt nauw samen met de geografische afstand. Mensen zijn vooral van regionale woningmarktomstandigheden op de hoogte, doordat zij dit zelf waarnemen of via het regionale karakter van sociale netwerken en nieuwsbladen. Doordat het sociale netwerk een sterk regionaal karakter heeft, is er een grote kans dat mensen die gaan samenwonen reeds dicht bij elkaar in de buurt wonen. Het sociale netwerk, de behoefte aan het hebben van familie en vrienden in nabijheid, is een belangrijk *keepmotief* ten aanzien van migratie. Dit effect zit verdisconteert in de relatief grote waarde voor de weerstandsfactor  $a_{ij}$  in formule 7.3. Als mensen verhuizen doen zij dit om persoonlijke redenen en om woningmarktredenen vaak over een kleine afstand (Ekamper, 2000).

In de praktijk kan ontevredenheid over de huidige regionale levensomstandigheden ontstaan doordat het verschil in woningmarktattractiviteit tussen regio's verandert. Dit kan doordat de kenmerken van de huidige *woonregio* veranderen of/en de kenmerken van *alternatieve regio's* veranderen (Van Wissen, 1982). Analooq aan ruimtelijke zwaartekrachtmodellen, kan de aantrekkelijkheid van een bestemmingsratio  $j$  voor residentiële uitmigranten uit regio  $i$  worden uitgedrukt in een bereikbaarheidsindex ( $BI\_RESM_{ij}$ ), die voor een vertrekregio  $i$  de *bereikbaarheid* van de immigratieaantrekkelijkheid van een potentiële bestemmingsregio  $j$  weergeeft (formule 7.3).



Figuur 7.5 Afleiding bereikbaarheidsindex residentiële migratie

$$BI\_RESM_{ij} = \frac{pot\_RESINM_j}{D_{ij}^{a_{ij}}} * correctiefactor\_RESM_{ij} \quad (7.3)$$

Waarin:

$BI\_RESM_{ij}$	= bereikbaarheidsindex voor residentiële migratie uit regio $i$ naar regio $j$ ;
$pot\_RESINM_j$	= maat voor het aantal potentiële inmigranten van regio $j$ o.b.v. interne woningmarktomstandigheden in regio $j$ ;
$D_{ij}$	= gemiddelde reistijd tussen regio $i$ en regio $j$ (maat voor bekendheid van regio $j$ vanuit regio $i$ );
$a_{ij}$	= weerstandsfactor behorende bij $D_{ij}$ ;
$correctiefactor\_RESM_{ij}$	= corrigeert de migratiestroom van $i$ naar $j$ door rekening te houden met relatieve attractiviteit van woningmarkt-omstandigheden van regio $i$ ten opzichte van die van regio $j$ .

Vervolgens geeft de potentiaalwaarde ( $P\_RESM_i$ ) voor uitmigranten van regio  $i$  aan hoe bereikbaar de immigratieomgeving (migratiebestemmingen gewaardeerd naar aantrekkingskracht) is. De potentiaal voor residentiële migratie is beschreven in formule 7.4:

$$P\_RESM_i = \sum_j BI\_RESM_{ij} = \sum_j \frac{pot\_RESINM_j}{D_{ij}^{a_{ij}}} \quad (7.4)$$

Waarin:

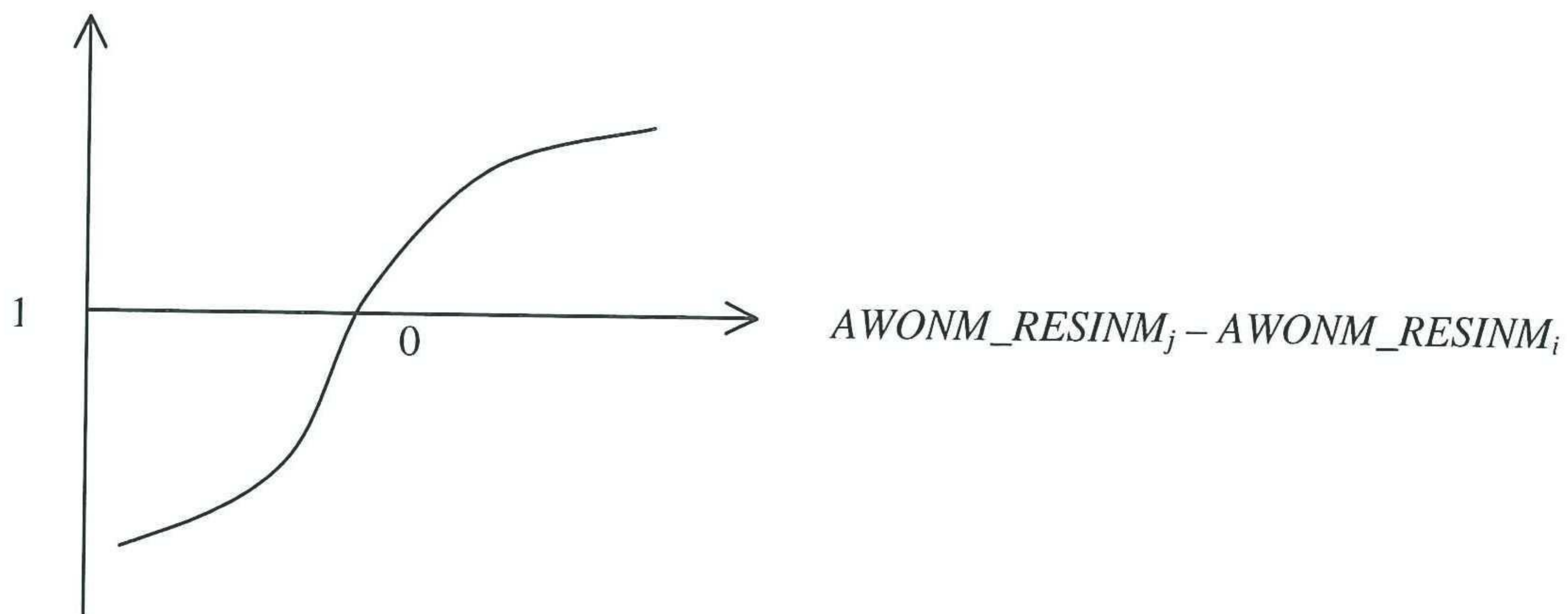
$P\_RESM_i$	= potentiaal voor residentiële uitmigratie van regio $i$ ;
$BI\_RESM_{ij}$	= bereikbaarheidsindex voor residentiële migratie uit regio $i$ naar regio $j$ ;
$pot\_RESINM_j$	= maat voor het aantal potentiële inmigranten van regio $j$ o.b.v. interne woningmarktomstandigheden in regio $j$ ;
$D_{ij}$	= gemiddelde reistijd tussen regio $i$ en regio $j$ (maat voor bekendheid van regio $j$ vanuit regio $i$ );
$a_{ij}$	= weerstandsfactor behorende bij $D_{ij}$ .

De *correctiefactor\_RESM* is om *causale* redenen toegevoegd en geeft de complexe relatie tussen migratiewens en migratiebestemming weer. Als in regio  $i$  een gespannen woningmarkt heerst zullen op basis van interne omstandigheden *op zich* veel mensen om residentiële redenen willen verhuizen naar een andere regio. Als echter in de rest van Nederland de woningmarktsituatie ook slecht of nog slechter is, is het alsnog niet logisch dat veel mensen uit regio  $i$  naar andere regio's willen verhuizen. Alhoewel de woonomstandigheden in de eigen regio niet gunstig zijn, zit men in dat geval *relatief* toch gunstig. De regio zou hierdoor zelfs meer mensen kunnen aantrekken dan afstoten. Het zijn de *relatieve* woningmarktomstandigheden die tot op zekere hoogte de

meningsvorming van mensen bepalen. Omgekeerd is het zo dat als de woningmarktsituatie op zich gunstig lijkt, maar in andere regio's de woningmarkt nog gunstiger is, de bevolking op basis van relatieve omstandigheden tot op zekere hoogte toch ontevreden is. De grotere pull van andere regio's zal dan alsnog tot veel residentiële migratie uit regio  $i$  kunnen leiden.

De correctiefactor geeft het effect van verschil in woningmarktattractiviteit op de residentiële migratie weer, waardoor de Nederlandse woonomgeving van elke regio uit **volkomen meebewegende referentiepunten** bestaat. De vorm van de correctiefactor is in figuur 7.6 weergegeven. De specificering van de residentiële correctiefactor is weergegeven in Bijlage 7.1.1.

$correctiefactor\_RESM_{ij}$



Figuur 7.6 Correctiefactor voor residentiële migratie

Waarin:

$correctiefactor\_RESM_{ij}$	= corrigeert de migratiestroom van $i$ naar $j$ door rekening te houden met relatieve aantrekkingskracht van woningmarkt-omstandigheden van regio $i$ ten opzichte van die van regio $j$ ;
$AWONM\_RESINM_i$	= pullfactor t.a.v. immigratie o.b.v. woningmarkt-omstandigheden in regio $i$ ;
$AWONM\_RESINM_j$	= pullfactor t.a.v. immigratie o.b.v. woningmarkt-omstandigheden in regio $j$ .

De werking van de bereikbaarheidsindices, potentialen en de interpretatie van de correctiefactoren wordt duidelijk als het werkelijke verdeelmechanisme van het zwaartekrachtmodel wordt geanalyseerd. De verdeling van het aantal migranten van regio  $i$  over alle regio's geschiedt via het *relatieve aandeel* van de *bereikbaarheidsindex* van een bestemmingsregio in de *totale potentiaalwaarde* die hoort bij een verhuisregio  $i$ . De verdeling van potentiële uitmigranten van regio  $i$  gaat dus op basis van relatieve aantrekkelijkheid van regio's onderling, zoals beschreven wordt door formule 7.5. Een regio met een relatief grote aantrekkingskracht en die dichtbij ligt krijgt dan relatief een groot deel van de uitmigranten van regio  $i$ .

$$RESM_{ij} = pot\_RESUTM_i * \frac{BI\_RESM_{ij}}{P\_RESM_i} \quad (7.5)$$

Waarin:

$RESM_{ij}$	= richting van verhuizende bevolking uit regio $i$ naar regio's $j$ o.b.v. relatieve woningmarkt-omstandigheden;
$pot\_RESUTM_i$	= aantal potentiële uitmigranten in regio $i$ o.b.v. interne woningmarkt-omstandigheden in regio $i$ ;
$BI\_RESM_{ij}$	= bereikbaarheidsindex voor residentiële migratie uit regio $i$ naar regio $j$ ;
$P\_RESM_i$	= potentiaal voor residentiële uitmigratie van regio $i$ .

Ter illustratie van de causale structuur wordt in dit geval een extreme situatie bekeken. Indien in één regio  $i$  de woningmarktomstandigheden zeer slecht zijn en in alle andere regio's  $j$  heel erg goed, is het aannemelijk dat de uitmigratie van de regio  $i$  groot is en de inmigratie er klein. In het model worden in dit geval de bereikbaarheidsindices vanuit  $i$  naar  $j$  allen gestimuleerd. Het aandeel van de interne bereikbaarheidsindex in de totale potentiaal daalt sterk, met als resultaat dat de *eigen* regio minder migranten *ontneemt* aan de distributie van migranten over *andere* regio's. Er vertrekken dan meer mensen dan normaal.

In het andere extreme geval dat ten opzichte van een regio  $i$  de woningmarktomstandigheden in alle regio's  $j$  veel minder goed is, gaat de *interne* bereikbaarheidsindex de potentiaalwaarde domineren. Er zullen dan relatief minder uitmigranten aan andere regio's en relatief veel inmigranten aan regio  $i$  toegedeeld worden.

Het uiteindelijke aantal uitmigranten van een regio kan vervolgens bepaald worden door de *intraregionale* toedeling in  $RESM_{ij}$  van  $RESM_{ij}$  af te halen (formule 7.6). Dan blijft het aantal mensen over dat uiteindelijk wordt toegedeeld aan overige regio's:

$$RESUITM_i = \sum_j RESM_{ij} - RESM_{i=j} \quad (7.6)$$

Waarin:

- $RESUITM_i$  = aantal uitmigranten van regio  $i$  o.b.v. relatieve woningmarktomstandigheden;
- $RESM_{ij}$  = richting van verhuizende bevolking uit regio  $i$  o.b.v. relatieve woningmarktomstandigheden;
- $RESM_{i=j}$  = aantal potentiële migranten die de oorspronkelijke woonregio  $i$  niet verlaten.

In regio  $j$  dienen zich, op basis van *relatieve attractiviteit* en *geografische ligging*, uit allerlei regio's residentiële migranten aan. Dit is weergegeven in formule 7.7:

$$RESINM_j = \sum_i RESM_{ij} - RESM_{i=j} \quad (7.7)$$

Waarin:

- $RESINM_j$  = aantal inmigranten van regio  $j$  o.b.v. relatieve woningmarktomstandigheden;
- $RESM_{ij}$  = richting van verhuizende bevolking uit regio  $i$  o.b.v. relatieve woningmarktomstandigheden;
- $RESM_{i=j}$  = aantal potentiële migranten die de oorspronkelijke woonregio  $i$  niet verlaten.

### ***De kalibratie van residentiële migratie***

Doordat de interne massa en interne afstanden per regio meewegen in het zwaartekrachtmodel, kunnen de migratiepercentages niet empirisch worden afgeleid. In eerste instantie zijn de verschillende migratiepercentages per regio hetzelfde gekozen. Vervolgens is hiermee de weerstandfactor afgeschat, zodanig dat de nationale waarden een goede orde van grootte aannamen. Vervolgens is de orde van grootte van de regionale migratie afgeschat door tuning van (1) de weerstandsfactoren, (2) de regionaal gedifferentieerde uitmigratiepercentages, (3) de regionaal gedifferentieerde inmigratiepercentages en (4) de correctiefactoren.

De kalibratie van residentiële migratie geschiedt in combinatie met het afstellen van arbeidsmigratie en pendel, en heeft daardoor een hoog 'trial-and-error' gehalte. Uitgangspunt hierbij is het reproduceren van migratiestromen tussen regio's onderling (data: 1972-1999; bron: CBS, ABF) en de reproductie van de goede orde van grootte van inkomende en uitgaande pendel per regio (data: 1975, 1977, 1981, 1985; bron: Arbeidskrachtentellingen, CBS).

De gebruikte reistijdenmatrix (bron: sectie Infrastructuurplanning) is opgebouwd uit interregionale reistijden over het autowegennetwerk in 1997. Een kleine, uniforme ontwikkeling van deze reistijden is exogeen ingevoerd. De achtergrond hiervan wordt in de volgende paragraaf nader toegelicht.

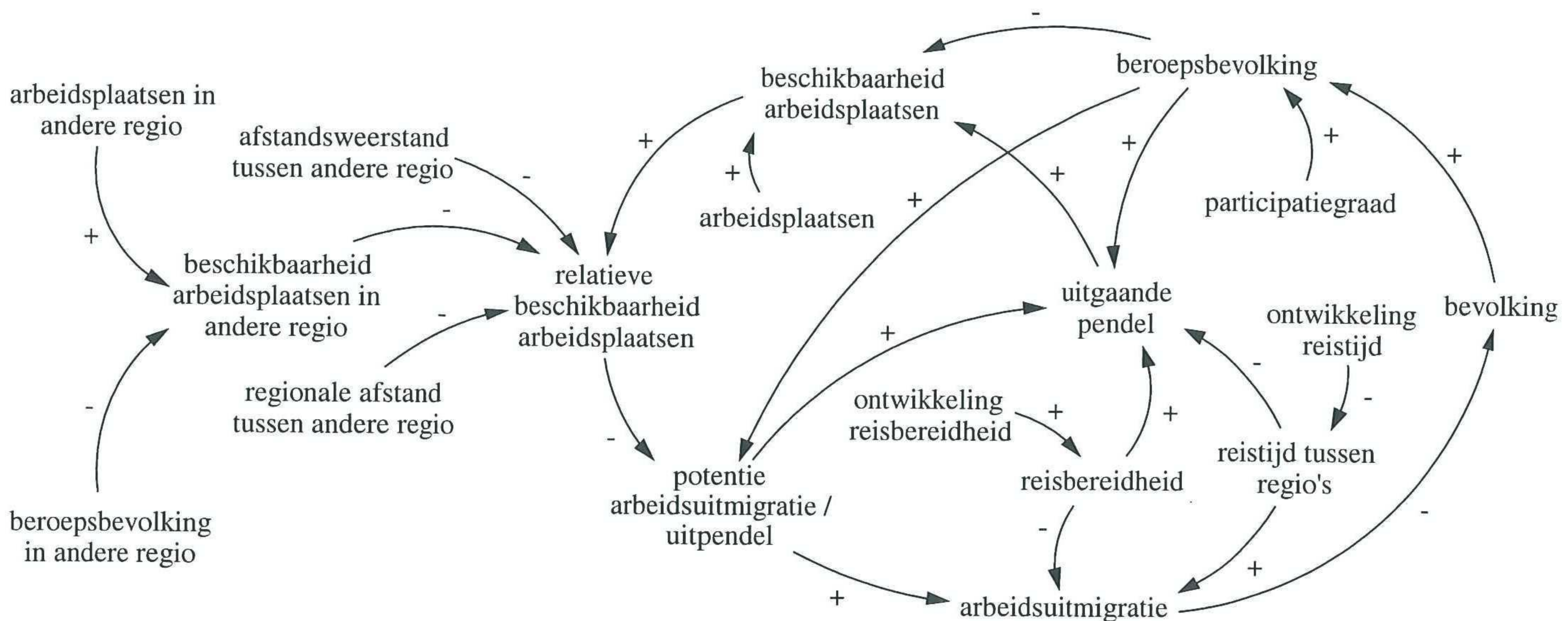
## 7.5 Interregionale arbeidsmigratie & pendel

In 1985 had 39,1% van alle interregionale Coropverhuizingen de werkreden als motief (Ekamper, 2000). Het belang van werkredenen is de loop van de tijd licht afgenomen, terwijl persoonlijke en huishoudengerelateerde redenen steeds belangrijker zijn geworden. Bij pendel zijn de keepfactoren dusdanig hoog dat niet voor arbeidsmigratie gekozen wordt. In dit opzicht is pendel een alternatief ten aanzien van arbeidsmigratie, waardoor pendel en migratie onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn. Het aantal personen dat pendelt van de ene Corop naar de andere is zeer sterk gestegen van 655.000 personen in 1981 tot 1,2 miljoen personen per dag in 1997 (Ekamper, 2000).

*Pendel (forensieme)* is in dit verband gedefinieerd als het geheel van woon-werkverplaatsingen die de *Coropgrenzen* overschrijden.. Op interregionaal niveau bestaan voor een regio twee relevante *pendeltypen*: (1) *uitgaande pendel* en (2) *inkomende pendel* (Bovy, 1995). Bij uitgaande pendel wordt ook wel gesproken over *uitpendel* of *woonforensisme*: het aantal inwoners van een regio werkend buiten deze regio. Bij inkomende pendel wordt ook wel gesproken over *inpendel* of *werkforensisme*: het aantal werkzame personen van een regio woonachtig in een andere regio.

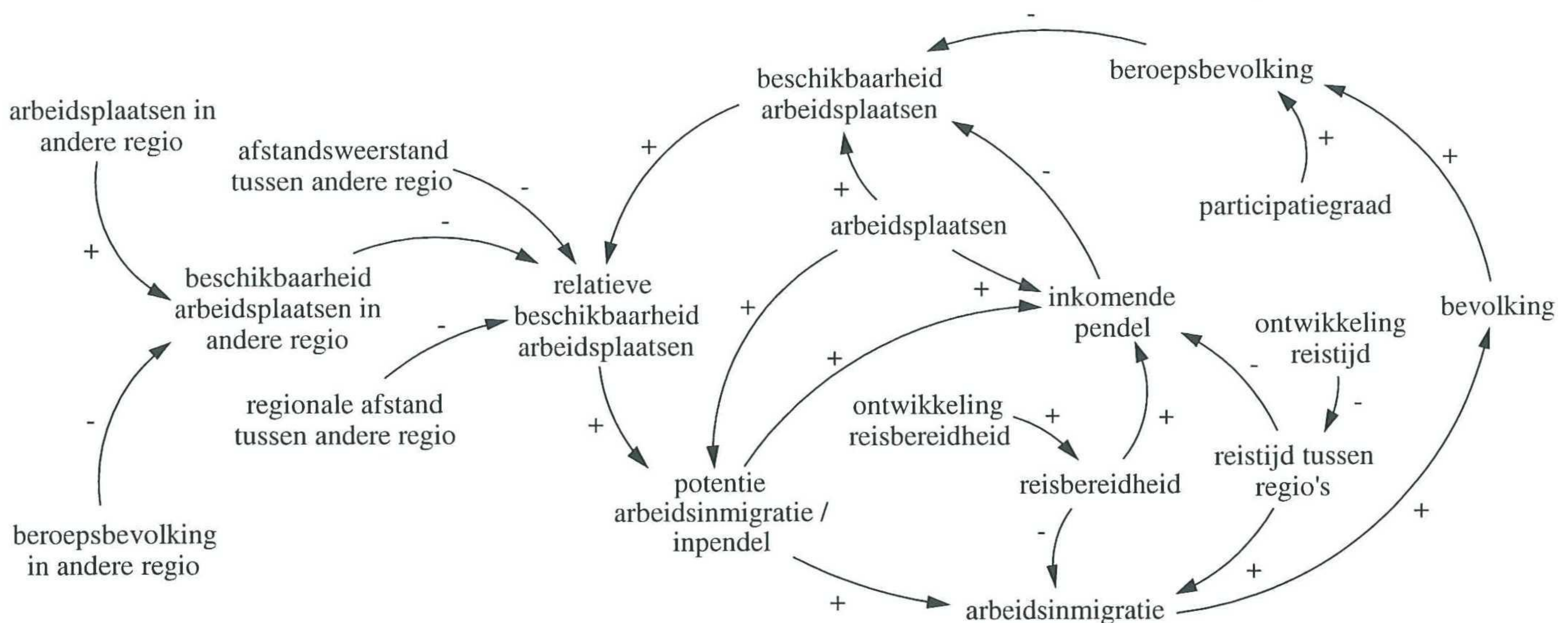
### *De causale relatiediagrammen van arbeidsmigratie & pendel*

De arbeidsmigratie- en pendelmodule brengt in hoeveel mensen uit een regio A een baan willen/kunnen/doen bezetten in de eigen regio of in een andere regio B of C, waarbij wordt bepaald hoeveel personen hiertoe migreren (arbeidsmigratie) of pendelen. Een overzicht van de gemodelleerde complexiteit ten aanzien van regionale arbeidsmigratie en pendel is weergegeven in figuur 7.7 en figuur 7.8.



Figuur 7.7 Gemodelleerde dynamiek van binnenlandse inkomende arbeidsmigratie en pendel





Figuur 7.8 Gemodelleerde dynamiek van binnenlandse uitgaande arbeidsmigratie en pendel

### De theoretische achtergrond en specificatie van arbeidsmigratie & pendel

De mathematische afleiding van potentiële arbeidsmigratie en pendel is op grote lijnen analoog aan de modellering van de residentiële migratie. Daarom wordt deze module beknopter beschreven. Echter, mensen die in plaats van een woning een baan in een andere regio bezetten hebben een alternatief voor migreren: pendelen. Door de toegenomen bereidheid van mensen om te reizen en de afgenomen reistijden tussen regio's zijn mensen hierdoor minder afhankelijk van de werkomgeving geworden.

Het aantal potentiële baanbezettingen ( $pot\_UITARB$ ) buiten de eigen regio om *arbeidsredenen* is, door middel van  $pct\_UITARB$  proportioneel ten opzichte van de in de regio wonende beroepsbevolking verondersteld. Dit impliceert dat in een grotere beroepsbevolking per saldo meer mensen zijn die een baan buiten de eigen regio bezetten. Regionale verschillen in deze coëfficiënt worden gerechtvaardigd doordat er in de praktijk, naast de spanning op de arbeidsmarkt en loonverschillen, ook bijvoorbeeld een *kwalitatieve* discrepantie tussen arbeidsplaatsen en arbeidskrachten leidt tot bepaalde migratie- en pendelpatronen (Louter, 1997).

Aangezien de meeste mensen afhankelijk zijn van hun baan om in hun levensonderhoud te kunnen voorzien, bepaald de beschikbaarheid van banen het bewegingsgedrag van mensen (Alfeld & Graham, 1976). In het model is daarom op basis van *interne arbeidsmarktomstandigheden* ( $ABM\_UITARB$ , Bijlage 7.1.2) het aantal mensen dat woont in regio  $i$  maar een baan bezet buiten de regio gestimuleerd of gereduceerd ten opzichte van de normale situatie. Bij een grote beschikbaarheid aan arbeidsplaatsen zullen meer mensen getriggerd worden om te 'job-hoppen', bijvoorbeeld doordat hen betere carrièreperspectieven worden geboden (promoties), een baan vinden die beter bij hen past of omdat zij meer kunnen gaan verdienen. Er zullen dan per saldo meer mensen een baan buiten de eigen regio gaan bezetten. Een deel zal verhuizen, de rest zal pendelen. Formule 7.8 beschrijft als het ware de 'interregionale geneigdheid van baanbezetting':

$$pot\_UITARB_i = Beroepsbevolking_i * pct\_UITARB_i * ABM\_UITARB_i \quad (7.8)$$

Waarin:

$pot\_UITARB_i$  = aantal potentiële personen uit de beroepsbevolking van regio  $i$  dat o.b.v. interne arbeidsmarktomstandigheden een baan buiten de eigen regio bezet;

$Beroepsbevolking_i$  = wonende beroepsbevolking in regio  $i$ ;

$pct\_UITARB_i$	= percentage van de wonende beroepsbevolking in regio $i$ dat o.b.v. normale arbeidsmarktomstandigheden in regio $i$ een baan buiten de eigen regio bezet;
$ABM\_UITARB_i$	= pushfactor t.a.v. interregionale baanbezettingen o.b.v. arbeidsmarktomstandigheden in regio $i$ ;

De vraag is in feite hoeveel mensen daadwerkelijk buiten de regio werken en hoeveel mensen daarvan pendelen en hoeveel arbeidsuitmigranten in elke regio daadwerkelijk terechtkomen. Hiervoor worden alle mogelijke arbeidsstromen tussen de 40 Corop-gebieden onderling beschouwd. De verdeling van het aantal pendelaars en arbeidsuitmigranten uit regio  $i$  over regio's  $j$  kan wederom worden beschreven met behulp van **bereikbaarheidsindices** en een **bereikbaarheidspotentialen**.

Een maat voor het aantal potentiële inmigranten of inkomende pendelaars ( $pot\_INARB$ ) dat in een bestemmingsregio  $j$  verwacht kan worden, kan bepaald worden aan de hand van de aantrekkingskracht (pull) van de arbeidsmarktomstandigheden in regio  $j$ . Het proportionele verband tussen het aantal inmigranten/inpendelaars en het totaal aantal arbeidsplaatsen refereert aan het feit dat elke arbeidsplaats een opportunity van een migrant of pendelaar kan zijn. In combinatie met een factor die de arbeidsmarktomstandigheden weergeeft ( $ABM\_INARB$ , Bijlage 7.1.2), geeft dit een indicatie van de aantrekkingskracht van een regio voor arbeidsmigranten en pendelaars. Dit is weergegeven in formule 7.9.

Naast de aantrekkingskracht van de arbeidsmarkt, is een variabele ( $pct\_INARB$ ) toegevoegd om de migratie- en pendelstromen te tunen. De regionale differentiatie van  $pct\_INARB$  refereert in het zwaartekrachtmodel naar tal van arbeidsmarktkenmerken en stelt de *bereikbaarheid* van deze opportunies bij:

$$pot\_INARB_j = Arbeidsplaatsen_j * pct\_INARB_j * ABM\_INARB_j \quad (7.9)$$

Waarin:

$pot\_INARB_j$	= maat voor het aantal potentiële arbeidsinmigranten en inkomende pendelaars van regio $j$ o.b.v. interne arbeidsmarktomstandigheden in regio $j$ ;
$Arbeidsplaatsen$	= aantal aanwezige arbeidsplaatsen in regio $i$ ;
$pct\_UITARB_i$	= maat voor aantrekkingskracht van regio $j$ op potentiële migranten en pendel bij normale arbeidsmarktomstandigheden in regio $j$ ;
$ABM\_INARB_i$	= pullfactor t.a.v. arbeidsinmigratie en inkomende pendel o.b.v. arbeidsmarktomstandigheden in regio $j$ .

Of mensen daadwerkelijk een baan in een andere regio bezetten en in welke regio's is nog niet bepaald. Of mensen een baan in een andere regio bezetten is in het model afhankelijk van:

- De bekendheid met regio  $j$ ;
- De kenmerken van regio  $j$  in relatie tot andere bestemmingsregio's.

De afstand speelt een verfijnde rol. Ten aanzien van migratie is het sociale netwerk een belangrijk keepmotief. Daar komt bij dat bekendheid met regio's –en daarmee de bekendheid van vacatures-afstandsafhankelijk is. De weerstandsfactor beschrijft dit fenomeen. Over korte afstanden zullen keep-motieven per saldo resulteren in een grote mate van pendel. Enige vorm van arbeidsmigratie is er altijd, aangezien het veranderen van baan ertoe kan leiden dat mensen meer gaan verdienen en zich een kwalitatief beter woning kunnen veroorloven welke gepaard kan gaan met migratie. Over het algemeen vindt arbeidsmigratie plaats over grotere afstanden (Ekamper, 2000).

De aantrekkelijkheid van een bestemmingsratio  $j$  voor arbeidsuitmigranten of uitpendelaars van regio  $i$  worden uitgedrukt in een bereikbaarheidsindex ( $BI\_ARBMP_{ij}$ ), die voor een vertrekregio  $i$  de *bereikbaarheid* van de immigratie-/inpendelaantrekkelijkheid van een potentiële bestemmingsregio  $j$  weergeeft (formule 7.10). Vervolgens geeft de potentiaalwaarde ( $P\_ARBMP_i$ ) voor uitmigranten en uitpendelaars van regio  $i$  aan hoe bereikbaar de bestemmingsomgeving (migratiebestemmingen gewaardeerd naar aantrekkingskracht) is (formule 7.11):

$$BI\_ARBMP_{ij} = \frac{pot\_INARB_j}{D_{ij}^{b_{ij}}} * correctiefactor\_ARBMP_{ij} \quad (7.10)$$

Waarin:

$BI\_ARBMP_{ij}$	= bereikbaarheidsindex voor arbeidsmigratie en pendel uit regio $i$ naar regio $j$ ;
$pot\_INARB_j$	= maat voor het aantal potentiële immigranten en inkomende pendelaars van regio $j$ o.b.v. interne arbeidsmarkt omstandigheden in regio $j$ ;
$D_{ij}$	= gemiddelde reistijd tussen regio $i$ en regio $j$ (maat voor bekendheid van regio $j$ vanuit regio $i$ );
$b_{ij}$	= weerstandsfactor behorende bij $D_{ij}$ .
$correctiefactor\_ARBMP_{ij}$	= corrigeert de arbeidsstroom van $i$ naar $j$ door rekening te houden met relatieve attractiviteit van arbeidsmarkt-omstandigheden van regio $i$ ten opzichte van die van regio $j$ .

$$P\_ARBMP_i = \sum_j BI\_ARBMP_{ij} = \sum_j \frac{pot\_INARB_j}{D_{ij}^{b_{ij}}} \quad (7.11)$$

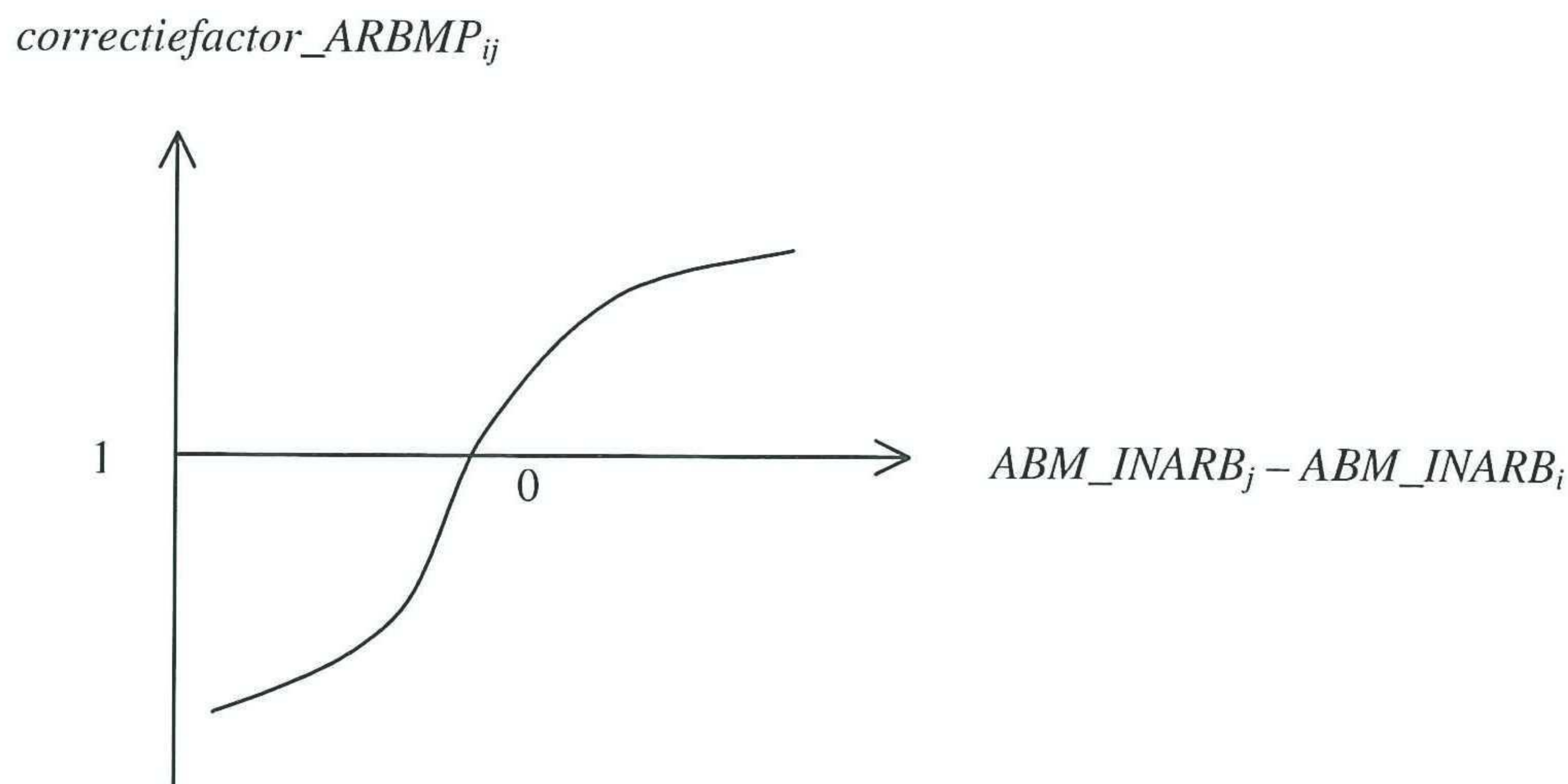
Waarin:

$P\_ARBMP_i$	= potentiaal voor arbeidsuitmigratie en uitpendel van regio $i$ ;
$BI\_ARBMP_{ij}$	= bereikbaarheidsindex voor arbeidsmigratie en pendel uit regio $i$ naar regio $j$ .

Wederom geeft een correctiefactor ( $correctiefactor\_ARBMP$ ) de complexe relatie tussen de migratie- en pendelwens en migratie-/pendelbestemming weer. Als in regio  $i$  een gespannen arbeidsmarkt heerst zullen op basis van interne omstandigheden *op zich* veel mensen een baan bezetten in een andere regio. Als echter in de rest van Nederland de arbeidsmarktsituatie ook slecht of nog slechter is, is het alsnog niet logisch dat veel mensen uit regio  $i$  veel banen in andere regio's bezetten. Alhoewel de arbeidsomstandigheden in de eigen regio niet gunstig zijn, zit men in dat geval *relatief* toch gunstig. De regio zou hierdoor zelfs meer mensen kunnen aantrekken dan afstoten.

Omgekeerd is het zo dat als de arbeidsmarktsituatie op zich gunstig lijkt, maar in andere regio's de arbeidsmarkt nog gunstiger is, de bevolking op basis van relatieve omstandigheden tot op zekere hoogte toch ontevreden is. De grotere pull van andere regio's zal dan alsnog tot veel baanbezetting buiten regio  $i$  kunnen leiden.

De correctiefactor geeft het verschil in arbeidsmarktattractiviteit tussen twee regio's weer, waardoor de Nederlandse arbeidsomgeving van elke regio uit **volkomen meebewegende referentiepunten** bestaat. De vorm van de correctiefactor is in figuur 7.9 weergegeven. De specificering van de correctiefactor ten aanzien van arbeidsmigratie en pendel is weergegeven in Bijlage 7.1.2.



Figuur 7.9 Correctiefactor voor arbeidsmigratie en pendel

Waarin:

- $correctiefactor\_ARBMP_{ij}$  = corrigeert de arbeidsstroom van  $i$  naar  $j$  door rekening te houden met relatieve aantrekkingskracht van arbeidsmarkt-omstandigheden van regio  $i$  ten opzichte van die van regio  $j$ ;
- $ABM\_INARB_i$  = pullfactor t.a.v. immigratie en inkomende pendel o.b.v. arbeidsmarkt-omstandigheden in regio  $i$ ;
- $ABM\_INARB_j$  = pullfactor t.a.v. immigratie en inkomende pendel o.b.v. arbeidsmarkt-omstandigheden in regio  $j$ .

De werking van de bereikbaarheidsindices, potentialen en de interpretatie van de correctiefactoren wordt duidelijk als het werkelijke verdeelmechanisme van het zwaartekrachtmodel wordt geanalyseerd. De verdeling van het aantal interregionale baanbezitters van regio  $i$  over alle regio's geschiedt via het relatieve aandeel van de bereikbaarheidsindex van een bestemmingsregio in de totale potentiaalwaarde die hoort bij een vertrekregio  $i$ . Dit is weergegeven in formule 7.12. De verdeling van potentiële uitmigranten en uitpendelaars van regio  $i$  gaat dus op basis van relatieve aantrekkelijkheid van regio's onderling. Door deze verdeelsleutel veranderen mensen meestal van baan over korte afstand. Een regio met een relatief grote aantrekkingskracht en die dichtbij ligt trekt relatief veel arbeidskrachten van buiten de regio aan. Hierbij is het van belang om rekening te houden met relatieve arbeidsmarkt-omstandigheden.

$$ARBMP_{ij} = pot\_UITARB_i * \frac{BI\_ARBMP_{ij}}{P\_ARBMP_i} \quad (7.12)$$

Waarin:

- $ARBMP_{ij}$  = richting van baanbezetting van personen uit de beroepsbevolking van regio  $i$  o.b.v. relatieve arbeidsmarkt-omstandigheden;
- $pot\_UITARB_i$  = aantal potentiële personen uit de beroepsbevolking van regio  $i$  dat o.b.v. interne arbeidsmarkt-omstandigheden een baan buiten de eigen regio bezet;
- $BI\_ARBMP_{ij}$  = bereikbaarheidsindex voor arbeidsmigratie en pendel uit regio  $i$  naar regio  $j$ ;
- $P\_ARBMP_i$  = potentiaal voor arbeidsuitmigratie en uitpendel van regio  $i$ .

De werking van bovenstaande modelformulering is als volgt. Als in regio  $i$  een gespannen arbeidsmarkt heerst zullen op basis van interne omstandigheden op zich veel werknemers (meer dan normaal) ergens anders een baan zoeken en bezetten. Als echter in de rest van Nederland de arbeidsmarktsituatie nog slechter is, is het alsnog niet logisch dat veel mensen uit regio  $i$  in andere regio's een baan bezetten. Alhoewel de arbeidsmarkt-omstandigheden in de eigen regio niet gunstig zijn, zit men in dat geval *relatief* toch gunstig. Het is de *relatieve* arbeidsmarktsituatie die

tot op zekere hoogte de meningsvorming van mensen bepaald. Het model bootst dit na doordat de *interne* bereikbaarheidsindex de potentiaalwaarde gaat domineren. Er zullen dan relatief minder arbeidskrachten aan andere regio's en relatief meer arbeidskrachten aan de eigen regio *i* toegedeeld worden.

Omgekeerd is het zo dat als de arbeidsmarktsituatie op zich gunstig lijkt, maar in andere regio's de arbeidsmarktsituatie nog gunstiger is, de beroepsbevolking op basis van relatieve omstandigheden tot op zekere hoogte toch ontevreden is. De grotere pull van andere regio's zal dan alsnog tot veel arbeidsmigratie en pendel uit regio *i* kunnen leiden. In het model worden in dit geval de bereikbaarheidsindices vanuit *i* naar *j* allen gestimuleerd. Het aandeel van de interne bereikbaarheidsindex in de totale potentiaal daalt sterk, met als resultaat dat de *eigen* regio minder arbeidskrachten *ontneemt* aan de distributie over *andere* regio's. Er vertrekken dan meer mensen dan normaal.

Zoals gesteld hebben mensen die een baan buiten de eigen regio bezetten een keuze: òf pendelen òf migreren. De variabele  $ARBMP_{ij}$  dient opgesplitst te worden in twee componenten. Het aantal mensen dat uit een regio *i* een baan bezet in een regio *j* en *niet* de woon-werkafstand bereid is te pendelen ( $Pendel_{ij}$ ), migreert ( $ARBM_{ij}$ ) in het model om arbeidsredenen. Indien de *reistijd* naar het werk kort is, zullen relatief veel mensen dit pendelend overbruggen. De sociale keepfactor zorgt ervoor dat men bereid is te reizen naar het werk. Indien de reisafstand tussen regio's heel kort is, vindt er echter toch altijd enige uitmigratie plaats, aangezien baanveranderingen gepaard gaan met een verbetering in de sociaal-economische positie. Sommigen kunnen zich daardoor een kwalitatief betere woning veroorloven, waardoor er altijd wel enige verhuizingen om arbeidsredenen over korte afstand plaats vinden. Indien de reistijd tussen twee regio's echter erg groot is, zullen niet alleen weinig mensen hiertussen van baan veranderen (men is zowel via hun woonomgeving als werkomgeving niet goed op de hoogte van de arbeidsmarkt), maar diegenen die dit wél doen zullen vrijwel zeker migreren.

In het model wordt met behulp van een reistijdfunctie ( $pct\_pendel$ ) de grootte van de pendel uit het aantal interregionale baanbezettingen afgeschat. Dit is een geaggregeerde weergave van het gedrag van mensen bij het 'kiezen' van een woon-werkafstand. Verder van het werk af wonen of verder van de woning af werken is een ontwikkeling die in het model mogelijk wordt gemaakt door een *reistijdfunctie*. De gehanteerde reistijdfunctie bevat twee elementen: (1) de *reistijd* tussen twee regio's en (2) de *reistijdbereidheid* van werknemers om te pendelen. Beide ontwikkelen zich in de tijd.

De ontwikkeling van de *reistijd* kan worden verklaard door (technologische) ontwikkelingen in het aanbod van *vervoerssystemen*. Hiermee wordt zowel het gebruik van snellere vervoermiddelen bedoeld als de uitbreiding of verbetering van infrastructuur zoals die in de tijd heeft plaats gevonden. In de praktijk kunnen mensen door verbeteringen in vervoerssystemen zich sneller verplaatsen. In theorie genereert dit nieuwe (auto)mobiliteit (Steg e.a., 2000). Dit mechanisme geeft aan dat door groei, van bijvoorbeeld het autoverkeer, het wegennetwerk wordt uitgebreid, waardoor het aantrekkelijker wordt om de auto te gebruiken dan wel een auto aan te schaffen. Vervolgens wordt de aldus veroorzaakte groei van het autoverkeer weer gevolgd door de uitbreiding van het wegennet, enzovoort. Dit effect zit exogeen verdisconteerd in de ontwikkeling van de reistijden.

Daarnaast is de *reisbereidheid* van belang. De *reistijdbereidheid* is in het model weergegeven met een **geleidelijke contourmaat** met een sterk buigpunt om en nabij de 60 minuten. De vorm van de geleidelijke contourmaat is weergegeven in figuur 7.10. Dit is een weergave van de hypothese dat mensen gemiddeld bereid zijn om zo'n 60 minuten tussen woonplaats en werkplek te reizen. Wordt de reistijd langer dan 60 minuten dan neemt het aandeel pendelaars snel af en zullen mensen relatief sneller migreren.

In de *ontwikkeling* van de *reisbereidheid* zit de veranderende afweging tussen vervoerskosten -in termen van tijd, geld en moeite- verwerkt. Dit is een geaggregeerde benadering waarin verscheidene factoren zitten verdisconteerd, zoals ontwikkeling in financiële *kosten* (vanwege een lease-auto vallen de pendelkosten vaak mee) en *kwaliteit* van vervoermiddelen, veranderend *autobezit* en *-gebruik* (de autobeschikbaarheid neemt toe met het inkomen) en *culturele* factoren ('leefstijl waarin men opgroeit', tweeverdieners zijn bereid langer te reizen). In de toekomst kunnen technologische ontwikkelingen zoals telewerken en veranderingen in levensstijl (meer vrije tijd) arbeidsmigratie hierdoor doen afnemen. De toenemende arbeidsparticipatiegraad van vrouwen, waardoor huishoudeninkomens stijgen, kan leiden tot een afname van werklocatiedominantie. De woonlocatiekeuze van tweeverdieners is wellicht anders dan dat van traditionele families. Voor dergelijke huishoudens is het moeilijk een baan vlakbij beide banen te kiezen. De consequentie is wellicht dat (vaak) de man verder moet en bereid is te reizen.

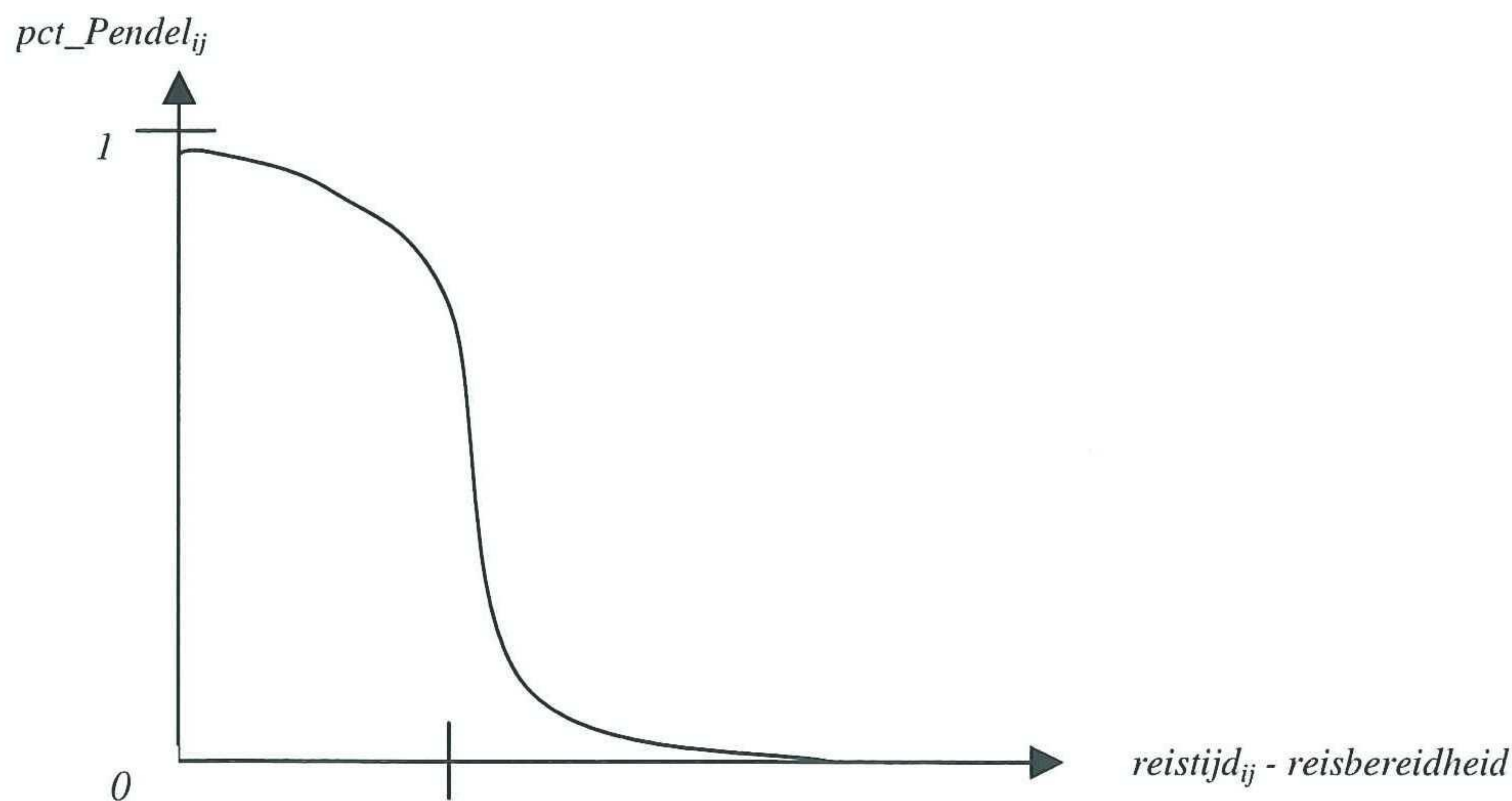
De interregionale pendel naar omvang en richting wordt geschat met formule 7.13.

$$Pendel_{ij} = ARBMP_{ij} * pct\_Pendel_{ij} \quad (7.13)$$

Waarin:

$Pendel_{ij}$	= aantal pendelaars van regio $i$ naar regio $j$ ;
$ARBMP_{ij}$	= richting van baanbezetting van personen uit de beroepsbevolking van regio $i$ o.b.v. relatieve arbeidsmarktstandigheden;
$pct\_Pendel_{ij}$	= percentage van het aantal mensen dat woont in regio $i$ , werkt in regio $j$ dat pendelt (i.p.v. migreert om arbeidsredenen).

Met:



Figuur 7.10 Afschatting aandeel pendel in interregionale arbeidsstromen

De uiteindelijke uitgaande pendel (formule 7.14) en inkomende pendel (formule 7.15) worden vervolgens voor elke regio bepaald door interne toedeling van potentiële arbeidsstromen van  $Pendel_{ij}$  af te halen.

$$UITP_i = \sum_j Pendel_{ij} - Pendel_{i=j} \quad (7.14)$$

Waarin:

$UITP_i$	= uitgaande pendel van regio $i$ o.b.v. relatieve arbeidsmarktstandigheden;
$Pendel_{ij}$	= aantal pendelaars van regio $i$ naar regio $j$ ;
$Pendel_{i=j}$	= aantal potentiële pendelaars die niet buiten de regio werken.

$$INP_j = \sum_i Pendel_{ij} - Pendel_{i=j} \quad (7.15)$$

Waarin:

- $INP_i$  = inkomende pendel van regio  $j$  o.b.v. relatieve arbeidsmarktstandigheden;  
 $Pendel_{ij}$  = aantal pendelaars van regio  $i$  naar regio  $j$ ;  
 $Pendel_{i=j}$  = aantal potentiële pendelaars die niet buiten de regio werken.

De mensen die niet pendelen migreren. Eerst wordt de arbeidsmigratie naar omvang en richting bepaald vervolgens formule 7.16.

$$ARBM_{ij} = (ARBMP_{ij} - Pendel_{ij}) * (huishoudengrootte_i^{-1}) * huishoudenontwikkeling_i \quad (7.16)$$

Waarin:

- $ARBM_{ij}$  = aantal arbeidsmigranten uit regio  $i$  naar regio's  $j$  o.b.v. relatieve arbeidsmarktstandigheden;  
 $ARBMP_{ij}$  = richting van baanbezetting van personen uit de beroepsbevolking van regio  $i$  o.b.v. relatieve arbeidsmarktstandigheden;  
 $Pendel_{ij}$  = aantal pendelaars van regio  $i$  naar regio  $j$ ;  
 $huishoudengrootte_i$  = gemiddelde huishoudengrootte in regio  $i$ ;  
 $huishoudenontwikkeling$  = universele huishoudenontwikkeling.

Het uiteindelijke aantal arbeidsmigranten kan uit  $ARBM_{ij}$  afgeleid worden volgens formule 7.17 en 7.18. Aangenomen wordt dat indien iemand uit de beroepsbevolking een baan in een andere regio bezet en besluiten om te migreren (en niet om te pendelen) het gehele huishouden meeverhuist. Aangezien over het algemeen migrerende huishoudens om arbeidsredenen kleiner van omvang zijn dan gemiddeld, is de gemiddelde huishoudengrootte ten aanzien van arbeidsmigratie verkleint. Tevens is rekening gehouden met de ontwikkeling van de huishoudengrootte. De regionale ontwikkeling van huishoudens is beschreven in paragraaf 8.2.

$$ARBUITM_i = \sum_j ARBM_{ij} - ARBM_{i=j} \quad (7.17)$$

Waarin:

- $ARBUITM_i$  = aantal uitmigranten van regio  $i$  o.b.v. relatieve arbeidsmarktstandigheden;  
 $ARBM_{ij}$  = aantal arbeidsmigranten uit regio  $i$  naar regio's  $j$  o.b.v. relatieve arbeidsmarktstandigheden;  
 $ARBM_{i=j}$  = aantal potentiële migranten die de oorspronkelijke woonregio  $i$  niet verlaten.

In regio  $j$  dienen zich, op basis van *relatieve attractiviteit* en *geografische ligging*, uit allerlei regio's arbeidsmigranten aan:

$$ARBINM_j = \sum_i ARBM_{ij} - ARBM_{i=j} \quad (7.18)$$

Waarin:

- $ARBUITM_i$  = aantal inmigranten van regio  $j$  o.b.v. relatieve arbeidsmarktstandigheden;  
 $ARBM_{ij}$  = aantal arbeidsmigranten uit regio  $i$  naar regio's  $j$  o.b.v. relatieve arbeidsmarktstandigheden;  
 $ARBM_{i=j}$  = aantal potentiële migranten die de oorspronkelijke woonregio  $i$  niet verlaten.

De werking van deze gehele arbeidsmodule kan worden geïllustreerd aan de hand van een extreem voorbeeld. Stel dat het mogelijk wordt gemaakt om binnen Nederland binnen een uur overal te kunnen komen. In deze situatie stelt pendel werknemers in staat om een baan uit het *gehele Nederlandse aanbod* te kiezen. Het model veronderstelt dan dat, op basis van relatieve

arbeidsmarktattractiviteiten, door heel Nederland heen gependeld wordt. Arbeidsmigratie vindt nauwelijks nog plaats, terwijl aantrekkelijke woonplaatsen op grote afstand van de werkplaats binnen bereik komen. Hierdoor zijn mensen in staat een woonomgeving te kiezen die meer aan hun wensen voldoet. Dit is een nabootsing van de omstandigheden dat er een groter belang wordt gehecht aan allerlei voorzieningen bij de locatiekeuze van woningen.

### ***De kalibratie van arbeidsmigratie & pendel***

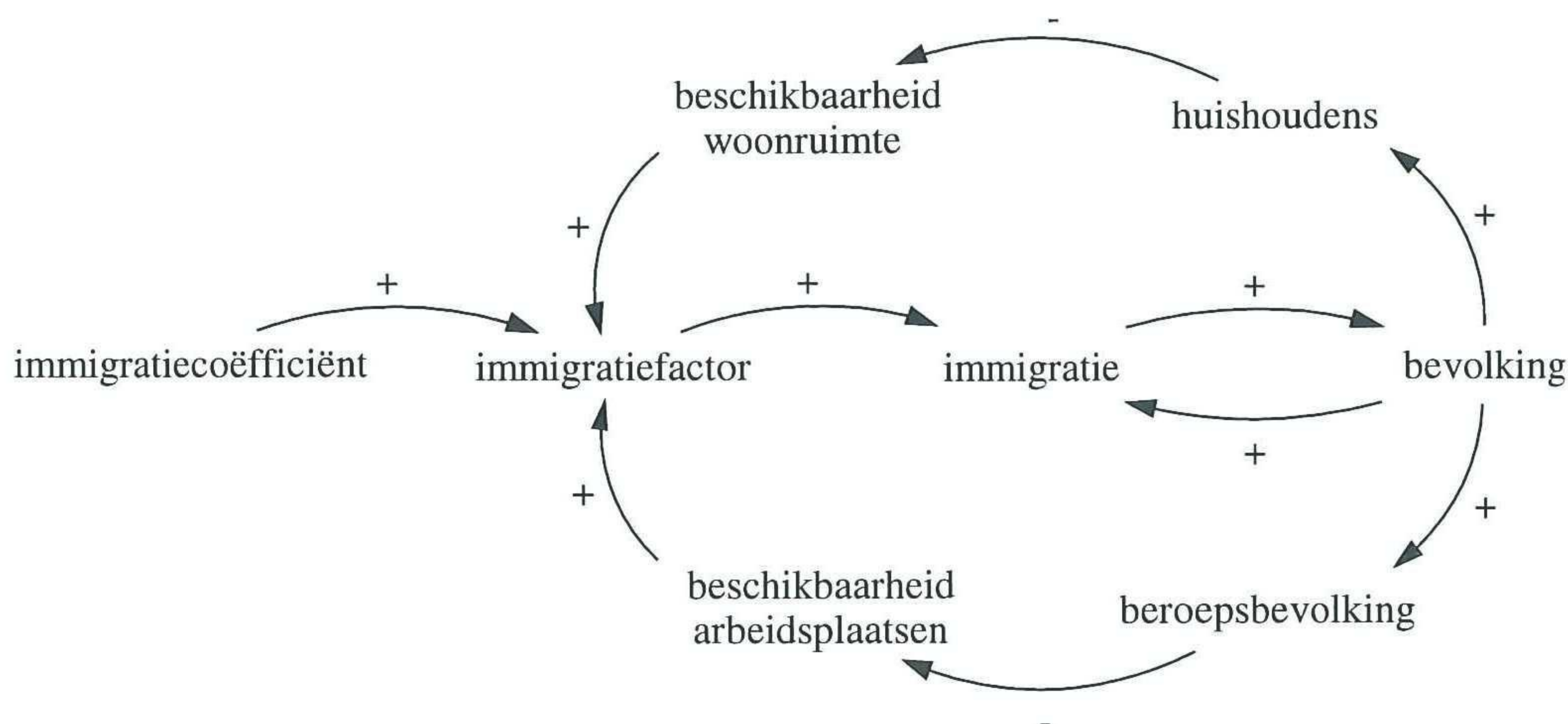
De kalibratie van de arbeidsmodule verloopt op dezelfde wijze als de kalibratie van de residentiële migratiemodule. Doordat de interregionale processen elkaar beïnvloeden, heeft de kalibratie een hoog 'trial-and-error' gehalte. Ook hier kunnen de migratie- en pendelpercentages niet empirisch worden afgeleid. In eerste instantie zijn de verschillende percentages per regio hetzelfde gekozen. Vervolgens is hiermee de weerstandfactor afgeschat, zodanig dat de nationale waarden een goede orde van grootte aannamen. Vervolgens is de orde van grootte van de regionale migratie en pendel afgeschat door tuning van (1) de weerstandsfactoren, (2) de regionaal gedifferentieerde *pct\_UITARB*, (3) de regionaal gedifferentieerde *pct\_INARB*, (4) de correctiefactoren en (5) de reistijdfunctie. Uitgangspunt hierbij is het reproduceren van migratiestromen tussen regio's onderling (data: 1972-1999; bron: CBS, ABF) en de reproductie van de goede orde van grootte van inkomende en uitgaande pendel per regio (data: 1975, 1977, 1981, 1985; bron: Arbeidskrachtentellingen, CBS).

## **7.6 Immigratie bevolking**

### ***Het causaal relatiediagram van immigratie van bevolking***

Nederland is van oudsher een immigratieland. Sinds de jaren zeventig voerden opeenvolgende regeringen een restrictief toelatingsbeleid ten opzichte van immigranten. Toch steeg het aantal immigranten, maar zonder het toelatingsbeleid was dit waarschijnlijk nog hoger geweest (Van Nimwegen & Beets, 2000). Het is interessant om te analyseren in hoeverre immigratie de regionale marktomstandigheden beïnvloedt.

De modellering van Nederlandse immigratie is weergegeven in figuur 7.11.



Figuur 7.11 Gemodelleerde dynamiek van regionale immigratie

### ***De theoretische achtergrond van immigratie van bevolking***

Zoals figuur 7.11 laat zien, is de gemodelleerde immigratie -via een *immigratiefactor*- met een *immigratiecoëfficiënt* proportioneel verondersteld van de totale bevolking. Dit impliceert dat een toename van de bevolking leidt tot additionele immigratie. Deze proportionaliteit is gerechtvaardigd door het verschijnsel dat in de praktijk *volgmigratie* wordt genoemd. De aanwezigheid van familie of andere bekenden speelt een cruciale rol bij het verloop van het



migratieproces. Dit migratienetwerk verschaft potentiële migranten informatie over het bestemmingsland en praktische hulp bij tal van procedures, waardoor de migratie eenvoudiger en minder risicovol wordt.

Immigratie kan bestempeld worden als een bovenregionaal proces, aangezien omstandigheden buiten de systeemgrens hierbij erg belangrijk zijn. De relatie tussen systeem en systeemomgeving is ten aanzien van immigratie voor een groot gedeelte verdisconteert in de immigratiecoëfficiënten. In de immigratiecoëfficiënten zitten allerlei factoren op een geaggregeerde wijze verdisconteert, waar onder (EUROSTAT, 2001):

- Politieke overwegingen (conflicten en oorlogen);
- Historische banden (bijvoorbeeld koloniaal verleden, zoals de 'immigratiepiek' uit Suriname midden jaren zeventig);
- Mate van huwelijkssluiting of gezinshereniging (welke in feite de aanwezigheid van eerdere immigranten uitdrukt);
- Culturele (o.a. taal) en geografische nabijheid van de immigratielanden;
- Communicatie en vervoermogelijkheden om naar Nederland te komen;
- Nederlands toelatingsbeleid.

Regionale differentiatie van de immigratiecoëfficiënten is gerechtvaardigd door onder meer de *internationale bekendheid* van regio's. Immers, Amsterdam is internationaal bekender dan bijvoorbeeld Groningen. Dit leidt impliciet tot de komst van een bepaald aantal immigranten, welke op hun beurt voor een groot deel verantwoordelijk zijn voor volgmigratie (de aanzuigende werking van allochtone groeperingen). De mate van volgmigratie zorgt voor een forse, regionale differentiatie van de immigratiecoëfficiënten.

De immigratiecoëfficiënten geven per regio de inkomende migratiestromen over de landsgrens weer, onder 'normale' marktomstandigheden. Daarnaast kan vanuit theoretisch oogpunt gesteld worden dat de Nederlandse marktomstandigheden zélf ook voor een gedeelte de *ontwikkeling* van immigratie kunnen veroorzaken. Een belangrijke reden van immigratie is in dit verband de ontwikkeling van het sociaal-economische verschil tussen herkomstlanden en Nederland (verschillen in welvaart). Een andere 'interne' factor in dit verband is het Nederlands economisch beleid, waarbij gedacht moet worden aan bijvoorbeeld werving van arbeidskrachten bij een krappe Nederlandse arbeidsmarkt. Voor deze effecten kan de analogie van de oorspronkelijke Urban Dynamics modellen gebruikt worden, waarbij de systeemomgeving wordt gedefinieerd als een **onvolkomen meebewegend referentiepunt**.

De causale structuur van het model staat toe om de immigratie mede te laten bepalen door de Nederlandse:

- De regionale arbeidsmarktomstandigheden;
- De regionale woningmarktomstandigheden.

Het effect van arbeidsmarktomstandigheden op de immigratie worden gesimuleerd door de multiplier *ABM\_IMM\_BEV* (Bijlage 7.1.3). Een waarde voor *BBAR* groter dan 1 correspondeert met een *lage* beschikbaarheid van banen. In dit geval beschrijft *BBAR* een ruime arbeidsmarkt, waardoor immigratie (al dan niet door overheidsbeleid) wordt ontmoedigd. Omgekeerd geldt dat bij krappe arbeidsmarktomstandigheden immigratie aantrekkelijker wordt en immigratie wordt gestimuleerd.

Het effect van woningmarktomstandigheden wordt in het model met behulp van de variabele *AWONM\_IMM\_BEV* (Bijlage 7.1.3) beschreven, die de gevolgen van de *beschikbaarheid van woningen* op de immigratie beschrijft. Een krappe woningmarkt correspondeert met een waarde van *HWR* groter dan 1. Door de lage beschikbaarheid van woningen, en daarmee gemoeide hoge woningprijzen, leidt dit tot een ontmoediging van immigranten.

### ***De kalibratie van immigratie van bevolking***

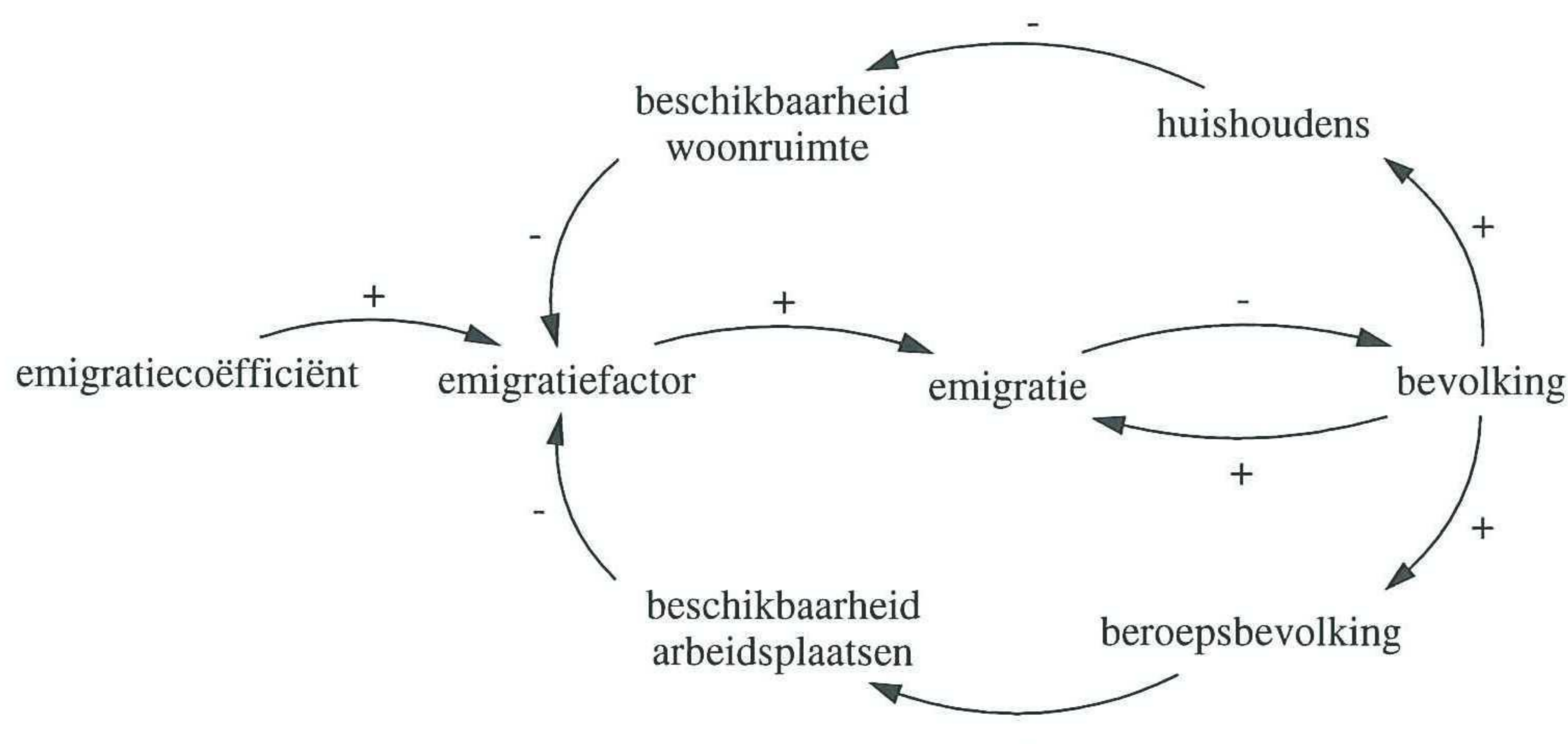
Het effect van de binnenlandse marktomstandigheden op de immigratie wordt op basis van empirische analyse niet sterk verondersteld. De historische tijdreeksen van immigratie worden vrijwel volledig gedomineerd door pieken die duidelijk veroorzaakt worden door omstandigheden in de systeemomgeving (zoals de Suriname-piek). Het effect van de binnenlandse marktomstandigheden op de immigratie is met de verschillende multipliers dan ook marginaal. De multipliers gaan pas werken indien de Nederlandse marktomstandigheden zeer fors uit de hand lopen. Aangezien de marktomstandigheden in het model getuned zijn, hebben deze multipliers vrijwel enkel een theoretische waarde.

Om in het model toch een accurate benadering van immigratie te krijgen, zijn de regionale immigratiecoëfficiënten regionaal gedifferentieerd door deze te bepalen door middel van de regionale verhouding tussen het historische aantal immigranten en de historische, totale bevolking van 1972 tot en met 1999 (bron: CBS, ABF). De jaren 1970 en 1971 zijn op basis hiervan regionaal geëxtrapoleerd.

## **7.7 Emigratie bevolking**

### ***Het causaal relatiediagram van emigratie van bevolking***

De emigratie is op een analoge wijze gemodelleerd als de immigratie. Het causaal relatiediagram ten aanzien van emigratie is weergegeven in figuur 7.12.



Figuur 7.12 Gemodelleerde dynamiek van regionale emigratie

### ***De theoretische achtergrond van emigratie van bevolking***

Ook bij emigratie is er sprake van volgmigratie, zodat de proportionaliteit van emigratie ten opzichte van de totale bevolking gerechtvaardigd is. In een grotere beroepsbevolking zijn er per saldo meer mensen die eerdere emigranten kennen, waardoor een grotere emigratie verwacht kan worden in een regio met een grotere bevolking.

De proportionaliteit tussen de grootte van emigratie en de grootte van de bevolking geschiedt door middel van regionaal gedifferentieerde *emigratiecoëfficiënten*. Hierin zitten onder meer het verschijnsel *remigratie* (eerdere immigranten die weer vertrekken) en de *bevolkingssamenstelling* (zoals bijvoorbeeld agrariërs om werkredenen naar Canada verhuizen) verwerkt. Daarnaast zorgen verschijnselen zoals taalbarrières, verschil in belastingklimaat tussen Nederland en de omgeving voor regionale differentiatie van de emigratiecoëfficiënten, waarvan het effect van in regio's gelegen aan de landsgrens groter is dan centraal gelegen regio's. In de regio's aan de landsgrens is men bovendien beter op de hoogte van de marktomstandigheden in het buitenland.

De emigratiecoëfficiënten geven per regio de uitgaande migratiestromen over de landsgrens weer, onder 'normale' marktomstandigheden. Sterker dan bij immigratie, wordt de omvang van emigratie bepaald door de Nederlandse marktomstandigheden. Ongunstige (1) arbeidsmarktomstandigheden of (2) woningmarktomstandigheden kunnen 'triggers' zijn voor mensen om te emigreren. Voor deze effecten kan de analogie van de oorspronkelijke Urban Dynamics modellen gebruikt worden, waarbij de systeemomgeving wordt gedefinieerd als een **onvolkomen meebewegend referentiepunt**.

Het effect van de arbeidsmarktomstandigheden op emigratie wordt gesimuleerd door de multiplier *ABM\_EM\_BEV* (Bijlage 7.1.3). Een waarde voor *BBAR* groter dan 1 correspondeert met een lage beschikbaarheid van banen. In dit geval beschrijft *BBAR* een ruime arbeidsmarkt, waardoor emigratie toeneemt ten opzichte van de normale omstandigheden. Omgekeerd geldt dat bij krappe arbeidsmarktomstandigheden emigratie minder aantrekkelijker wordt en emigratie wordt gereduceerd.

Het effect van de woningmarktomstandigheden op emigratie wordt in het model met behulp van de multiplier *AWONM\_EM\_BEV* (Bijlage 7.1.3) gesimuleerd. Een krappe woningmarkt correspondeert met een waarde van *HWR* groter dan 1. Door de lage beschikbaarheid van woningen, en daarmee gemoeide hoge woningprijzen, leidt dit tot een stimulering van emigratie. Bij gunstige woningmarktomstandigheden wordt emigratie daarentegen minder aantrekkelijk.

### ***De kalibratie van emigratie van bevolking***

Het effect van binnenlandse marktomstandigheden op de emigratie wordt op basis van empirische analyse ook niet sterk verondersteld. Het effect van de binnenlandse marktomstandigheden op de emigratie is met de verschillende multipliers dan ook marginaal. De multipliers gaan pas werken indien de Nederlandse marktomstandigheden zeer fors uit de hand lopen. Aangezien de marktomstandigheden in het model getuned zijn, hebben deze multipliers vrijwel enkel een theoretische waarde.

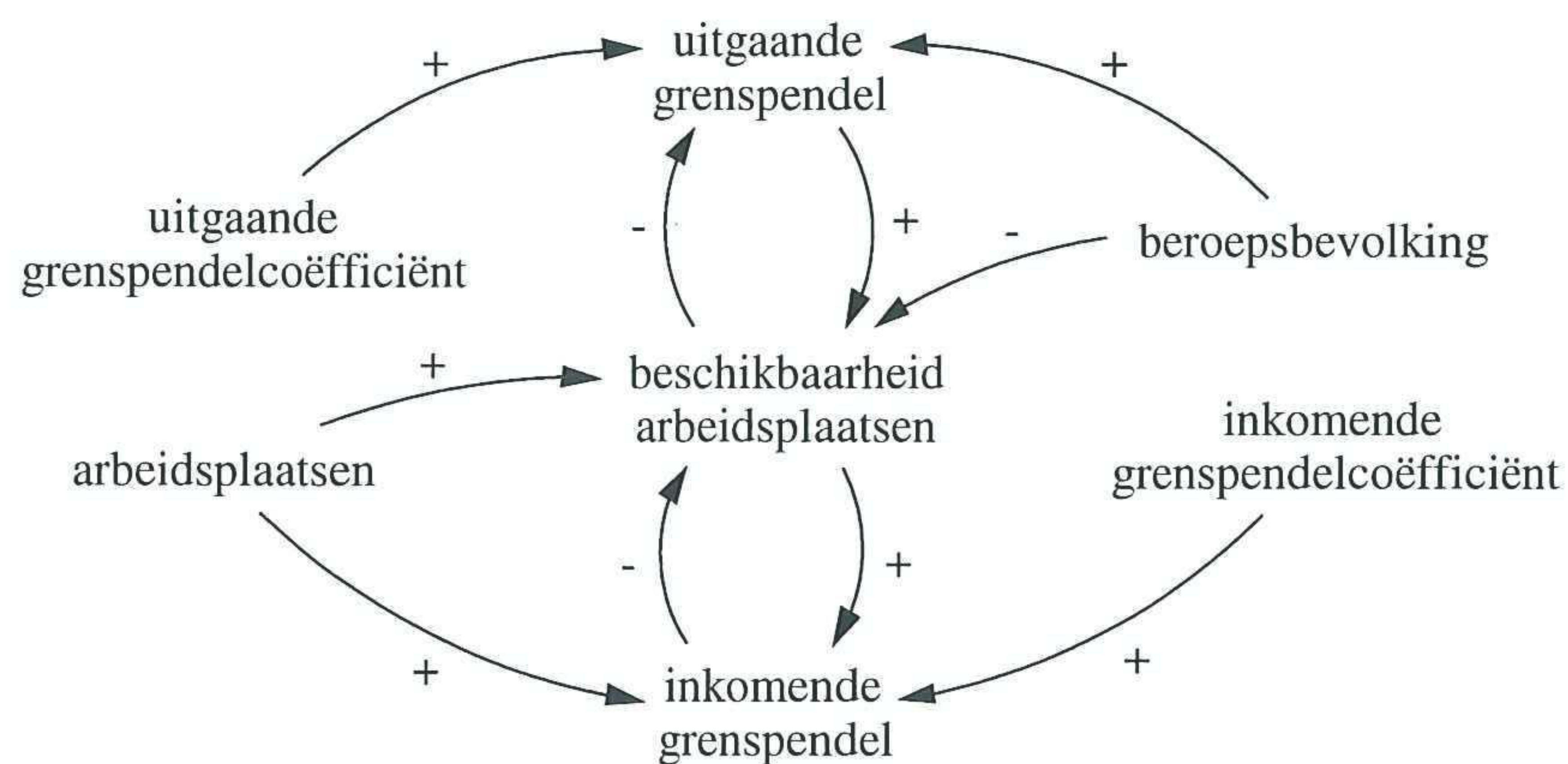
Om in het model toch een accurate benadering van emigratie te krijgen, zijn de regionale emigratiecoëfficiënten regionaal gedifferentieerd door deze te bepalen door middel van de regionale verhouding tussen het historische aantal emigranten en de historische, totale bevolking van 1972 tot en met 1999 (bron: CBS, ABF). De jaren 1970 en 1971 zijn op basis hiervan regionaal geëxtrapoleerd.

## **7.8 Grenspendel**

### ***Het causaal relatiediagram van grenspendel***

Onder grenspendel wordt het aantal werknemers verstaan die op het grondgebied van het ene land wonen en in het andere land werken, ook wanneer zij niet dagelijks naar hun woonplaats terugkeren en ongeacht of zij al dan niet in het grensgebied wonen.

Naast immigratie en emigratie is *grenspendel* een bovenregionaal proces, aangezien omstandigheden buiten de systeemgrens hierbij erg belangrijk zijn. In tegenstelling bij immigratie en emigratie lijken de binnenlandse arbeidsmarktomstandigheden van significant belang voor de omvang van internationale pendelstromen. De gemodelleerde dynamiek ten aanzien van grenspendel is weergegeven in figuur 7.13.



Figuur 7.13 Gemodelleerde dynamiek van grenspendel

### ***De theoretische achtergrond van grenspendel***

Ten aanzien van uitgaande grenspendel (Nederlanders die in het buitenland werken) is een proportioneel verband aangenomen met de grootte van de beroepsbevolking. Dit impliceert dat een grotere beroepsbevolking per saldo meer mensen genereert die in het buitenland werken. De proportionaliteit wordt uitgedrukt met een *uitgaande grenspendelcoëfficiënt*, die regionaal gedifferentieerd is. De regionale differentiatie van deze coëfficiënt wordt met name veroorzaakt door de geografische ligging van de regio ten opzichte van met name België en Duitsland. De regio's aan de landsgrens hebben door hun geografische ligging 'van nature' een grote interactie met de directe systeemomgeving.

De inkomende grenspendel is proportioneel verondersteld met het aantal aanwezige arbeidsplaatsen, wat refereert aan het feit dat elke arbeidsplaats een potentiële opportunity voor een buitenlandse arbeidskracht is. Ook dit proportionele verband, uitgedrukt met een *inkomende grenspendelcoëfficiënt*, is regionaal gedifferentieerd op basis van de geografische ligging van de regio ten opzichte van het buitenland.

De grenspendelcoëfficiënten geven de mate van grenspendel weer onder 'normale arbeidsmarktomstandigheden'. Sterker dan bij buitenlandse migratie, kan de ontwikkeling van grenspendel worden verklaard door ontwikkeling van de Nederlandse arbeidsmarkt. Een slechte arbeidsmarkt kan een 'trigger' zijn voor mensen om over de landsgrens te gaan werken. Voor deze effecten kan de analogie van de oorspronkelijke Urban Dynamics modellen gebruikt worden, waarbij de systeemomgeving wordt gedefinieerd als een **onvolkomen meebewegend referentiepunt**.

Het effect van ontwikkelingen in de Nederlandse arbeidsmarkten wordt nagebootst met de multiplier *ABM\_GRENSUITP* en *ABM\_GRENSINP* (Bijlage 7.1.4). Een waarde voor BBAR groter dan 1 correspondeert met een *lage* beschikbaarheid van banen. In dit geval beschrijft BBAR een ruime arbeidsmarkt, waardoor het voor Nederlanders aantrekkelijker wordt om in het buitenland te gaan werken, en het voor buitenlanders minder aantrekkelijk wordt om in Nederland te werken. De uitgaande grenspendel neemt dan toe en de inkomende grenspendel neemt dan af. Daarentegen is het bij een krappere arbeidsmarkt ( $BBAR < 1$ ) aannemelijk dat de uitgaande grenspendel afneemt en de inkomende grenspendel toeneemt ten opzichte van normale omstandigheden.

### ***De kalibratie van grenspendel***

Aangezien het effect van de binnenlandse arbeidsmarktomstandigheden op de grenspendel significant wordt verondersteld kunnen de grenspendelcoëfficiënten niet op basis van empirie getuned worden. De ontwikkeling is grenspendel dienen door het model endogeen gegenereerd te worden.

De grenspendel onder normale omstandigheden wordt bepaald door de grenspendelcoëfficiënten. Deze *uitgaande* grenspendelcoëfficiënten zijn regionaal gedifferentieerd bepaald door de gemiddelde waarde van de verhouding tussen de uitgaande pendel en de aanwezige beroepsbevolking van de jaren 1991-2000. Deze *inkomende* grenspendelcoëfficiënten zijn regionaal gedifferentieerd bepaald door de gemiddelde waarde van de verhouding tussen de inkomende pendel en het aanwezig aantal arbeidsplaatsen van de jaren 1991-2000 (bron: Statline, CBS).

Met de grenspendelmultipliers is het effect van veranderende arbeidsmarktomstandigheden op de grenspendel naar eigen inzicht geregeld. Voor een verfijnde tuning van de multipliers is het beschikbare datamateriaal niet gedetailleerd genoeg. De effecten van veranderende marktomstandigheden kunnen hierdoor niet eenduidig uit de beschikbare tijdreeksen worden gedestilleerd. De effecten lijken niet groot, en temeer omdat de grenspendelsaldi in de tijd nauwelijks veranderen, heeft dit voor de ruimtelijke ontwikkeling van de Nederlandse regio's in het model nauwelijks gevolgen.

## 7.9 Perspectief module bevolking

De belangrijkste sterkten en zwakten van de toegepaste modellering van de bevolking kunnen worden gecategoriseerd naar *theoretische*, *methodische* en *praktische* aspecten. Uit de synthese van de belangrijkste sterkten en zwakten kunnen vervolgens de meest relevante en/of interessante aanbevelingen voor de bevolkingsmodule worden gegenereerd.

### 7.9.1 Sterkten

De belangrijkste sterkten van de toegepaste module bevolking zijn:

#### 1. Theoretisch

- De ontwikkeling van de bevolking is voor elke Corop *uniek* in beeld gebracht;
- Migratie is afhankelijk gemaakt van *relatieve* arbeidsmarkt- en woningmarkt-omstandigheden. Migratie is hiertoe gesplitst in residentiële- en arbeidsmigratie;
- Pendel is afhankelijk gemaakt van *relatieve* arbeidsmarktomstandigheden;
- Pendel en arbeidsmigratie zijn van elkaar afhankelijk gemaakt, welke leidt tot een toenemend aandeel van residentiële migratie in de totale Nederlandse migratie;
- Migratie is *afstandsafhankelijk* gemaakt;
- Pendel is *afstandsafhankelijk* gemaakt, waardoor werknemers een baan uit een groter aanbod kunnen kiezen. Aan de andere kant leidt de ontstane pendel ertoe dat werkgevers uit de een grotere arbeidsmarkt kunnen rekruteren. Zoals in hoofdstuk 9 blijkt, zoeken ook bedrijven in deze situatie een omgeving die beter bij hen past. Concluderend kan gesteld worden dat het model de ontwikkeling van de ruimtelijke spreiding van wonen en werken beschrijft;
- Ten opzichte van traditionele Urban Dynamics modellen zijn twee fundamentele beperkingen geminimaliseerd:
  - Het 'probleem van de *streekgrens*';
  - Het 'probleem van de *onbegrensde systeemomgeving*'.

De interne migratiebalans en interne pendelbalans van Nederland zijn gesloten van aard. Hierdoor wordt het systeem niet significant gereguleerd met behulp van een onbegrensde systeemomgeving. Ten aanzien van internationale migratie en pendel is er wel sprake van een onbegrensde systeemomgeving, maar de invloed van deze processen op de ruimtelijke ontwikkeling is –in het model en in de praktijk- gering. De verklarende dynamiek van migratie en pendel is in het model vrijwel geheel endogeen in beeld gebracht, doordat de regionale systeemomgeving uit meerdere '*volkomen meebewegende referentiepunten*' bestaat;

- In de zwaartekrachtmodellen zitten de ‘*marktomstandigheden van het moment*’ verwerkt, welke kritiek op traditionele zwaartekrachtmodellen reduceert;
- Bij pendel is gebruik gemaakt van een soort van *geleidelijke* contourmaat, waardoor de grens van de contour niet ‘hard’ in beeld wordt gebracht.

## 2. Methodisch

- Door het gebruik van *tweedimensionale array's* kunnen interregionale bevolkingsmigratie en pendelstromen -en daardoor de *complexe ruimtelijke component-* op een overzichtelijke wijze binnen systeem dynamisch instrumentarium geïmplementeerd worden. De module bevolking is en blijft hierdoor:
  - Gebruiksvriendelijk;
  - Toegankelijk, waardoor iteratieve modelontwikkeling mogelijk is;
  - Overdraagbaar, doordat inhoudelijke communicatie goed mogelijk is.

## 3. Praktisch

- Het effect van beleidsmaatregelen (ook met betrekking tot infrastructuur) ten aanzien van bevolkingsmigratie en pendel –en daarmee ruimtelijke ontwikkeling- kunnen met het model worden verkend, doordat effecten geaggregeerd in variabelen zitten verdisconteerd.

### 7.9.2 Zwakten

De belangrijkste zwakten van de toegepaste *module bevolking* zijn:

#### 1. Theoretisch

- In de praktijk is sprake van capaciteitsbeperkingen, bijvoorbeeld de daadwerkelijk beschikbare hoeveelheid woningen voor in migranten (in feite het ‘kunnen’);
- De verklarende structuur van het model is sterk geaggregeerd van karakter, waardoor fenomenen die in de literatuur voor bepaalde ontwikkeling verantwoordelijk worden geacht niet *expliciet* in beeld zijn gebracht. Ten aanzien van de verschillende markten is de *samenstelling* van de bevolking, weke regionaal gezien niet homogeen is, erg relevant. Belangrijke kenmerken zijn in verband met migratie en pendel onder meer *geslacht, leeftijd, inkomen, opleiding en burgerlijke staat*;
- Door het gemist detail kunnen processen ook niet altijd goed in beeld worden gebracht. Migratie om persoonsgebonden redenen kan bijvoorbeeld niet goed in beeld worden gebracht, maar kan wel significant zijn voor de omvang en richting van migratie;
- De *grootte* en *ontwikkeling* van de weerstandsfactoren zijn in de praktijk verschillend voor verschillende bevolkingsklassen, waardoor migratiestromen veel diffuser zijn;
- Een zelfde weerstandsfactor ten aanzien van arbeidsmigratie en pendel is een beperkte weergave van de werkelijkheid, doordat migratie in de praktijk ingrijpendere gevolgen heeft dan pendel;
- Ook de *grootte* en *ontwikkeling* van de toegepaste geleidelijke contourmaat ten aanzien van pendel is voor verschillende bevolkingsklassen verschillend, waardoor pendelstromen veel diffuser zijn;
- Interregionale reistijden ontwikkelen zich in werkelijkheid niet voor elk traject in de zelfde mate;
- De multiplierwerking van buitenlandse migratie en pendel is voor regio's aan de landsgrens sterker dan voor regio's die geografisch centraal in Nederland gelegen zijn. In feite dienen multipliers regionaal gedifferentieerd te worden. Uit praktisch oogpunt is dit effect achterwege gelaten.

## 2. Methodisch

- Het aantal entiteiten binnen Stella heeft nagenoeg het maximum bereikt. Door de beperkte capaciteit van Stella is het niet goed mogelijk de huidige modellering uit te breiden, door bijvoorbeeld de bevolking te segmenteren;
- Door de grote en complexe structuur is de simulatietijd binnen Stella sterk vertraagd.

## 3. Praktisch

- Door de complexiteit van de structuur is het erg lastig om het model te kalibreren en te verifiëren, temeer omdat bepaalde variabelen niet goed empirisch kunnen worden onderbouwd en met 'trial-and-error' moeten worden getuned (waaronder niet-lineaire verbanden);
- Onnauwkeurigheden in gebruikte empirische gegevens, zoals:
  - Aanpassing van Corop-grenzen in de historie zorgt voor ruis in de statistiek;
  - Bij de bevolkingsstatistiek is geen rekening gehouden met het centrale persoonregister en administratieve correcties;
  - Statistische pendelgegevens zijn gebaseerd op enquêtes, waarbij een bepaalde onnauwkeurigheid onvermijdelijk is;
  - In de statistische pendelgegevens zitten ook mensen die niet bij bedrijven werken -maar bijvoorbeeld overheden en voorzieningen- terwijl deze arbeidsplaatsen niet in beeld zijn gebracht;
  - De gebruikte reisafstandmatrix kan voor ruis zorgen bij de pendel. De gebruikte reisafstandmatrix bevat Nederlandse reistijden over het gehele autowegennetwerk. Op sommige verbindingen heeft de trein (reistijden per railinfrastructuur) echter een belangrijk aandeel in het woon-werkverkeer, maar deze reistijden zijn niet in beeld gebracht. Ook het effect van reistijden via het buitenland (met name relevant bij landsgrenzende Corop-gebieden) is niet in de gebruikte matrix opgenomen;
  - In de gegevens van grenspendel zijn niet begrepen de werknemers die in dienst van in Nederland gevestigde ondernemingen in België of Duitsland werkzaam zijn. Hetzelfde geldt voor in Nederland werkzame werknemers in dienst van in België of Duitsland gevestigde ondernemingen.

### 7.9.3 Aanbevelingen

De module bevolking kan verbeterd worden door (1) *verfijnen* van de huidige modellering en (2) *uitbouwen* naar een verbeterde modellering.

#### *Verfijnen huidige modellering*

- Verbeteren van de reisafstandmatrix door rekening te houden met reistijden van *openbaar vervoer* en reistijden via het buitenland;
- Migratie kan wellicht beter worden benaderd met een (hemelsbrede) afstandmatrix;
- Regionaal differentiëren van de *multipliertafels* ten aanzien van immigratie, emigratie en grenspendel. De multiplierwerking van de HWR en BBAR is sterker bij regio's aan de landsgrens dan bij niet landsgrenzende regio's, doordat de regionale marktwerking (mede door sociale netwerken) daar landsgrensoverschrijdend is. *Nabijheid* zorgt hier voor sterkere bovenregionale effecten;
- Het verkennen van andere *weerstandsfuncties*, bijvoorbeeld een logit-formulering;
- Verder tunen van de *massawaarden* in de bereikbaarheidsindices.

#### *Uitbouwen modellering*

- Ten aanzien van migratie kan met *capaciteitsbeperkingen* rekening worden gehouden, zoals het daadwerkelijk beschikbaar aantal woningen voor in migranten in regio *j*. Er wordt dan onderscheid gemaakt tussen 'willen' en 'kunnen'. De modellering dient in dit geval wel anders opgezet te worden, door bijvoorbeeld de woningbouw *additief* te

bepalen (waar op zich wel multipliers achter kunnen zitten). Vervolgens kan op basis van de beschikbare capaciteit de migratie beperkt worden door het aantal beschikbare woningen. Een voorbeeld van een dergelijke capaciteitsbeperking is weergegeven in Bijlage 7.2. Het nadeel van additieve modelleringen is dat deze niet zo adequaat reageren in extreme marktomstandigheden.

- Het segmenteren van de bevolking naar leeftijdsklassen is de meest adequate manier om de interregionale migratie beter te benaderen. Dit kan gerealiseerd worden door een *cohort-model* van de bevolking te bouwen. In verband met (a) beschikbare data en (b) gedragsrelevantie van de bevolking is een eerste segmentering voorgesteld, welke is beschreven in Bijlage 7.3. Met dezelfde segmentering kan de pendel gesegmenteerd worden. De verschillende bevolgingsklassen hebben verschillende weerstandswaarden.
- De interregionale migratie kan tevens verbeterd worden door een derde vorm van triggers. Naast de woningmarkt en arbeidsmarkt kan rekening worden gehouden met de *voorzieningenmarkt*. Ook de bezetting van voorzieningen beïnvloedt de migratie. Naast de kwaliteit van de omgeving speelt de toegankelijkheid van scholen, winkels en andere faciliteiten een rol ten aanzien van migratie (Heida e.a., 2000). Een verminderde beschikbaarheid van voorzieningen kan leiden tot een toename van binnenlandse migratie. Zo kan een lagere bezetting van verzorgingstehuizen in een andere regio ertoe leiden dat mensen naar die andere regio zullen (moeten) verhuizen. Dit pleit voor het uitbouwen van een model met een extra voorraad 'voorzieningen'.
- Een zeer interessante uitbouw mogelijkheid is de wederkerige relatie tussen ruimtelijke ontwikkelingen en ontwikkelingen in infrastructuur. Mogelijkheden hiervoor worden geboden doordat de interregionale woon-werkstromen in modellering zijn gebracht. Een toename van de pendelstromen kan als maat voor de toename van de vervoersvraag worden beschouwd. Een ontwikkeling in pendelstromen is in werkelijkheid, naast het goederenvervoer en werk-werk verkeer, verantwoordelijk voor ontwikkelingen in de ochtend- en avondspits die in de praktijk de capaciteit van infrastructuur bepalen. Een toename van pendel tussen twee regio's (de grootste van de twee is maatgevend voor beide richtingen) leidt tot meer investeringen in infrastructuur (met effect in beide richtingen), waardoor de reistijden kleiner worden. Op deze manier wordt de *interregionale* bereikbaarheidsontwikkeling endogeen in modellering gebracht. De modellering van dit idee is verkend in Bijlage 7.4.

Randvoorwaarde voor het uitbouwen van het model is (1) een grotere capaciteit van Stella en –in geval van segmentatie van de actor bevolking in combinatie met bevolkingsmigratie- (2) de beschikbaarheid van driedimensionale array's.

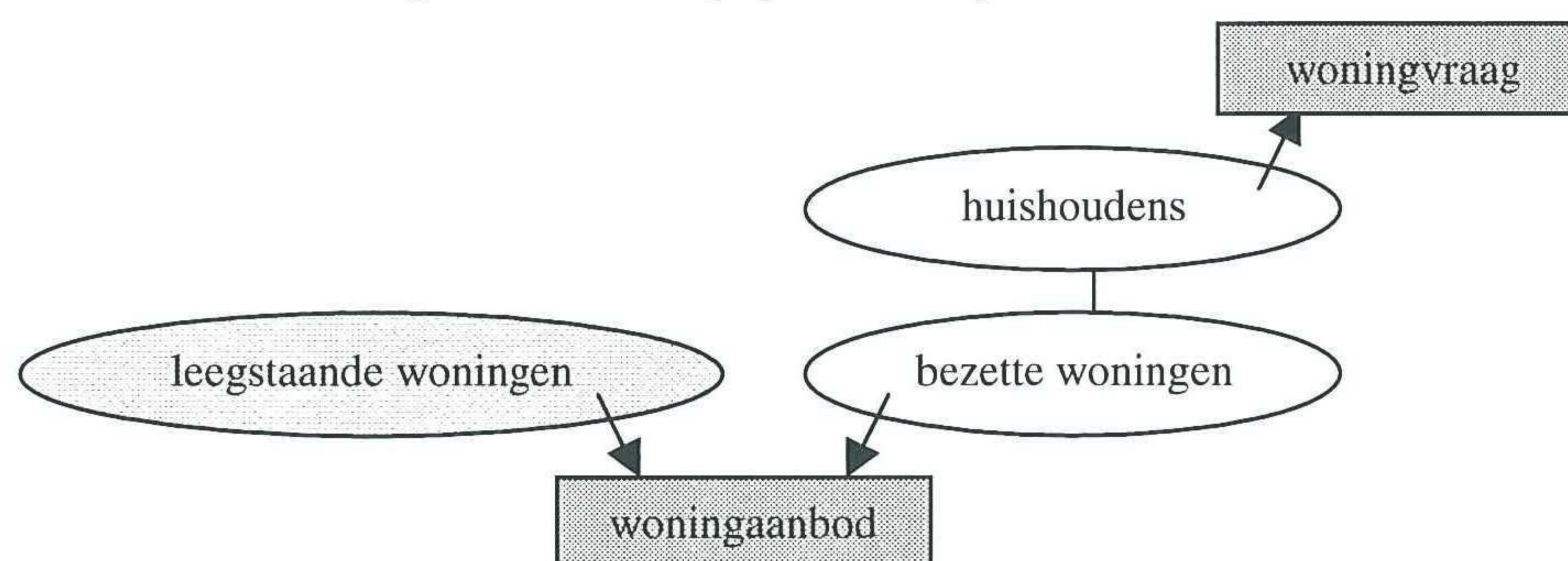


## 8 WONINGMARKT

In dit hoofdstuk wordt de modellering van de regionale woningmarkt toegelicht. De woningmarkt speelt in de samenleving –en ook in het model– een belangrijke rol. Enerzijds wordt door veranderingen in de woningvoorraad het regionaal grondgebruik direct beïnvloed. Anderzijds spelen woningmarktomstandigheden een belangrijke factor in het proces van residentiële migratie. De Nederlandse woningmarktomstandigheden bepalen derhalve mede de ruimtelijke spreiding van wonen.

### 8.1 Balans woningmarkt

De woningmarkt is in essentie een markt als alle andere. Er is sprake van vraag en aanbod, schaarste en overvloed, en er is prijsvorming. Op de woningmarkt komen vraag en aanbod samen. De balans van de woningmarkt is weergegeven in figuur 8.1.



Figuur 8.1 Balans woningmarkt

De balans van de woningmarkt wordt in het model op een geaggregeerde wijze weergegeven met de **ratio HWR** (beschreven in paragraaf 6.5). Zowel ontwikkelingen in de woningvoorraad zelf als ontwikkelingen in de bevolking beïnvloeden op deze manier de woningmarkt.

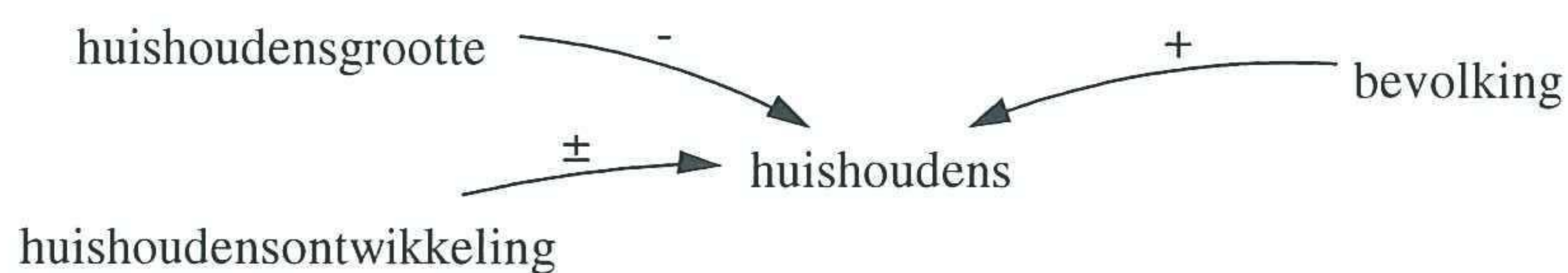
In werkelijkheid vormen alle woonwensen tezamen van alle *huishoudens* die op een *bepaald moment* aan het zoeken zijn de *woningvraag*. De werkelijke woningvraag bestaat uit (1) starters, (2) doorstromers, (3) binnenlandse inmigranten en (4) immigranten. In het model wordt het aantal huishoudens afgeleid van de totale bevolking, waarbij wordt verondersteld dat het *totaal aantal huishoudens* een maat is voor de *woningvraag*.

Tegenover de woningvraag staat het woningaanbod. In de praktijk wordt dit aanbod bepaald door (1) aanbod door nieuwbouw van woningen, (2) aanbod door opheffing van huishoudens, (3) aanbod door vertrek van huishoudens, (4) aanvangsleegstand en (5) aanbod door doorstroming. Het model veronderstelt dat de *totale woningvoorraad* een maat is voor het *woningaanbod*.

### 8.2 Woningvraag

#### *Het causaal relatiediagram van woningvraag*

De ontwikkeling van het aantal huishoudens is een maat voor de vraag op de woningmarkt (en tevens ten aanzien van arbeidsmigratie zoals beschreven in paragraaf 7.5). Het aantal regionale huishoudens is in het model afgeleid van de bevolking met behulp van (1) de regionale huishoudengrootte en (2) een algemene huishoudenontwikkeling. Figuur 8.2 toont het causaal relatiediagram ten aanzien van het aantal huishoudens dat voor elke Corop *uniek* in modellering is gebracht.



Figuur 8.2 Gemodelleerde ontwikkeling huishoudens

### 8.2.1 Huishoudengrootte

#### *De theoretische achtergrond van huishoudengrootte*

Uit bestaand onderzoek is naar voren gekomen dat er binnen Nederland duidelijk regionale verschillen bestaan in huishoudensvorming (Heida & Gordijn, 1985).

Eén van de factoren van regionale differentiatie in huishoudensvorming heeft zijn grondslag in *sociaal-culturele* verschillen. Kinderen gaan in de ene regio wat jonger uit huis dan in andere; ze gaan na het verlaten van het ouderlijk huis in de ene regio wat vaker alleen wonen en in een andere regio wat vaker samenwonen. Alleenwonenden blijven in sommige regio's gemiddeld wat langer alleen wonen dan in andere, terwijl samenwonenden daar wat hogere scheidingskansen hebben.

Een tweede bron van regionale verschillen wordt gevormd door *selectieve migratie*. Jongeren die het ouderlijk huis verlaten om als alleenstaande te wonen gaan relatief vaak naar stedelijke regio's. Dit komt deels door de woonvoorkeur en deels door onderwijs voorzieningen. Ook echtscheiding gaat vaak gepaard met migratie gericht op stedelijke regio's (Heida & Gordijn, 1985). Een belangrijk deel van de grotere individualisatie in stedelijke gebieden zou zijn oorzaak vinden in het meer individualiserende gedrag van groepen huishoudens.

#### *De kalibratie van huishoudengrootte*

De huishoudengrootte is regionaal gedifferentieerd in modellering gebracht op basis van de gemiddelde verhouding van de totale regionale bevolking en de totale regionale woningvoorraad van de jaren 1971-1973 (bron: CBS, ABF). Hierin zitten in feite regionale differentiaties van allerlei sociaal-culturele en sociaal-economische aspecten op geaggregeerd niveau verdisconteerd.

### 8.2.2 Huishoudenontwikkeling

#### *De theoretische achtergrond van huishoudenontwikkeling*

In de tijd is er sprake van een ontwikkeling in de regionale huishoudengrootte. Daarom is de modelvariabele huishoudenontwikkeling toegevoegd.

Individualisering heeft in de tijd geleid tot kleinere huishoudens. Veranderingen in de koopkracht en werkgelegenheid spelen hierbij een belangrijke rol (Heida e.a., 2000). In theorie bestaat een relatie tussen de huishoudenontwikkeling en de economische ontwikkeling, waarbij het individualiseringsproces (met normen en verwachtingen aan ten grondslag) met een zekere tijdsvertraging reageren op de actuele economische ontwikkeling. Aangezien deze ontwikkelingen niet endogeen in beeld zijn gebracht zijn dergelijke effecten op geaggregeerd niveau exogeen in de variabele opgenomen.

#### *De kalibratie van huishoudenontwikkeling*

Met de variabele huishoudenontwikkeling kan in het model op directe wijze het aantal huishoudens worden beïnvloed. Het aantal huishoudens bepaald in belangrijke mate de HWR, welke de woningmarktstandigheden van het moment weergeeft. Aangezien de modelvariabele huishoudenontwikkeling ook een ontwikkeling in de tijd weergeeft, is deze variabele per uitstek geschikt om de regulerende werking van de HWR in de simulatie te regelen. Temeer aangezien de

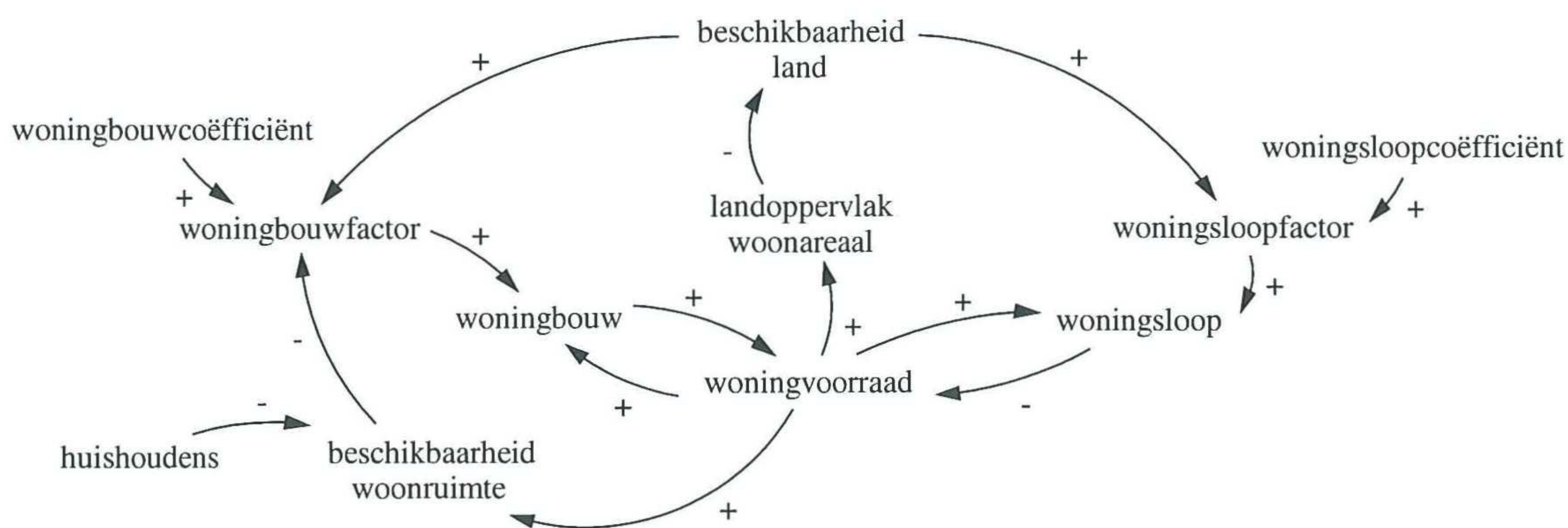
modelvariabele huishoudens 'slechts' een *aansturend* karakter heeft in het model, biedt dit mogelijkheden om met de parameter huishoudenontwikkeling het model te tunen.

Om flexibel met deze variabele te kunnen tunen en het model te verkennen, is de variabele huishoudenontwikkeling niet regionaal gedifferentieerd. De initiële huishoudenontwikkeling is empirisch van nationale waarden afgeleid, door de historische verhouding tussen de tijdreeks van de Nederlands woningvoorraad en de tijdsreeks van de Nederlandse bevolking voor de jaren 1971-1999 (bron: CBS, ABF). De huishoudenontwikkeling is relatief uitgezet tegen het jaar 1971, waarvan de waarde van de parameter op 1 is gesteld. Voor overige jaren is de parameter geëxtrapoleerd. Vervolgens is met de curve het gedrag van het model getuned, door deze bij te stellen.

### 8.3 Woningaanbod

#### *Het causaal relatiegram van de woningmarkt*

De ontwikkeling van de woningvoorraad is een maat voor de ontwikkeling van het woningaanbod. De woningvoorraad ontwikkelt zich door nieuwbouw en sloop van woningen. Een overzicht van de gemodelleerde dynamiek van de woningmarkt is weergegeven in figuur 8.3.



Figuur 8.3 Gemodelleerde dynamiek woningmarkt

#### 8.3.1 Toename woningvoorraad

##### *De theoretische achtergrond van woningbouw*

Een toename van de woningvoorraad is met een *woningbouwcoëfficiënt* –via de *woningbouwfactor*- proportioneel van de totale woningvoorraad afgeleid. Dit geeft het percentage woningen dat, ten opzichte van de aanwezige woningvoorraad, er elk jaar bijkomt onder normale omstandigheden. In feite behelst de groei van de woningvoorraad niet alleen *nieuwbouw*, maar bijvoorbeeld ook *woningsplitsing*, en *vervangende* woningbouw. De laatste twee zijn echter niet substantieel en lijken niet afhankelijk van woningmarktomstandigheden. Aangezien nieuwbouw veel signifikanter is voor de ontwikkeling in de totale woningvoorraad, wordt ten aanzien van groei van de woningvoorraad in dit verband gesproken van nieuwbouw. In de regionale differentiatie van de woningbouwcoëfficiënt zitten impliciet een varkenscyclus (speculatieve reacties van ontwikkelaars), woningbouwbeleid (zoals groeikernenbeleid in de jaren zeventig) en de kwalitatieve staat van de woningvoorraad (de effecten van vervanging, renovatie en upgrading van woningen op nieuwbouw) geaggregeerd verdisconteerd.

De aansturing van groei in de woningvoorraad wordt nagebootst via:

- De regionale beschikbaarheid van woonruimte;
- De regionale beschikbaarheid van land.

Het effect van de beschikbaarheid van woningen op de woningbouw wordt in het model weergegeven met de multiplier *WONHHBM* (Bijlage 8.1). Een waarde voor HWR groter dan <1 duidt op een *grote beschikbaarheid* van woningen, waardoor de woningprijzen over het algemeen laag zijn. Er wordt dan impliciet verondersteld dat de aanwezige woningvoorraad kwalitatief voldoende gedifferentieerd is. In dat geval is het voor gemeenten en projectontwikkelaars (uit winstoogpunt) minder interessant om te bouwen. Er zal daarom dan ook minder gebouwd worden, waardoor de groei van de woningvoorraad op de ontspannen woningmarktsituatie afneemt. Overigens zal er altijd enige woningbouw zijn, aangezien er altijd wel een bepaalde vraag is naar woningen met bepaalde kenmerken met bijbehorende specifieke kwaliteit en prijs.

Hoge prijzen, weinig leegstand en een tekort aan kwaliteitswoningen op gewenste locaties zijn indicatoren voor een lage beschikbaarheid aan woningen. Dit blijkt uit een waarde van HWR groter dan 1. Gedreven door grote vraag, is het voor projectontwikkelaars dan interessant om te bouwen. De woningbouw kan dan heel intensief worden. Doordat huishoudens op basis van de veranderende woningmarktomstandigheden migreren, komen er in de oorspronkelijke woningvoorraad woningen vrij. Hierdoor ontstaan verhuisketens, welke met enige vertraging voor dynamiek op de woningmarkt zorgen.

De toename van de woningvoorraad is echter beperkt indien de beschikbaarheid aan bouwgrond laag is. Dit wordt nagebootst met de multiplier *WONLANDBM* (Bijlage 12.1). Door allerlei negatieve effecten zijn het overheden die dan de voor woningbouw beschikbare gronden aan banden leggen in verschillende streek- en bestemmingsplannen. Indien er niet veel land beschikbaar is, zullen ook de grondprijzen relatief hoog zijn, waardoor nieuwbouw voor projectontwikkelaars minder interessant wordt.

### ***De kalibratie van woningbouw***

De regionaal gedifferentieerde woningbouwcoëfficiënten zijn de gemiddelden van de historische verhoudingen tussen de regionale woningbouw en regionale woningvoorraad van de jaren 1972 tot en met 1999. Uit de historische ontwikkeling van de nationale verhouding tussen nieuwbouw en woningvoorraad van de jaren 1972-1999 is een algemene trend gehaald die voor elke regio is toegepast (bron: CBS, ABF). Deze trend is voor de overige jaren geëxtrapoleerd. Reden hiervoor is om bepaalde ontwikkelingen in de woningvoorraad weer te geven –zoals conjunctuurgevoeligheid en bouwbeleid- waardoor de historische spreiding van wonen en werken beter benaderd kan worden. De verschillende multipliers zijn met ‘trial-and-error’ zo goed mogelijk afgesteld, en zijn niet regionaal gedifferentieerd. De grootste mate van tuning zit in de bepaling van de huishoudenontwikkeling.

## **8.3.2 Afname woningvoorraad**

### ***De theoretische achtergrond van woningsloop***

Door onttrekking en sloop van woningen neemt de woningvoorraad af. Vanwege de insignificantie van onttrekking ten opzichte van sloop, wordt in het model gesproken van woningsloop. De sloop van woningen is met regionaal gedifferentieerde *sloopcoëfficiënten* proportioneel van de totale woningvoorraad verondersteld. Dit impliceert dat in een grotere woningvoorraad meer woningen gesloopt worden. De sloop van woningen is noodzakelijk doordat bepaalde woningen niet meer hun functie kunnen vervullen. Effecten die voor regionaal gedifferentieerde sloopcoëfficiënten zorgen zijn onder meer de *kwalitatieve staat* van de regionale woningvoorraad, de mate van *renovatie* en *upgrading* van woningen in de woningvoorraad en *overheidsbeleid*.

Op lange termijn wordt de sloop van woningen beïnvloedt door de beschikbaarheid van land. Dit gebeurt met de multiplier *WONLANDSM* (Bijlage 12.1). Dit wordt in hoofdstuk 12 nader toegelicht. De achterliggende gedachte hierbij is dat een gebied zich onder extreme omstandigheden sterker profileert.

### ***De kalibratie van woningsloop***

Aangezien de beschikbaarheid aan land een marginale rol speelt, zijn de regionaal gedifferentieerde woningbouwcoëfficiënten gekalibreerd door de historische verhoudingen tussen de regionale woningsloop en regionale woningvoorraad van de jaren 1972 tot en met 1999 (bron: CBS, ABF). De waarden voor de coëfficiënten van de jaren 1970 en 1971 zijn geëxtrapoleerd.

## **8.4 Perspectief module woningmarkt**

### **8.4.1 Sterkten**

De belangrijkste sterkten van de toegepaste module woningmarkt zijn:

#### **1. Theoretisch**

- De ontwikkeling van de woningvoorraad is voor elke Corop *uniek* in beeld gebracht;
- De ontwikkeling van de woningvoorraad is afhankelijk gemaakt van regionale woningmarktomstandigheden, die zowel door autonome als niet-autonome ontwikkelingen wordt beïnvloedt.

#### **2. Methodisch**

- Door het gebruik van een *enkelvoudige* array voor de weergave van regionale woningmarkten, blijft de module woningmarkt:
  - Overzichtelijk;
  - Toegankelijk, waardoor iteratieve modelontwikkeling mogelijk is;
  - Overdraagbaar, doordat inhoudelijke communicatie goed mogelijk is.

#### **3. Praktisch**

- Doordat factoren geaggregeerd in modelvariabelen zijn verdisconteerd, is het mogelijk om bijvoorbeeld de effecten van woningbouwbeleid op de ruimtelijke spreiding van wonen en werken te verkennen.

### **8.4.2 Zwakten**

De belangrijkste zwakten van de toegepaste module woningmarkt zijn:

#### **1. Theoretisch**

- De huishoudenontwikkeling is in werkelijkheid niet voor elke regio hetzelfde, veroorzaakt door een regionaal verschillende samenstelling van de bevolking;
- Doordat de woningvoorraad niet gesegmenteerd is kunnen ontwikkelingen die relevant zijn voor sociaal-economische dynamiek niet goed worden weergegeven;
- Er is geen expliciet rekening gehouden met woningsplitsing en andere vormen van toename van de woningvoorraad.

#### **2. Methodisch**

- De beperkte capaciteit van Stella maakt het niet goed mogelijk de huidige modellering uit te breiden, door bijvoorbeeld de woningvoorraad te segmenteren.

#### **3. Praktisch**

- Moeilijk te tunen en te verifiëren niet-lineaire verbanden;
- Onnauwkeurigheden in gebruikte empirische gegevens:
  - Aanpassing van Corop-grenzen in de historie zorgt voor ruis in de statistiek;
  - Herijking van de woningvoorraad in 1992 zorgt voor ruis in de statistiek;
  - Er is geen rekening gehouden met administratieve correcties in de statistiek;
  - In de statistische nieuwbouwgegevens zit ook vervanging van de woningvoorraad verdisconteert (tevens tijdelijk onttrokken geweest aan de voorraad), terwijl deze ontwikkeling onafhankelijk van woningmarkt-omstandigheden is.

### 8.4.3 Aanbevelingen

De belangrijkste en meest interessante mogelijkheden voor verfijning en uitbouw van de module woningmarkt zijn hieronder beknopt beschreven.

#### *Verfijnen huidige modellering*

- Regionaal differentiëren van de huishoudenontwikkeling;
- Regionaal differentiëren van de multipliertafels kan een verbeterde benadering van de werkelijkheid geven;
- Door de geaggregeerde woningbouwcoëfficiënt uiteen te rafelen, kan de modellering causaal verbeterd worden;
- De ontwikkeling van de woningvoorraad kan wellicht beter benaderd worden met een ‘additieve’ modellering (in plaats van multiplicatief) van nieuwbouw en sloop;
- In een additieve modellering kan ook de maat voor woningvraag beter benaderd worden. Een verbeterde weergave van de marktwerking kan bereikt worden door onder meer onderscheid te maken in starters, doorstromers (intraregionale verhuizingen) en het prijsmechanisme van de woningmarkt in beeld te brengen. Doordat een huishouden verhuist, komt er in de bestaande voorraad een woning vrij. Hierdoor ontstaan verhuisketens. Het overgrote deel van het aanbod van woningen wordt gegenereerd doordat huishoudens intraregionaal verhuizen en daardoor een lege woning achterlaten. Dit betekent dat het merendeel van het aanbod op de woningmarkt het onbedoelde bijproduct is van intraregionaal gedrag van huishoudens.

#### *Uitbouwen modellering*

- In de praktijk blijkt naast de kwantitatieve omvang van de woningvoorraad ook de kwalitatieve staat van de woningvoorraad significant ten aanzien van sociaal-economische dynamiek. De omvang en samenstelling van de woningvoorraad kan gedetailleerd worden weergegeven door een cohort-model van de woningvoorraad te maken. Hierdoor wordt het mogelijk om:
  - *Veroudering* van de bestaande woningvoorraad per klasse weer te geven;
  - *Woningsplitsing* van de bestaande woningvoorraad per klasse weer te geven;
  - *Renovatie en herbouw* van woningen per klasse weer te geven;
  - *Upgrading* van bestaande woningen per klasse weer te geven.
- De kwalitatieve staat van de woningvoorraad kan vervolgens worden benaderd door de woningvoorraad verder te segmenteren naar type woningen. Woningen worden gekenmerkt door een aantal intrinsieke kenmerken die bij de bouw worden vastgelegd, zoals huur/koop, eengezins/meergezinswoningen en woninggrootte. Daarnaast zijn er variabele kenmerken zoals de leeftijd, eigendomsverhoudingen (huur/koop), prijs en bezetting. Deze kenmerken zijn sterk gerelateerd aan demografische en sociaal-economische kenmerken van de bevolking, waaronder migratie. In verband met interregionale migratie licht het onderscheid in 3 verschillende typen woningen voor 3 verschillende inkomensklassen van de bevolking (laag, midden, hoog) voor de hand. Op deze manier kan een *kwalitatief* woningtekort op regionaal niveau endogeen in beeld worden gebracht; een verschijnsel dat relevant is met betrekking tot de prognosticerende werking van het model.

Randvoorwaarde voor het uitbouwen van het model is (1) een grotere capaciteit van Stella en –in geval van segmentatie van typen woningen– (2) de beschikbaarheid van driedimensionale array’s om de interregionale migratie met betrekking tot deze type woningen (zoals inkomensklassen) weer te geven.

## 9 BEDRIJVEN

In dit hoofdstuk wordt de modellering van het aantal bedrijven beschreven. Hiervoor worden achterliggende processen die voor ontwikkelingen in de bedrijvenpopulatie zorgen uiteen gerafeld. Naast (1) het *functioneren* van het reeds gevestigde bedrijfsleven, bepaalt (2) het *locatiegedrag* de regionale ontwikkelingen in bedrijvigheid. Het functioneren van het reeds gevestigde bedrijfsleven wordt besproken in paragraaf 11.2. Dit hoofdstuk beschrijft het locatiegedrag van het bedrijfsleven, te meten via processen van oprichtingen, opheffingen en verplaatsingen.

De demografische ontwikkeling van bedrijven speelt een belangrijke rol ten aanzien van de verschillende markten die onderscheiden kunnen worden. Aan de ene kant leidt een toename van het aantal bedrijven in een gebied tot een toename van de vraag naar bedrijfsterreinen en kantoorruimte. Daarnaast bepalen ruimtelijke verschillen in economische groei mede de ontwikkeling van de werkgelegenheid. Discrepantie tussen de regionale vraag naar arbeid (door bedrijven) en het regionale aanbod (de beroepsbevolking) kan resulteren in ruimtelijke verschillen in werkloosheid en is van invloed op de omvang en richting van pendel en migratie. De markten beïnvloeden op hun beurt de demografische ontwikkeling van bedrijven, aangezien de arbeidsmarktomstandigheden en de mogelijkheid tot het betrekken van geschikte bedrijfsruimte een belangrijke factor spelen in het locatiegedrag van bedrijven.

### 9.1 Overzicht bedrijvendemografie

#### 9.1.1 Begripsbepaling

Bedrijvigheid kan op verschillende manieren (juridisch) geïnterpreteerd worden. Een bedrijf kan geïnterpreteerd worden als het totaal van meerdere, lokale (juridisch samenhangende) vestigingen, maar ook als één lokale (productieve) vestiging. Een *bedrijf* is in de gekozen context geïnterpreteerd op het fysieke niveau van één lokale **bedrijfsvestiging**, waarbij fusie, reorganisatie, splitsing en andere gebeurtenissen die de eigendomsverhouding van productiemiddelen bepalen, slechts een beperkte rol spelen.

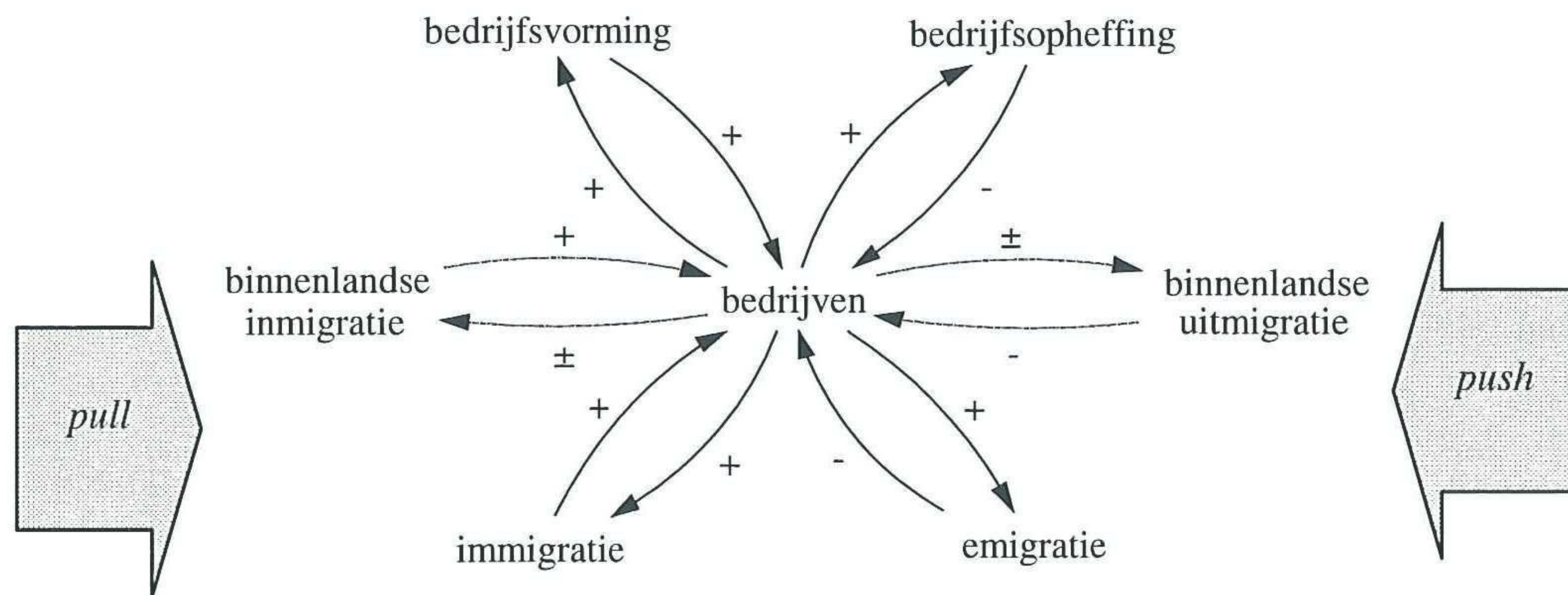
Onder een bedrijfsvestiging wordt hier verstaan een afzonderlijk gelegen ruimte van een onderneming, instelling of zelfstandig beroepsbeoefenaar, waarin of van waaruit een activiteit of zelfstandig beroep wordt uitgeoefend. Een bedrijf kan als zodanig geïnterpreteerd worden als een economische actor die zich ruimtelijk kan gedragen en als doel heeft op een bepaalde plaats (de fysieke vestiging) arbeid te verrichten als onderdeel van het productieproces.

#### 9.1.2 Bedrijvendemografie

Het locatiegedrag van bedrijven komt tot uiting in de bedrijvendemografie, die ook wel 'firmografie', 'economische demografie' of 'industriële demografie' wordt genoemd. De bedrijvendemografie beschrijft de ontwikkeling van het aantal bedrijfsvestigingen van een gebied in de tijd. De analogie van de bedrijfsdemografie lijkt sterk op die van bevolkingsdemografie. Er bestaan echter in theoretisch opzicht een paar fundamentele verschillen. In dat opzicht kan beter een parallel worden getrokken met huishoudenontwikkeling.

De grootte van het aantal bedrijfsvestigingen in een regio ontwikkeld zich door (1) *bedrijfsoprichtingen*, (2) *bedrijfsopheffingen* (faillissementen) en (3) *bedrijfsverplaatsingen* (binnenlandse immigratie en uitmigratie, buitenlandse immigratie en emigratie van bedrijfsvestigingen). Een overzicht van bedrijvendemografie is weergegeven in figuur 9.1. Daarnaast kan ontwikkeling in economische activiteit plaats vinden door *bedrijfs groei* en *-inkrimping*

(verandering in omvang van bestaande bedrijven), welke niet in de bedrijvendemografie tot uitdrukking komt.



Figuur 9.1 Demografie van bedrijven

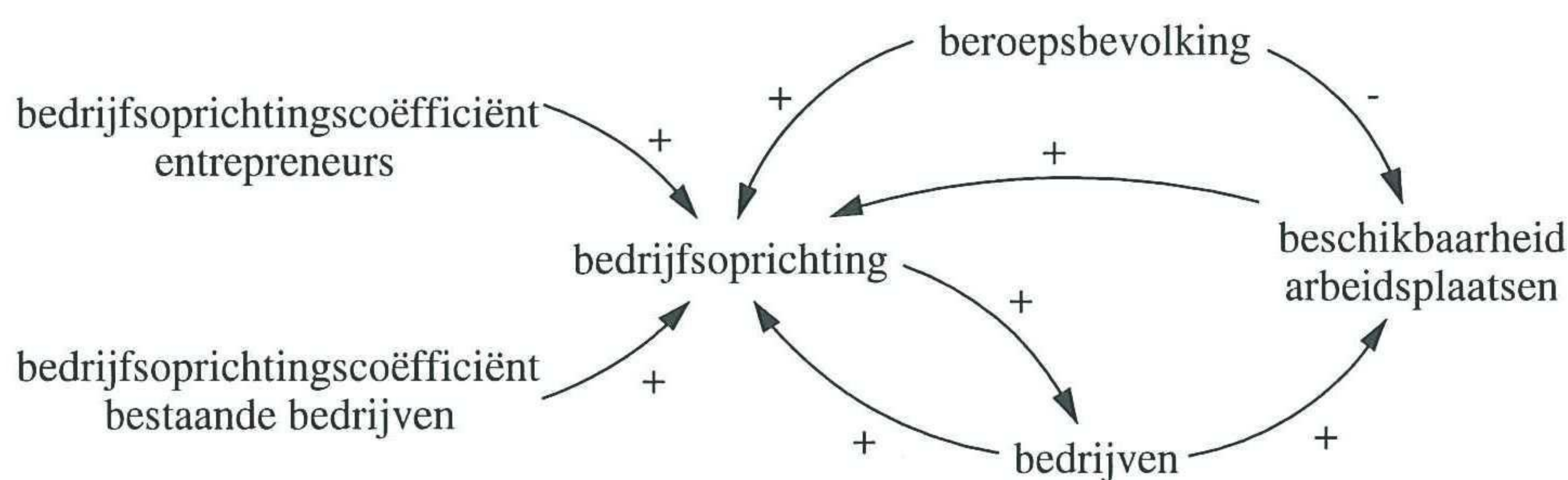
## 9.2 Bedrijfsoprichting

### *Het causaal relatiediagram van bedrijfsoprichting*

Bedrijfsoprichting (bedrijfsvorming, start-up's) in de zin van nieuwe bedrijfsvestigingen, vindt op twee manieren plaats (Van Wissen, 2000):

- Vanuit *bestaande ondernemingen* (onder andere door *splitsing*, *verzelfstandiging*, *uitbreiding* of 'joint ventures' (gezamenlijke nieuwe activiteit van meerdere bedrijven));
- Door *zelfstandigen/entrepreneurs* (zoals (ex-)werknemers, schoolverlaters of werklozen).

De gemodelleerde dynamiek ten aanzien van bedrijfsvorming is weergegeven in figuur 9.2.



Figuur 9.2 Gemodelleerde dynamiek van bedrijfsoprichting

### 9.2.1 Bedrijfsvorming vanuit bestaande bedrijven

#### *De theoretische achtergrond van bedrijfsvorming vanuit bestaande bedrijven*

Met een *bedrijfsoprichtingscoëfficiënt bestaande bedrijven* is een proportioneel verband tussen bedrijfsoprichting en het aantal aanwezige bedrijven verondersteld. Deze veronderstelde proportionaliteit kan op basis van bestaande economische theorieën worden gerechtvaardigd. De 'positive feedbackloop' die hierdoor tussen bedrijfsoprichting en bedrijven ontstaat (figuur 9.2) wordt in de literatuur vaak aangeduid als een vorm van *cumulatieve causatie*. Zowel agglomeratievoordelen als psychologische polarisatie zijn verklarende factoren voor het verschijnsel van cumulatieve causatie.

De aanwezigheid van potentiële afnemers en leveranciers in de omgeving kunnen worden getypeerd als 'agglomeratievoordelen'. Zogenaamde 'economies of scale', zich vertalend in hoge dichtheden aan economische activiteiten, treden op doordat de nabijheid van toeleveranciers en



afnemers tot lagere kosten in de termen van tijd en geld leiden. Drie soorten afhankelijkheden liggen hieraan ten grondslag (Lambooy e.a., 1997):

1. *Technische afhankelijkheden* (afhankelijkheden binnen dezelfde bedrijfstak. Bijvoorbeeld een hoogoven die ijzer levert aan een staalfabriek, die vervolgens staalplaten levert aan een dradenfabriek etc.);
2. *Economische afhankelijkheden* (bedrijven zijn via de markt zijn verbonden. Zoals bijvoorbeeld transportbedrijven en industriële bedrijven wederzijds van elkaar afhankelijk zijn);
3. *Afhankelijkheden op basis van een zelfde gemeenschappelijke factor* (allerlei soorten bedrijven die hetzelfde afzetgebied hebben (of zelfde consumenten) en dus bij elkaar zitten).

Ook *psychologische polarisatie* rechtvaardigt de proportionaliteit tussen bestaande bedrijven en bedrijfsoprichting. Als een regio sterk gespecialiseerd is, worden een zelfde soort bedrijven alleen al door het *imago* aangetrokken. De representativiteit van de omgeving bepaalt in zekere zin het 'corporate image'. Een regio waar reeds veel van een bepaald type bedrijf is gevestigd, heeft het gemakkelijker om duidelijk te maken dat het voor dat type bedrijf een geschikte vestigingsplaats is.

De bedrijfsoprichtingscoëfficiënten zijn regionaal verschillend, vanwege de aanwezigheid van *stabiele locatiefactoren*. Stabiele factoren wijzigen nauwelijks in de tijd. Drie belangrijke stabiele locatiefactoren zijn (Louter, 1997):

- a) *Nationale ligging* (verbetering van infrastructuur, transporttechnologie en communicatietechnologie leiden tot concentratie van bedrijfsactiviteiten op nationaal centraal gelegen locaties);
- b) *Ligging t.o.v. Europese economische zwaartepunten* (bij gelijkblijvende nationale wetgeving en fiscale omstandigheden levert voor vervoersintensieve bedrijvigheid een locatie nabij Europese economische zwaartepunten voordelen in transportkosten en tijdwinsten);
- c) *Nabijheid Schiphol en Rotterdamse haven* (voor bedrijven die intensief vervoeren kan nabijheid van mainports besparingen in tijd en geld opleveren. Ook factoren als imago en de (niet noodzakelijk juiste) perceptie van de bedrijfseconomische voordelen van vestiging nabij een mainports kunnen een rol spelen bij de vestigingsplaatskeuze).

De stabiele locatiefactoren leiden ertoe dat sommige regio's 'van nature' een grotere oprichtingscomponent hebben. Naast stabiele locatiefactoren bestaan *flexibele locatiefactoren*: factoren die (sterk) wijzigen in de tijd. *Endogeen* is verondersteld dat de *beschikbaarheid van arbeidsplaatsen* (multiplier *AOPRBESTBVM*, Bijlage 9.1) invloed uitoefent op de bedrijfsvorming vanuit bestaande bedrijven. Dit veronderstelt dat indien er minder gemakkelijk aan personeel gekomen kan worden (afname van beschikbaarheid van arbeidsplaatsen), er minder snel nieuwe bedrijven starten (afname bedrijfsoprichting).

### ***De kalibratie van bedrijfsvorming vanuit bestaande bedrijven***

Ten aanzien van bedrijvendemografie zijn bestaande statistieken sterk commercieel van karakter (LISA), waarover geen beschikking mogelijk was. Wel is voor het jaar 2000 de *mutatiebalans* van de Kamer van Koophandel bekend (bron: Kemper). Hierop is het aantal 'overige startende onderneming' per Corop vermeld. Deze zijn gedefinieerd als zijnde het aantal oprichtingen dat niet door zelfstandigen geschiedt. Deze oprichtingen vallen dan onder de noemer immigratie, binnenlandse immigratie of oprichting vanuit zelfstandige ondernemingen. Het aantal immigrerende ondernemingen is in eerste instantie voor elke regio op 1% aangenomen en het aantal immigrerende bedrijven op 2%. De overgebleven percentages zijn aangenomen als bedrijfsvorming vanuit bestaande bedrijven, waarna dezelfde regionale differentiatie op de immigratiecoëfficiënten is toegepast. In combinatie met de immigratiecoëfficiënten zijn de percentages uitgebalanceerd, zodat de orde van grootte van het regionale aantal

bedrijfsvestigingen (data: 1964, 1986, 1990-1992, 1994-2000; bron: Statline en Regionaal Statistisch Zakboek, CBS) benaderd wordt.

### 9.2.2 Bedrijfsvorming door zelfstandigen

#### *De theoretische achtergrond van bedrijfsvorming door zelfstandigen*

Ondernemers starten hun bedrijf normaliter in hun woonplaats (Pellenbarg, 1994). Dit verklaart het proportionele verband (*bedrijfsoprichtingscoëfficiënt entrepreneurs*) tussen entrepreneurs en grootte van de wonende beroepsbevolking (bevolking 15<sup>e</sup>-65<sup>e</sup> levensjaar) per regio. De hypothese is dat een grotere potentiële beroepsbevolking meer startende ondernemingen voortbrengt.

Het ondernemersklimaat is sterk afhankelijk van marktomstandigheden. De 'recession push theory' (onder andere Gudgin, Binks, Coyne) stelt dat meer potentiële ondernemers nieuwe bedrijven oprichten als gevolg van bijvoorbeeld dreigende werkloosheid en verminderde promotiekansen (Van Wissen & Ekamper, 1994). Op basis van deze theorie is een verband met de *beschikbaarheid van arbeidsplaatsen* (multiplier *ASTM*, Bijlage 9.1) verondersteld. Indien de beschikbaarheid van banen afneemt, neemt de bedrijfsvorming door zelfstandigen toe.

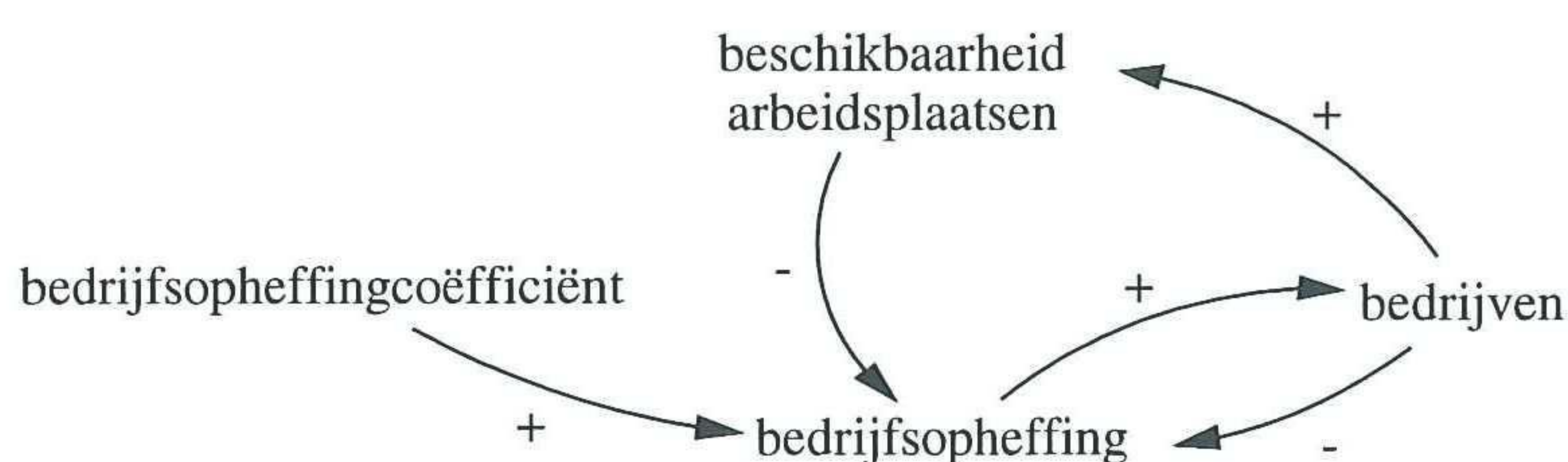
#### *De kalibratie van bedrijfsvorming door zelfstandigen*

Op basis van het aantal starters, zoals geregistreerd op de mutatiebalans van de Kamer van Koophandel van het jaar 2000 (bron: Kemper), zijn de verhoudingen tussen de regionale oprichtingscoëfficiënt door zelfstandigen afgeleid. De onderlinge verhoudingen in deze coëfficiënten zijn representatief geacht, waardoor de coëfficiënten regionaal gedifferentieerd zijn. De orde van grootte van de coëfficiënt is niet representatief, aangezien het gemiddeld aantal personen betrokken bij een entrepreneuriale activiteit vele malen kleiner is dan het gemiddeld aantal personen per bedrijfsvestiging per Corop (op basis van Statline, CBS). Het aantal oprichtingen door zelfstandigen is aan de ene kant van belang met betrekking tot het aantal bedrijfsvestigingen, maar heeft aan de andere kant een geringe betekenis ten aanzien van de werkgelegenheid. De benadering van de werkgelegenheid is voor het model in technische zin belangrijker. Het effect van bedrijfsvorming door zelfstandigen is in het model daarom minimaal gehouden. De consequentie hiervan is dat de druk van entrepreneurs op de bedrijfsruimtemarkt in het model niet significant wordt aangenomen.

## 9.3 Bedrijfsopheffing

#### *Het causaal relatiediagram van bedrijfsopheffing*

Een bedrijf kan in elke fase van de levensloop op verschillende manieren ophouden te bestaan, zoals door faillissement, overname, fusie, uiteenvallen of herstructurering. Al deze gebeurtenissen samen vallen onder de noemer bedrijfsopheffing. De modellering van bedrijfsopheffing is weergegeven in figuur 9.3.



Figuur 9.3 Gemodelleerde dynamiek van bedrijfsopheffing

### *De theoretische achtergrond van bedrijfsopheffing*

De proportionaliteit (via de *bedrijfsopheffingscoëfficiënt*) tussen het aantal bestaande bedrijven en bedrijfsopheffing veronderstelt dat in een grotere populatie per saldo meer bedrijfsopheffingen optreden. Daarnaast is het aantal bedrijfsopheffingen afhankelijk gesteld van de beschikbaarheid van arbeidsplaatsen (multiplier *AOPHM*, Bijlage 9.1.2). Dit refereert aan het begrip productiemilieu. Hieronder wordt verstaan het geheel aan omgevingskenmerken dat van belang is voor het economisch functioneren van een bedrijf (Van Wissen & Ekemper, 1994). Hiertoe behoort onder andere de aanwezigheid en kwaliteit van arbeid. Indien de beschikbaarheid van arbeidsplaatsen afneemt, is het voor bedrijven moeilijker personeel te vinden. Het aantal bedrijfsopheffingen kan hierdoor per saldo dalen.

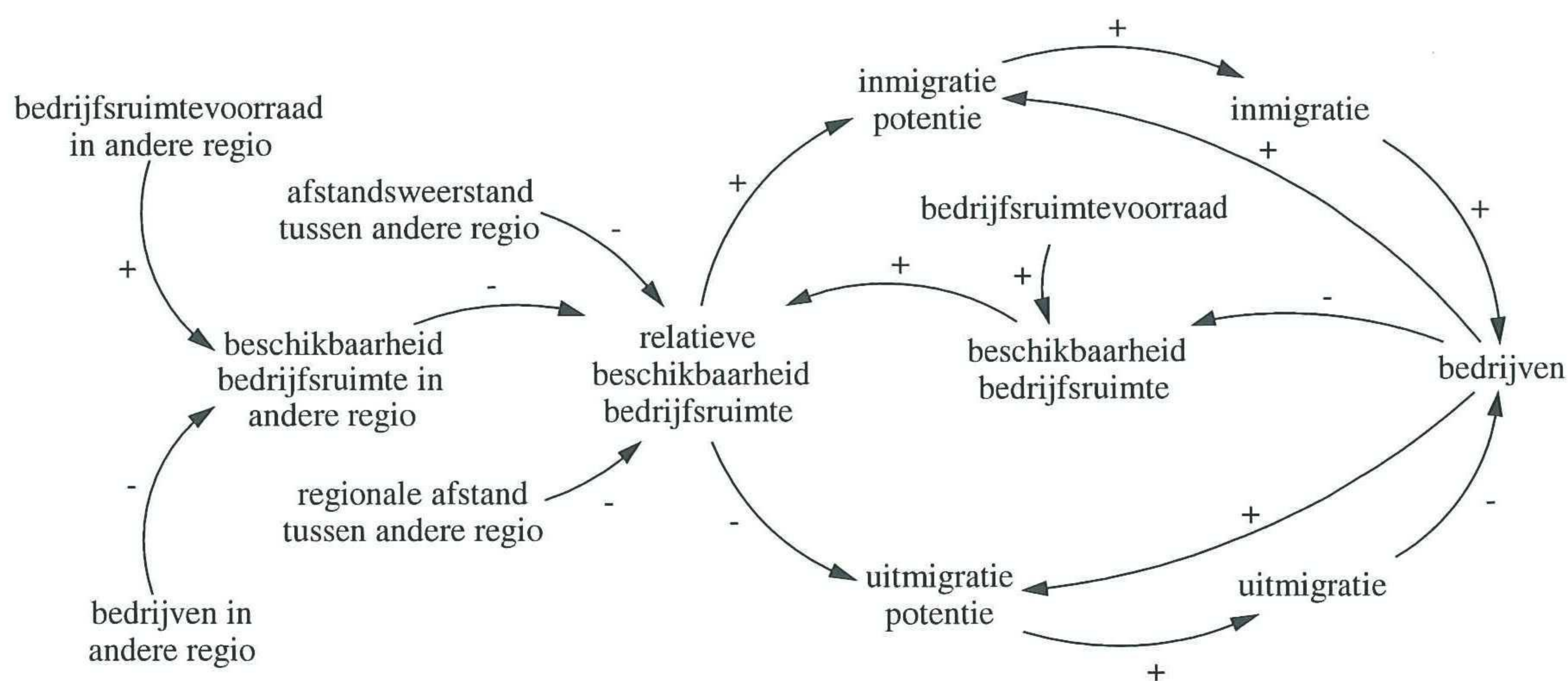
### *De kalibratie van bedrijfsopheffing*

Op basis van het aantal bedrijfsopheffingen, zoals geregistreerd op de mutatiebalans van de Kamer van Koophandel van het jaar 2000 (bron: Kemper), zijn de regionale opheffingscoëfficiënten afgeleid. Deze opheffingen vallen onder de noemer emigratie, interregionale uitmigratie of overige opheffingen. Het aantal emigrerende ondernemingen is in eerste instantie voor elke regio op 1% aangenomen. De interregionale migratiecoëfficiënten zijn op 2% aangenomen. Het resterende gedeelte zijn de opheffingscoëfficiënten, waardoor de coëfficiënten regionaal gedifferentieerd zijn. De orde van grootte van de coëfficiënt is echter niet representatief, aangezien het gemiddeld aantal personen betrokken bij een bedrijfsopheffing kleiner is dan het gemiddeld aantal personen per bedrijfsvestiging per Corop (op basis van Statline, CBS). In combinatie met de emigratiecoëfficiënten zijn de opheffingscoëfficiënten uitgebalanceerd (waarbij zoveel mogelijk de regionale verhoudingen uit de mutatiebalans zijn behouden) zodat de orde van grootte van het regionale aantal bedrijfsvestigingen (data: 1964, 1986, 1990-1992, 1994-2000; bron: Statline en Regionaal Statistisch Zakboek, CBS) benaderd wordt.

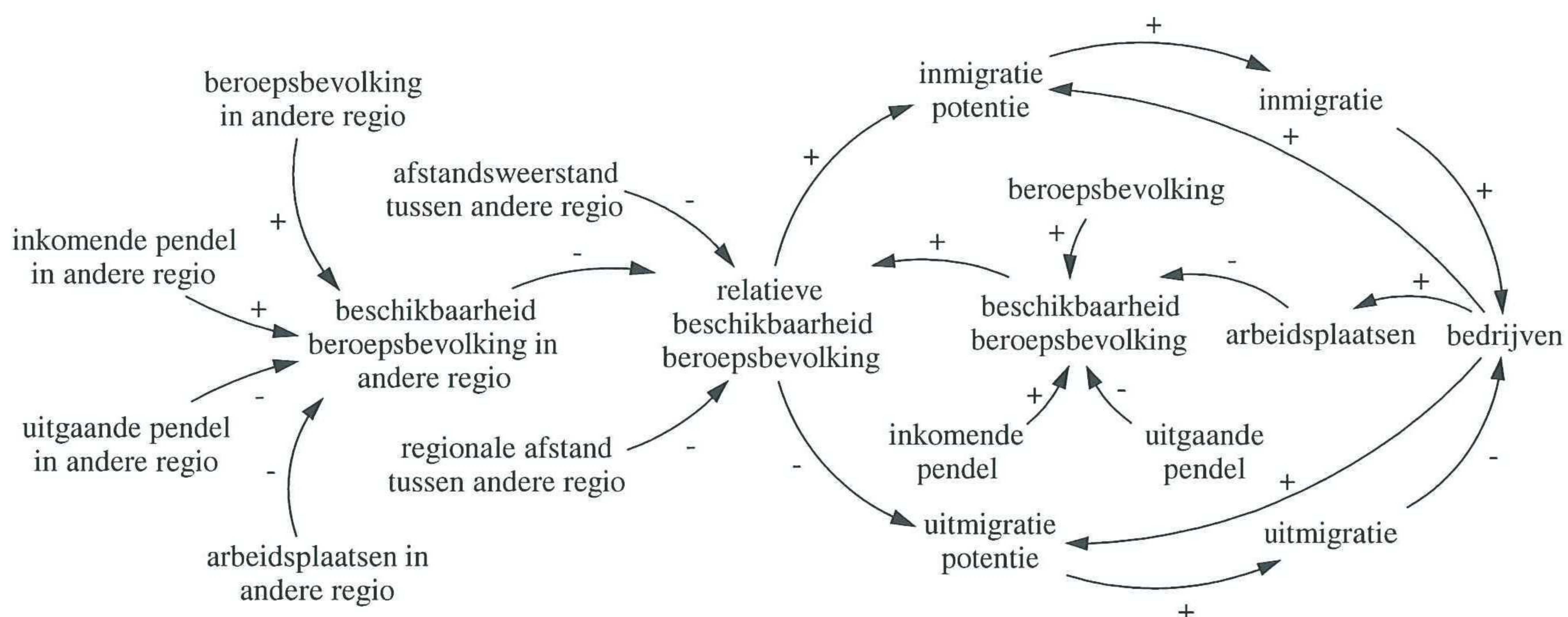
## 9.4 Binnenlandse bedrijfsmigratie

### *De causale relatiediagrammen van binnenlandse bedrijfsmigratie*

De module bedrijfsmigratie van het model brengt in beeld hoeveel bedrijven –en daarmee het aantal arbeidsplaatsen– uit Corop A een nieuwe bedrijfslocatie willen –en impliciet én kunnen én gaan betrekken in een andere Corop B of C. Een overzicht van de gemodelleerde dynamiek ten aanzien van interregionale bedrijfsmigratie is weergegeven in de figuren 9.4 en 9.5.



Figuur 9.4 Gemodelleerde dynamiek van binnenlandse bedrijfsmigratie om ruimteredenen



Figuur 9.5 Gemodelleerde dynamiek van binnenlandse bedrijfsmigratie om arbeidsredenen

### De theoretische achtergrond en specificatie van binnenlandse bedrijfsmigratie

Analoog aan de migratie van de bevolking, zullen de beslissingen ten aanzien van de migratiewens en de migratiebestemming elkaar beïnvloeden en gelijktijdig optreden. Daarom is de *potentiële bedrijfsmigratie* in het model geïntroduceerd. De potentiële bedrijfsmigratie (*pot\_UITM\_BV*) brengt in beeld hoeveel bedrijven uit een gebied, gestuurd door *interne arbeidsomstandigheden* en *interne bedrijfsruimteomstandigheden* zou willen migreren. Of bedrijven daadwerkelijk migreren is echter afhankelijk van de marktomstandigheden in de overige regio's. Wederom is daarbij verondersteld dat bedrijven die *uiteindelijk willen*, ook *kunnen* en *daadwerkelijk migreren*.

De potentiële bedrijfsmigratie is proportioneel ten opzichte van de aanwezige bedrijvenpopulatie verondersteld met een *bedrijfsmigratiecoëfficiënt* (*pct\_UITM\_BV*). Dit veronderstelt dat een grotere bedrijvenpopulatie per saldo meer migratie genereert. De bedrijfsmigratiecoëfficiënten zijn vanwege een gebrek aan gegevens niet regionaal gedifferentieerd.

Daarnaast zijn ook de *flexibele locatiefactoren* van belang ten aanzien van bedrijfsmigratie. In het model geschiedt dit met behulp van:

- De regionale beschikbaarheid van bedrijfsruimte;
- De regionale beschikbaarheid van beroepsbevolking.

Indien *gebrek aan ruimte* ontstaat, er *bereikbaarheidsproblemen* ontstaan, de *locatiekosten* hoog worden of de bouwtechnische *eigenschappen van het pand* verslechteren, borrelt bij bedrijven (op basis van deze interne omstandigheden) de wens op om zich in een andere regio te vestigen (Pellenbarg, 1993). Deze marktomstandigheden worden in het model op een geaggregeerde wijze weergegeven met behulp van de interne bedrijfsruitemarktstandigheden (*ABRUIMM\_UITM\_BV*, Bijlage 9.1.3). Met deze multipliertafel wordt het aantal bedrijven dat zou willen migreren gestimuleerd of gereduceerd ten opzichte van de normale omstandigheden. De normale bedrijfsmigratie worden daarbij bepaald op basis van enkel de bedrijfsmigratiecoëfficiënten. Dit is weergegeven in formule 9.1.

Naast bedrijfsruitemarktstandigheden spelen ook arbeidsmarktstandigheden een rol in bedrijfsmigratie. In de jaren vijftig en zestig was de toen *gespannen arbeidsmarkt* een pushfactor (Pellenbarg, 1994). Grote concerns, zoals Philips en AKU, verhuisden over grote afstanden naar Nederlandse randprovincies, op zoek naar goedkope ongeschoolde werknemers die op de gespannen arbeidsmarkt in West-Nederland nauwelijks te vinden waren. Dergelijke omstandigheden worden in het model nagebootst met de ratio BBAR, die de multipliertafel

$ABBM\_UITM\_BV$  (Bijlage 9.1.3) aanstuurt. De ratio BBAR moet in deze context geïnterpreteerd worden als maat voor de **beschikbaarheid van beroepsbevolking**.

Formule 9.1 brengt de interregionale verhuisgeneigdheid van bedrijven in beeld, welke door interne bedrijfsruimtemarktomstandigheden en arbeidsmarktomstandigheden wordt beïnvloedt.

$$pot\_UITM\_BV_i = Bedrijven_i * pct\_UITM\_BV_i * ABRUIMM\_UITM\_BV_i * ABBM\_UITM\_BV_i \quad (9.1)$$

Waarin:

$pot\_UITM\_BV_i$	= aantal potentiële uitmigrerende bedrijven in regio $i$ o.b.v. interne bedrijfsruimte- en arbeidsmarktomstandigheden in regio $i$ ;
$Bedrijven_i$	= het aantal aanwezige bedrijfsvestigingen in regio $i$ ;
$pct\_UITM\_BV_i$	= percentage van de bedrijven in regio $i$ met een migratiewens o.b.v. normale bedrijfsruimte- en arbeidsmarktomstandigheden in regio $i$ ;
$ABRUIMM\_UITM\_BV_i$	= pushfactor t.a.v. uitmigratie o.b.v. bedrijfsruimtemarktomstandigheden in regio $i$ ;
$ABBM\_UITM\_BV_i$	= pushfactor t.a.v. uitmigratie o.b.v. arbeidsmarktomstandigheden in regio $i$ .

Vervolgens is het de vraag in welke mate en waar de migrerende bedrijven uit regio  $i$  terechtkomen. De onderlinge regionale marktomstandigheden spelen hierbij een rol. Hiervoor worden alle mogelijke migratiestromen tussen de 40 Corop-gebieden onderling beschouwd met een **zwaartekrachtmodel**. De verdeling van het aantal uitmigranten uit regio  $i$  over regio's  $j$  kan wederom worden beschreven met behulp van **bereikbaarheidsindices** en **bereikbaarheidspotentialen**.

Een maat voor het aantal inmigrerende bedrijven ( $pot\_INM\_BV$ ) dat in een bestemmingsregio  $j$  verwacht kan worden, kan bepaald worden aan de hand van de aantrekkingskracht (*pull*) van de marktomstandigheden in regio  $j$ . Het proportionele verband tussen het aantal inmigrerende bedrijven en het aanwezige aantal bedrijfsvestigingen refereert aan de opportuniteiten die de aanwezigheid van andere bedrijven bieden. Hierbij moet gedacht worden aan *agglomeratievoordelen*, maar daarnaast zorgen ook *psychologische polarisatie* en allerlei *stabiele en flexibele locatiefactoren* (paragraaf 9.2.1).

Darnaast spelen de regionale marktomstandigheden een belangrijke factor in de aantrekkingskracht van een gebied. Een belangrijke pullfactor is in dit verband de *bereikbaarheid*. Met name de sectoren zakelijke dienstverlening, transport, distributie en handel hechten aan een goede bereikbaarheid. Kantoren, de fysieke verschijningsvorm van zakelijke diensten, trekken in hoog tempo naar goed bereikbare agglomeraties. De bereikbaarheid van een regio zit verdisconteert in de ratio BLR, die indirect de ratio BVBR bepaalt. De ratio BVBR reguleert via de multipliertafel  $ABRUIMM\_INM\_BV$  (Bijlage 9.1.3) de aantrekkingskracht van een gebied op basis van bedrijfsruimtemarktomstandigheden. Daarnaast wordt de aantrekkingskracht van een gebied mede bepaald door de arbeidsmarktomstandigheden, welke worden weergegeven met de multipliertafel  $ABBM\_INM\_BV$  (Bijlage 9.1.3). Een maat voor de totale aantrekkingskracht van een gebied ten aanzien van bedrijfsmigratie is uitgedrukt in formule 9.2. Vanwege een gebrek aan statistiek zijn de bedrijfsmigratiestromen niet getuned met een aanvullende parameter zoals bij bevolkingsmigratie en pendel.

$$pot\_INM\_BV_j = Bedrijven_j * ABRUIMM\_INM\_BV_j * ABBM\_INM\_BV_j \quad (9.2)$$

Waarin:

$pot\_INM\_BV_j$	= maat voor het aantal potentiële inmigrerende bedrijven in regio $j$ o.b.v. interne bedrijfsruimte- en arbeidsmarktomsandigheden in regio $j$ ;
$Bedrijven_j$	= het aantal aanwezige bedrijfsvestigingen in regio $j$ ;
$ABRUIMM\_INM\_BV_j$	= pullfactor t.a.v. immigratie o.b.v. bedrijfsruimtemarktomsandigheden in regio $j$ ;
$ABBM\_INM\_BV_j$	= pullfactor t.a.v. immigratie o.b.v. arbeidsmarktomsandigheden in regio $j$ .

Of de potentieel migrerende bedrijven daadwerkelijk migreren en waar naar toe wordt in het toegepaste zwaartekrachtmodel bepaald. Het toegepaste zwaartekrachtmodel is weergegeven in de formules 9.3 en 9.4. Bedrijven migreren naar een regio  $j$  wanneer de verwachte mogelijkheden van die regio opwegen tegen de mogelijkheden die de eigen regio biedt. Het aantal migrerende bedrijven uit regio  $i$  naar regio  $j$  is in het model afhankelijk van:

- De afstand tot regio  $j$ ;
- De kenmerken van regio  $j$  in relatie tot andere bestemmingsregio's.

Het merendeel van de ondernemers oriënteert zich binnen de eigen vestigingsregio (Pellenburg, 1993). Dit wordt in het zwaartekrachtmodel weergegeven met een hoge weerstandsfactor  $c_{ij}$ . Verklarende keep-factoren die hiermee worden weergegeven zijn: (1) het behoud van personeel (angst dat deze anders wellicht niet mee zullen gaan), (2) identificatie met de huidige locatie ('gebondenheid aan de streek') en (3) nabijheid van de afzetmarkt. Het verplaatsen over grote afstanden wordt door ondernemers ervaren als kapitaalvernietiging, daar personeel, waarin door middel van trainingen en cursussen is geïnvesteerd is, gedeeltelijk voor het bedrijf verloren gaan. De nabijheid van de afzetmarkt is relevant ten aanzien van de *transportkosten*.

De aantrekkelijkheid van een bestemmingsratio  $j$  voor migrerende bedrijven uit regio  $i$  worden uitgedrukt in een bereikbaarheidsindex ( $BI\_MIG\_BV_{ij}$ ), die voor een vertrekregio  $i$  de *bereikbaarheid* van de immigratieaantrekkelijkheid van een potentiële bestemmingsregio  $j$  weergeeft (formule 9.3). Vervolgens geeft de potentiaalwaarde ( $P\_MIG\_BV_i$ ) voor uitmigrerende bedrijven van regio  $i$  aan hoe bereikbaar de bestemmingsomgeving is (formule 9.4):

$$BI\_MIG\_BV_{ij} = \frac{pot\_INM\_BV_j}{D_{ij}^{c_{ij}}} * correctiefactor\_MIG\_BV_{ij} \quad (9.3)$$

Waarin:

$BI\_MIG\_BV_{ij}$	= bereikbaarheidsindex voor bedrijfsmigratie uit regio $i$ naar regio $j$ ;
$pot\_INM\_BV_j$	= maat voor het aantal potentiële inmigrerende bedrijven van regio $j$ o.b.v. interne bedrijfsruimtemarkt- en arbeidsmarktomsandigheden in regio $j$ ;
$D_{ij}$	= gemiddelde reistijd tussen regio $i$ en regio $j$ ;
$c_{ij}$	= weerstandsfactor behorende bij $D_{ij}$ .
$correctiefactor\_MIG\_BV_{ij}$	= corrigeert de bedrijfsmigriestroom van $i$ naar $j$ door rekening te houden met relatieve attractiviteit van bedrijfsruimtemarkt- en arbeidsmarktomsandigheden van regio $i$ ten opzichte van die van regio $j$ .

$$P\_MIG\_BV_i = \sum_j BI\_MIG\_BV_{ij} = \sum_j \frac{pot\_INM\_BV_j}{D_{ij}^{bij}} \quad (9.4)$$

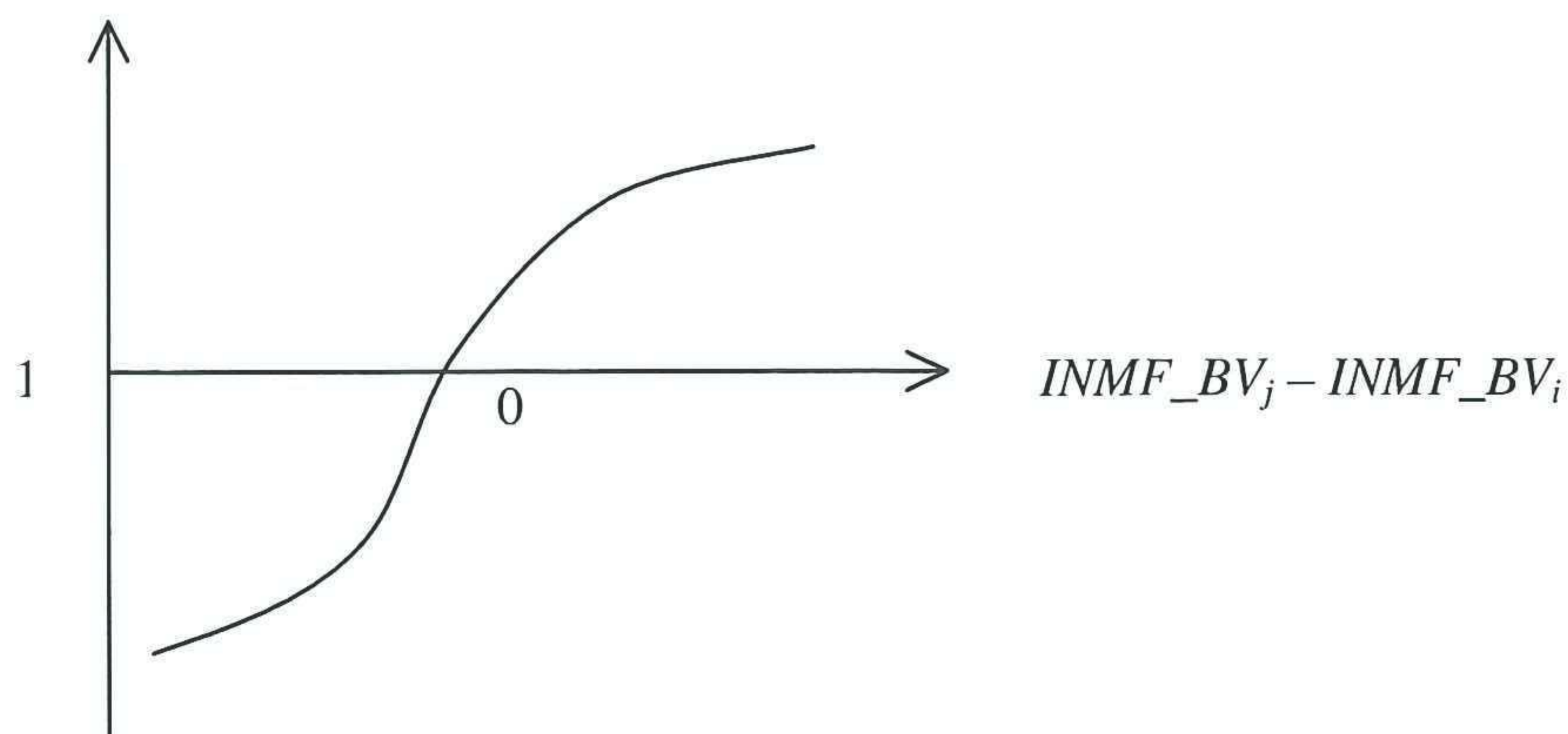
Waarin:

- $P\_MIG\_BV_i$  = potentiaal voor uitmigrerende bedrijven van regio  $i$ ;  
 $BI\_MIG\_BV_{ij}$  = bereikbaarheidsindex voor bedrijfsmigratie uit regio  $i$  naar regio  $j$ .

Door de graviteitbenadering vindt op geaggregeerd niveau een afweging plaats tussen enerzijds de prijs van grondgebruik (via  $pot-INM\_BV$ ) en de transportkosten (via de weerstandsfactor  $c_{ij}$ ) naar de oude afzetmarkt (waarvan impliciet wordt verondersteld dat deze lokaal van karakter is). Zo zal in minder toegankelijke gebieden sprake zijn van een lage grondprijs (grote  $pot-INM\_BV$ ), maar dan zullen de transportkosten naar de afzetmarkt hoger zijn (gereguleerd via grote  $c_{ij}$ ). Hoe beter een bepaald gebied bereikbaar is, des te meer activiteiten dit gebied per saldo zal aantrekken. Er wordt in dat gebied dan snel bedrijfsruimte gebouwd. Dit heeft tot gevolg dat de prijs van het grondgebruik en het vestigen van activiteiten in die veelgevraagde gebieden omhoog gaan.

Net zoals bij migratie, geeft de correctiefactor in het zwaartekrachtmodel de complexe relatie tussen migratiewens en migratiebestemming weer. De correctiefactor geeft het attractiviteitsverschil tussen twee regio's aan, waardoor de bedrijfsomgeving uit **volkomen meebewegende referentiepunten** bestaat. De vorm van de toegepaste correctiefactor is weergegeven in figuur 9.6 en is gespecificeerd in Bijlage 9.1.3.

$correctiefactor\_MIG\_BV_{ij}$



Figuur 9.6 Correctiefactor voor residentiële migratie

Waarin:

- $correctiefactor\_MIG\_BV_{ij}$  = corrigeert de migratiestroom van  $i$  naar  $j$  door rekening te houden met relatieve aantrekkingskracht van bedrijfsruimtemarkt- en arbeidsmarktomstandigheden van regio  $i$  ten opzichte van die van regio  $j$ ;  
 $INMF\_BV_i$  = pullfactor t.a.v. inmigratie o.b.v. bedrijfsruimtemarkt- en arbeidsmarktomstandigheden in regio  $i$ ;  
 $INMF\_BV_j$  = pullfactor t.a.v. inmigratie o.b.v. bedrijfsruimtemarkt- en arbeidsmarktomstandigheden in regio  $j$ .

Met:

$$INMF\_BV_i = ABBM\_INM\_BV_i * ABRUIMM\_INM\_BV_i \quad (9.5)$$

$$INMF\_BV_j = ABBM\_INM\_BV_j * ABRUIMM\_INM\_BV_j \quad (9.6)$$

Waarin:

$INMF\_BV_i$	= pullfactor t.a.v. immigratie o.b.v. bedrijfsruimtemarkt- en arbeidsmarktomsandigheden in regio $i$ ;
$INMF\_BV_j$	= pullfactor t.a.v. immigratie o.b.v. bedrijfsruimtemarkt- en arbeidsmarktomsandigheden in regio $j$ ;
$ABBM\_INM\_BV_i$	= pullfactor t.a.v. immigratie o.b.v. arbeidsmarktomsandigheden in regio $i$ ;
$ABRUIMM\_INM\_BV_i$	= pullfactor t.a.v. immigratie o.b.v. bedrijfsruimtemarkt-omsandigheden in regio $i$ ;
$ABBM\_INM\_BV_j$	= pullfactor t.a.v. immigratie o.b.v. arbeidsmarktomsandigheden in regio $j$ ;
$ABRUIMM\_INM\_BV_j$	= pullfactor t.a.v. immigratie o.b.v. bedrijfsruimtemarkt-omsandigheden in regio $j$ .

De werking van de bereikbaarheidsindices, potentialen en de interpretatie van de correctiefactoren wordt duidelijk als het werkelijke verdeelmechanisme van het zwaartekrachtmodel wordt geanalyseerd. De verdeling van het aantal bedrijfsmigranten van regio  $i$  over alle regio's geschiedt via het *relatieve aandeel* van de *bereikbaarheidsindex* van een bestemmingsregio in de *totale potentiaalwaarde* die hoort bij een verhuisregio  $i$ . De verdeling van potentiële uitmigrerende bedrijven van regio  $i$  gaat dus op basis van relatieve aantrekkelijkheid van regio's onderling. Een regio met een relatief grote aantrekkingskracht en die dichtbij ligt krijgt trekt dan relatief veel bedrijvigheid aan.

$$MIG\_BV_{ij} = pot\_UITM\_BV_i * \frac{BI\_MIG\_BV_{ij}}{P\_MIG\_BV_i} \quad (9.7)$$

Waarin:

$MIG\_BV_{ij}$	= richting van verhuizende bedrijven uit regio $i$ naar regio's $j$ o.b.v. relatieve bedrijfsruimte- en arbeidsmarktomsandigheden;
$pot\_UITM\_BV_i$	= aantal potentiële uitmigrerende bedrijven in regio $i$ o.b.v. interne bedrijfsruimte- en arbeidsmarktomsandigheden in regio $i$ ;
$BI\_MIG\_BV_{ij}$	= bereikbaarheidsindex voor bedrijfsmigratie uit regio $i$ naar regio $j$ ;
$P\_MIG\_BV_i$	= potentiaal voor uitmigrerende bedrijven van regio $i$ .

Ter illustratie van de causale structuur wordt in dit geval een extreme situatie bekeken. Indien in één regio  $i$  de marktomsandigheden (gemeten via de bedrijfsruimtemarkt en de arbeidsmarkt) zeer slecht zijn en in alle andere regio's  $j$  heel erg goed, is het aannemelijk dat de uitmigratie van de regio  $i$  groot is en de immigratie er klein. Per saldo zullen bedrijven in dit geval om te overleven hun marktaandeel veilig moeten stellen door te verhuizen naar een locatie met een beter productiemilieu. In het model worden in dit geval de bereikbaarheidsindices vanuit  $i$  naar  $j$  allen gestimuleerd. Het aandeel van de interne bereikbaarheidsindex in de totale potentiaal daalt sterk, met als resultaat dat de *eigen* regio minder migrerende bedrijven *ontneemt* aan de distributie van bedrijfsmigratie over *andere* regio's. Er vertrekken dan meer bedrijven dan normaal.

In het andere extreme geval dat ten opzichte van een regio  $i$  de marktomsandigheden in alle regio's  $j$  veel minder goed is, gaat de *interne* bereikbaarheidsindex de potentiaalwaarde domineren. Er zullen dan relatief minder uitmigrerende bedrijven aan andere regio's en relatief veel immigrerende bedrijven aan regio  $i$  toegedeeld worden.



Het uiteindelijke aantal uitmigrerende bedrijven van een regio kan vervolgens bepaald worden door de *intraregionale* toedeling in  $MIG\_BV_{ij}$  van  $MIG\_BV_{ij}$  af te halen (formule 9.8). Dan blijft het aantal bedrijven over dat uiteindelijk wordt toegedeeld aan overige regio's:

$$UITM\_BV_i = \sum_j MIG\_BV_{ij} - MIG\_BV_{i=j} \quad (9.8)$$

Waarin:

- $UITM\_BV_i$  = aantal uitmigrerende bedrijven van regio  $i$  o.b.v. relatieve bedrijfsruimte- en arbeidsmarktomstandigheden;
- $MIG\_BV_{ij}$  = richting van verhuizende bedrijven uit regio  $i$  o.b.v. relatieve bedrijfsruimte- en arbeidsmarktomstandigheden;
- $MIG\_BV_{i=j}$  = aantal potentiële migrerende bedrijven die de oorspronkelijke vestigingsregio  $i$  niet verlaten.

In regio  $j$  dienen zich, op basis van *relatieve attractiviteit* en *geografische ligging*, uit allerlei regio's migrerende bedrijven aan. Dit is weergegeven in formule 9.9:

$$INM\_BV_j = \sum_i MIG\_BV_{ij} - MIG\_BV_{i=j} \quad (9.9)$$

Waarin:

- $INM\_BV_j$  = aantal inmigrerende bedrijven van regio  $j$  o.b.v. relatieve bedrijfsruimte- en arbeidsmarktomstandigheden;
- $MIG\_BV_{ij}$  = richting van verhuizende bedrijven uit regio  $i$  o.b.v. relatieve bedrijfsruimte- en arbeidsmarktomstandigheden;
- $MIG\_BV_{i=j}$  = aantal potentiële migrerende bedrijven die de oorspronkelijke vestigingsregio  $i$  niet verlaten.

### ***De kalibratie van binnenlandse bedrijfsmigratie***

Doordat de interne massa en interne afstanden per regio meewegen in het zwaartekrachtmodel, kunnen de migratiepercentages niet empirisch worden afgeleid. Uit de literatuur blijkt dat migratiepercentages ongeveer dezelfde orde van grootte heeft als de bedrijfsoprichtings- en bedrijfsopheffingscoëfficiënten (Pellenburg, 1994). Met het oog op de ontwikkeling van de werkgelegenheid is dit percentage niet representatief, aangezien in de praktijk met name kleine bedrijven –met een kleine werkgelegenheid– de migratie bepalen. De potentiële uitmigratiecoëfficiënt is aangenomen op 2% en niet regionaal gedifferentieerd.

Na het afstellen van de immigratie en emigratiecoëfficiënten –die wél regionaal gedifferentieerd zijn– zijn de weerstandfactor en de correctiefactoren afgeschat, zodanig dat de regionale ontwikkeling van het aantal bedrijfsvestigingen (data: 1964, 1986, 1990-1992, 1994-2000; bron: Statline en Regionaal Statistische Zakboeken, CBS) een goede orde van grootte aannam. De multipliertafels zijn op basis van hun economische effecten uit literatuurbeschrijving afgeschat. De gebruikte afstandsmatrix is opgebouwd uit interregionale reistijden over het autowegennetwerk in 1997. Een kleine, uniforme ontwikkeling van deze reistijden is exogeen ingevoerd.

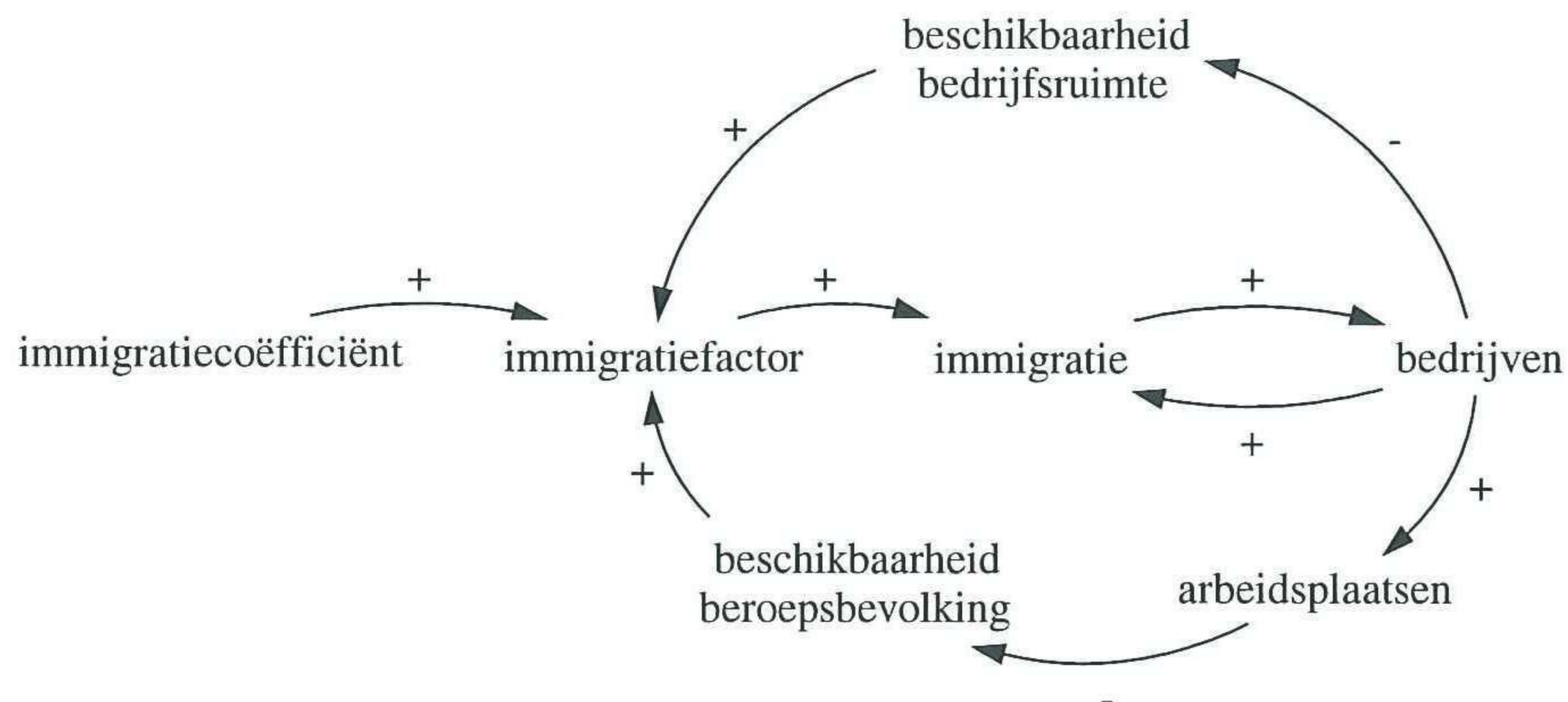
## **9.5 Immigratie bedrijven**

### ***Het causaal relatiediagram van bedrijfsmigratie***

Naast de binnenlandse migratie is immigratie van bedrijven uit het buitenland een onderdeel van de bedrijvendemografie. Een heler onderscheidt tussen immigratie en bedrijfsopheffing vanuit bestaande bedrijven is in de praktijk niet eenduidig vast te stellen. Indien een buitenlands bedrijf een Nederlandse vestiging opent, is dit dan immigratie of een bedrijfsoprichting vanuit bestaande bedrijven? Het is in deze context immigratie, indien de onderneming eerder nog niet fysiek aanwezig was in Nederland. De 'driving forces' achter bedrijfsmigratie zijn in dit opzicht van

een ander niveau dan bij bedrijfsoprichting. In theoretisch opzicht is het onderscheid in bedrijfsimmigratie en bedrijfsoprichting in de bedrijvendemografie dan ook relevant.

De gemodelleerde dynamiek ten aanzien van de immigratie van bedrijven is weergegeven in figuur 9.7.



Figuur 9.7 Gemodelleerde dynamiek van bedrijfsimmigratie

### ***De theoretische achtergrond van bedrijfsimmigratie***

Immigratie kan bestempeld worden als een bovenregionaal proces, aangezien omstandigheden buiten de systeemgrens hierbij erg belangrijk zijn. De relatie tussen systeem en systeemomgeving is ten aanzien van immigratie voor een groot gedeelte verdisconteert in *immigratiecoëfficiënten*. Zoals figuur 9.7 laat zien, is de gemodelleerde immigratie -via een *immigratiefactor*- met een *immigratiecoëfficiënt* proportioneel verondersteld van de totale bedrijvenpopulatie. Dit impliceert dat een toename van het aantal bedrijven leidt tot additionele immigratie. Deze proportionaliteit is in theoretisch opzicht gerechtvaardigd door *agglomeratienadelen*, *psychologische polarisatie* en *stabiele locatiefactoren* en *regionale locatiefactoren*. Deze factoren rechtvaardigen tevens de regionale differentiatie van de immigratiecoëfficiënten. Daarnaast bepalen factoren zoals *marktverschuivingen*, ontwikkelingen in *lage-lonen landen*, *overheidsbeleid* (politieke medewerking) en het *belastingklimaat* de verhouding tussen Nederland en haar systeemomgeving.

De immigratiecoëfficiënten geven per regio de inkomende bedrijfsmigratie over de landsgrens weer, onder 'normale' marktomstandigheden. Daarnaast kan vanuit theoretisch oogpunt gesteld worden dat de Nederlandse marktomstandigheden zélf ook voor een gedeelte de *ontwikkeling* van bedrijfsimmigratie kunnen veroorzaken. De causale structuur van het model staat toe om de bedrijfsimmigratie mede te laten bepalen door twee soorten flexibele locatiefactoren:

- De regionale beschikbaarheid van bedrijfsruimte;
- De regionale beschikbaarheid van beroepsbevolking.

Voor deze effecten kan de analogie van de oorspronkelijke Urban Dynamics modellen gebruikt worden, waarbij de systeemomgeving wordt gedefinieerd als een **onvolkomen meebewegend referentiepunt**.

Het effect van arbeidsmarktomstandigheden op bedrijfsimmigratie wordt gesimuleerd met behulp van de multipliertafel *ABBM\_IMM\_BV* (Bijlage 9.1.4). Een waarde voor *BBAR* groter dan 1 correspondeert met een *grote* beschikbaarheid van beroepsbevolking. In dit geval beschrijft *BBAR* een ruime arbeidsmarkt, waardoor immigratie van bedrijven mede door overheidsbeleid wordt gestimuleerd. Omgekeerd geldt dat bij krappere wordende arbeidsmarktomstandigheden ( $BBAR < 1$ ) bedrijfsimmigratie minder aantrekkelijk wordt en bedrijfsimmigratie wordt gereduceerd ten opzichte van normale omstandigheden.

Het effect van de regionale beschikbaarheid van bedrijfsruimte wordt in het model met behulp van de multipliertafel *ABRUIMM\_IMM\_BV* (Bijlage 9.1.4). gesimuleerd. Een krappe bedrijfsruimtemarkt correspondeert met een waarde van BVBR groter dan 1. Doordat blijkbaar niet veel gebouwd kan worden, zijn de locatiekosten hoog. De kwaliteit van de locatie is tevens niet goed vanwege een gebrekkige bereikbaarheid en een verstoord woonmilieu, waardoor immigratie van bedrijven minder wordt. Indien daarentegen het vestigingsklimaat gunstig doordat er op grote schaal bedrijfsruimte wordt ontwikkeld, zullen per saldo meer buitenlandse vestigingen in Nederland geopend worden.

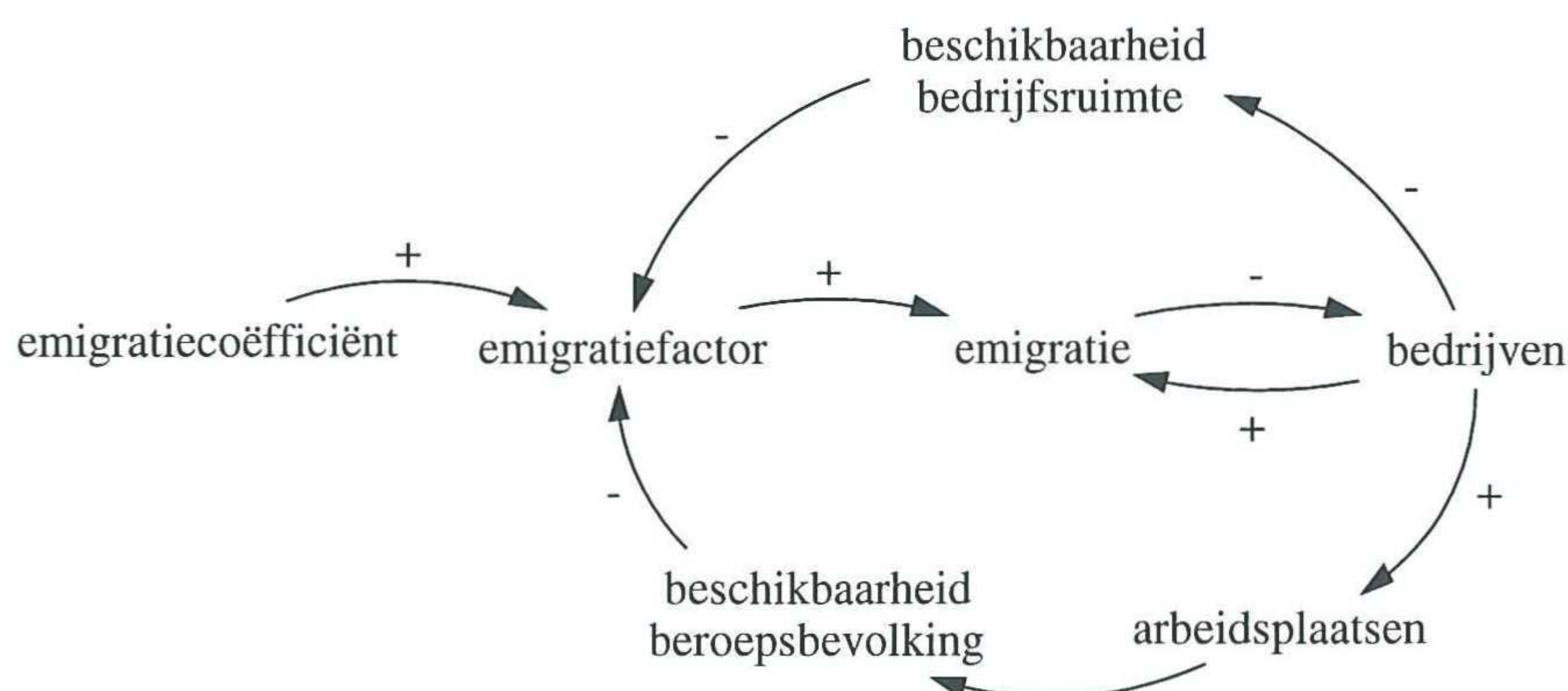
### *De kalibratie van bedrijfsimmigratie*

De immigratiecoëfficiënten zijn regionaal gedifferentieerd. Daarbij is zoveel mogelijk rekening gehouden met de regionale differentiaties van bedrijfsoprichting zoals deze in de mutatiebalans van de Kamer van Koophandel van het jaar 2000 (bron: Kemper) geregistreerd staan. Tevens is rekening gehouden met de internationale ligging van de Corop-gebieden. De coëfficiënten zijn uiteindelijk uitgebalanceerd in combinatie met de overige coëfficiënten van de bedrijvendemografie, zodanig dat de regionale ontwikkeling van het aantal bedrijfsvestigingen (data: 1964, 1986, 1990-1992, 1994-2000; bron: Statline en Regionaal Statistische Zakboeken, CBS) wordt benaderd.

## 9.6 Emigratie bedrijven

### *Het causaal relatiediagram van bedrijfsemigratie*

De bedrijfsemigratie is op een analoge wijze gemodelleerd als de bedrijfsimmigratie. Het causaal relatiediagram ten aanzien van bedrijfsemigratie is weergegeven in figuur 9.8.



Figuur 9.8 Gemodelleerde dynamiek van bedrijfsemigratie

### *De theoretische achtergrond van bedrijfsemigratie*

De proportionaliteit (door middel van een *emigratiecoëfficiënt*) tussen emigratie en bedrijven veronderstelt dat een grotere bedrijvenpopulatie per saldo meer emigrerende bedrijven genereert. De emigratiecoëfficiënt zijn regionaal gedifferentieerd, wat gerechtvaardigd is door tal van agglomeratievoordelen, psychologische polarisatie en andere stabiele en flexibele locatiefactoren. Belangrijke *triggers* die de grootte en richting van emigratie beïnvloeden zijn onder meer ruimtegebrek, de arbeidsmarkt, bereikbaarheidsproblemen, locatiekosten, marktverschuiving, eigenschappen van pand (zoals slechte bouwtechnische eigenschappen van het pand), organisatorische redenen (zoals: reorganisatie van bedrijfsactiviteiten, het moederbedrijf zet dochteronderneming tot verplaatsing aan, 'management buy-out'), redenen externe aard (zoals huuropzegging, aflopen van het huurcontract), het belastingklimaat en overheidsbeleid.

De causale structuur van het model staat toe om de bedrijfsemigratie mede te laten bepalen door twee soorten flexibele locatiefactoren: (1) de regionale *beschikbaarheid van bedrijfsruimte* en (2) de regionale *beschikbaarheid van beroepsbevolking*.

Zowel een beperkte beschikbaarheid aan bedrijfsruimte (multipliertafel *ABRUIMM\_EM\_BV*, Bijlage 1.9.4) –refererend aan tal van negatieve agglomeratieaspecten– als een beperkte beschikbaarheid aan beroepsbevolking (multipliertafel *ABBM\_EM\_BV*, Bijlage 1.9.4) leiden per saldo tot een toename van bedrijfsemigratie. Per saldo zullen onder deze omstandigheden meer bedrijfsvestigingen worden overgeplaatst naar lage loongebieden in het buitenland, of een internationaal beter bereikbare locatie opzoeken.

Indien de Nederlandse marktomstandigheden daarentegen gunstig zijn, zal een bedrijf minder snel getriggerd zijn naar het buitenland te vertrekken en zal per saldo de bedrijfsemigratie dalen ten opzichte van de normale omstandigheden.

### ***De kalibratie van bedrijfsemigratie***

De immigratiecoëfficiënten zijn regionaal gedifferentieerd. Daarbij is zoveel mogelijk rekening gehouden met de regionale differentiaties van bedrijfsopheffing zoals deze in de mutatiebalans van de Kamer van Koophandel van het jaar 2000 (bron: Kemper) geregistreerd staan. Tevens is rekening gehouden met de internationale ligging van Corop-gebieden. De coëfficiënten zijn uiteindelijk uitgebalanceerd in combinatie met de overige coëfficiënten van de bedrijvendemografie, zodanig dat de regionale ontwikkeling van het aantal bedrijfsvestigingen (data: 1964, 1986, 1990-1992, 1994-2000; bron: Statline en Regionaal Statistische Zakboeken, CBS) wordt benaderd.

## **9.7 Perspectief module bedrijven**

De belangrijkste sterkten en zwakten van de toegepaste modellering van de bedrijvendemografie kunnen worden gecategoriseerd naar *theoretische*, *methodische* en *praktische* aspecten. Uit de synthese van de belangrijkste sterkten en zwakten kunnen vervolgens de meest relevante en/of interessante aanbevelingen voor de bedrijvenmodule worden geformuleerd.

### **9.7.1 Sterkten**

De belangrijkste sterkten van de toegepaste module bedrijven zijn:

#### **1. Theoretisch**

- De ontwikkeling van het aantal bedrijven is voor elke regio *uniek* in beeld gebracht;
- Bedrijfsmigratie is afhankelijk gemaakt van relatieve bedrijfsruimtemarktomstandigheden en arbeidsmarktomstandigheden;
- Bedrijfsmigratie is afstandsafhankelijk gemaakt, waardoor de modelstructuur de ruimtelijke spreiding van wonen en werken in beeld brengt;
- In de zwaartekrachtmodellen zitten de ‘marktomstandigheden van het moment’ verwerkt, welke kritiek op traditionele zwaartekrachtmodellen reduceert;
- Ten opzichte van traditionele Urban Dynamics modellen is de economische structuur van het model eenduidiger in beeld gebracht;
- Ten opzichte van traditionele Urban Dynamics modellen zijn twee fundamentele beperkingen geminimaliseerd:
  - Het ‘probleem van de *systeemgrens*’;
  - Het ‘probleem van de *onbegrensde systeemomgeving*’.

De Nederlandse, interne balans van bedrijfsmigratie is gesloten van aard. Hierdoor wordt het systeem niet enkel gereguleerd met behulp van een onbegrensde systeemomgeving. De verklarende dynamiek van migratie is in het model deels endogeen in beeld gebracht, doordat de regionale systeemomgeving uit meerdere ‘*volkomen meebewegende referentiepunten*’ bestaat.

## 2. Methodisch

- Door het gebruik van *tweedimensionale array's* kunnen interregionale bedrijfsmigratiestromen -en daardoor de *complexe ruimtelijke component-* op een overzichtelijke wijze binnen systeem dynamisch instrumentarium geïmplementeerd worden. De module bedrijven is en blijft hierdoor:
  - Gebruiksvriendelijk;
  - Toegankelijk, waardoor iteratieve modelontwikkeling mogelijk is;
  - Overdraagbaar, doordat inhoudelijke communicatie goed mogelijk is.

## 3. Praktisch

- Het effect van beleidsmaatregelen (ook met betrekking tot infrastructuur) ten aanzien van bedrijfsmigratie -en daarmee ruimtelijke ontwikkeling- kunnen met het model worden verkend, doordat effecten geaggregeerd in variabelen zitten verdisconteerd.

### 9.7.2 Zwakten

De belangrijkste zwakten van de toegepaste module bedrijven zijn:

#### 1. Theoretisch

- De grootte van bedrijfsoprichtingen en -opheffingen kunnen niet de werkelijkheid benaderen, aangezien anders de werkgelegenheid veel te groot wordt benaderd. In werkelijkheid is het gemiddeld aantal personen dat betrokken is bij een oprichting c.q. opheffing van een bedrijfsvestiging een factor tien kleiner dan het gemiddeld aantal werknemers in het gevestigde bedrijfsleven (CBS). Onderscheidt naar *bedrijfs grootte* blijkt voor een goede weergave van de bedrijvendemografie essentieel;
- De bedrijvendemografie is in werkelijkheid afhankelijk van factoren die met een geaggregeerde benaderingswijze niet voor elke regio een accurate benadering van de werkelijkheid biedt. Belangrijk is onder meer het effect van *fusies*, *overnames* en overige relaties van een bedrijfsvestiging met het *moederbedrijf*. Het *individuele* karakter van bedrijfsmigratie heeft, veel sterker dan bij bevolking het geval is, gevolgen voor de ruimtelijke ontwikkeling van een gebied. Ter illustratie kan worden verwezen naar de verhuizing van de voormalige P.T.T. destijds naar Noord-Nederland, welke het resultaat van een afzonderlijke beslissing was. In dit geval verhuisde één bedrijf, maar met grote sociaal-economische gevolgen. Er kunnen hieruit twee conclusies worden gedestilleerd:
  - De geaggregeerde benadering met de bedrijvendemografie leent zich (in zijn huidige opzet) niet altijd voor een accurate weergave van de werkelijkheid, ten aanzien van (1) het aantal bedrijven, (2) de werkgelegenheid en (3) het aantal bedrijfsruimten;
  - Een micro-simulatie biedt betere mogelijkheden voor het in beeld brengen van de bedrijvendemografie (en daarmee werkgelegenheid), aangezien voor een betrouwbare weergave van bedrijvendemografie relatief veel deelpopulaties benodigd zijn;
- De proportionaliteit tussen bedrijfsopheffing/-emigratie en het aantal aanwezige bedrijven is betwistbaar, aangezien de aanwezigheid van andere bedrijven een belangrijke factor in het productiemilieu speelt. Van belang voor het functioneren van een bedrijf zijn de zogenaamde 'forward linkages' en 'backward linkages' (de relatie met toeleveranciers en afnemers). De overlevingskans van bedrijven neemt toe indien zij kunnen beschikken over meer toeleveranciers, afnemers of banken. Een grotere bedrijvenpopulatie zou in deze interpretatie de kans op bedrijfsopheffing kunnen verkleinen. (De linkages zijn over het algemeen sterk afstandgevoelig, zodat er sprake is van een regionaal productie-milieu);
- In de praktijk zijn de bedrijfsmigratiecoëfficiënten regionaal gedifferentieerd. Achterliggende factoren hiervoor zijn verschillen in bepaalde *agglomeratievoordelen*, *psychologische polarisatie* en *stabiele locatiefactoren*, welke

in paragraaf 9.2.1 aan de orde zijn gekomen. Ten aanzien van bedrijfsmigratie –en indirect de verschillende markten- is de *sectorale* samenstelling van het bedrijvenpalet, weke regionaal gezien niet homogeen is, erg relevant. Naast *bedrijfssector*, zijn belangrijke determinanten van bedrijfsmigratie de *bedrijfs grootte* en het *afzetgebied*. Terwijl zakelijke dienstverleners, groothandel en transporteurs relatief veel en steeds meer verplaatsen, zijn industrie en de bouw in mindere mate mobiel (Pellenbarg, 1993). Industrie en de bouw zoeken met name aanpassingen in de vorm van uitbreidingen dan wel renovatie, aangezien de verplaatsingskosten hoog zijn. Daarnaast hebben kleine en snel groeiende bedrijven een grotere verhuisgeneigdheid dan langzamer groeiende en grote bedrijven. Naarmate het bedrijf verder groeit, wordt verhuizen een steeds ingrijpender gebeurtenis. De omvang van de te verplaatsen of vernieuwen productiemiddelen stijgt, en het grotere aantal bij de verhuizing betrokken werknemers zorgt ook voor moeilijkheden. Grotere bedrijven zoeken daarom liever naar andere oplossingen, zoals delen van het productieproces te verplaatsen of door groei van de productiecapaciteit te realiseren door overname van andere bedrijven;

- De *grootte* en *ontwikkeling* van de weerstandsfactoren zijn in de praktijk verschillend voor verschillende bedrijfssectoren, waardoor migratiestromen veel diffuser zijn. Bedrijven in de tertiaire sector zijn bijvoorbeeld relatief ‘*footloose*’. Deze zijn niet vanuit logistiek oogpunt gebonden aan een locatie, maar meer gericht op de arbeidsmarkt;
- In werkelijkheid is er sprake van een ontwikkeling in de bedrijfsmigratie-coëfficiënten. Door schaalvergroting is bijvoorbeeld de decentralisatie vanwege arbeidsmarktomstandigheden in de tijd afgezwakt, doordat bedrijven hun blik hebben verruimd tot lage loongebieden in de derde wereld. Het binnenlandse migratiepercentages daalt hierdoor in de tijd, terwijl de emigratiepercentages stijgen;
- De multiplierwerking van buitenlandse bedrijfsmigratie is voor regio’s niet hetzelfde vanwege de geografische ligging in internationaal verband. In feite dienen multipliers regionaal gedifferentieerd te worden. Uit praktisch oogpunt is dit effect achterwege gelaten;
- In de praktijk is sprake van capaciteitsbeperkingen, bijvoorbeeld de daadwerkelijk beschikbare hoeveelheid bedrijfsruimten (in feite het ‘kunnen’ van migrerende bedrijven);
- De invloed van bovenregionale bedrijfsmigratie op de ruimtelijke ontwikkeling is in het model en in de praktijk- relevant. Op dit vlak behoudt het model –zij het in gereduceerde vorm- het ‘probleem van de onbegrensde systeemomgeving’.

## 2. Methodisch

- Het aantal entiteiten binnen Stella heeft nagenoeg het maximum bereikt. Door de beperkte capaciteit van Stella is het niet goed mogelijk de huidige modellering uit te breiden, door bijvoorbeeld bedrijven te segmenteren;
- Door de grote en complexe structuur is de simulatietijd binnen Stella sterk vertraagd.

## 3. Praktisch

- Door de zeer complexe structuur en de gebrekkige empirische onderbouwing is het erg lastig om de modelvariabelen en niet-lineaire verbanden met ‘trial-and-error’ te kalibreren en is de modelstructuur niet goed te verifiëren. De orde van grootte van de totale ontwikkeling van het aantal bedrijfsvestigingen en de werkgelegenheid is acceptabel, maar de correctheid van de onderliggende stromen in de bedrijvendemografie is onzeker;
- Onnauwkeurigheden in gebruikte empirische gegevens:
  - Onder bedrijfsvestigingen worden alleen locaties gerekend waar meer dan 15 uur per week wordt gewerkt;
  - Statistische gegevens zijn gebaseerd op enquêtes, waarbij een bepaalde onnauwkeurigheid onvermijdelijk is;
  - De gebruikte reisafstandsmatrix (paragraaf 7.9.2).

### 9.7.3 Aanbevelingen

#### *Verfijnen huidige modellering*

- Empirisch onderbouwen van de modelstructuur;
- Regionaal differentiëren van multipliertafels;
- Het verkennen van andere weerstandsfuncties, zoals een logit-formulering;
- Het gros van de ondernemers oriënteert zich binnen een straal van 40 km binnen de eigen vestigingsplaats (Pellenbarg, 1994). Dit kan verklaard worden aan de hand van de gemiddelde reisbereidheid van personeel, aangezien het behoud van personeel een zeer belangrijke keep-factor is in het migratieproces. De huidige modelstructuur kan verfijnd worden met een geleidelijke contourmaat zoals bij pendel is toegepast. Hiermee kan een verbeterde weergave van de werkelijkheid worden verkend.

#### *Uitbouwen modellering*

- De bedrijvendemografie kan verbeterd worden weergegeven met een *cohort-model*. In tegenstelling tot bij bevolking, waarvan de sociaal-economische fase in de levenscyclus nauw samenhangt met de leeftijd, is dit bij bedrijven veel minder het geval. De fase van de levenscyclus waarin een bedrijf zich bevindt is een betere graadmeter voor het beschrijven van demografie. Aan de hand van de fase in de levenscyclus kan een benadering worden gemaakt van het gemiddeld aantal werknemers, migratiepotentie en oppervlakte per economische activiteit. In een gedetailleerd model vraagt dit dan ook om een benadering in termen van '*fase in de levenscyclus*', en niet in termen van leeftijd. Op deze wijze kan de ontwikkeling van bedrijven van verschillende economische aard wél in hetzelfde stramien (en in een array-structuur) benaderd worden. De meest gangbare indeling in fases is: (1) 'bestaansopbouw', (2) 'overleven', (3) 'succes', (4) 'expansie' en (5) 'optimale verhoudingen' (Van der Meer e.a., 1998). Een overzicht in deze levensfasen is weergegeven in Bijlage 9.2;
- Naast *locatie* (40 Corop-gebieden) en de fase in de levenscyclus is onderscheid in het soort economische activiteit relevant. Het verloop van de levenscyclus in de tijd is tevens bedrijfssectorspecifiek (Van der Meer e.a., 1998). Een eerste onderscheid dat gemaakt kan worden is dat in *stuwende* en *verzorgende* bedrijvigheid. Meer detail kan worden verkregen met het in beeld brengen van meerdere *bedrijfssectoren*. Ten aanzien van databeschikbaarheid is een bedrijfstaksamenstelling voorgesteld in Bijlage 9.3;
- Analoog aan bevolkingsmigratie, kan bij bedrijfsmigratie rekening worden gehouden met capaciteitsbeperkingen. In een additieve modellering kan zodoende rekening worden gehouden met het onderscheid in 'willen' en 'kunnen'.

#### *Overige opmerkingen*

- Door het in beeld brengen van bedrijfssectoren kunnen afzetrelaties tussen bedrijfssectoren worden geanalyseerd. Aangezien het model in de huidige opzet *ruimtelijk gedesaggregeerd* is –terwijl Stella beschikt over array's met maximaal 2 dimensies- is het momenteel niet mogelijk om én ruimtelijk én sectoraal binnen Stella te desaggregeren. De array-structuur biedt echter wel mogelijkheden om een *nationaal* niveau een dynamisch input-output model te verkennen;
- Indien vier-dimensionale array's kunnen worden toegepast kan een interregionale modelstructuur ontwikkeld worden. Door **intersectorale én ruimtelijke interactie** kan:
  - Een module *verkeer en vervoer* worden geïmplementeerd, waardoor tevens het goederenvervoer en werk-werkrelaties in beeld worden gebracht. In combinatie met pendel is dit een maat voor de vraag naar infrastructuur. Hierdoor kan een verbeterde weergave van reistijdontwikkeling worden gegenereerd indien deze in beeld wordt gebracht (paragraaf 7.9);
  - De regionale vraag (bevolking, bedrijven, export) en het regionale aanbod van producten in beeld worden gebracht. Hiermee kan de mogelijke groei van

productiecapaciteit worden afgeleid, welke als de drijvende kracht achter de bedrijvendemografie kan worden aangenomen. Er kan hierbij gebruik gemaakt worden van zwaartekrachtmodellen om 'vraagvelden' in beeld te brengen.;

- Verkend worden welke bedrijfssectoren het meest profiteren van ruimtelijke investeringen in infrastructuur. Een verandering in economische ontwikkeling (bedrijfstakken) verandert tevens de eisen van bereikbaarheid, waardoor de reistijdontwikkeling theoretisch sterk in beeld kan worden gebracht;
- Randvoorwaarden voor het uitbouwen van het model zijn:
  - Een grotere capaciteit van Stella;
  - In geval van segmentatie van bedrijven in verband met bedrijfsmigratie: de beschikbaarheid van *driedimensionale* array's;
  - In geval van interregionale afzetrelaties tussen bedrijfssectoren: de beschikbaarheid van *vierdimensionale* array's;

Segmenteren is essentieel voor relevant inzicht en de ontwikkeling van een adequate, integrale modelstructuur, maar de complexiteit die ontstaat is dodelijk voor het overzicht. De verschillende aanbevelingen kunnen daarom het beste in afzonderlijke modelleringen worden verkend.

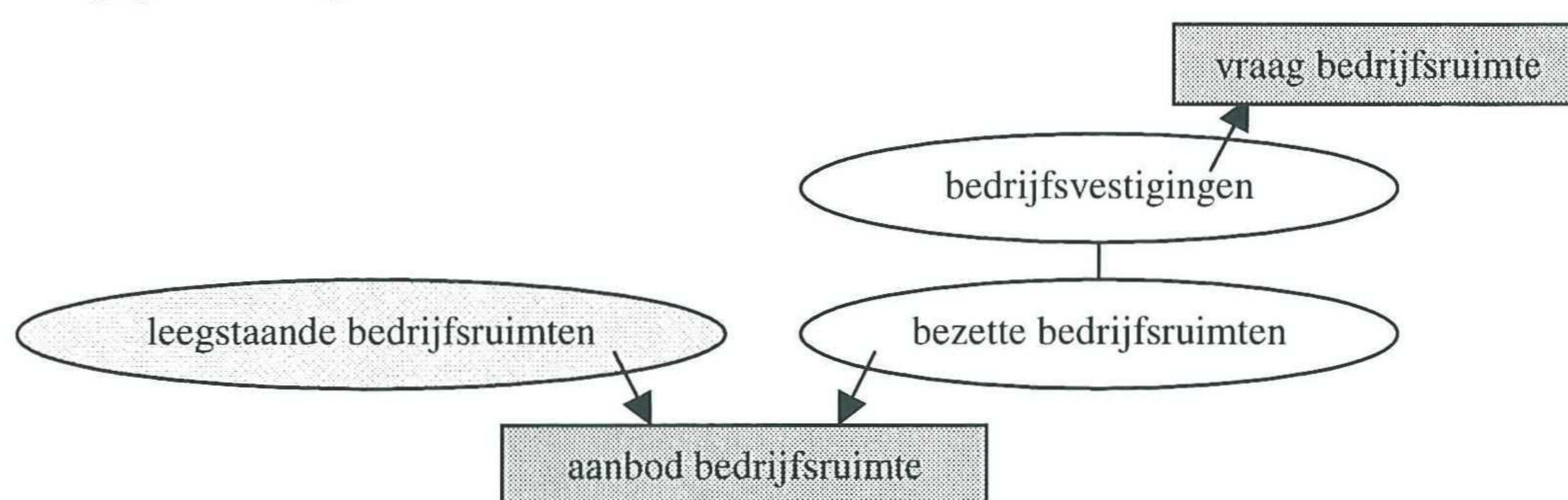


## 10 BEDRIJFSRUIMTEMARKT

In dit hoofdstuk wordt de modellering van de regionale bedrijfsruimtemarkt toegelicht. Enerzijds wordt door veranderingen in het aantal bedrijfsterreinen het regionaal grondgebruik direct beïnvloed. Anderzijds zijn de omstandigheden op de bedrijfsonroerendgoedmarkt een factor in het proces van bedrijfsmigratie. De regionale omstandigheden op de bedrijfsruimtemarkt beïnvloeden op deze wijze de ruimtelijke spreiding van werken.

### 10.1 Balans bedrijfsruimtemarkt

De bedrijfsruimtemarkt (bedrijfsonroerendgoedmarkt) lijkt in sterke mate op de woningmarkt. In beide markten reageert de bouw van huisvesting op marktomstandigheden. Ook op de bedrijfsruimtemarkt komen vraag en aanbod samen. De balans van de bedrijfsruimtemarkt is weergegeven in figuur 10.1.



Figuur 10.1 Balans bedrijfsruimtemarkt

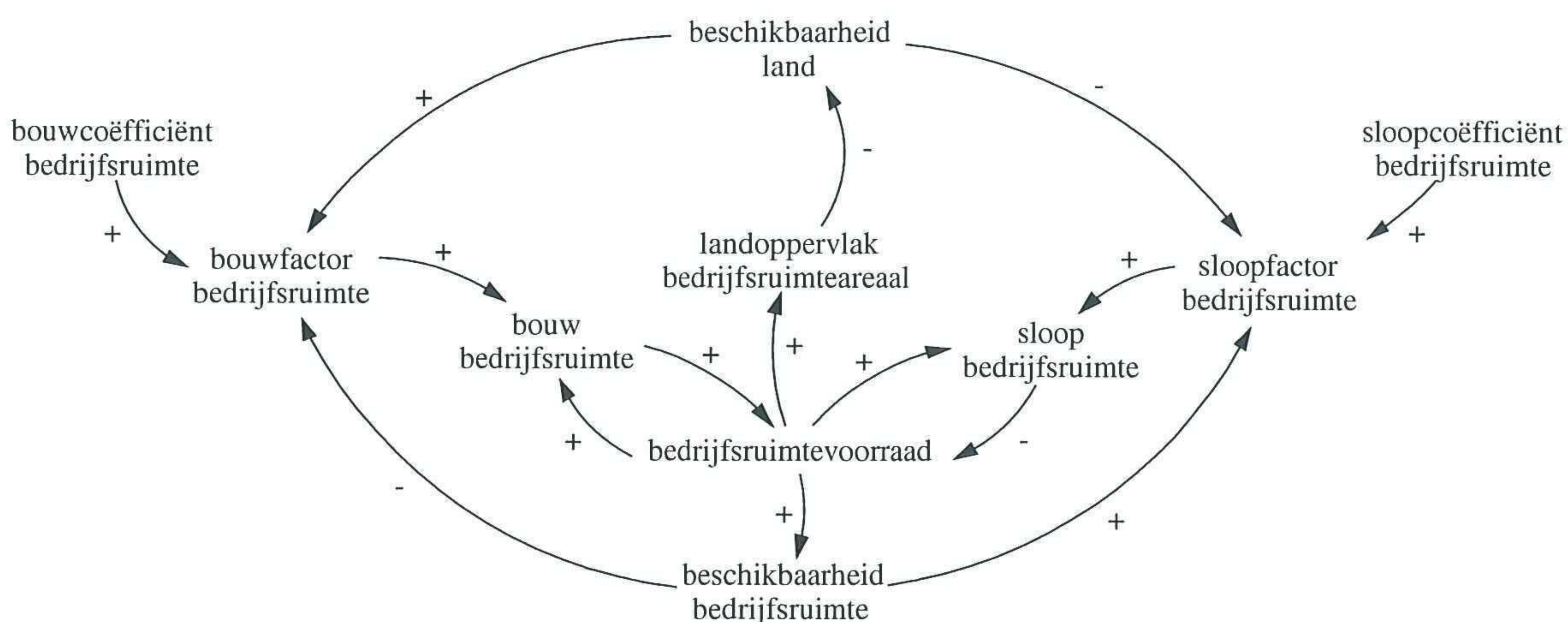
De balans van de bedrijfsruimtemarkt wordt in het model op een geaggregeerde wijze weergegeven met de **ratio BVBR** (paragraaf 6.4.3). Zowel ontwikkelingen in de hoeveelheid bedrijfsruimte als ontwikkelingen in het aantal bedrijven beïnvloeden op deze manier de bedrijfsruimtemarkt.

In werkelijkheid vormen het aantal bedrijfsvestigingen die op een *bepaald moment* bedrijfsruimte wille betrekken de *vraag* naar bedrijfsruimte. In het model wordt verondersteld dat het *totaal aantal bedrijfsvestigingen* een maat is voor de *vraag* naar bedrijfsruimte. Tegenover de vraag staat het aanbod van bedrijfsruimte. In de praktijk wordt dit aanbod bepaald door (1) aanbod door nieuwbouw, (2) aanbod door opheffing van bedrijven, (3) aanbod door vertrek van bedrijven, (4) aanvangsleegstand en (5) aanbod door doorstroming. Het model veronderstelt dat het *totaal aantal bedrijfsruimten* een maat is voor het *aanbod* van bedrijfsruimte.

### 10.2 Overzicht dynamiek bedrijfsruimtemarkt

#### *Het causaal relatiegram van de bedrijfsruimtemarkt*

De ontwikkeling van het aantal bedrijfsvestigingen is reeds beschreven in hoofdstuk 9. In dit hoofdstuk is de ontwikkeling van bedrijfsruimten beschreven. Het aantal bedrijfsruimten ontwikkelt zich door nieuwbouw en sloop. Een overzicht van de gemodelleerde dynamiek van de bedrijfsruimtemarkt is weergegeven in figuur 8.2.



Figuur 10.2 Gemodelleerde dynamiek bedrijfsruimtemarkt

### 10.3 Toename bedrijfsruimte

#### *De theoretische achtergrond van aanleg bedrijfsruimte*

Een toename van de voorraad bedrijfsruimte is met een *bouwcoëfficiënt bedrijfsruimte* –via de *bouwfactor bedrijfsruimte*- proportioneel van het totaal aantal bedrijfsruimten afgeleid. Dit geeft het percentage nieuwbouw dat, ten opzichte van het aanwezige aantal bedrijfsruimten, elk jaar bijgebouwd wordt onder normale omstandigheden. De *bouwcoëfficiënten bedrijfsruimte* zijn regionaal gedifferentieerd op basis van de regionale ontwikkeling van het aantal bedrijfsvestigingen.

De aansturing van groei in de voorraad bedrijfsruimte wordt nagebootst via:

- De beschikbaarheid van bedrijfsruimte;
- De beschikbaarheid van land.

Het effect van de beschikbaarheid van bedrijfsruimte op nieuwbouw wordt in het model weergegeven met de multiplier *BRUIMBVBM* (Bijlage 10.1). Een waarde voor BVBR groter dan  $<1$  duidt op een *grote beschikbaarheid* van bedrijfsruimte, waardoor de huurprijzen over het algemeen laag zijn. Er wordt dan impliciet verondersteld dat de aanwezige voorraad kwalitatief voldoende gedifferentieerd is. In dat geval is het voor projectontwikkelaars (uit winstoogpunt) minder interessant om projecten te ontwikkelen. Er zal daarom dan ook minder gebouwd worden, waardoor de groei van het aantal bedrijfsterreinen op de ontspannen marktsituatie afneemt. Overigens zal er altijd enige nieuwbouw zijn, aangezien er altijd wel een bepaalde vraag is naar bedrijfsruimte met bepaalde kenmerken met bijbehorende specifieke kwaliteit en prijs.

Hoge huurprijzen, weinig leegstand en een tekort aan kwalitatief gewenste bedrijfsruimte op gewenste locaties zijn indicatoren voor een lage beschikbaarheid aan bedrijfsruimte. Dit blijkt uit een waarde van BVBR groter dan 1. Gedreven door grote vraag, is het voor projectontwikkelaars dan interessant om te bouwen. De ontwikkeling van bedrijfsonroerendgoed wordt onder deze omstandigheden geïntensiveerd. Doordat bedrijven op basis van de veranderende marktomstandigheden migreren, komt er in de oorspronkelijke bedrijfsruimtevoorraad ruimte vrij. Dit zorgt met enige vertraging voor dynamiek op de bedrijfsruimtemarkt.

De toename van bedrijfsruimten is echter beperkt indien de beschikbaarheid aan bouwgrond laag is. Dit wordt nagebootst met de multiplier *BRUIMLANDBM* (Bijlage 12.2). Enerzijds zijn het overheden die de nieuwbouw verbieden. Dit doen zij door de voor bedrijfsruimte beschikbare

gronden vast te leggen in streek- en bestemmingsplannen. Daarnaast daalt door allerlei negatieve effecten de ontwikkelingspotentie van een gebied, door onder andere hoge grondprijzen en toenemende mate van congestie, waardoor het voor projectontwikkelaars minder interessant is om nieuwe bouwprojecten te ontwikkelen.

#### ***De kalibratie van aanleg bedrijfsruimte***

Bestaande databestanden met betrekking tot bedrijfsruimte hebben een commercieel karakter (LISA). Hierdoor is het niet mogelijk geweest om over deze databestanden te beschikken. De ontwikkeling van het aantal bedrijfsruimten is daarom niet empirisch onderbouwd. De nieuwbouwwaarden zijn regionaal gedifferentieerd op basis van de ontwikkeling van het aantal bedrijfsvestigingen, zodanig dat er modeltechnisch geen gekke dingen gebeuren. In de multipliertafels van bedrijfsruimten is weergegeven dat de ontwikkeling van bedrijfsruimte in sterke mate reageert op de omstandigheden van de bedrijfsruimtemarkt, vanwege de dominante rol die projectontwikkelaars in deze markt spelen.

### **10.4 Afname bedrijfsruimte**

#### ***De theoretische achtergrond van sloop bedrijfsruimte***

Door sloop van bedrijfsruimten neemt de voorraad bedrijfsruimte af. De sloop van bedrijfsruimte is met regionaal gedifferentieerde *sloopcoëfficiënten* proportioneel van de totale voorraad bedrijfsruimte verondersteld. Dit impliceert dat in een grotere voorraad meer bedrijfsruimte gesloopt wordt. De sloop van bedrijfsruimten is noodzakelijk doordat deze niet meer hun functie kunnen vervullen. De sloopcoëfficiënten zijn niet regionaal gedifferentieerd.

De aansturing van sloop van bedrijfsruimte wordt nagebootst via:

- De regionale beschikbaarheid van bedrijfsruimte;
- De regionale beschikbaarheid van land.

Er vindt altijd wel enige sloop van bedrijfsruimte plaats, doordat er altijd bepaalde gebouwen niet meer hun functie kunnen vervullen. Dit is weergegeven met de multiplier *BRUIMBVSM* (Bijlage 10.1). Indien er veel bedrijfsruimte beschikbaar zal er relatief snel gesloopt worden. Deze situatie impliceert dat bedrijven relatief veel keuzemogelijkheden hebben. De kwalitatief slechte bedrijfsruimten blijven over en zullen worden gesloopt. Hierdoor dalen de lasten, terwijl de gronden voor andere doeleinden kunnen worden gebruikt. Daarentegen zal, indien er weinig bedrijfsruimte beschikbaar is, er minder sloop plaats vinden. Deze situatie maakt het mogelijk bedrijfsruimte in economische zin langer te renderen.

Op lange termijn wordt de sloop van bedrijfsruimte beïnvloedt door de beschikbaarheid van land, wat wordt weergegeven met de multiplier *BRUIMLANDSM* (Bijlage 12.2). Dit wordt in hoofdstuk 12 nader toegelicht. De achterliggende gedachte hierbij is dat een gebied zich onder extreme omstandigheden sterker profileert. In een dergelijke situatie worden bestaande 'zwakke' activiteiten weggedrukt door 'sterkere' activiteiten, waardoor sloop en daaropvolgend nieuwbouw plaats vindt.

#### ***De kalibratie van sloop bedrijfsruimte***

De ontwikkeling van het aantal bedrijfsruimten is niet empirisch onderbouwd. De sloopcoëfficiënten zijn daarom niet regionaal gedifferentieerd. Voor deze waarden is een klein percentage aangenomen, zodat de regulering van bedrijfsruimtesloop relatief veel invloed heeft. In de multipliertafels van bedrijfsruimtesloop is weergegeven dat de afname van bedrijfsruimte in sterke mate reageert op de omstandigheden van de bedrijfsruimtemarkt, vanwege de dominante rol die projectontwikkelaars (winstoogmerk) in deze markt spelen.

## 10.5 Perspectief module bedrijfsruimtemarkt

### 10.5.1 Sterkten

De belangrijkste sterkten van de toegepaste *module bedrijfsruimtemarkt* zijn:

#### 1. Theoretisch

- De ontwikkeling van bedrijfsruimten is voor elke Corop *uniek* in beeld gebracht;
- De aanwezigheid van de module bedrijfsruimtemarkt is vanuit theoretisch oogpunt interessant, aangezien in werkelijkheid deze markt een cyclisch karakter heeft en veel dynamiek laat zien ten aanzien van grondgebruik.

#### 2. Methodisch

- Door het gebruik van een *enkelvoudige* array voor de weergave van regionale bedrijfsruimtemarkten, is de module:
  - Overzichtelijk;
  - Toegankelijk, waardoor iteratieve modelontwikkeling mogelijk is;
  - Overdraagbaar, doordat inhoudelijke communicatie goed mogelijk is.

#### 3. Praktisch

- Door het in beeld brengen van bedrijfsruimten is het mogelijk om het grondgebruik door bedrijven direct af te leiden.

### 10.5.2 Zwakten

De belangrijkste zwakten van de toegepaste *module bedrijfsruimtemarkt* zijn:

#### 1. Theoretisch

- Doordat het aantal bedrijfsvestigingen niet accuraat kan worden weergegeven, komt de inertie van de bedrijfsruimtemarkt niet uit de verf;
- Doordat bedrijfsruimten niet gesegmenteerd zijn kunnen ontwikkelingen die relevant zijn voor sociaal-economische dynamiek niet goed worden weergegeven.

#### 2. Methodisch

- De beperkte capaciteit van Stella maakt het niet goed mogelijk de huidige modellering uit te breiden, door bijvoorbeeld de bedrijfsruimte te segmenteren.

#### 3. Praktisch

- Niet geverifieerde niet-lineaire verbanden;
- Ontbreken van empirische onderbouwing.

### 10.5.3 Aanbevelingen

#### *Verfijnen huidige modellering*

- Empirisch onderbouwen van coëfficiënten (onder meer varkenscyclus, overheidsbeleid);
- Regionaal differentiëren van de *multipliertafels*;
- Aangezien niet alleen door nieuwe bedrijfsvestigingen de vraag op de bedrijfsruimtemarkt toeneemt, maar ook door bedrijfsgroei, kan de ontwikkeling van de bedrijfsruimtevoorraad verbeterd worden weergegeven door deze te laten aansturen door ontwikkelingen in werkgelegenheid (waarin bedrijfsgroei zit verdisconteerd);
- De ontwikkeling van de voorraad bedrijfsruimte kan wellicht beter benaderd worden met een 'additieve' modellering (in plaats van multiplicatief) van nieuwbouw en sloop. In een additieve modellering kan de maat voor vraag beter benaderd worden. Een verbeterde weergave van het aanbod kan worden bereikt door onder andere het aantal starters en het aantal intraregionale verhuizingen expliciet in beeld te brengen. Het overgrote deel van

bedrijfsmigratie is intraregionaal, welke mede het aanbod op de bedrijfsruimtemarkt bepalen.

### *Uitbouwen modellering*

In de praktijk blijkt naast de kwantitatieve omvang van bedrijfsruimten ook de kwalitatieve staat van de voorraad bedrijfsruimte significant ten aanzien van sociaal-economische dynamiek. De kwantitatieve ontwikkeling van de voorraad bedrijfsruimte kan worden weergegeven met een cohort-model. De kwalitatieve staat van de voorraad bedrijfsruimte kan worden benaderd door de woningvoorraad verder sectoraal te segmenteren naar bedrijfstypen.

- De omvang en samenstelling van de voorraad bedrijfsruimte kan gedetailleerd worden weergegeven door een cohort-model. Hierdoor wordt het mogelijk om:
  - *Veroudering* van de bestaande voorraad bedrijfsruimte per klasse weer te geven;
  - *Herbouw* en *revitalisering* van bedrijfsruimten per klasse weer te geven;
  - *Uitbouw* van bestaande bedrijfsruimten per klasse weer te geven.
- Door bedrijfsruimten verder te segmenteren naar type kan de sociaal-economische dynamiek ten aanzien van grondgebruik worden gesimuleerd. Industriële activiteiten vragen om specifieke bedrijfsterreinen, van een hele andere orde dan bijvoorbeeld de kantoorcomplexen ten aanzien van de dienstverlening. Daarbij kunnen kenmerken van bestaande terreinen veranderen, bijvoorbeeld door omzetting van industrieterrein naar kantorengedebied. Door sectorale desaggregatie kan een *kwalitatief* tekort aan bedrijfsruimte op regionaal niveau endogeen in beeld worden gebracht.

Randvoorwaarde voor het uitbouwen van het model is (1) een grotere capaciteit van Stella en –in geval van segmentatie van typen bedrijfsruimte- (2) de beschikbaarheid van driedimensionale array's om de interregionale migratie met betrekking tot deze type bedrijfsruimten (zoals verschillende bedrijfssectoren) weer te geven.

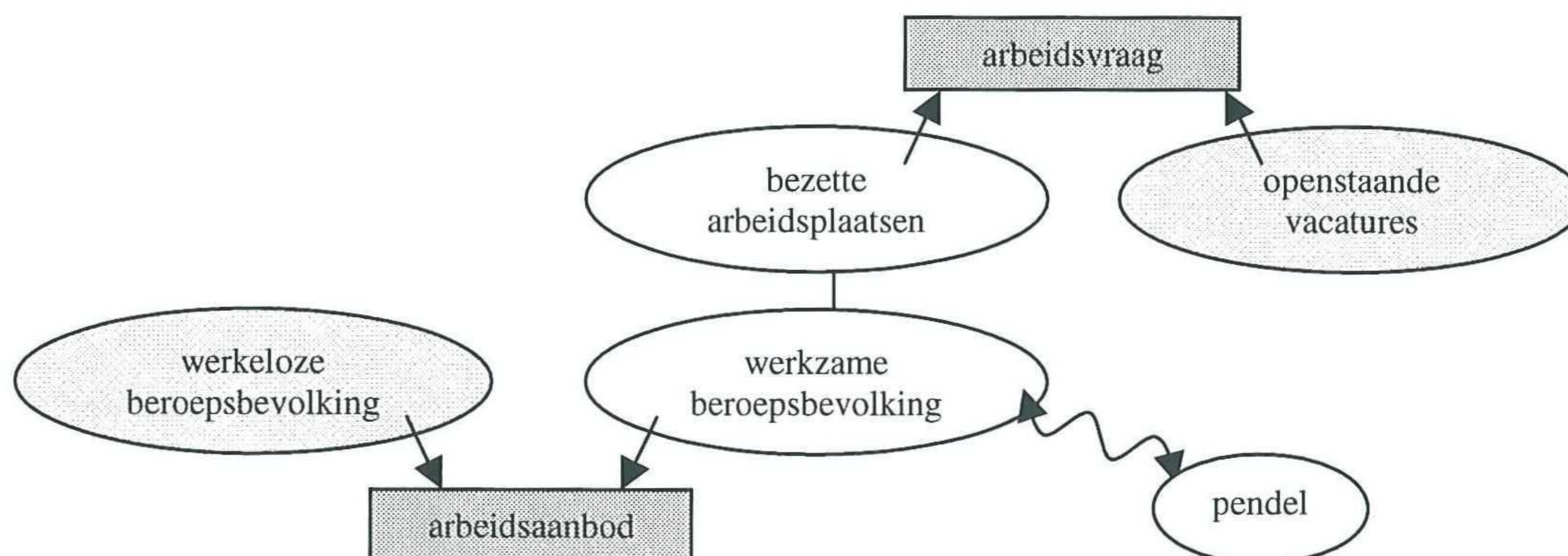


## 11 ARBEIDSMARKT

In dit hoofdstuk wordt de modellering van de regionale arbeidsmarkt toegelicht. Op de regionale arbeidsmarkt worden twee actoren met elkaar geconfronteerd. Enerzijds zijn bedrijven op zoek naar personeel om hun vacatures op te vullen, anderzijds zoeken mensen uit de beroepsbevolking een baan om in hun levensonderhoud te kunnen voorzien. Niet alleen beïnvloeden de ontwikkeling van deze actoren de ontwikkeling van de arbeidsmarkt, maar ontwikkelingen op de arbeidsmarkt beïnvloeden op hun beurt het gedrag van de actoren. De arbeidsmarktomstandigheden spelen in het model een belangrijk rol ten aanzien van migratie van bevolking en bedrijven, pendel, bedrijfsoprichting en bedrijfsopheffing. De Nederlandse arbeidsmarktomstandigheden spelen derhalve een hoofdrol in de ruimtelijke spreiding van wonen en werken.

### 11.1 Balans arbeidsmarkt

Bij het analyseren van ruimtelijke ontwikkelingen op de arbeidsmarkt staan vraag en aanbod van arbeid centraal. Het onderscheid tussen vraag en aanbod op de arbeidsmarkt is weergegeven in figuur 11.1.



Figuur 11.1 Balans arbeidsmarkt

De balans van de arbeidsmarkt wordt in het model op een geaggregeerde wijze weergegeven met de **ratio BBAR** (beschreven in paragraaf 6.4). Zowel ontwikkelingen in bedrijvigheid als ontwikkelingen in de beroepsbevolking beïnvloeden op deze manier de arbeidsmarkt.

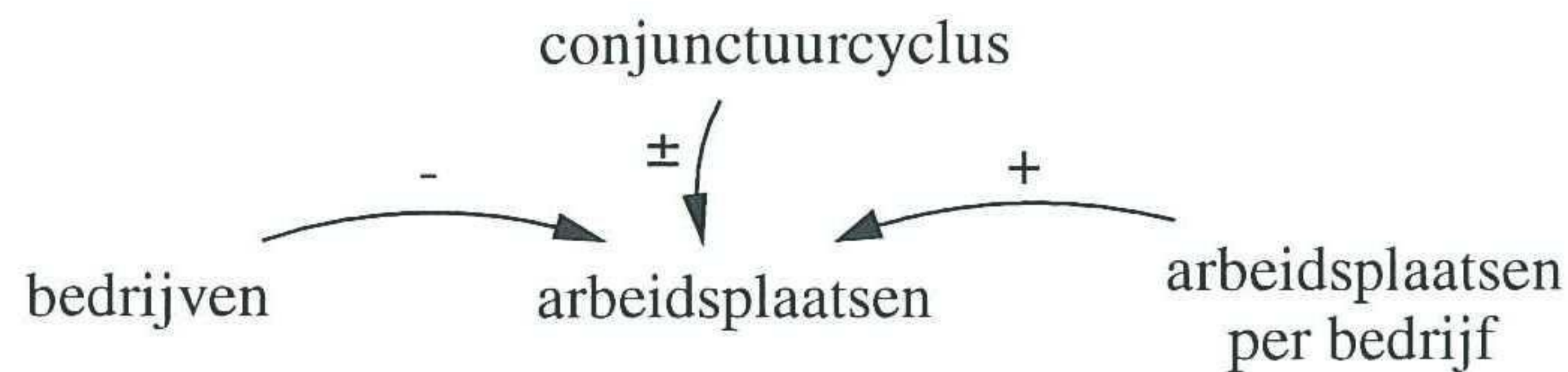
In werkelijkheid bestaat de vraag naar arbeid uit (1) nieuwe banen, (2) banen die vrijkomen door baanwisselingen en (3) banen die vrijkomen door uittreding. In het model wordt verondersteld dat het totaal aantal arbeidsplaatsen (werkgelegenheid) een maat is voor de arbeidsvraag.

Tegenover de vraag naar arbeid staat het arbeidsaanbod. In werkelijkheid bestaat het regionale arbeidsaanbod uit (1) het actieve aandeel van de potentiële beroepsbevolking (bevolking 15-65 jaar), (2) het saldo van binnenlandse pendel en (3) het saldo van buitenlandse pendel. Het model veronderstelt dat de totale wonende beroepsbevolking –gecorrigeerd met het saldo van binnenlandse en buitenlandse pendel– een maat is voor het arbeidsaanbod.

### 11.2 Arbeidsvraag

#### *Het causale relatiediagram van arbeidsvraag*

De totale werkgelegenheid wordt in het model afgeleid uit het aantal bedrijven dat in de regio aanwezig is. De gemodelleerde dynamiek ten aanzien van het regionale bedrijfsleven en het effect hiervan op de werkgelegenheid, is weergegeven in figuur 11.2.



Figuur 11.2 Gemodelleerde dynamiek bedrijfsgroei en -krimp

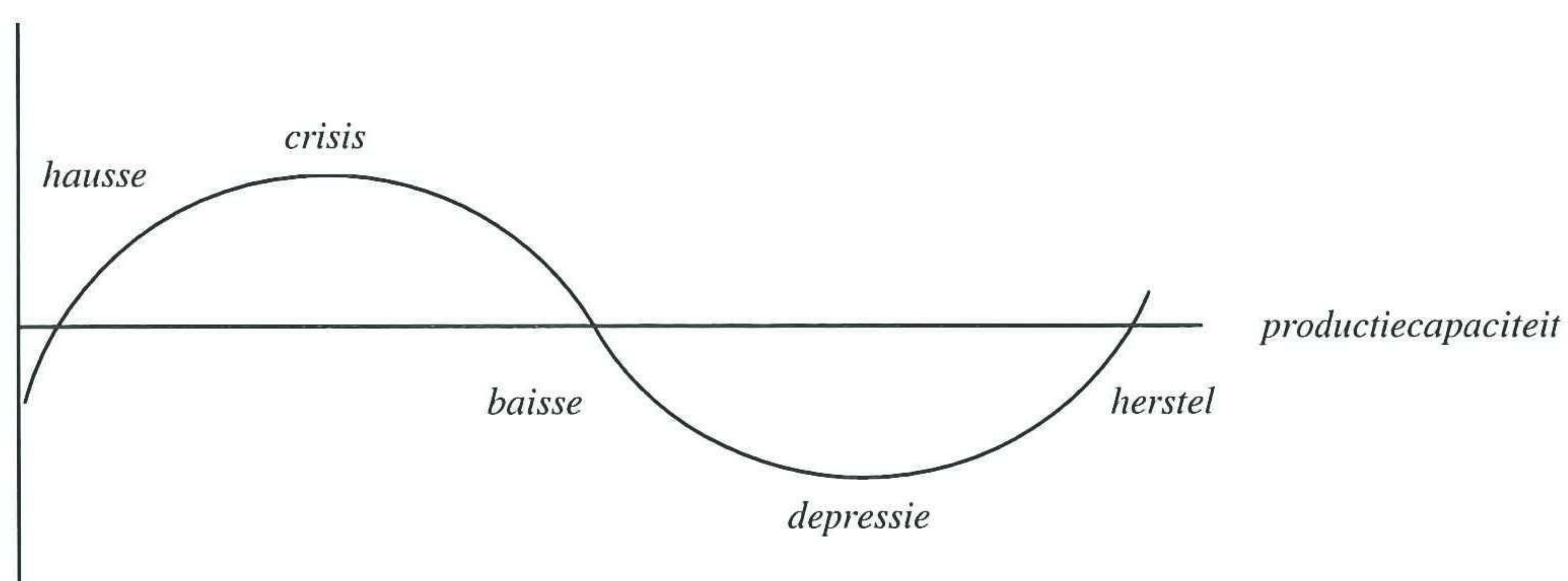
### ***De theoretische achtergrond van arbeidsvraag***

Op basis van het gemiddeld aantal *arbeidsplaatsen per bedrijfsvestiging* wordt het aantal regionale arbeidsplaatsen bepaald. Het gemiddeld aantal arbeidsplaatsen per bedrijfsvestiging is regionaal gedifferentieerd. Dit is verklaarbaar doordat de bedrijfstakkenamenstelling per regio verschillend is. De ene bedrijfssector is nu eenmaal arbeidsintensiever dan de andere. Doordat sommige bedrijfssectoren in de ene regio relatief over- of ondervertegenwoordigd zijn ten opzichte andere regio's ontstaat een ruimtelijke differentiatie van het gemiddeld aantal arbeidsplaatsen per bedrijf.

Door *bedrijfsgroei* en *-krimp* is het gemiddeld aantal arbeidsplaatsen per bedrijf in de tijd niet constant. Feitelijk is het vermogen van het regionale bedrijfsleven om op tijd de bakens te verzetten en veranderingen of vernieuwingen door te voeren bepalend voor de vraag of een regio een gunstige economische ontwikkeling zal doormaken of niet. In die zin is de kwaliteit van het *bestaande* regionale bedrijfsleven doorslaggevend bij het al dan niet realiseren van regionale groei van de werkgelegenheid. Dit komt niet tot uiting in de bedrijvendemografie. Voor een accurate weergave van het aantal arbeidsplaatsen is het daarom wenselijk om op een zekere wijze rekening te houden met economische veranderingen.

Bedrijfsgroei en bedrijfskrimp zijn in de praktijk erg conjunctuurgevoelig. Onder *conjunctuur* verstaat men de min of meer regelmatige afwisseling van perioden met toenemende en afnemende activiteit (figuur 11.3). Het gemiddeld aantal arbeidsplaatsen per bedrijfsvestiging wordt in het model aangepast met een conjuncturele cyclus.

*effectieve vraag*



Figuur 11.3 Schema van een conjunctuurcyclus

(bron: Andriessen & Heertje, 1999)

De opgaande fase van de conjunctuurcyclus kenmerkt zich door toenemende productie en werkgelegenheid, een oplopend niveau van bestedingen en een vrij constant prijspeil. Er is veel economische activiteit, nieuwe initiatieven worden genomen en de banken verlenen gemakkelijk krediet. Er is onder deze omstandigheden per saldo sprake van bedrijfsgroei. Op den duur is alle productiecapaciteit in gebruik en gaan door overbesteding de prijzen mogelijk stijgen. Bij al het optimisme worden echter ook beslissingen genomen die later de omslag kunnen bewerkstelligen. Markten en mogelijkheden worden overschat, de capaciteit is te sterk uitgebreid en de banken blijken hun kredietverlening te ver uitgebreid te hebben. Zo ontstaat een omslagpunt, waarna productie en werkgelegenheid gaan verminderen. De neergaande beweging zet in met een



oplopende werkloosheid door onder andere bedrijfskrimp. Deze neergaande fase kan overgaan in een depressie, die wordt gekenmerkt door een allerwegen heersende apathie, een gebrek aan initiatief en het inzakken van de investeringen. Er is onder deze omstandigheden per saldo sprake van bedrijfskrimp. Met name een voortgaande daling van de rente is een factor die de basis legt voor een aanvankelijk aarzelend herstel. Langzaam worden weer nieuwe initiatieven genomen: het economisch leven richt zich weer op en begint aan een nieuwe opgaande fase.

### ***De kalibratie van arbeidsvraag***

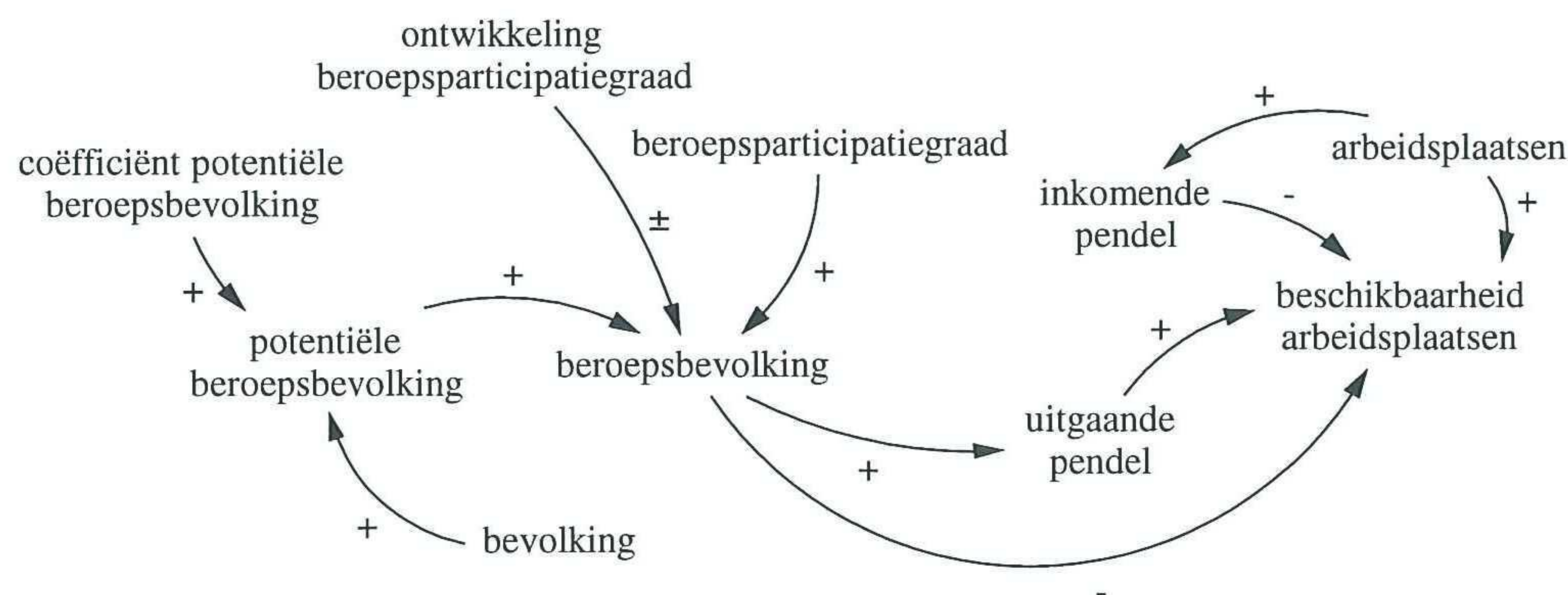
Het gemiddeld aantal arbeidsplaatsen per bedrijfsvestiging is regionaal gedifferentieerd bepaald op basis van de gemiddelde verhouding tussen het regionaal aantal aanwezige arbeidsplaatsen (bron: SWP/ RARBON, ABF) en het regionaal aantal aanwezige bedrijfsvestigingen (bron: Statline, CBS) van de jaren 1994-1999. Het aantal aanwezige arbeidsplaatsen is hierbij gecorrigeerd, aangezien dit enkel het aantal voltijdbanen van werknemers, zelfstandigen en meewerkende gezinsleden beschrijft. Voor het corrigeren van het aantal arbeidsplaatsen is op regionaal niveau de verhouding tussen de beroepsbevolking en het aantal arbeidsplaatsen bekeken. De regionale aantallen arbeidsplaatsen zijn met een correctiefactor in dezelfde orde van grootte gebracht als de wonende beroepsbevolking –gecorrigeerd met pendel-. Als zodanig wordt relatief veel waarde toegekend aan de statistiek van de potentiële beroepsbevolking. Dit wordt dan ook beschouwd als een entiteit waarvan de waarde goed met een cohort-model kan worden benaderd en waar relatief veel ervaring mee bestaat. Bovendien zijn ten aanzien van deze statistiek minder problemen met betrekking tot veranderende begripsdefiniëringen te verwachten.

Op basis van statistisch datamateriaal kan –in de ene regio wat beter dan in de andere (veroorzaakt doordat de ene regio relatief oververtegenwoordigd is met conjunctuurgevoelige bedrijfssectoren)- een conjunctuurcyclus met een periode van gemiddeld zes jaar worden onderscheiden. Andriessen en Heertje (1999) bevestigen deze periode van de conjunctuurgolf. Op basis van de ontwikkeling van het aantal banen in de tijd (data:1971, 1973; bron: CBS, Statline; data: 1976-1991, 1994-1999; bron: SWP/RARBON, ABF) is het verloop en het effect van de conjunctuurcyclus afgeschat, zodanig dat voor de meeste Corop-gebieden de conjuncturele ontwikkeling zo goed mogelijk wordt nagebootst.

## **11.3 Arbeidsaanbod**

### ***Het causaal relatiediagram van arbeidsaanbod***

De ontwikkeling van de beroepsbevolking –gecorrigeerd met het pendelsaldo- is een maat voor de ontwikkeling van het arbeidsaanbod. Een overzicht van de gemodelleerde dynamiek van het arbeidsaanbod is weergegeven in figuur 11.4. De regionale ontwikkeling van inkomende pendel en uitgaande pendel is reeds in hoofdstuk 7 uitgebreid toegelicht en komt in dit hoofdstuk verder niet meer aan de orde.



*Figuur 11.4 Gemodelleerde dynamiek van arbeidsmarkt*

### 11.3.1 Potentiële beroepsbevolking

#### *De theoretische achtergrond van potentiële beroepsbevolking*

De omvang en samenstelling van de bevolking zijn van belang om het arbeidsaanbod te kunnen bepalen. De potentiële beroepsbevolking wordt beschouwd als de bevolking tussen het 15<sup>e</sup> en het 65<sup>e</sup> levensjaar. In deze bevolkingsklasse zitten studenten, arbeidsongeschikten en dergelijke in verdisconteert, die zich niet daadwerkelijk op de arbeidsmarkt beschikbaar stellen. De potentiële beroepsbevolking is per regio met een *coëfficiënt potentiële beroepsbevolking* van de totale bevolking afgeleid. Door de veranderende samenstelling van de bevolking zijn de waarden van de coëfficiënten in de tijd en regionaal verschillend.

#### *De kalibratie van potentiële beroepsbevolking*

De coëfficiënt potentiële beroepsbevolking is regionaal gedifferentieerd in modellering gebracht op basis van de regionale verhouding van de totale regionale bevolking en de regionale bevolking tussen het 15<sup>e</sup> en het 65<sup>e</sup> levensjaar van de jaren 1972-1999 (bron: CBS, ABF). Hierin zit de ontwikkeling van de regionale samenstelling van de bevolking in verdisconteerd.

### 11.3.2 Actieve beroepsbevolking

#### *De theoretische achtergrond van actieve beroepsbevolking*

Uit de potentiële beroepsbevolking kan op basis van *beroeps participatiegraden* de werkelijke beroepsbevolking bepaald worden die 'actief' is op de arbeidsmarkt. Actief wil hier zeggen dat mensen zich beschikbaar stellen op een arbeidsmarkt. Zij kunnen echter wel werkloos zijn, of werken in een andere regio (pendel is reeds besproken in hoofdstuk 7).

De participatiecijfers zijn regionaal verschillend vanwege het verschijnsel **selectieve migratie**, waardoor regionale differentiatie bestaat van de beroepsbevolking naar *leeftijd* en *geslacht* (Van Dijk, 2001). Mensen met de beste arbeidsmarktkenmerken en een laag risico op langdurige werkloosheid verlaten de zwakke regio's en degenen met een hoog risico zijn gebleven, waardoor met betrekking tot de participatiecijfers zelfs van 'cumulatieve causatie' sprake is.

#### *De kalibratie van actieve beroepsbevolking*

De regionale differentiatie van de beroeps participatiegraden is afgeleid uit de participatiegraden per Corop-gebied van de jaren 1997-1999 (bron: CBS). Bij de grootte van deze participatiegraden gaat het om de personen die werkzaam zijn in het bedrijfsleven.

### 11.3.3 Ontwikkeling beroeps participatie

#### *De theoretische achtergrond van ontwikkeling in beroeps participatie*

In de tijd is er sprake van een ontwikkeling van de beroeps participatiegraden. Uit onderzoek blijkt dat in Nederland de arbeidsparticipatiegraad veruit de belangrijkste factor is ten aanzien van het arbeidsaanbod (Van Dijk, 2001). 'Werkgelegenheidsschokken' worden in Nederland vooral via veranderingen in arbeidsparticipatie opgevangen. Door de sterke economische groei van de laatste jaren is de totale participatiegraad toegenomen door onder andere de toegenomen participatiegraad van vrouwen (Ekamper, 2000).

#### *De kalibratie van ontwikkeling in beroeps participatie*

Aangezien de beroeps participatiegraden zijn gekalibreerd voor de jaren 1997-1999, is vanuit deze jaren de ontwikkeling in beroeps participatie uitgezet. Voor 1997-1999 heeft deze variabele de waarde 1. Doordat in de praktijk de ontwikkeling in beroeps participatie in de tijd variabel is en aangezien de modelvariabele beroepsbevolking 'slechts' een *aansturend* karakter heeft in het model, leent deze variabele zich per uitsteking voor tuning van het model (via de ratio BBAR). Om

flexibel met deze variabele te kunnen tunen en het model te verkennen, is de variabele 'ontwikkeling beroeps participatie' niet regionaal gedifferentieerd.

## 11.4 Perspectief module arbeidsmarkt

### 11.4.1 Sterkten

De belangrijkste sterkten van de toegepaste *module arbeidsmarkt* zijn:

#### 1. Theoretisch

- De ontwikkeling van de arbeidsmarkt is voor elke Corop *uniek* in beeld gebracht;
- De ontwikkeling van de arbeidsmarkt is afhankelijk gemaakt van markt-omstandigheden, die zowel door autonome als niet-autonome ontwikkelingen wordt beïnvloedt;
- Interregionale pendel is in werkelijkheid een van de belangrijkste aanpassingsmechanismen van de arbeidsmarkt en is in het model op die wijze in beeld gebracht.

#### 2. Methodisch

- Door het gebruik van een *enkelvoudige* array voor de weergave van regionale arbeidsmarkten, blijft de module:
  - Overzichtelijk;
  - Toegankelijk, waardoor iteratieve modelontwikkeling mogelijk is;
  - Overdraagbaar, doordat inhoudelijke communicatie goed mogelijk is.

#### 3. Praktisch

- Doordat factoren geaggregeerd in modelvariabelen zijn verdisconteerd, is het mogelijk om de ruimtelijke spreiding van wonen en werken te verkennen. De vorm van de conjunctuurcyclus leent zich er bijvoorbeeld ook voor om van allerlei (technische) ontwikkelingen (zoals informatietechnologie) de ruimtelijke consequenties te verkennen (door de amplitude en periode van de cyclus te veranderen);
- De conjunctuurcyclus leent zich ervoor om naar de toekomst door te trekken, waardoor met het model geprognosticeerd kan worden.

### 11.4.2 Zwakten

De belangrijkste zwakten van de toegepaste *module arbeidsmarkt* zijn:

#### 1. Theoretisch

- De *ontwikkeling* in bedrijfs groei en -krimp is in werkelijkheid niet voor elke regio hetzelfde, veroorzaakt door een regionaal verschillende samenstelling van bedrijfssectoren;
- De vorm van de conjunctuur neemt geen effecten van een veranderend karakter van de arbeidsmarkt mee. Door ontwikkelingen op de arbeidsmarkt (toenemend aandeel flexibele banen) reageert de arbeidsmarkt gevoeliger op de economische omstandigheden. De tijdsperiode en amplitude van de conjunctuurcyclus zijn in werkelijkheid niet in de tijd constant;
- De mate van ontwikkeling in participatiegraad en de snelheid waarmee dat gebeurt verschilt per regio (Van Dijk, 2001);
- Het effect van deeltijd en flexibele banen ten opzichte van de totale werkgelegenheid is vanwege regionaal gedifferentieerde palet van bedrijfstakken niet voor elke Corop hetzelfde;
- Het effect van toegenomen participatiegraden vertaalt zich niet in een onderscheid in 'parttimers' en 'fulltimers'. Ten aanzien van pendel is onderscheid naar parttimers en fulltime werkers relevant, aangezien parttimers gemiddeld een kleinere woon-

werkafstand hebben. Parttimers maken per saldo tevens minder verplaatsingen dan fulltime werkenden;

- De ontwikkeling van het toegenomen aandeel van deeltijdbanen en flexibele banen in de totale werkgelegenheid is niet enkel conjunctuurafhankelijk;
- Het gemiddeld aantal arbeidsplaatsen per bedrijf per regio verandert in de tijd doordat de bedrijfstakkenamenstelling in werkelijkheid verandert.

## 2. Methodisch

- De beperkte capaciteit van Stella maakt het niet goed mogelijk de huidige modellering uit te breiden, door bijvoorbeeld arbeid te segmenteren.

## 3. Praktisch

- Onnauwkeurigheden in gebruikte empirische gegevens:
  - Aanpassing van Corop-grenzen in de historie zorgt voor ruis in de statistiek;
  - Bij de beroepsbevolkingsstatistiek is geen rekening gehouden met het centrale persoonregister, administratieve correcties en onder andere militairen;
  - Veranderende begripsdefiniëringen (van voltijd-, deeltijd- en flexibele banen) zorgen voor inconsistentie van tijdreeksen -en daardoor in de tuning van het model.

### 11.4.3 Aanbevelingen

De belangrijkste en meest interessante mogelijkheden voor verfijning en uitbouw van de module arbeidsmarkt zijn hieronder beknopt beschreven.

#### *Verfijnen huidige modellering*

- Het regionaal differentiëren van de *ontwikkeling* in beroeps participatiegraden;
- De conjunctuurcyclus regionaal differentiëren, waarmee met de regionale bedrijfstakkenamenstelling rekening wordt gehouden;
- Kalibratie versterken door meer rekening te houden met *empirische* gegevens van de regionale bedrijfstakkenamenstelling.

#### *Uitbouwen modellering*

- Verkennen van effecten van de conjunctuur op de *bedrijvendemografie*;
- Het onderscheid in 3 sub-Corop-gebieden (Corop *Groot-Amsterdam*, Corop *Groot-Rijnmond* en Corop *Noordoost Noord-Brabant*) kan de ruimtelijke processen achter de arbeidsmarkt accurater in beeld brengen;
- In de praktijk is de groei van de werkgelegenheid vooral afkomstig van kleine, jonge bedrijven (*gazelle's*). Als groeiende sectoren in de regio ruim vertegenwoordigd zijn, neemt de kans op economische groei toe (Lambooy e.a., 1997). Dit pleit voor onderscheid in fasen uit de *levenscyclus* en segmentatie van *bedrijfssectoren* van de voorraad bedrijfsvestigingen. Ook de marktcapaciteit speelt hierbij een belangrijke factor. Hiervoor is echter een ruimtelijk gedesaggregeerde Input-Output structuur vereist (paragraaf 9.7);
- Indien de arbeidsmarkt gesegmenteerd wordt naar bedrijfssectoren is het mogelijk om kwalitatieve discrepanties op regionale arbeidsmarkten in beeld te brengen en de gevolgen daardoor op de interregionale pendelstromen te verkennen.

## 12 GRONDGEBRUIK

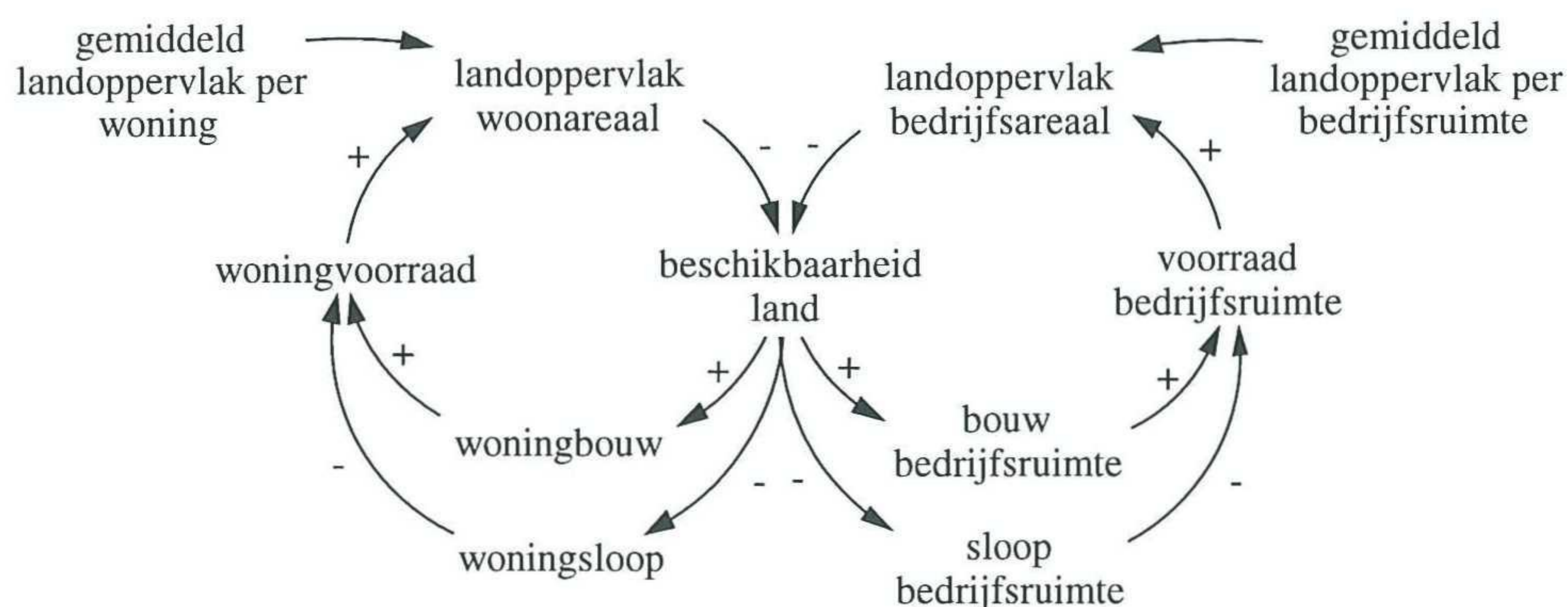
In dit hoofdstuk wordt de modellering van het regionale grondgebruik toegelicht. Het grondgebruik van de veertig regio's geeft inzicht in de ruimtelijke spreiding van wonen en werken. Doordat het regionale grondgebruik in technische zin beperkt is kunnen er substitutie-effecten van wonen en werken plaatsvinden.

### 12.1 Overzicht dynamiek grondgebruik

#### *Het causaal relatiediagram van grondgebruik*

In Nederland speelt het grondgebruik een belangrijke rol, welke in de praktijk resulteert in een grote mate van overheidsregulering op dit vlak. De regulering vloeit voort uit het feit dat in dicht bebouwde gebieden tal van negatieve agglomeratie-effecten optreden. De regulerende werking van grondgebruik is reeds grotendeels besproken in paragraaf 6.4.4 bij de toelichting op de ratio **BLR**.

Ten aanzien van het regionale grondgebruik is in het model onderscheid gemaakt naar *woonareaal* (woningvoorraad) en *bedrijfsareaal* (bedrijfsterreinen). De mate van grondgebruik beïnvloedt de sociaal-economische ontwikkeling via de woningmarkt en de bedrijfsonroerendgoedmarkt. De causale dynamiek veroorzaakt door het grondgebruik is weergegeven in figuur 12.1.



Figuur 12.1 Gemodelleerde dynamiek grondgebruik

#### *De theoretische achtergrond van grondgebruik*

De regulering van grondgebruik is in het model op een sterk abstracte wijze weergegeven. De totale beschikbaarheid van land wordt voorgesteld door de totale Corop-oppervlakte. De regulerende werking van grondgebruik heeft daarmee in het model een lange termijn karakter.

Het landoppervlak aan woonareaal en bedrijfsareaal wordt bepaald door de voorraden die refereren naar onroerend goed –dit zijn de woningvoorraad en bedrijfsruimtevoorraad– te vermenigvuldigen met het *gemiddeld landoppervlak* per huisvesting. Deze oppervlaktecoëfficiënten zijn regionaal gedifferentieerd. Verschillende fenomenen zitten hierin op geaggregeerde wijze verdisconteert, zoals de regionale mate van *hoogbouw*, samenstelling van *typen woningen* en de samenstelling en mate van de aanwezige *bedrijfssectoren*.

Indien de regio dichter bebouwd wordt, ontstaan op de lange termijn grote negatieve agglomeratie-effecten, zoals milieuhinder (stank, lawaai, versnippering landschap en dergelijke) en verkeersonveiligheid, en worden de grondprijzen zeer hoog. Enerzijds door overheidsingrijpen en anderzijds door marktwerking (ten aanzien van onder andere projectontwikkelaars) zal de

bouw van woningen (met de multiplier *WONLANDBM*, Bijlage 12.1) en de aanleg van bedrijfsterreinen (met de multiplier *BRUIMLANDBM*, Bijlage 12.2) op termijn begrenst zijn. Tevens zullen bestaande woningarealen (multiplier *WONLANDSM*, Bijlage 12.1) en bedrijfsarealen (multiplier *BRUIMLANDSM*, Bijlage 12.2) worden opgeheven, waardoor substitutie van activiteiten mogelijk wordt. Zowel bevolking als bedrijven concurreren om grond via de woningmarkt respectievelijk de bedrijfsruimtemarkt. Indien de omstandigheden dit toelaten zal een regio zich kunnen gaan specialiseren in economische activiteiten. Ook kan een regio zich gaan concentreren op de woonfunctie. In combinatie met pendel bepaalt dit de spreiding van wonen en werken.

### ***De kalibratie van grondgebruik***

De coëfficiënten ten aanzien van grondgebruik zijn allen regionaal gedifferentieerd.

De totale regionale oppervlakten zijn bepaald op basis van de Corop-indeling in het jaar 2000 (bron: Statline, CBS).

Het gemiddelde landoppervlak per woonruimte is empirisch bepaald door het gemiddelde van de regionale verhouding tussen het oppervlakte aan woongebied (bron: Statline, CBS) en de aanwezige woningvoorraad (bron: CBS, ABF) te nemen van de jaren 1989, 1993 en 1996. Het gemiddelde landoppervlak per bedrijfsruimte is bepaald door de regionale verhouding tussen het oppervlakte aan bedrijfsterreinen (bron: Statline, CBS) en het aantal bedrijven (bron: Statline, CBS) van het jaar 1996.

## **12.2 Perspectief module grondgebruik**

### **12.2.1 Sterkten**

De belangrijkste sterkten van de toegepaste *module grondgebruik* zijn:

#### **1. Theoretisch**

- Het regionale grondgebruik is voor elke Corop uniek in beeld gebracht;
- Negatieve agglomeratie-effecten bepalen mede de ruimtelijke ontwikkeling van regio's.

#### **2. Methodisch**

- Door het gebruik van een *enkelvoudige* array voor de weergave van regionaal grondgebruik, is de module:
  - Overzichtelijk;
  - Toegankelijk, waardoor iteratieve modelontwikkeling mogelijk is;
  - Overdraagbaar, doordat inhoudelijke communicatie goed mogelijk is.

#### **3. Praktisch**

- Met de beschikbaarheid van grond kunnen substitutie-effecten van regionale functies worden verkend.

### **12.2.2 Zwakten**

De belangrijkste zwakten van de toegepaste *module grondgebruik* zijn:

#### **1. Theoretisch**

- De beschikbaarheid van grond is erg abstract weergegeven;
- Er is geen rekening gehouden met het grondgebruik door het verkeersareaal en door het voorzieningenareaal;
- Er is geen ontwikkeling in de gemiddelde oppervlakten per woning en bedrijfsruimte in beeld gebracht, waardoor het effect van economische ontwikkeling op grondgebruik niet accuraat wordt nagebootst.

## 2. Methodisch

- De beperkte capaciteit van Stella maakt het niet goed mogelijk de huidige modellering uit te breiden, doordat hiervoor bijvoorbeeld economische activiteiten gesegmenteerd moeten worden.

## 3. Praktisch

- Moeilijk te tunen en te verifiëren niet-lineaire verbanden;
- Onnauwkeurigheden in gebruikte empirische gegevens:
  - Aanpassing van Corop-grenzen in de historie zorgt voor ruis in de beschikbare oppervlakte per regio;
  - Grondgebruik van delfstoffen is niet meegerekend;
  - Agrarisch grondgebruik niet meegerekend.

### 12.2.3 Aanbevelingen

#### *Verfijnen huidige modellering*

- De maximaal beschikbare oppervlakte dient per regio verminderd te worden met bepaalde gronden, zoals ecologische hoofdstructuur, waar niet aan getoerd mag worden en als zodanig de totale, redelijkerwijs beschikbare grond beperken;
- Hierna kunnen de multipliertafels beter getuned worden;
- De beschikbaarheid van grond kan verbeterd worden weergegeven door de *werkelijke* beschikbaarheid van *bouwgrond* in beeld te brengen. De hoeveelheid beschikbare bouwgrond kan hiertoe als een voorraad worden uitgevoerd, welke verandert door opname en uitgifte van gronden.

#### *Uitbouwen modellering*

- Door segmentatie van de woningvoorraad (inkomensklassen) en het beschrijven van meerdere bedrijfssectoren kan de ontwikkeling in de gemiddelde oppervlakte per huisvesting in beeld worden gebracht. Hierdoor kan het effect van transitieverschijnselen op grondgebruik worden verkend;
- Een sectorale indeling van economische activiteiten biedt tevens mogelijkheden om meer ruimtelijk-economische strategieën te verkennen. De capaciteit van gebieden om met hoge dichtheden economische activiteiten te accommoderen hangt sterk afhankelijk van het *type* economische activiteit. Voor quartaire diensten zijn de mogelijkheden voor nieuwbouw veel hoger dan voor bijvoorbeeld industriële- en distributieactiviteiten. Naarmate de intensiteit van het ruimtegebruik toeneemt zullen veel economische activiteiten met veel benodigde ruimte per arbeidsplaats steeds meer worden 'weggedrukt'. De strategie '*Nederland distributieland*' zou hiermee verkend kunnen worden;
- Indien de hoeveelheid bouwgrond, dat door grondbedrijven en door regels in streek- en bestemmingsplannen is aangewezen, beperkt is leidt de toenemende druk op beschikbare gronden tot de noodzaak om efficiënt met stijgende grondprijzen (kosten) van grond om te gaan. Men zal dan in de toekomst meer gebruik maken van *meervoudig ruimtegebruik* (ondergronds, hoogbouw). Op een zelfde oppervlakte als voorheen kunnen het aantal woningen en bedrijfsruimten hierdoor toenemen. Dit kan worden weergegeven met een niet-lineair verband (afgeleid van de beschikbaarheid van grond) van het gemiddeld landoppervlak per woon- en bedrijfsruimte.





**DEEL III**

**Modelanalyse**



## 13 VALIDATIE VAN HET MODEL

### 13.1 Opbouw validiteit

Het valideren van een model is een essentiële activiteit om de modelstructuur op waarde te kunnen beoordelen. Het valideren van een model bestaat traditioneel uit grofweg de volgende drie delen waartussen enige overlapping bestaat, maar welke toch enige houvast biedt voor een systematische benadering van het begrip validiteit: (Cser e.a., 1999):

1. Verificatie en consistentie;
2. Validatie;
3. Resultatenanalyse.

Bij de *verificatie* van het model draait het om de '*aannemelijkheid*' of '*plausibiliteit*' van het model. Bij verificatie en consistentie van het model gaat het erom of het gedrag van het model overeenkomt met de interpretatie van de onderzoeker van het reële systeem. Deze fase vindt voor een groot gedeelte plaats tijdens de modelbouw.

Bij *validatie* gaat het om de *acceptatie* van het model, door de 'bruikbaarheid' van het model om inzicht te verschaffen in beleidskwesties te analyseren. Ten eerste gaat het om het inzicht in hoeverre de modelstructuur adequaat genoeg is om strategische analyses uit te voeren. Een tweede aspect is de acceptatie van de theoretische uitgangspunten van de modelstructuur. Daarnaast wordt de overeenkomst tussen het gedrag van het model en het reële systeem getoetst op basis van statistische gegevens.

In de *resultatenanalyse* wordt het gehele onderzoek gevalideerd, waarbij uitkomsten worden gebruikt en vaak ten grondslag liggen aan het beslissingsproces van de gebruiker.

Dit hoofdstuk beschrijft het tweede validiteitaspect: de **validatie** van het ontwikkelde model. De verificatie en consistentie van het model komen hierbij impliciet aan bod. Er worden 3 aspecten van validatie onderscheiden. Alledrie zijn relevant met betrekking tot de acceptatie van het model. De besproken aspecten van validatie zijn: (a) de *technische bruikbaarheid* van het model (paragraaf 13.2), (b) de *theoretische consistentie* (paragraaf 13.3) en (c) de *praktische bruikbaarheid* van het model (paragraaf 13.4). Bij de praktische bruikbaarheid wordt gebruik gemaakt van een '*hindcast*', welke het praktische modelresultaat illustreert.

De resultatenanalyse wordt in het volgende hoofdstuk apart besproken. Ook hierbij komen aspecten van verificatie en consistentie impliciet aan bod.

### 13.2 Technische bruikbaarheid

Het ontwikkelde model is een model dat op regionaal niveau verschillende subsystemen beschrijft aan de hand van intraregionale, interregionale en bovenregionale relaties van en tussen subsystemen. Het model legt derhalve niet de nadruk op slechts één aspect, maar op *meerdere* aspecten van regionale, sociaal-economische ontwikkeling. Het gedrag van variabelen als gevolg van verkennende beperkingen en condities beïnvloeden allerlei processen, zoals migratie, pendel en woningbouw. Dit maakt het model '*in technische zin*' bruikbaar om op een **strategisch niveau** verschillende (combinaties van) beleidsmaatregelen te verkennen.

Volgens Pugh (1977) kunnen strategische modellen in het proces van beleidsontwikkeling in principe in een drietal functies voorzien:

1. Vergroten van inzicht in de wisselwerking van subsystemen en tussen subsystemen;
2. Ontwikkelen van beleidsalternatieven;
3. Evalueren van voorgestelde beleidsalternatieven.

### 13.3 Theoretische consistentie

In het model zijn de relaties tussen variabelen gebaseerd op (a) bestaande theorieën, (b) empirisch datamateriaal en (c) eigen inzichten. Zowel in theoretisch als in empirisch opzicht kan de consistentie van het model in perspectief worden geplaatst. Dit is reeds per module in de voorgaande hoofdstukken gedaan.

De belangrijkste aandachtspunten van de theoretische consistentie zijn kort samengevat de volgende:

1. Verbetering van traditionele Urban Dynamics modellen;
2. Verbetering van traditionele zwaartekrachtmodellen;
3. Beperkingen van de modelstructuur;
4. Beperkingen van de empirische onderbouwing.

Ten aanzien van traditionele Urban Dynamics modellen is ‘het probleem van de *systeemgrens*’ in sterke mate gereduceerd, doordat de meest relevante omgeving van regionale ontwikkeling endogeen in modellering is gebracht. Oorzaken van regionale ontwikkeling kunnen hierdoor in het model zowel door interne marktomstandigheden als door marktomstandigheden in overige regio’s verklaard worden. Deze verklarende werking geldt met name voor de Corop-gebieden die ver van de Nederlandse landsgrenzen aflaggen. Op Corop-niveau bestaat de omgeving uiteindelijk uit 39 *volkomen* meebewegende referentiepunten en een *onvolkomen* meebewegende systeemomgeving. Doordat de interactie van het model met de systeemomgeving niet groot is en doordat de interregionale processen op nationaal niveau een gesloten balans vormen, is tevens het ‘probleem van de *grenzeloze omgeving*’ ter regulering van sociaal-economische dynamiek gereduceerd.

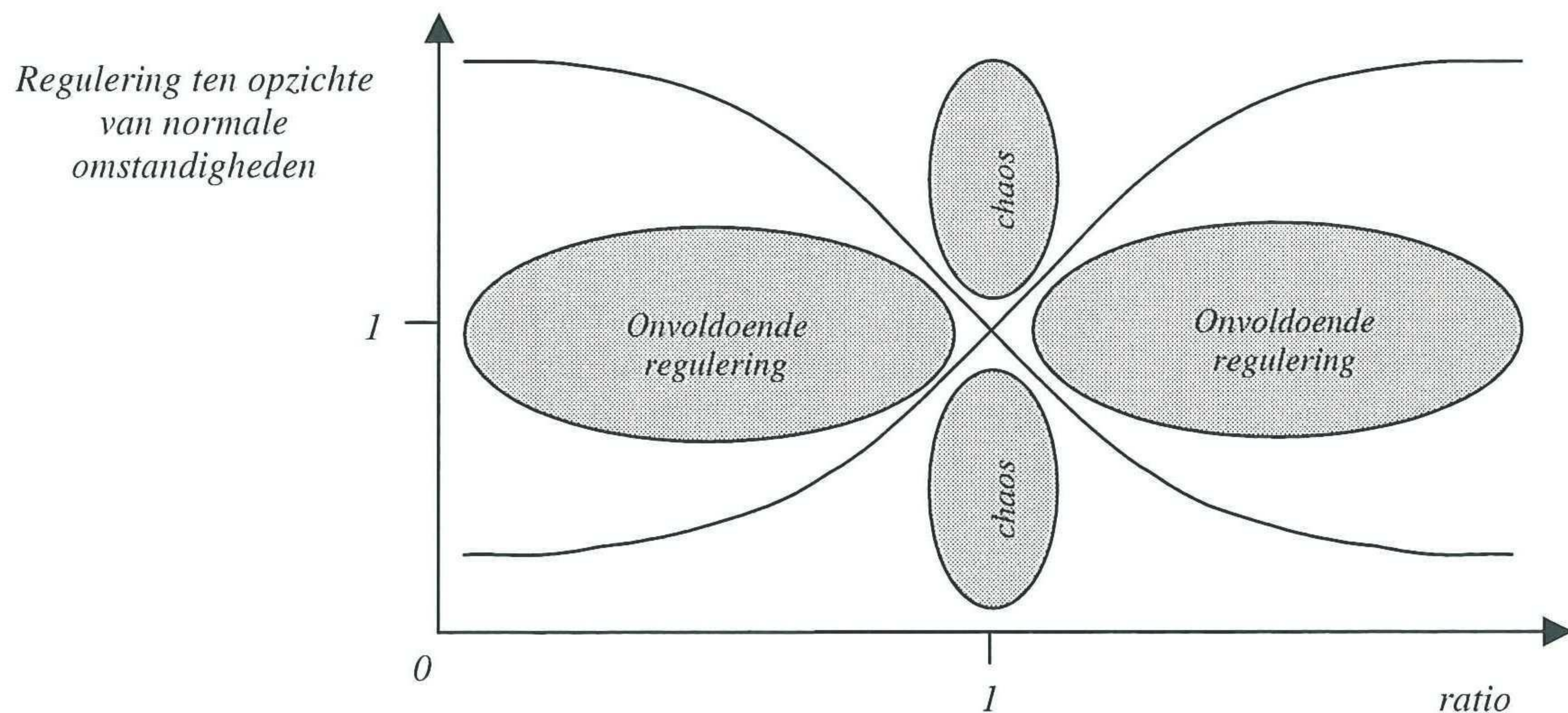
De distributie van interregionale processen –en daarmee de sociaal-economische ontwikkeling van een gebied– is van relatieve marktomstandigheden afhankelijk gemaakt. Hiervoor is de ‘push-pull’ theorie in combinatie met de graviteitstheorie gebruikt. Door deze combinatie is de benadering van traditionele zwaartekrachtmodellen verbeterd, doordat de ‘marktomstandigheden van het moment’ in de zwaartekrachtmodellen verwerkt zitten.

Doordat in het model de nadruk is gelegd op ruimtelijke desaggregatie, zijn de sociaal-economische processen niet gedesaggregeerd (zoals het onderscheid in bevolkingsklassen, woningtypen en bedrijfssectoren). Voor het *operationaliseren* van beleidsmaatregelen zijn de subsystemen in het model niet voldoende gedetailleerd. De gehanteerde aanpak –doordat factoren op een sterk geaggregeerd niveau zijn weergegeven– biedt daarentegen wél mogelijkheden om op *strategisch* niveau beleidsmaatregelen te verkennen.

Door de geaggregeerde benadering heeft de modellering een sterk **verkennend karakter**, waarbij de nadruk ligt op het vlak van inzicht in de wisselwerking tussen verschillende subsystemen. In de aanbevelingen bij de beschrijvingen van de modules van het model is ingegaan in welke mate het inhoudelijke vermogen van het model in de toekomst verbeterd kan worden.

De empirische onderbouwing is per module in voorgaande hoofdstukken beschreven. Om in het model de interregionale processen te kalibreren zijn sommige coëfficiënten en de niet-lineaire verbanden ‘getuned’. Deze vormen van kalibratie zijn niet empirisch onderbouwd, maar op basis van literatuuronderzoek en ‘trial-and-error’ tot stand gekomen.

De mogelijkheden van kalibratie via de multipliers is geïllustreerd in figuur 13.1. Voor het verkennen van interregionale dynamiek worden de multipliertafels binnen een bepaalde range gehanteerd. Bij een te steile curve gaat het model sterk fluctueren. In dit geval geeft het model geen goede benadering van de werkelijkheid. Anderzijds geldt dat hoe vlakker de curve is, hoe minder de ratio reguleert. De zwakke mate van regulering kan in sommige gevallen echter wel een goede weerspiegeling van de werkelijkheid geven.



Figuur 13.1 Tuning van multipliertafels

Aangezien de omstandigheden niet worden beschreven op basis van een empirisch onderbouwde modelstructuur, heeft het model door de kalibratie geen korte termijn karakter. Daarvoor bestaat te veel onzekerheid in de schatting.

### 13.4 Opzet modelspecificatie, bepaling startjaar en startwaarden

De wiskundige vergelijkingen van het *theoretische* model, die door middel van redenering zijn afgeleid (deductie), zijn in algemene vorm geschreven. Door de theoretische vergelijkingen te specificeren en te kwantificeren op basis van empirisch datamateriaal, wordt gepoogd het model een zo groot mogelijke praktische waarde te doen krijgen (kalibratie).

Uitgangspunten bij de kalibratie van Urban Dynamics modellen is de reproductie van de *ontwikkeling* (stromen) van de *voorraden*; de rest van het model heeft slechts een aansturend karakter en dient ook in dat perspectief te worden geïnterpreteerd. Het model onderscheidt als relevante voorraden (1) de *bevolking*, (2) de *woningvoorraad* en (3) het aantal *bedrijfsvestigingen/werkgelegenheid*. Speciale aandacht is uitgegaan naar de grootte en richting van de interregionale bevolkingsmigratie en interregionale pendelstromen.

De kalibratie van het model bestaat grofweg uit 3 stappen:

1. Kalibratie van entiteiten waarover empirisch datamateriaal beschikbaar is ('normal rates' en exogene invloeden);
2. Op het nationale niveau zijn de weerstandparameters van de toegepaste zwaartekrachtmodellen en gemiddelde migratie- en pendelpercentages geschat zonder regionale differentiatie van parameters waarover geen empirisch datamateriaal beschikbaar is;
3. Vervolgens is met 'trial-and-error' geanalyseerd in welke mate regionale modelparameters konden worden verfijnt, zonder de modelresultaten op nationaal niveau te verslechteren:
  - a. Kalibratie van de ratio's (via ontwikkeling huishoudengrootte, ontwikkeling participatiegraad);
  - b. Regionaal differentiëren van sommige modelparameters (onder andere beïnvloeden van de massapotentialen in de zwaartekrachtmodellen);
  - c. Afstellen multipliertafels (op basis van centraal gelegen regio's).

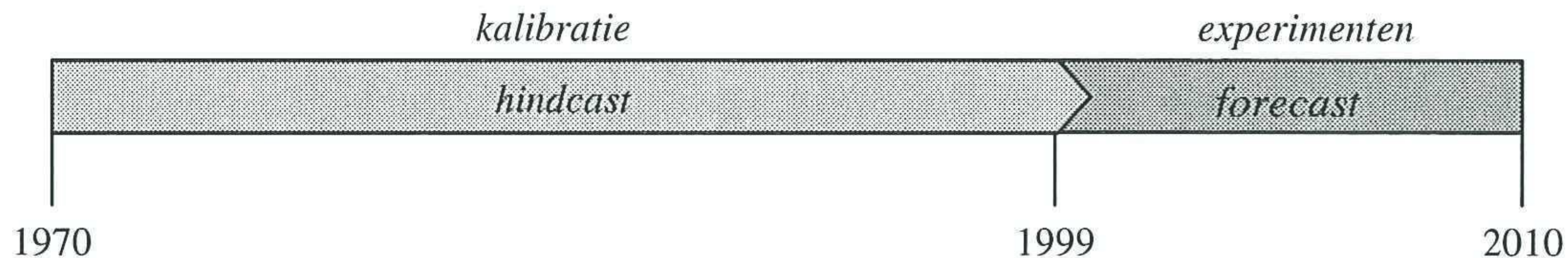
Het benaderen van de werkelijkheid op nationaal niveau is een van de uitgangspunten bij de kalibratie. Deze benadering geeft enige houvast ten aanzien van parameters, die nog niet regionaal gedifferentieerd zijn omdat er geen statistiek van aanwezig is. Verder is met name op basis van centraal gelegen regio's getuned, aangezien bij deze regio's de minste ruis met betrekking tot de geografische ligging ten opzichte van de modelomgeving te verwachten is.

Aan toestandsvariabelen (voorraden) dienen startwaarden toegekend te worden. Hiervoor dient een startjaar gekozen te worden. Aangezien de indeling in Corop-gebieden omstreeks 1970 is ontworpen, ligt dit jaar als startwaarde voor de hand. Aangezien voor enkele belangrijke statistieken vanaf 1972 data beschikbaar is, is ervoor gekozen om deze data tot 1970 te extrapoleren en de simulatie te starten vanaf het moment van bestaan van de Corop-indeling.

De startwaarden van de regionale bevolking zijn van het jaar 1970. De startwaarden van de regionale woningvoorraad zijn afgeleid door extrapolatie van regionale tijdreeksen van de jaren 1972-1999. Het aantal bedrijfsvestigingen is gelijk genomen aan het aantal bedrijfsvestigingen in 1964. Het aantal bedrijfsruimten is in eerste instantie gelijk genomen aan het aantal bedrijfsvestigingen.

### 13.5 Opzet praktische bruikbaarheid

De modelresultaten van de belangrijkste variabelen kunnen worden geïnterpreteerd in termen van 'benadering van de werkelijkheid'. Uit de verschillen tussen 'werkelijkheid' en de modeluitkomsten wordt een uitspraak gedaan over de *plausibiliteit* van de relaties in het model. Hiervoor wordt voor enkele modelgrootheden geanalyseerd of het modelresultaat overeenkomt met de historische tijdreeksen. In jargon wordt deze activiteit ook wel '**hindcast**' genoemd. Dit is weergegeven in figuur 13.2.



Figuur 13.2 Fasesysteem model

De modelresultaten op nationaal niveau geven een indicatie van het 'overall' modelresultaat. In bijlage 13.1 is de nationale hindcast van het model geschetst. Een goede hindcast van de nationale ontwikkelingen geeft echter géén uitsluitsel over de correctheid van de modelstructuur, aangezien de modelstructuur op het Corop-niveau is toegepast. Voor het analyseren van de modelstructuur moeten daarom de regionale modelresultaten worden geanalyseerd.

Mogelijkheden hiervoor bestaan door de volgende voorraden met bijbehorende stromen uit het model te analyseren:

- De regionale bevolking (geboorte, sterfte, binnenlandse immigratie en uitmigratie, immigratie en emigratie);
- De regionale woningvoorraad (nieuwbouw, sloop);
- De regionale beroepsbevolking (potentiële beroepsbevolking, inkomende pendel, uitgaande pendel);
- Het regionaal aantal bedrijfsvestigingen;
- Het regionaal aantal arbeidsplaatsen.

Een hindcast van het model wordt in deze eindrapportage geïllustreerd aan de hand van de regio **Utrecht**. Gekozen is voor de regio Utrecht aangezien de *directe* omgeving hiervan endogeen in

het model is opgenomen. Bij regio's aan de landsgrens spelen landsgrensoverschrijdende stromen relatief een grote rol en zijn de marktomstandigheden van zowel binnen- als buitenland relatief belangrijk. Bij de hindcast van Utrecht wordt ruis en interactie met betrekking tot de systeemomgeving geminimaliseerd.

De meeste statistieken gaan momenteel niet verder dan 1999. Na 1999 simuleert het model op aangenomen trends en is het model in zekere zin volledig zelfstandig. Vanaf dit moment krijgt het model een voorspellend karakter. Vanuit beleidsoogpunt, is dit tevens een interessant moment om de effecten van beleidsmaatregelen te verkennen.

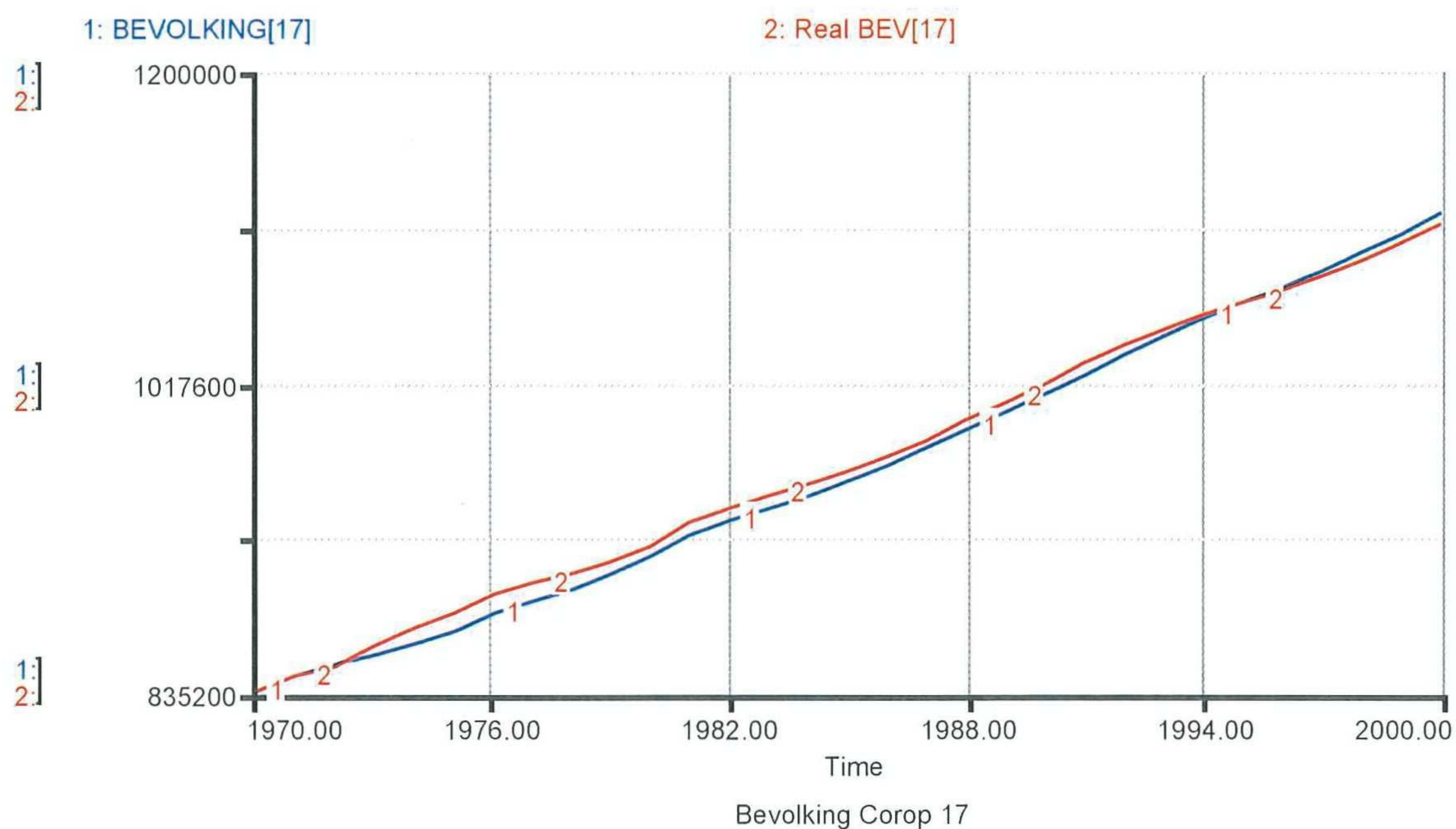
Om een beeld te geven van het prognosticerende gedrag van het model zijn voor de regio Utrecht enkele scenario's (**forecast**) tot 2010 doorgerekend. Vanwege het verkennende karakter van het model wordt in dit opzicht gesproken van **experimenten**. De experimenten zijn besproken in hoofdstuk 14. Gekozen is voor een simulatie tot 2010, aangezien bepaalde modelparameters vrij gevoelig zijn. In een relatief korte prognose hebben de extrapolaties van verschillende parameters de meest relevante waarde. Het effect van een maatregel over een periode van 10 jaar is tevens een tot de verbeelding sprekende prognose. In totaal is hierdoor met het model 40 jaar gesimuleerd.

## 13.6 Ter illustratie: Hindcast Utrecht

In deze paragraaf is een hindcast van *Utrecht (Corop 17)* gepresenteerd, waarbij verschillende ontwikkelingen uit het verleden worden nagesimuleerd.

### 13.6.1 Utrechtse bevolking

In figuur 13.3 is het modelresultaat van de Utrechtse bevolkingsontwikkeling uitgezet tegen de statistische tijdreeks van de Utrechtse bevolking.

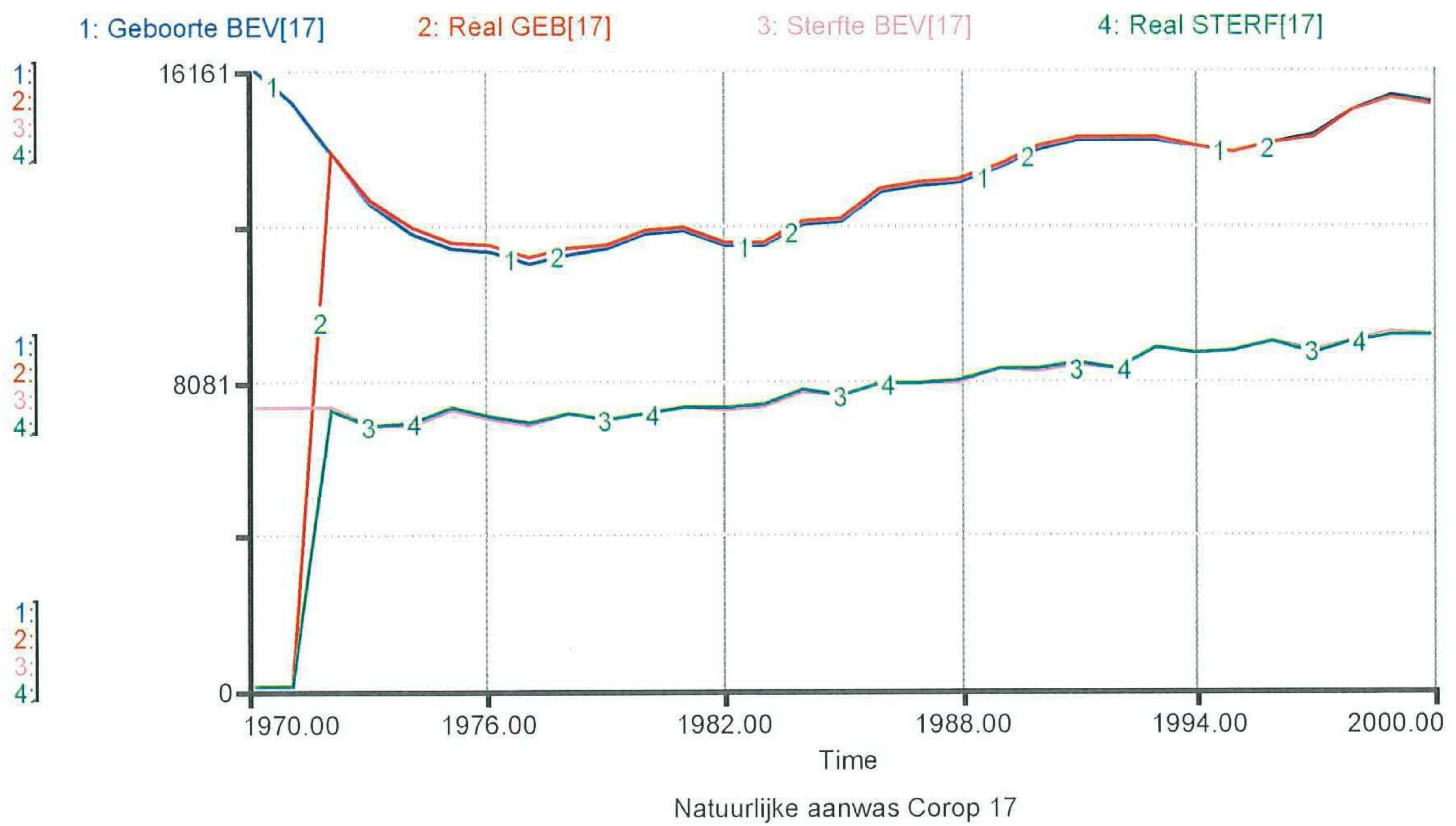


Figuur 13.3 Hindcast bevolking Utrecht

(bronstatistiek: CBS, ABF)

In tabel-Bijlage 13.1 is de fout die het model maakt ten aanzien van de reproductie van de totale Utrechtse bevolking voor de jaren 1972-1999 uitgezet. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het model de ontwikkeling van de Utrechtse bevolking accuraat benadert. Dit geeft geen uitsluitel over de causaliteit omtrent de bevolkingsontwikkeling. Hiervoor moeten de achterliggende processen worden bekeken.

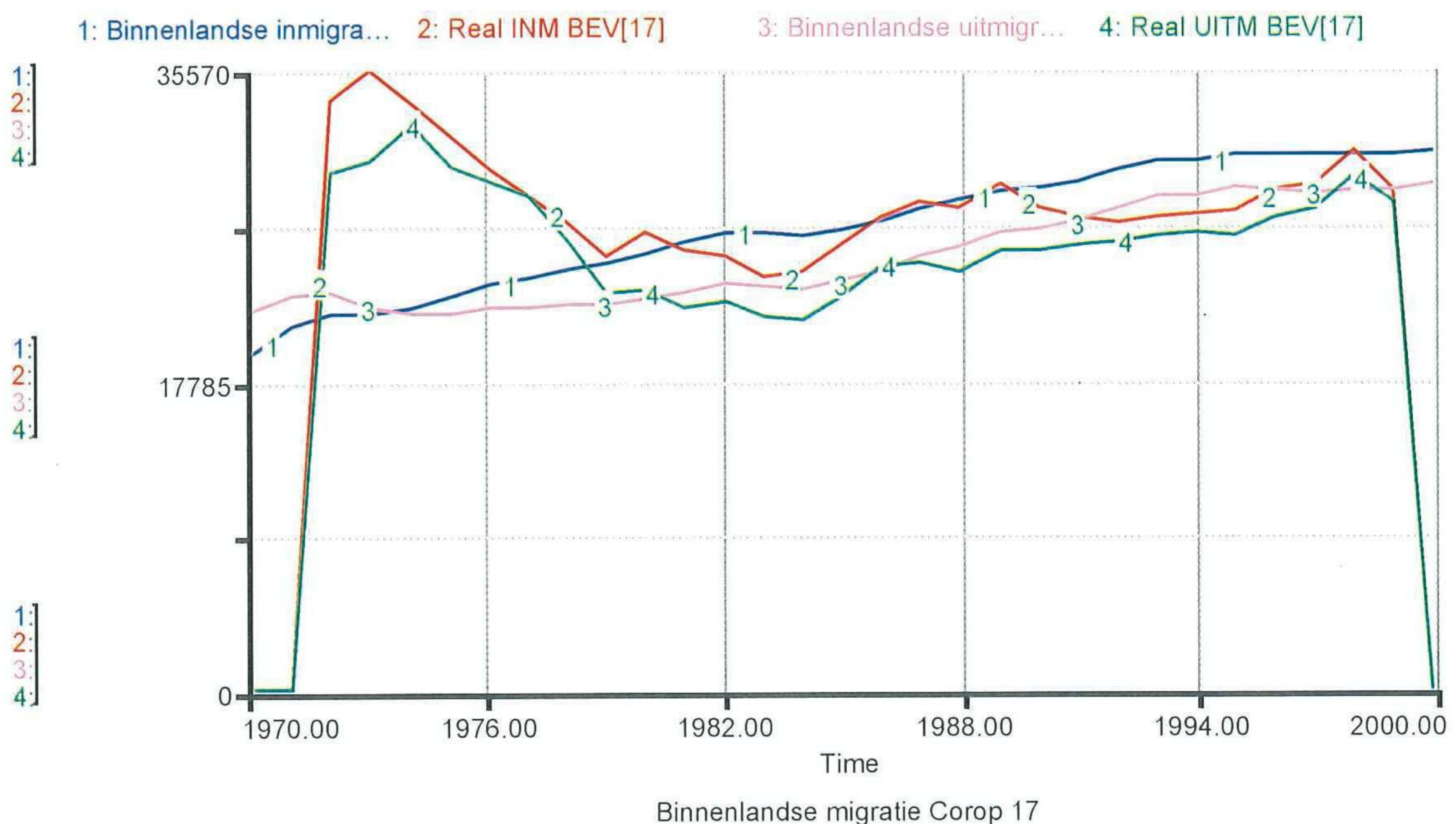
In figuur 13.4, 13.5 en 13.6 zijn de modelresultaten van respectievelijk de *natuurlijke aanwas*, *binnenlandse migratie* en de *buitenlandse migratie* van de regio Utrecht tegen de historische statistieken uitgezet.



Figuur 13.4 Hindcast natuurlijke aanwas Utrecht

(bronstatistiek: CBS, ABF)

Op het oog wordt de ontwikkeling van geboorte en sterfte door het model accuraat weergegeven. Inzicht in de fout die het model maakt in de hindcast ten aanzien van natuurlijke aanwas is terug te vinden in tabel-Bijlage 13.2.

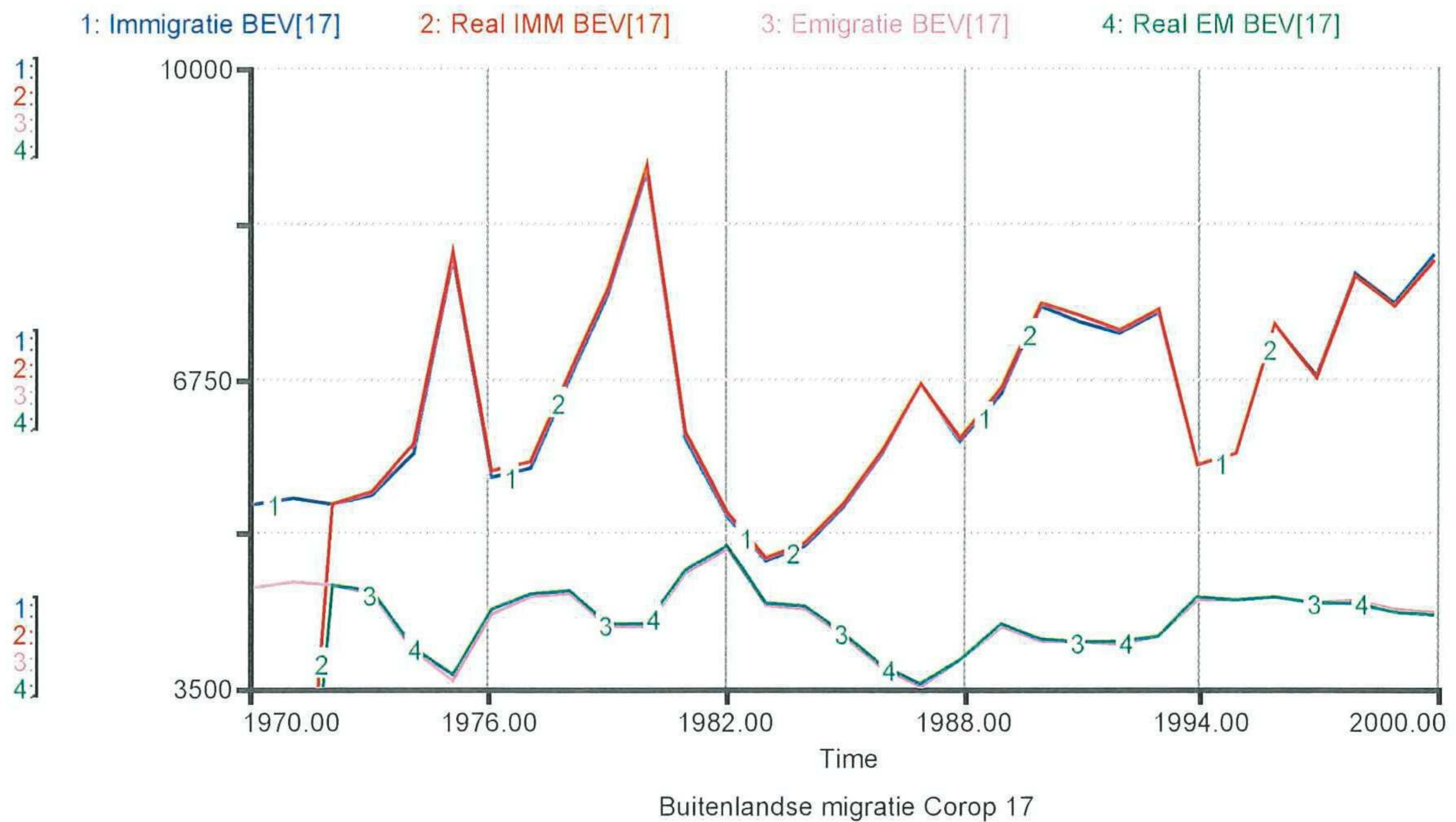


Figuur 13.5 Hindcast binnenlandse migratie Utrecht

(bronstatistiek: CBS, ABF)

Ten aanzien van de binnenlandse migratie wijkt het model op het oog af van de werkelijkheid. Inzicht in de fout die het model ten aanzien van binnenlandse migratie maakt is terug te vinden in tabel-Bijlage 13.3.





Figuur 13.6 Hindcast buitenlandse migratie Utrecht

(bronstatistiek: CBS, ABF)

Net als de natuurlijke aanwas wordt op het oog de ontwikkeling van de buitenlandse migratie door het model accuraat weergegeven. Inzicht in de fout die het model maakt in de hindcast ten aanzien van buitenlandse migratie is terug te vinden in tabel-Bijlage 13.4.

Tabel 13.1 geeft een overzicht van de *gemiddelde absolute fout* die het model maakt ten aanzien van de ontwikkeling van de bevolking in de hindcast van Utrecht voor de jaren 1972-1999.

Tabel 13.1 Overzicht gemiddelde absolute modelfouten van bevolking in hindcast Utrecht

Variabele Utrecht	Gemiddelde fout
Bevolking	0,58%
Geboorte	0,58%
Binnenlandse immigratie	11,03%
Immigratie	0,58%
Sterfte	0,58%
Binnenlandse uitmigratie	10,05
Emigratie	0,58%

De gemiddelde absolute fout die het model maakt ten aanzien van de Utrechtse bevolking is zeer gering. Zoals blijkt wordt deze fout met name veroorzaakt door het modelresultaat van de binnenlandse migratie. De fout van het *saldo* van binnenlandse migratie is daarentegen gering, waardoor de ontwikkeling van de totale bevolking, natuurlijke aanwas en de buitenlandse migratie alsnog goed wordt benaderd.

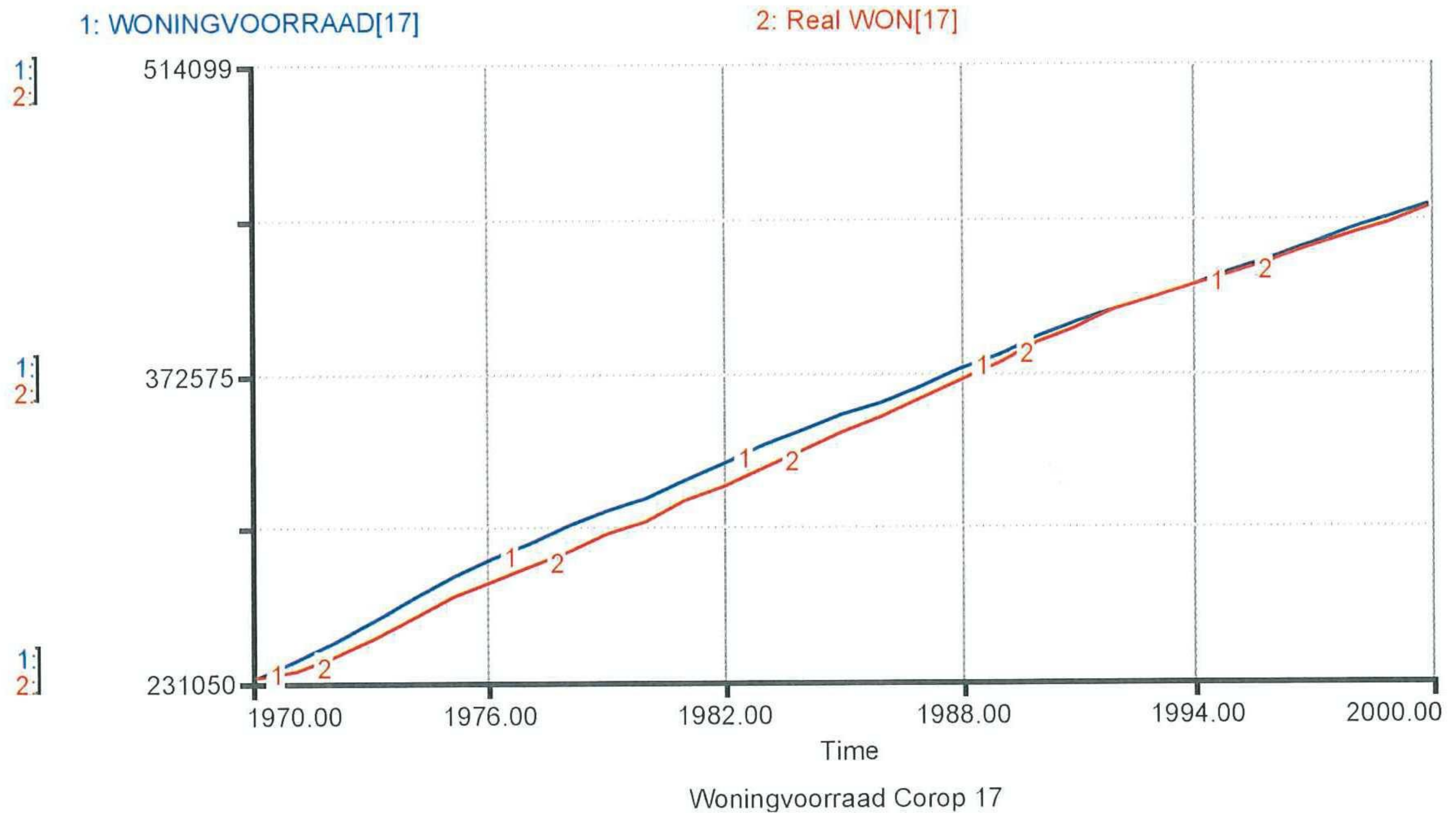
De benadering van de binnenlandse immigratie en uitmigratie wijkt significant af van de overige bevolkingsontwikkelingen. Dit wordt veroorzaakt door de structuur en/of specificatie van de zwaartekrachtmodellen. De onnauwkeurigheid kan verbeterd worden door:

- Verder tunen van immigratie- en uitmigratiepercentages, waardoor de relaties tussen Corop-gebieden beter worden weergegeven. Dit is in feite het toevoegen van meer verklarende elementen;
- Verfijnen van de weerstandsfunctie (bijvoorbeeld 'logit', paragraaf 5.6.1);
- Verfijnen van de correctiefactoren;

- Verbeteren gebruikte afstandsmatrix door (paragraaf 5.6.1):
  - Rekening te houden met reistijden van openbaar vervoer;
  - Rekening te houden met reistijden door het buitenland;
  - Een betere maat voor interne reisafstanden;
- Verfijnen van de benadering van pendel.

### 13.6.2 Utrechtse woningvoorraad

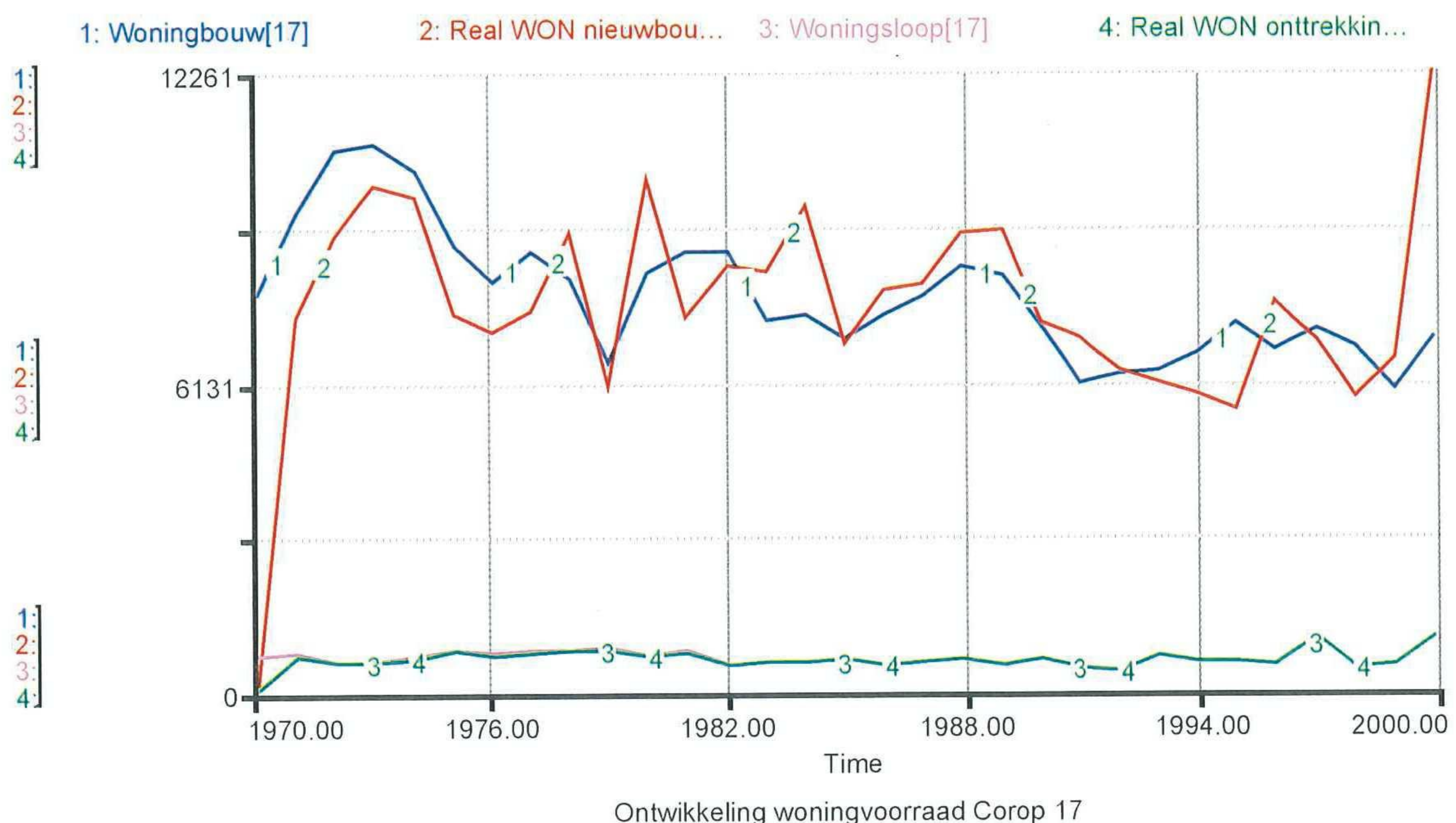
In figuur 13.7 is het modelresultaat van de ontwikkeling van de Utrechtse woningvoorraad uitgezet tegen de statistische tijdreeks van de Utrechtse woningvoorraad.



Figuur 13.7 Hindcast woningvoorraad Utrecht

(bronstatistiek: CBS, ABF)

Analyse van de achterliggende processen verschaft meer inzicht in de modelbenadering van de woningvoorraad. In figuur 13.8 zijn de modelresultaten van respectievelijk de *woningbouw* en de *woningsloop* van de regio Utrecht tegen de historische statistieken uitgezet.



Figuur 13.8 Hindcast ontwikkeling woningvoorraad Utrecht

(bronstatistiek: CBS, ABF)

Tabel 13.2 geeft een overzicht van de gemiddelde absolute fout die het model maakt ten aanzien van de ontwikkeling van de woningvoorraad in de hindcast van Utrecht voor de jaren 1972-1999.

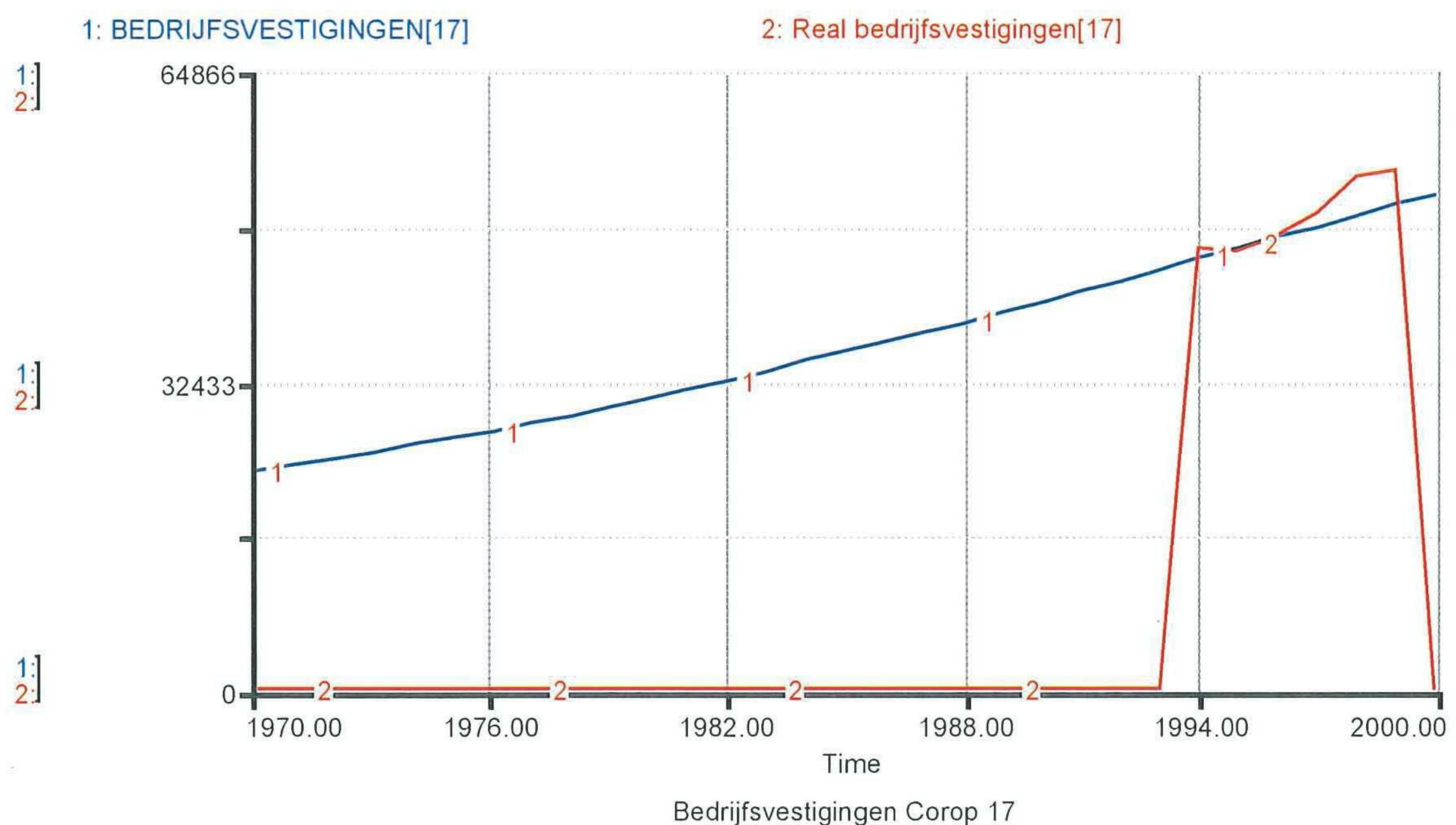
Tabel 13.2 Overzicht gemiddelde absolute modelfouten van woningvoorraad in hindcast Utrecht

Variabele Utrecht	Gemiddelde fout
Woningvoorraad	2.09%
Woningbouw	10,96%
Woningsloop	1.87%

De modelnauwkeurigheid in de ontwikkeling van de totale Utrechts woningvoorraad wordt veroorzaakt door de benadering van de woningbouw. Het effect op de totale woningvoorraad blijft gering. De benadering van de woningbouw kan verbeterd worden door de gebruikte coëfficiënt te desaggregeren en de woningbouw met de *BLR* en de *huishoudenontwikkeling* beter af te tunen. Ook met een betere benadering van de binnenlandse migratie (in de zwaartekrachtmodellen) kan de modelbenadering van woningbouw verbeterd worden.

### 13.6.3 Utrechtse Bedrijfsvestigingen

In figuur 13.9 is het modelresultaat van de ontwikkeling van de Utrechtse bedrijfsvestigingen uitgezet tegen een kleine statistische tijdreeks van Utrechtse bedrijfsvestigingen. Van de achterliggende processen is geen statistiek beschikbaar.



Figuur 13.9 Hindcast bedrijfsvestigingen Utrecht

(bronstatistiek: Statline, CBS)

Tabel 13.3 geeft een overzicht van de modelfouten die het model maakt ten aanzien van de ontwikkeling van bedrijfsvestigingen in de hindcast van Utrecht voor de jaren 1994-1999.

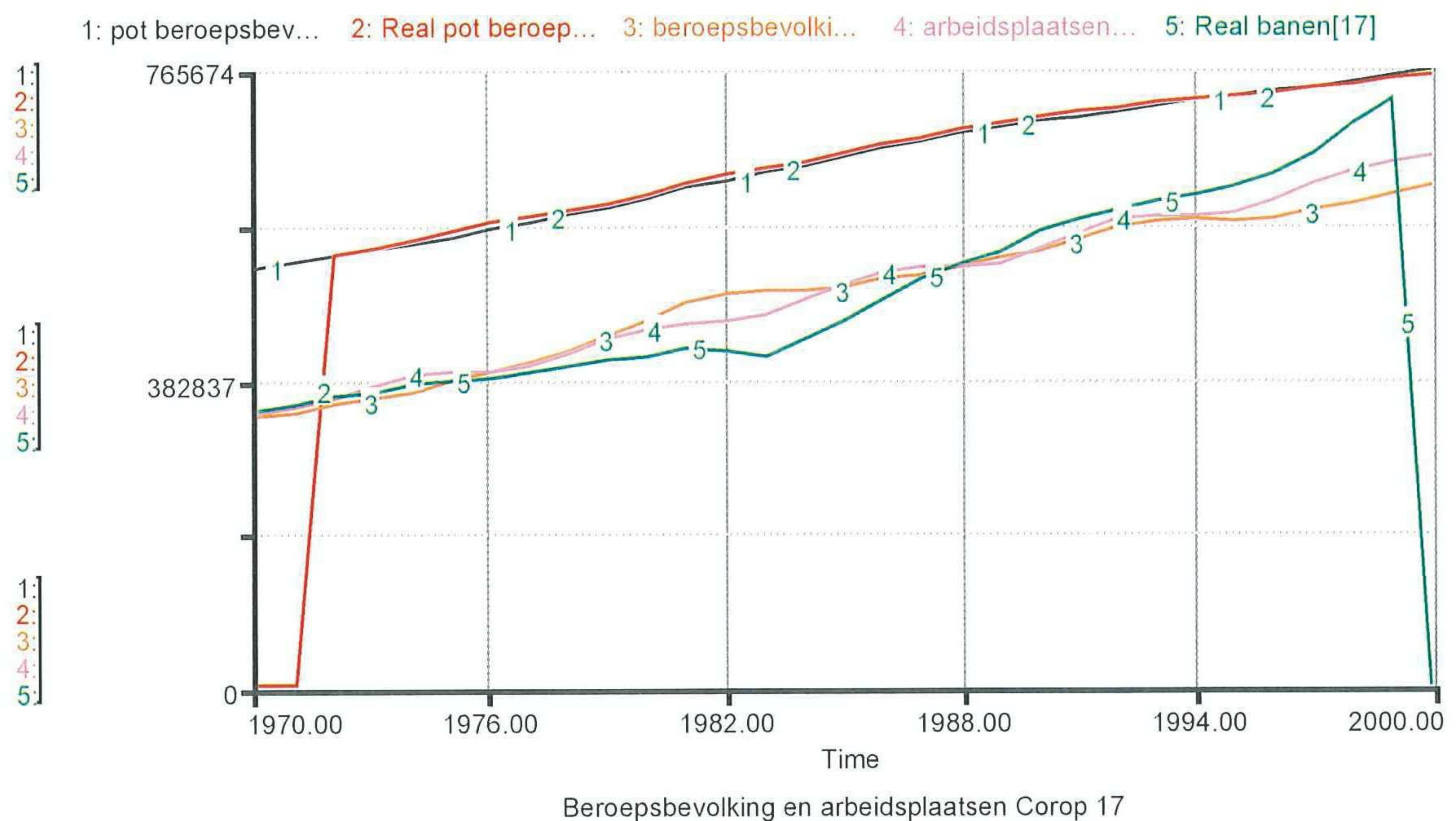
Tabel 13.3 Overzicht modelfouten van bedrijfsvestigingen in hindcast Utrecht

jaar	gemiddelde fout
1994	-2,34%
1995	0,92%
1996	-0,23%
1997	-2,79%
1998	-7,60%
1999	-6,40%
gemiddelde fout	3,38%

De orde van grootte van het aantal bedrijfsvestigingen wordt door het model redelijk benaderd. De onnauwkeurigheid in de ontwikkeling van het aantal bedrijfsvestigingen wordt gemaakt vanwege de benadering van de werkgelegenheid. In werkelijkheid zorgen met name bedrijfsvestigingen met een kleiner dan gemiddeld aantal arbeidsplaatsen per vestiging voor de ontwikkeling in het aantal bedrijfsvestigingen. Deze ontwikkeling is niet in beeld gebracht, aangezien met de huidige modelstructuur de werkgelegenheid met veel te grote uitslagen wordt gesimuleerd.

### 13.6.4 Utrechtse arbeidsplaatsen en beroepsbevolking

Figuur 13.10 geeft een indicatie van de Utrechtse arbeidsmarktontwikkelingen, waarbij de modelresultaten van de potentiële beroepsbevolking en het aantal arbeidsplaatsen tegen de beschikbare tijdreeksen is uitgezet. De statistiek van het aantal arbeidsplaatsen is gecorrigeerd zoals in paragraaf 11.4 is toegelicht.



Figuur 13.10 Hindcast potentiële beroepsbevolking en arbeidsplaatsen in Utrecht (bronstatistiek: CBS, ABF)

De gemiddelde absolute fout ten aanzien van de potentiële beroepsbevolking is 0,58%. Doordat de werkgelegenheid gecorrigeerd is, is dit niet een daadwerkelijke hindcast. Wel maakt figuur 13.10 duidelijk dat de onderlinge verhouding tussen arbeidsplaatsen en de beroepsbevolking redelijk plausibel is. Het relatief grote verschil tussen de beroepsbevolking en het aantal arbeidsplaatsen omstreeks 1982 maakt onder meer duidelijk dat de arbeidsomstandigheden destijds slecht waren.

In tabel 13.4 en 13.5 zijn de omvang en de fout van het model inzake de inkomende en uitgaande pendel tegen de beschikbare data uitgezet.

Tabel 13.4 Overzicht inkomende pendel in hindcast Utrecht

jaar	Model inkomende pendel	Statistiek inkomende pendel	fout inkomende pendel
1975	29.613	31.000	-4.47%
1977	35.338	36.000	-1.84%
1981	45.888	44.900	2.20%
1985	50.797	51.800	-1.94%

(bronstatistiek: Statline, CBS)

Tabel 13.5 Overzicht uitgaande pendel in hindcast Utrecht

jaar	Model uitgaande pendel	Statistiek uitgaande pendel	fout uitgaande pendel
1975	34.719	31.000	12.00%
1977	36.647	38.000	-3.56%
1981	41.472	46.900	-11.57%
1985	43.321	51.900	-16.53%

(bronstatistiek: Statline, CBS)

Het model benadert voor Utrecht de inkomende pendel nauwkeuriger dan de uitgaande pendel.

### 13.7 Conclusies validatie

Uit de hindcast voor Utrecht komt naar voren dat de ontwikkeling van de verschillende toestandsvariabelen redelijk accuraat is. Bij de achterliggende processen, waaronder de binnenlandse migratie en pendel, is de fout aanzienlijk groter dan bij de toestandsvariabelen, maar zijn de ordes van grootte acceptabel. Uit bijlage 13.1 blijkt dat het 'overall' resultaat van het model van dezelfde orde van grootte is. Opgemerkt dient te worden dat het model voor bepaalde parameters, zoals trends, gevoelig reageert. Hierdoor is het lange termijn karakter van het model ten aanzien van kwantitatieve output beperkt.

Het *gedrag* van de achterliggende processen, het verloop van de grafiek van bijvoorbeeld binnenlandse inmigratie en de binnenlandse uitmigratie, wijkt af van de historische tijdreeks. Dit kan verklaard worden door de robuuste werking van de zwaartekrachtmodellen. De orde van grootte van de binnenlandse inmigratie en de binnenlandse uitmigratie kloppen echter ongeveer. Dit komt doordat de zwaartekrachtmodellen fors getuned zijn. Aangezien de ordes van grootte van de verschillende entiteiten overeenkomt met die van de werkelijkheid wordt geconcludeerd dat het model voor Utrecht valide is. Hierbij dient opgemerkt te worden dat er entiteiten in het model voorkomen die niet geverifieerd zijn vanwege een gebrek aan statistiek.

Een tweede conclusie, zoals deze indirect op basis van de hindcast kan worden genomen, betreft het schaalniveau van de Corop-indeling. Op basis van statistische analyse kan worden gesteld dat de interregionale migratie en pendel op het Corop-niveau een dusdanige orde van grootte aannemen, dat het Corop-niveau in *theoretisch* opzicht niet het ideale schaalniveau is om de verschillende deelmarkten uit de praktijk mee te analyseren. Vanuit oogpunt van (1) databeschikbaarheid en (2) het aantal deelgebieden (overzichtelijkheid) bestaan echter niet veel goede alternatieven voor de Corop-indeling. Dit impliceert dat indien het Corop-niveau als analytisch niveau wordt gebruikt, er oog dient te zijn voor de interregionale processen.



## 14 EXPERIMENTELE RESULTATENANALYSE

Dit hoofdstuk beschrijft een zogenaamde ‘**experimentele resultatenanalyse**’ en is daarmee een onderdeel van de validiteitsanalyse van de modelstructuur. In hoofdstuk 3 is reeds aan de orde gekomen dat het bij Urban Dynamics met name gaat om het *gedrag* van het model aanvaard wordt. De nadruk ligt op *tendensen* en in veel mindere mate op een exacte nabootsing van de werkelijkheid. Daardoor heeft de resultatenanalyse bij voorbaat een *experimenteel* karakter. De verifiërende resultatenanalyse is met name gericht op de *plausibiliteit* van het model.

De gepresenteerde resultatenanalyse gaat in op potentiële beleidsmaatregelen, zoals beschreven in paragraaf 14.1. Het is interessant om **experimenteel** te verkennen hoe de huidige modellering reageert op bepaalde beleidsmaatregelen. Ter illustratie zijn twee experimentresultaten met betrekking tot **infrastructuur** uitgevoerd. Per experiment biedt deze aanpak mogelijkheden om de plausibiliteit van de modelstructuur te analyseren. De experimentele resultatenanalyse kan in deze opzet geïnterpreteerd worden als een combinatie van *verificatie*, *consistentie*, *gevoeligheidsanalyse* en *resultatenanalyse* van de modelstructuur.

### 14.1 Het beleidskader

In de samenleving spelen **welzijn** en **welvaart** een belangrijke rol. Het *welzijn* kan worden gedefinieerd als de emotionele rijkdom, dat ieder individu in zijn leven wil maximaliseren. Een hulpmiddel daarbij, maar géén noodzakelijke voorwaarde, is welvaart. *Welvaart* kan worden gedefinieerd als economische rijkdom.

De bestuurskunde is het beleidsveld dat zich bezig houdt met het welzijn en welvaart van de samenleving. In de praktijk zijn bestuurders geneigd om de nadruk op het laatste aspect te leggen. Het ruimtelijk-economische beleid in de meeste landen is erop gericht de verschillen in welvaart tussen de regio's te verminderen. Gebieden, waarvan de achterstand als ernstig wordt ervaren, krijgen steun om de economische ontwikkeling te bevorderen (Van de Vooren, 2000). Ongeacht of het beleid nu daadwerkelijk het *welzijn* van de samenleving vergroot –en in die zin het beleid rechtvaardigd-, is het in dit kader interessant om te onderzoeken in welk opzicht een gebied mogelijkheden biedt voor economische ontwikkeling (*welvaart*). Het *ontwikkelingspotentieel* van een regio staat hiermee ter discussie.

Een goede bereikbaarheid van woongebieden en economische centra wordt essentieel geacht voor de economische en maatschappelijke ontwikkeling van onze samenleving. Het handhaven van een goede bereikbaarheid wordt bedreigd door (1) een verwachte verdere groei van de mobiliteit, (2) additionele woningbouw en bedrijvigheid en (3) een voortgaande spreiding van activiteiten over de ruimte (Kribbe & Sanders, 1997).

Voor de overheid sturende beleidsmaatregelen met betrekking tot bereikbaarheid kunnen worden gecategoriseerd in (1) regulering woningbouw en bedrijvigheid, (2) prijsmaatregelen en (3) fysiek ingrijpen in infrastructuur (University of Washington, 1998). Bij regulering kan gedacht worden aan bouwbeperkingen voor projectontwikkelaars. Ook kan door middel van toewijzingsbeleid ergens anders juist veel gebouwd worden. Prijsbeleid, zoals belastingen en rekeningrijden, beïnvloeden de economische keuzes en het verplaatsingsgedrag van bedrijven en huishoudens. Ten derde kan fysiek worden ingegrepen in infrastructurele netwerken, waardoor de bereikbaarheid –en daarmee de keuzes van- locaties veranderen.

## 14.2 Opzet van de experimenten

In de praktijk zijn verschillende combinaties van investeringen mogelijk -ook in ruimtelijk opzicht- om de ruimtelijk-economische ontwikkeling te beïnvloeden. Met betrekking tot **infrastructuurplanning** en **civiele techniek** is het meest aansprekend om de effecten van fysiek ingrijpen in infrastructuur op de ruimtelijke ontwikkeling van een gebied te analyseren. Indien overheden of marktpartijen fors in infrastructuur investeren, is het interessant om met een model te verkennen of de mogelijke effecten en de gewenste ontwikkelingen daarmee worden behaald. In feite is de vraagstelling in welke mate de aanleg van hoogwaardige vervoersystemen kan leiden tot een vergroting van de regionaal-economische potentie.

Ten aanzien van ruimtelijk-economische ontwikkeling bestaat in Nederland een duidelijk onderscheid tussen de sterk ontwikkelde Randstad en het achterblijvende Noorden van Nederland. Daarom is het interessant te verkennen wat de ontwikkelingspotentie is van het Noorden van Nederland en van de Randstad. Het regionale ontwikkelingspotentieel wordt daarom geïllustreerd aan de hand van de volgende twee actuele, infrastructuur-gerelateerde projecten:

1. Aanleg van een *Zuiderzeelijn*;
2. Aanleg van het *Rondje Randstad*.

Op basis van vergelijking van de experimentele modelresultaten met (1) '*expert judgement*' (op basis van ander onderzoek) en (2) opgestelde *hypothesen* wordt de plausibiliteit van de modelstructuur met bovenstaande experimenten nader toegelicht.

## 14.3 Het simulatiekader

De experimentele resultaten geven het meest inzicht indien in het model het effect van één *investeringsimpuls* worden uitgezet tegen een *referentiewaarde*. De beleidsmaatregelen van de experimenten zijn daarom in het jaar 2000 –het moment vanaf wanneer het model prognosticeert- in één keer gerealiseerd.

### 14.3.1 De Performance-Index

Het regionale ontwikkelingspotentieel kan worden geïllustreerd met behulp van een performance-index. De performance van een bepaald subsysteem kan worden uitgedrukt door de waarde van de bijbehorende voorraadgrootte te delen door de startwaarde van diezelfde voorraadgrootte. Op deze manier ontstaat de **performance-index** ( $PI_V$ ) van een subsysteem, welke is gedefinieerd in formule 13.1. De  $PI_V$  is daarmee een maat voor het *gedrag* ('performance') van een subsysteem in de tijd.

$$PI_V = \frac{V_t}{V_{t_0}} \quad (13.1)$$

Waarin:

$PI_V$  = performance-index van het subsysteem behorende bij voorraadgrootte  $V$ ;

$V_t$  = volume van de voorraadgrootte  $V$ ;

$V_{t_0}$  = startwaarde van voorraadgrootte  $V$ .

De performance-index van de **referentiesimulatie** ( $RPI_V$ ) geeft een beeld van de performance van het systeem *zonder additionele beleidsmaatregelen*. Door de performance-index van een beleidsmaatregel uit te zetten tegen de performance-index van de referentiesimulatie kan het effect van een beleidsmaatregel op de regionale ontwikkeling in beeld worden gebracht.



### 14.3.2 De referentiesimulatie

Voor het evalueren van de effecten van de experimenten –en indirect van de modelstructuur– is een referentiesimulatie gemaakt. De meest belangrijke trends die de referentiesimulatie bepalen zijn hieronder kort samengevat.

1. De komende jaren is een verdere vergrijzing te verwachten, veroorzaakt door het op leeftijd raken van de naoorlogse geboortegolf (mensen geboren van 1946 tot 1965). Door de relatieve oververtegenwoordiging van oudere leeftijdsklassen, neemt de komende jaren:
  - a. Het aantal geboorten procentueel van de totale bevolking relatief sterk af;
  - b. Sterfte procentueel van de totale bevolking relatief sterk toe;
  - c. Vlakt de groei van de potentiële beroepsbevolking af;
2. De immigratie blijft hoog, maar stabiliseert door overheidsbeleid. De trend in emigratie stijgt licht;
3. Individualisering neemt niet veel meer af;
4. Onttrekkingen van woningen aan de woningvoorraad neemt relatief toe door veroudering van de woningvoorraad;
5. Voortzetting van de zes-jarige conjunctuurgolf impliceert een licht dalende trend tot 2002, waarna de conjunctuur aantrekt;
6. Bruto participatiegraden van de bevolking nemen niet veel meer toe.

De regionale geboorte- en sterftecoëfficiënten vanaf 1999 zijn ontleent aan het Primos-model, waar in feite een gedetailleerd cohort-model van de bevolking aan ten grondslag ligt. Tevens de regionale woningsloopcoëfficiënten vanaf 1999 zijn ontleend aan het Primos-model, waar in feite een uitgebreid cohort-model van de woningvoorraad achter schuil gaat. Overige trends uit het model zijn geëxtrapoleerd.

## 14.4 Ter illustratie: ‘Experiment Zuiderzeelijn’

De regionale ontwikkelingspotentie kan het beste worden geïllustreerd aan de hand van extremen. De regionale ontwikkelingspotentie van de Randstad en het Noorden wordt hiertoe in dit experiment geïllustreerd aan de hand van de regio **Utrecht, Flevoland en Groningen**. In Utrecht wordt de algemene welvaart hoger geacht dan in Groningen. De geografische bereikbaarheid speelt in dit licht een belangrijke rol. Utrecht ligt centraal in Nederland en heeft in nationaal opzicht –en relatief ten opzichte van Groningen– een goede bereikbaarheid. Utrecht wordt in dit experiment gezien als onderdeel van de Randstad. Groningen daarentegen heeft in nationaal opzicht –en relatief ten opzichte van Utrecht– een minder goede bereikbaarheid. Flevoland speelt een opvallende rol in het experiment en wordt daarom mede in beeld gebracht.

### 14.4.1 Doel Zuiderzeelijn

Vanuit beleidsmatig oogpunt kan het idee ontstaan om Groningen te steunen in de economische ontwikkeling. Met betrekking tot infrastructuur kan hierbij worden gedacht aan de aanleg van een snelle verbinding naar Noord-Nederland, de zogenaamde *Zuiderzeelijn*. De verbinding kan worden uitgevoerd als een *intercity-verbinding*, een *magneetweefbaan* of combinaties hiervan. Figuur 14.1 geeft het traject van de Zuiderzeelijn zoals in de eerste verkenning is gemaakt. De cirkels duiden op het zoekgebied van een terminal. De bijbehorende cijfers verwijzen naar een type terminal.

De hoop van dit project is erop gericht dat de ‘fysieke’ en psychologische afstand tussen Noord-Nederland en de Randstad wordt verkleind. De aard en omvang van de indirecte effecten spelen een belangrijke rol in de discussie van dit project.

Het beoogde doel van de Zuiderzeelijn is tweeledig:

1. Het verkleinen van het welvaartverschil ('faseverschil') in de ontwikkeling van Noord-Nederland ten opzichte van de rest van Nederland;
2. Het ontlasten van de Randstad door het opnemen van vervoer, bedrijvigheid en bevolking die (economisch) minder aan de Randstad gebonden zijn.



Figuur 14.1 Mogelijk traject Zuiderzeelijn (bron: Consortium Transrapid Nederland, 2002)

#### 14.4.2 Opzet experiment Zuiderzeelijn

Met het ontwikkelde model is het effect van de bereikbaarheidsverbetering tussen Noord-Nederland en de Randstad nagebootst door verschillende *bereikbaarheidsweerstand* in de zwaartekrachtmodellen te verkleinen. Op deze wijze kan op een relatief eenvoudige en snelle manier het effect van de maatregel nagebootst worden.

Tussen de betrokken Corop-gebieden zijn de onderlinge weerstandfactoren ten aanzien van residentiële migratie, arbeidsmigratie, pendel en bedrijfsmigratie allen met een *factor 0,8*

vermenigvuldigd. Voor verschillende weerstanden levert dit een verschillend effect, maar door beperkingen van de software is een niet-uniforme aanpassing van de weerstanden niet haalbaar.

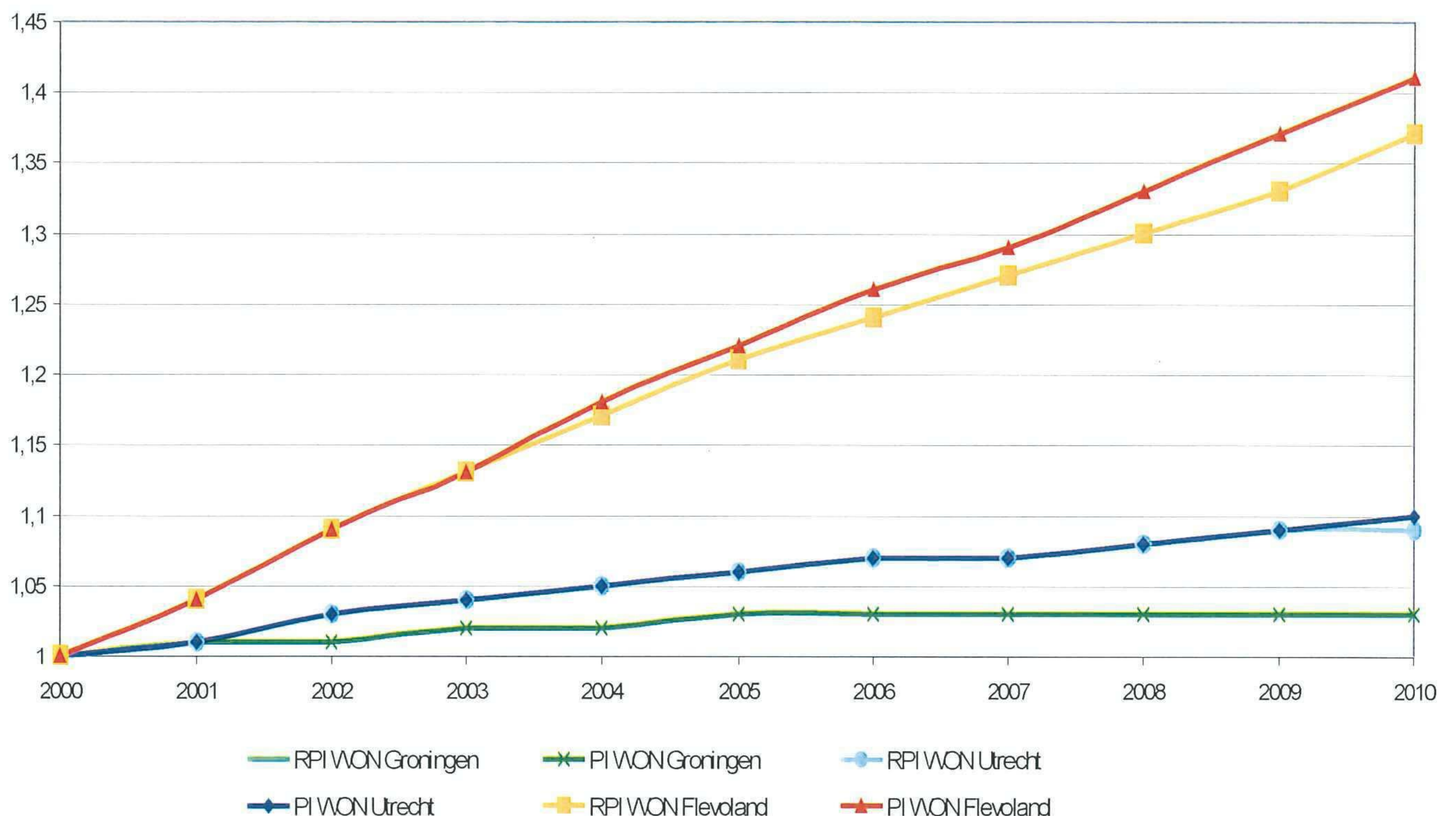
Bij de keuze van de Corop-gebieden waartussen de weerstanden zijn verkleind is met enig ruimtelijk 'uitstralingseffect' van het project rekening gehouden. Van de volgende Corop-gebieden zijn de onderlinge weerstanden verkleind: *Overig Groningen* (Corop 3), *Zuidoost-Friesland* (Corop 6), *Utrecht* (Corop 17), *Agglomeratie Haarlem* (Corop 21), *Zaanstreek* (Corop 22), *Groot-Amsterdam* (Corop 23), *Het Gooi en Vechtstreek* (Corop 24), *Agglomeratie Leiden en Bollenstreek* (Corop 25), *Oost-Zuid-Holland* (Corop 28) en *Flevoland* (Corop 40).

De aanpassing van de weerstanden heeft chargerende gevolgen voor de sociaal-economische ontwikkeling van de verschillende regio's. Hierdoor kan het effect van het experiment voor de ontwikkeling van verschillende regio's duidelijk worden geaccentueerd. Om het effect van de Zuiderzeelijn te illustreren, zijn van de regio's Utrecht, Flevoland en Groningen de modelresultaten in beeld gebracht. Dit gebeurt door de experimentele performance-indices uit te zetten tegen performance-indices van de referentiesimulatie. Er zijn per regio twee fysieke voorraden geanalyseerd: (1) de woningvoorraad en (2) de werkgelegenheid. Samen geeft dit een beeld van het effect van de maatregel op de ruimtelijke ontwikkeling en de rol van interregionale interactie die het model bij de uitvoering van het experiment nabootst.

#### 14.4.3 Modelresultaten experiment Zuiderzeelijn

##### *Modelresultaat woningvoorraad experiment Zuiderzeelijn*

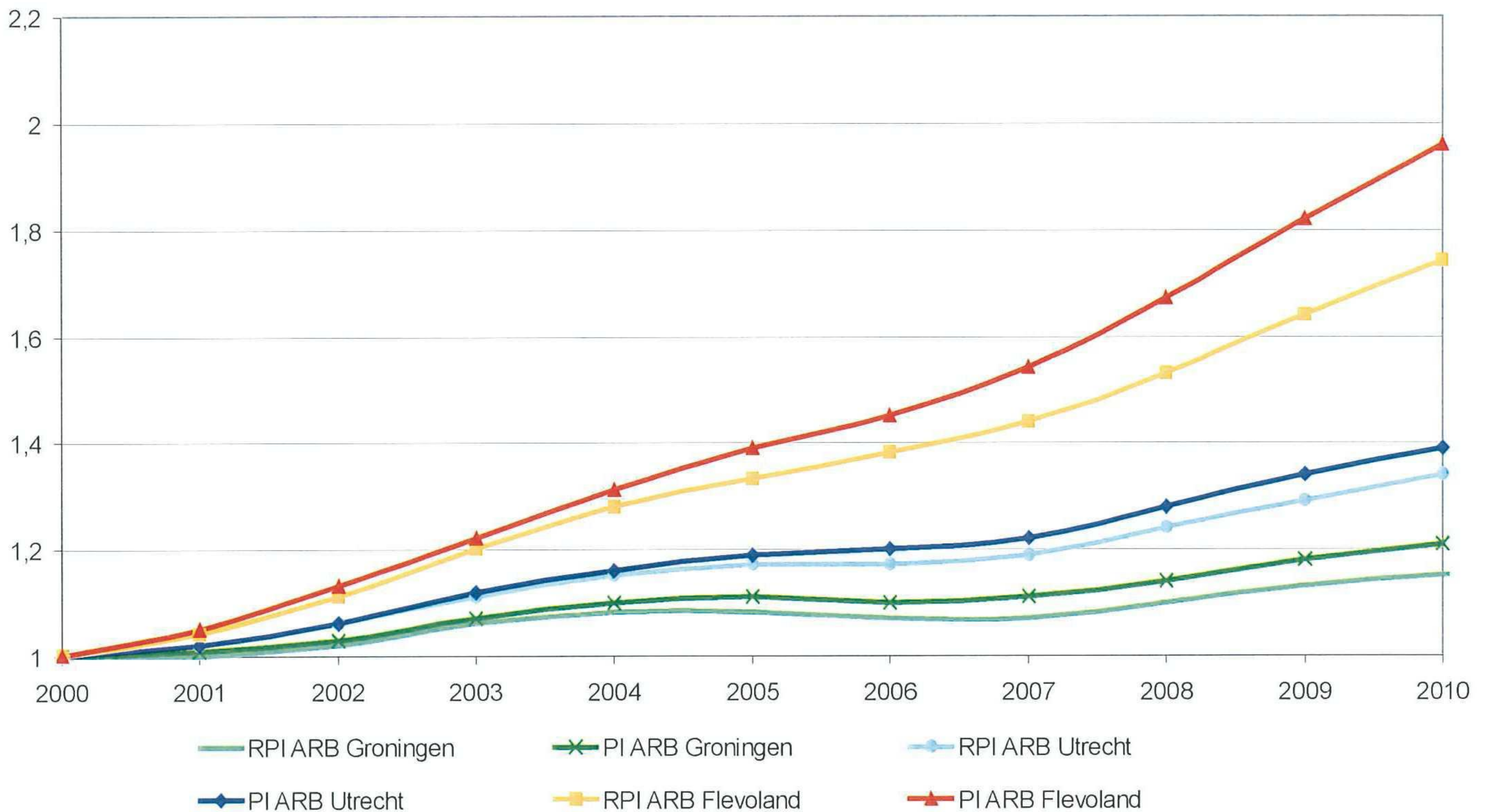
In figuur 14.2 is de ontwikkeling van de *woningvoorraad* voor de regio's Utrecht, Groningen en Flevoland van zowel het experiment als van de referentiesimulatie uiteengezet. De verschillen tussen deze grafieken maken het mogelijk om het relatieve effect van de maatregel op de regionale bevolkingsontwikkeling te interpreteren. Uit figuur 14.2 blijkt dat er bij een snelle verbinding naar het Noorden met name bevolkingseffecten (en diensgevolge woningbouw) in Flevoland zijn te verwachten.



Figuur 14.2 Effect ontwikkeling woningvoorraad experiment Zuiderzeelijn

### Modelresultaat werkgelegenheid experiment Zuiderzeelijn

In figuur 14.3 is de ontwikkeling van het aantal *arbeidsplaatsen* voor de regio's Utrecht, Groningen en Flevoland van zowel het experiment als van de referentiesimulatie uiteengezet. Hieruit blijkt het relatieve effect van de maatregel op de regionale werkgelegenheidsontwikkeling.



Figuur 14.3 Effect werkgelegenheidsontwikkeling experiment Zuiderzeelijn

Uit figuur 14.3 kunnen twee belangrijke conclusies getrokken worden:

1. Een bereikbaarheidsverbetering tussen Noord-Nederland en de Randstad kan voor zowel Utrecht, Groningen als Flevoland een positief werkgelegenheidseffect opleveren;
2. Het werkgelegenheidseffect van Flevoland is significant groter dan dat van Utrecht en Groningen. Ten aanzien van een Zuiderzeelijn heeft Flevoland op lange termijn de grootste ontwikkelingspotentie.

#### 14.4.4 Analyse experiment Zuiderzeelijn

De toegenomen bereikbaarheid verbetert het productiemilieu en het imago van de regio's ten opzichte van de rest van Nederland, waardoor op de lange termijn de werkgelegenheid toeneemt. Met name in Flevoland treedt het verschijnsel van cumulatieve causatie op. In Groningen valt het werkgelegenheidseffect op de lange termijn tegen. De regio Utrecht wordt niet ontlast. Daar stabiliseert de toename van de economische groei doordat er tevens agglomeratienadelen optreden.

De Corop Flevoland speelt in het experiment een verklarende rol. De toegenomen werkgelegenheid leidt voor zowel de regio Utrecht, Flevoland en Groningen tot een toename van de arbeidsinmigratie. Doordat de verbinding echter *twee kanten* op gaat, verliest Utrecht ook migranten aan met name Flevoland. Groningen verliest migranten aan met name Flevoland en Friesland. Achterliggende oorzaken hiervan zijn de verschijnselen residentiële migratie en pendel. Flevoland heeft een korte autoreistijd naar de Randstad en het Noorden, welke een belangrijke factor is in de vestigingskeuze van huishoudens. Mensen gaan met name in Flevoland wonen en pendelen vervolgens naar de andere regio's.

Concluderend kan gesteld worden dat met name Flevoland de verwachte effecten van het Noorden voor een groot deel opsnoept. Het *welvaartsverschil* tussen Groningen en overige regio's wordt niet teruggedrongen. Het *ontlasten* van de regio Utrecht door het opnemen van bedrijvigheid en bevolking door overige regio's treedt niet op, doordat het productiemilieu niet afzwakt maar sterker wordt. Niet migratie naar het Noorden, maar agglomeratienadelen zorgen daar voor een stabilisatie van de regionale ontwikkeling.

Het modelresultaat onderstreept de verwachte effecten zoals deze naar boven zijn gekomen in het onderzoek *Indirect Eeffecten Zuiderzeelijn*, welke door TNO-Inro, de Rijksuniversiteit Groningen, de Vrije Universiteit Amsterdam en de TU-Dresden is uitgevoerd. Ook hierin komt naar voren dat door de bereikbaarheidsverbetering voor zowel de Randstad, Flevoland en Groningen positieve werkgelegenheidseffecten ontstaan. Ander resultaten van bovenstaand onderzoek zijn dat (1) Flevoland de grootste ontwikkelingspotentie heeft, (2) de ontwikkeling in het Noorden door de rol van Flevoland en Friesland wordt gesmoord en (3) dat het ontlastende effect voor de Randstad niet groot is (Eding e.a., 2000). Daarmee wordt de plausibiliteit van de ontwikkelde modelstructuur onderbouwd.

## 14.5 Ter illustratie: 'Experiment Rondje Randstad'

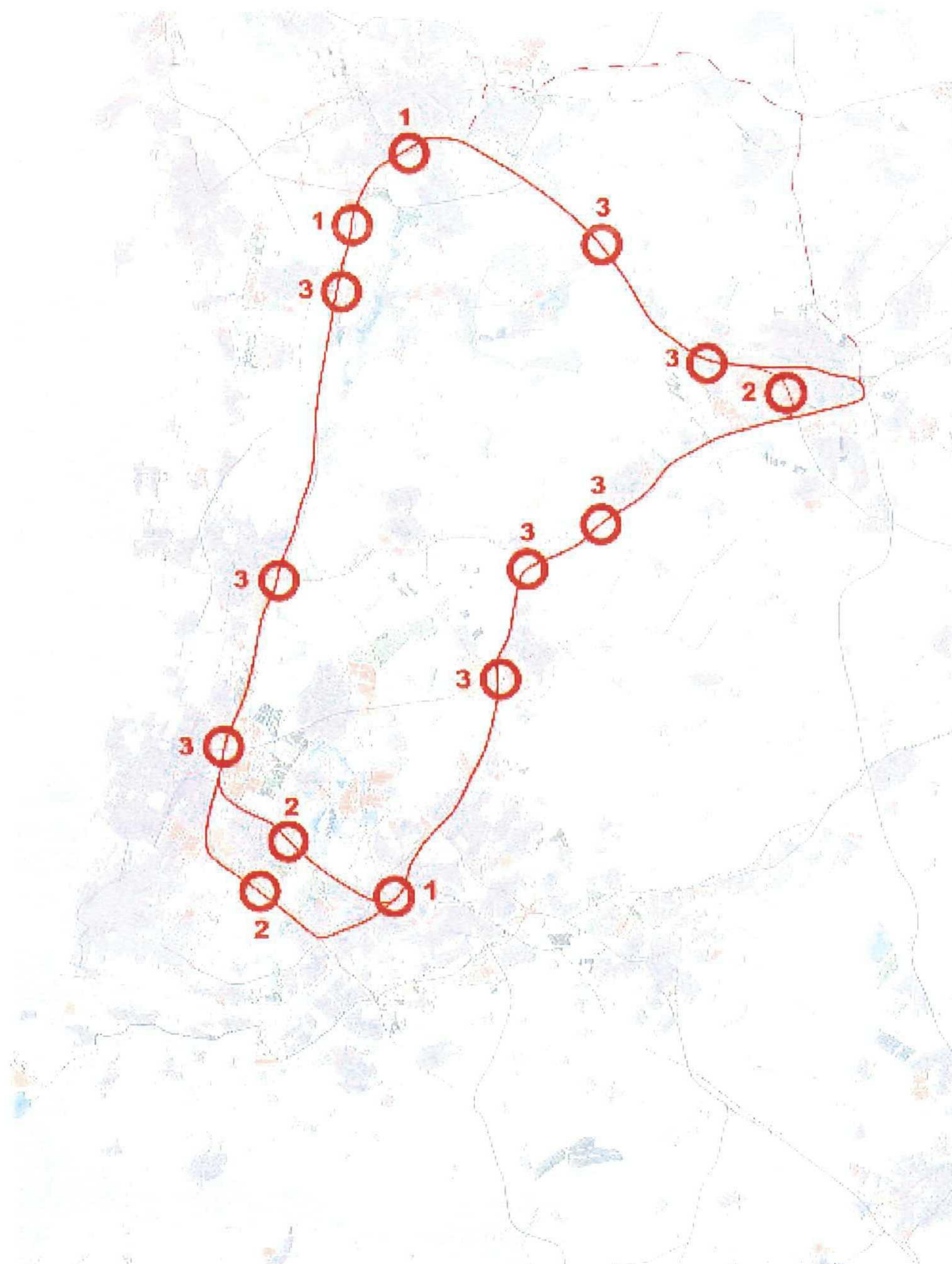
### 14.5.1 Doel Rondje Randstad

Een andere benadering in bestuurskundig opzicht is het *accepteren* van regionale verschillen in welvaart. In economisch perspectief kan er voor gekozen worden om met nadruk te investeren in economisch sterke gebieden. Dit is een zogenaamde *focus-strategie*, waarbij men zich richt op het *versterken van sterke punten*.

De Randstad is een gebied waar zich veel economische activiteiten afspelen. De Randstad is voor Nederland als het ware een 'sterk punt'. In dit opzicht is voor Nederland de Randstad (6 miljoen inwoners) een mogelijke '*competitive edge*': een gebied met grote potentie, waardoor het zich wellicht zou kunnen meten met de Londense (7 miljoen inwoners) en Parijse (negen miljoen inwoners) agglomeraties. Bij de Randstad wordt in dit verband wel gesproken van de ontwikkeling van de '*Deltametropool*' of '*Randopolis*'.

Voor de focus-strategie moeten in dit geval duidelijke keuzes gemaakt worden. Het én versterken van een internationaal concurrerend milieu én het terugdringen van mobiliteit lijkt geen adequate combinatie. Indien gekozen wordt voor economische ontwikkeling is het onvermijdelijk om de mobiliteit te faciliteren in plaats van te beperken. Een aansprekend project in dit opzicht is de aanleg van een *Rondje Randstad*, waarbij in de Randstad een zweefbaan wordt aangelegd. Dit is een miljardeninvestering, die erop gericht is de bereikbaarheid van de Randstad te vergroten met alle economische gevolgen van dien. Het is in dit kader interessant om de ontwikkelingspotentie van de Randstad te verkennen.

Figuur 14.4 geeft het traject van het Rondje Randstad zoals in de eerste verkenning is gemaakt. De cirkels duiden op het zoekgebied van een terminal. De bijbehorende cijfers verwijzen naar een type terminal.



Figuur 14.4 Mogelijk traject Rondje Randstad (bron: Consortium Transrapid Nederland, 2002)

### 14.5.2 Opzet experiment Rondje Randstad

Met het ontwikkelde model is het effect van de bereikbaarheidsverbetering tussen regio's in de Randstad nagebootst door de onderlinge *bereikbaarheidsweerstand* in de zwaartekrachtmodellen te verkleinen. Op deze wijze kan op een relatief eenvoudige en snelle manier het effect van de maatregel nagebootst worden.

Net als bij het vorige experiment zijn tussen betrokken Corop-gebieden de onderlinge weerstandfactoren ten aanzien van residentiele migratie, arbeidsmigratie, pendel en bedrijfsmigratie allen met een *factor 0,8* vermenigvuldigd. Hierdoor kan het effect van het experiment voor de ontwikkeling van de Randstad duidelijk worden geaccentueerd.

Bij de keuze van de Corop-gebieden waartussen de onderlinge weerstanden zijn verkleind is er vanuit gegaan dat van de Randstad als geheel de bereikbaarheid is vergroot (mede doordat de overige infrastructuur wordt ontlast). De Randstad is hierbij gedefinieerd als de volgende twaalf Corop-gebieden: *Utrecht* (Corop 17), *Alkmaar en omgeving* (Corop 19), *IJmond* (Corop 20), *Agglomeratie Haarlem* (Corop 21), *Zaanstreek* (Corop 22), *Groot-Amsterdam* (Corop 23), *Het*

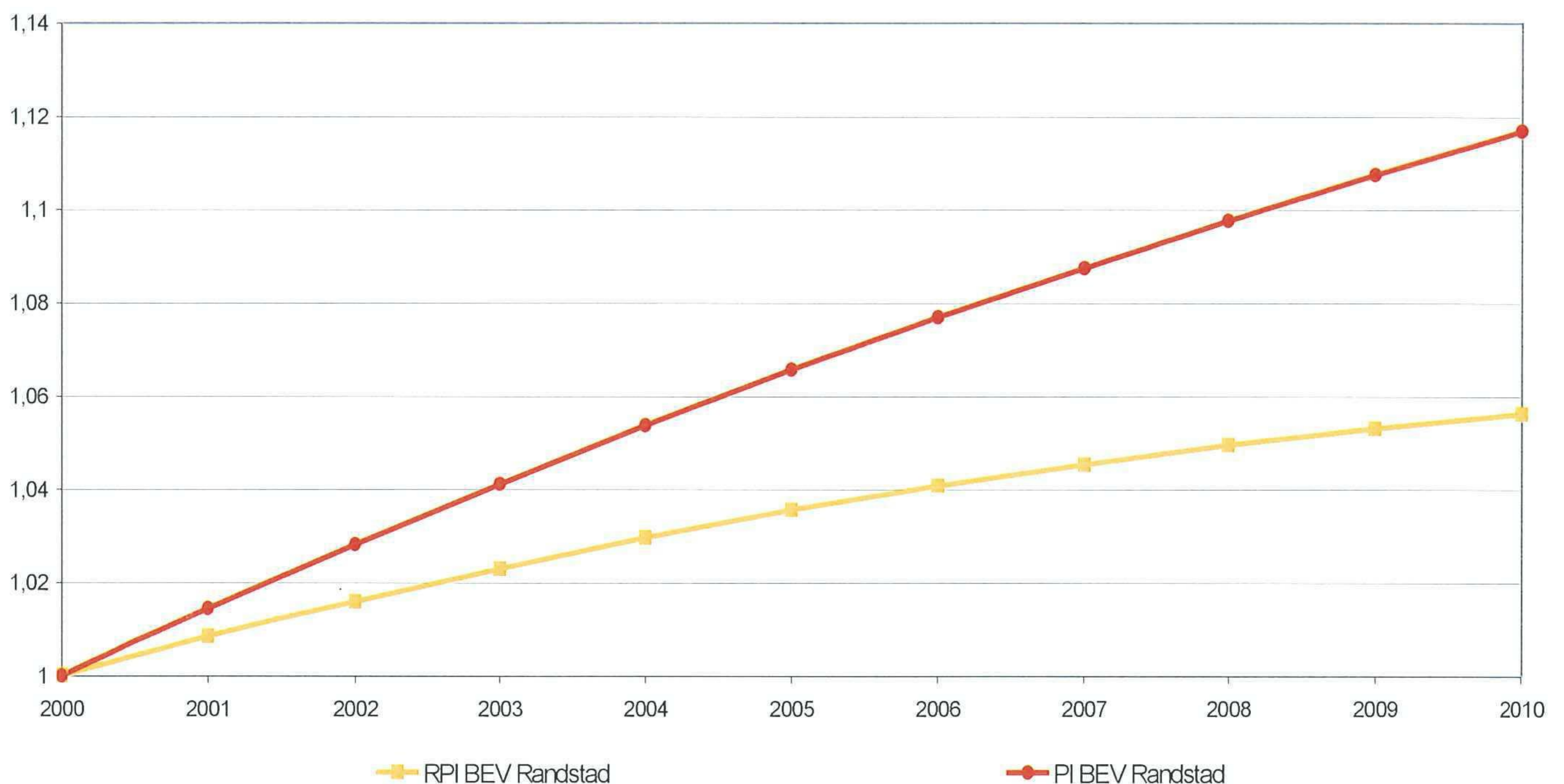
*Gooi en Vechtstreek* (Corop 24), *Agglomeratie Leiden en Bollenstreek* (Corop 25), *Agglomeratie 's-Gravenhage* (Corop 26), *Delft en Westland* (Corop 27), *Oost-Zuid-Holland* (Corop 28) en *Groot-Rijnmond* (Corop 29). Tussen de genoemde Corop-gebieden zijn de onderlinge weerstanden verkleind.

Om het effect van het Rondje Randstad te illustreren, zijn van de Randstad als geheel enkele modelresultaten in beeld gebracht. Dit gebeurt door de experimentele performance-indices uit te zetten tegen performance-indices van de referentiesimulatie. Gepresenteerd worden: (1) de bevolking, (2) de werkgelegenheid en (3) de interne pendel. Samen geeft dit een beeld van het effect van de maatregel op de ontwikkeling en de rol van interregionale interactie die het model bij de uitvoering van het experiment nabootst.

### 14.5.3 Modelresultaten experiment Rondje Randstad

#### *Modelresultaat bevolking experiment Rondje Randstad*

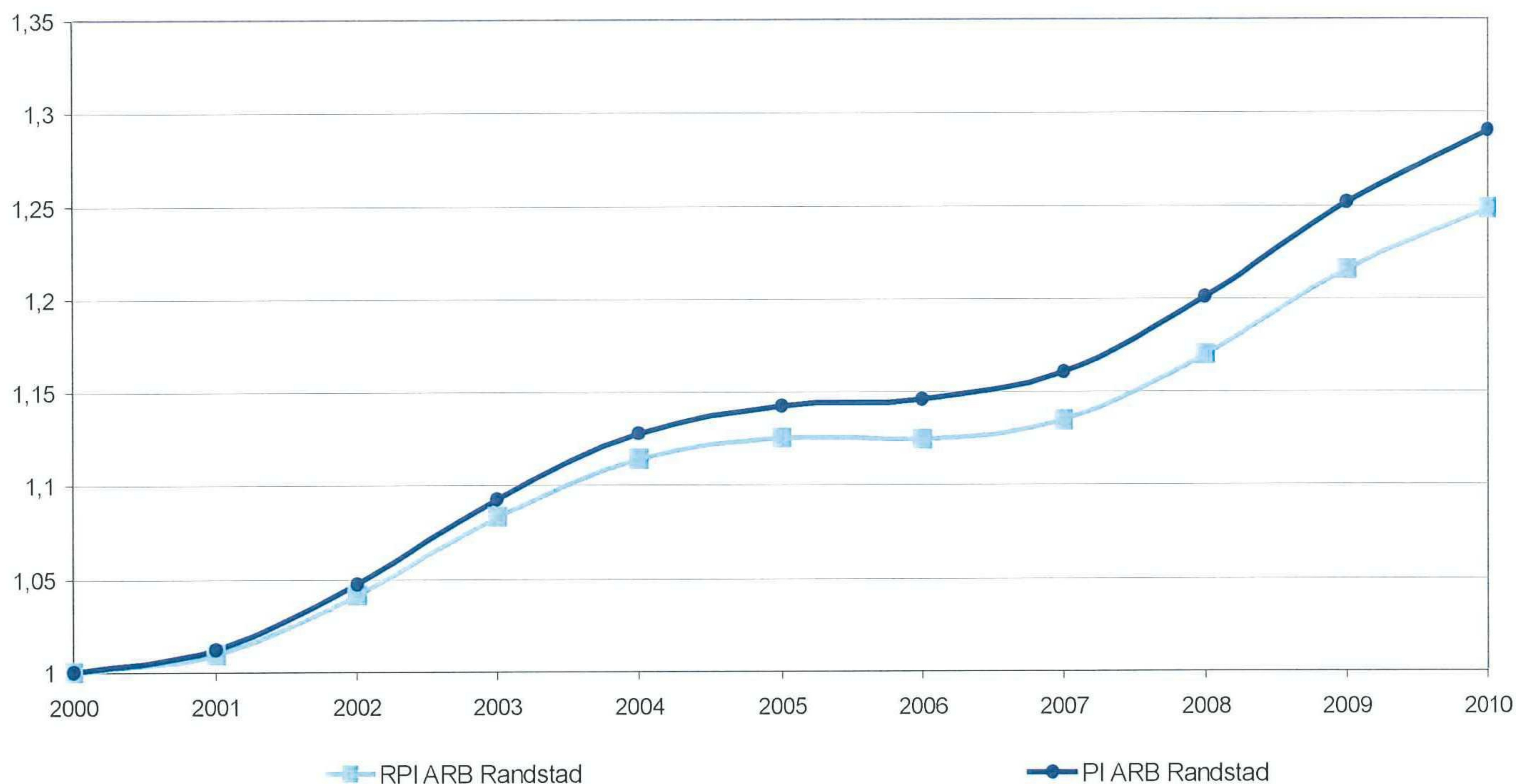
In figuur 14.5 is de ontwikkeling van de *bevolking* van de Randstad van zowel het experiment als van de referentiesimulatie uiteengezet. Uit het verschil van de twee grafieken blijkt het effect van de bereikbaarheidsverbetering op de ontwikkeling van de bevolking in de Randstad. Figuur 14.5 laat zien dat de totale bevolking van de Randstad door de bereikbaarheidsverbetering flink kan toenemen in plaats van af te zwakken.



*Figuur 14.5 Effect bevolkingsontwikkeling experiment Rondje Randstad*

#### *Modelresultaat werkgelegenheid experiment Rondje Randstad*

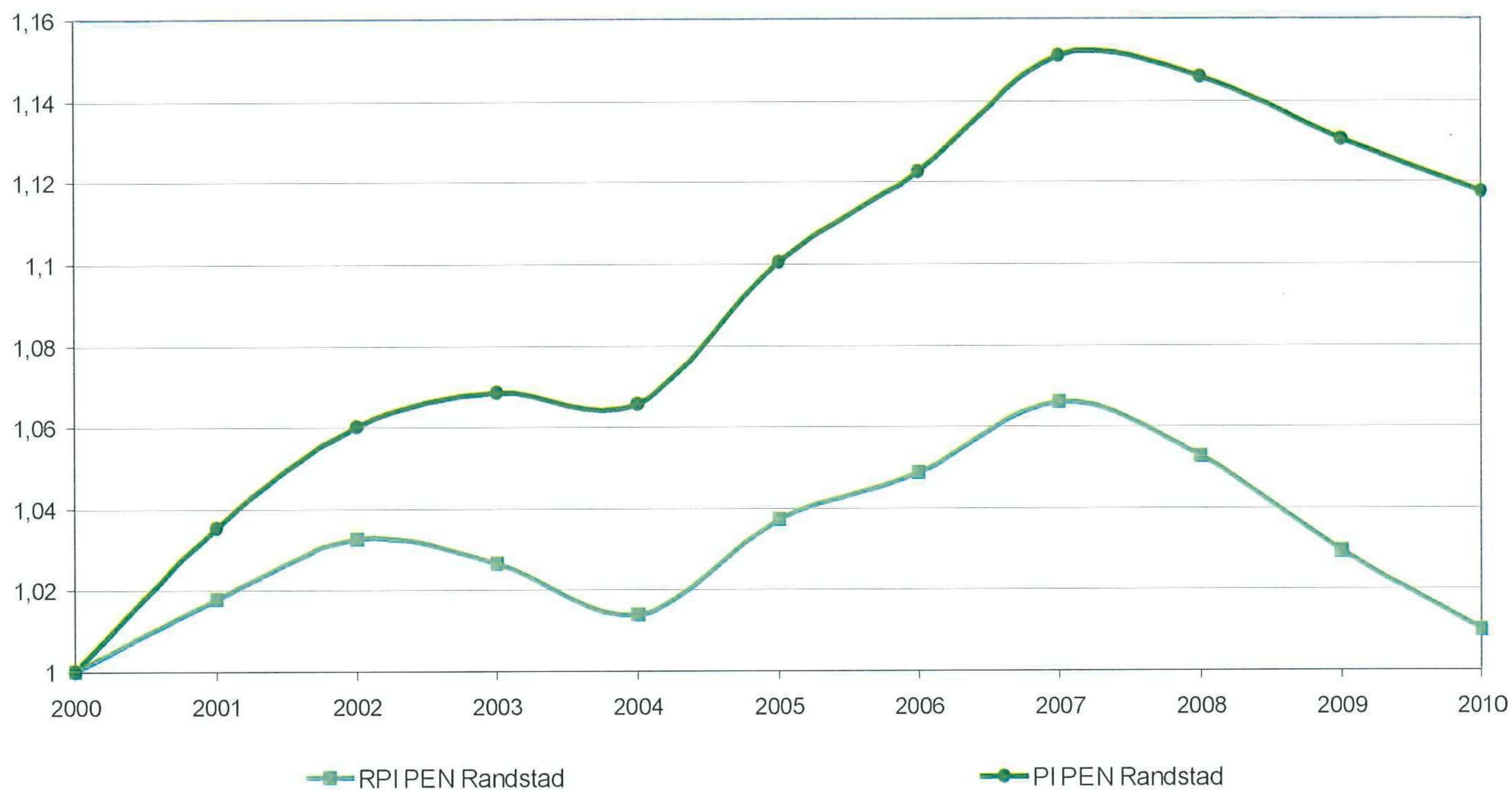
In figuur 14.5 is de ontwikkeling van de *werkgelegenheid* van de Randstad voor zowel het experiment als van de referentiesimulatie uitgezet. Op basis van het verschil in de ontwikkeling van de werkgelegenheid van het experiment en de referentiesimulatie kan geconcludeerd worden dat door het Rondje Randstad de werkgelegenheid in de Randstad flink kan groeien.



Figuur 14.6 Effect werkgelegenheidsontwikkeling experiment Rondje Randstad

#### **Modelresultaat interne pendel experiment Rondje Randstad**

Om de ontwikkeling van de werkgelegenheid nader te illustreren is in figuur 14.7 de ontwikkeling van de interne pendel in de Randstad nader geïllustreerd. De interne pendel van de Randstad wordt hierbij gedefinieerd als de som van alle *onderlinge* pendelstromen tussen de twaalf betrokken Corop-gebieden. Dit geeft een beeld van de verandering van de interregionale dynamiek die het gevolg is van een infrastructuurverbetering in de Randstad.



Figuur 14.7 Effect interne pendel experiment Rondje Randstad



#### 14.5.4 Analyse experiment Rondje Randstad

De gemodelleerde infrastructuurverbetering leidt in het model tot een toename van de interregionale pendelstromen. Dit effect voedt de hypothese dat door een forse infrastructuurverbetering er in de Randstad een arbeidsmarkt op een hoger schaalniveau ontstaat. Door de toegenomen 'interne pendel' in de Randstad is de voor de bedrijven relevante regionale arbeidsmarkt verruimd. Door het verbeterde productiemilieu groeit per saldo de randstedelijke bedrijvigheid en de daarmee gemoeide werkgelegenheid. Door agglomeratievoordelen en het verbeterde imago van de Randstad treedt het verschijnsel 'cumulatieve causatie' op. De arbeidsomstandigheden trekken migranten van buiten de Randstad aan, waardoor de bevolking van de Randstad kan groeien zonder af te vlakken zoals in de referentiesimulatie. Er ontstaat op deze manier een grotere samenballing van bedrijven en bevolking. Op deze wijze ontstaat de verwachte *Deltametropool*.

Op de lange termijn zorgen agglomeratienadelen voor grenzen aan de randstedelijke groei. Een bedreiging, zoals deze *in het experiment* naar voren komt, is de afvlakking van de potentiële beroepsbevolking aan het einde van de simulatieperiode. Dit beïnvloedt de werkgelegenheid, mede door een afname van de interregionale pendel. Dit geeft aan dat krapte van de randstedelijke arbeidsmarkt een bedreiging kan vormen voor de Randstad, mede doordat 'spread-effecten' optreden (naar bijvoorbeeld Flevoland). De mate waarin economische activiteiten en bevolking *daadwerkelijk* ruimtelijk zullen uitwaaiëren, is afhankelijk van de werkelijke impact van het Rondje Randstad en het tijdstip waarop deze daadwerkelijk wordt gerealiseerd.

Onder de gesimuleerde, extreme omstandigheden onderbouwt de modelstructuur de te verwachten ruimtelijke ontwikkeling. Dit voedt de hypothese dat een Rondje Randstad het mogelijk maakt om de internationale concurrentiepositie van de Randstad te versterken. De mobiliteit dient in dat geval gefaciliteerd te worden. Met een Rondje Randstad heeft de Randstad een positieve ontwikkelingspotentie.

### 14.6 Conclusies experimentele resultatenanalyse

In de experimentele resultatenanalyse is geanalyseerd of de modelstructuur plausibel reageert op bepaalde beleidsgerelateerde systeemingenrepen. In het kader van ruimtelijk-economisch beleid en infrastructuur zijn hiertoe twee experimenten uitgevoerd die refereren aan de aanleg van een 'Zuiderzeelijn' en een 'Rondje Randstad'. Bij de analyse van deze projecten is het de vraag welke indirecte effecten kunnen ontstaan bij een sterke interregionale bereikbaarheidsverbetering, zoals gerealiseerd kan worden met bijvoorbeeld de aanleg van een magneetzweefbaan. Aangezien dit miljardeninvesteringen vergt, is het interessant om de regionale ontwikkelingspotentie van de betrokken gebieden met een model te verkennen.

Bij de verkennende analyse van de Zuiderzeelijn is de belangrijkste conclusie dat Flevoland het meeste baat heeft bij de bereikbaarheidsverbetering. De gunstige ligging van Flevoland ten opzichte van de Randstad leidt er tot een samenballing van bevolking en bedrijven. Flevoland snoept hierdoor in grote mate de ontwikkelingspotentie van het Noorden op. De effecten, zoals deze in het modelexperiment naar voren komen, worden onderstreept door de verwachte effecten zoals deze uit ander onderzoek naar boven zijn gekomen. Daarmee wordt de plausibiliteit van de ontwikkelde modelstructuur door dit experiment onderbouwd.

In een tweede experiment is een verkennende analyse van het Rondje Randstad uitgevoerd. Het modelresultaat voedt de hypothese dat door de interne bereikbaarheidsverbetering de randstedelijke arbeidsmarkt wordt vergroot. Door het faciliteren van mobiliteit heeft de Randstad hiermee een positief ontwikkelingspotentieel. Er kan in dit verband gesproken worden van een *structurerende werking* van infrastructuur. Op basis van hypothesen wordt hierdoor de modelstructuur in kwalitatieve zin geverifieerd.



## 15 EINDEVALUATIE

Ter afronding wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de *belangrijkste* aandachtspunten van het uitgevoerde onderzoek. Het gaat hierbij om de terugkoppeling naar de onderzoeksvragen zoals deze aan de hand van de waardeketen aan het begin van het onderzoek zijn geformuleerd. Dit betekent dat het gehele onderzoek zowel in *theoretisch*, *methodisch* als in *praktisch* opzicht beknopt in perspectief wordt geplaatst.

### 15.1 Eindconclusies

#### 15.1.1 Theoretisch perspectief

Met een complex model is inzicht verworven in het Nederlandse ruimtegebruik door op intraregionaal en interregionaal niveau relevante sociaal-economische ontwikkelingen in modellering te brengen. Het gaat hierbij met name om de ontwikkeling van de bevolking, de woningvoorraad en de werkgelegenheid.

De interregionale modelstructuur maakt het mogelijk om de ruimtelijke spreiding van wonen en werken -en de rol van infrastructuur hierin- in Nederland te verkennen. Hiervoor zijn uiteindelijk voor de 40 Nederlandse Corop-gebieden de ontwikkeling van de volgende 6 subsystemen op sterk geaggregeerde wijze benaderd:

- De bevolking;
- De woningmarkt;
- De bedrijven;
- De bedrijfsruimtemarkt;
- De arbeidsmarkt;
- Het grondgebruik.

De *interactie* tussen de Corop-gebieden bestaat uit de volgende *processen van mobiliteit*:

- Residentiële migratie van de bevolking;
- Arbeidsmigratie van de bevolking;
- Pendel;
- Bedrijfsmigratie.

Voor het in beeld brengen van de sociaal-economische dynamiek is gebruikt gemaakt van System Dynamics, welke in deze context als Urban Dynamics wordt aangeduid. Deze techniek maakt het mogelijk om terugkoppelingen en secundaire effecten –bedoeld of onbedoeld- van ontwikkelingen en ingrepen in systemen te bevatten. Voor de interregionale interactie zijn zwaartekrachtmodellen toegepast, welke mede zijn gefundeerd op basis van de ‘push- en pulltheorie’. De zwaartekrachtmodellen maken het mogelijk om afstandsgevoelige, ruimtelijke processen in beeld te brengen. De factoren die aan de ruimtelijke interactie ten grondslag liggen zijn uitgedrukt in push- en pullfactoren.

De meest relevante conclusies van de gehanteerde aanpak ten opzichte van de traditionele toepassingen van bovenstaande methoden zijn:

- Reductie van ‘het probleem van de *systeemgrens*’, doordat de meest relevante omgeving van regionale ontwikkeling endogeen in modellering is gebracht. Oorzaken van regionale ontwikkeling kunnen hierdoor in het model zowel door interne marktomstandigheden als door marktomstandigheden in andere regio’s verklaard worden. Op Corop-niveau bestaat de omgeving uiteindelijk uit 39 *volkomen* meebewegende referentiepunten en een *onvolkomen* meebewegende systeemomgeving;

- Doordat de interactie van het model met de systeemomgeving niet groot is en doordat de interregionale processen op nationaal niveau een gesloten balans vormen, is tevens het 'probleem van de *grenzeloze omgeving*' ter regulering van sociaal-economische dynamiek gereduceerd. Dit impliceert dat de importantie van stromen over de systeemgrens, die vanuit een 'vacuüm' geïnitieerd worden en daardoor theoretisch niet sterk onderbouwd zijn, af is genomen;
- Door de combinatie van de graviteitstheorie met de 'push- en pull-theorie' is de benadering van traditionele zwaartekrachtmodellen verbeterd, doordat de 'marktomstandigheden van het moment' in de zwaartekrachtmodellen verwerkt zitten.

De kwaliteit van de empirische onderbouwing verschilt subsysteem. Met name de bevolking, welke een zeer belangrijke rol speelt in het model, is empirisch sterk onderbouwd. Het aantal bedrijfsvestigingen en ook de bedrijfsruimtemarkt zijn daarentegen empirisch niet uitgebreid onderbouwd. Het gebrek aan detail in deze subsystemen maakt een goede kalibratie hiervan echter ook niet goed mogelijk. Op basis van bestaande literatuur en 'trial-and-error' is het model zo goed mogelijk 'getuned'. Door de complexiteit van de structuur is dit erg lastig. Het ontwikkelde model moet in dit opzicht geïnterpreteerd worden als een raamwerk voor het analyseren van sociaal-economische dynamiek en hieruit voortvloeiende ruimtelijke ontwikkelingen.

### 15.1.2 Methodisch perspectief

Door zwaartekrachtmodellen binnen System Dynamics te implementeren, is het mogelijk de complexe ruimtelijke component in Urban Dynamics te introduceren. Hiervoor is gebruik gemaakt van array's. Het gebruik van array's is in methodisch opzicht van cruciaal belang.

Met array's is het mogelijk om repeterende modelstructuren vereenvoudigd weer te geven. De modelstructuur verandert hierdoor niet, maar maakt het wel mogelijk om zeer complexe systemen in beeld te brengen. Elke variabele kan hierin uniek gespecificeerd worden. Indien creatief met het instrument wordt omgegaan, bieden *tweedimensionale array's* de mogelijkheid om relatieve attractiviteit en interregionale mobiliteit dynamisch in beeld te brengen. De modellering blijft hierdoor:

- Gebruiksvriendelijk;
- Toegankelijk (waardoor iteratieve modelontwikkeling mogelijk is);
- Overdraagbaar (doordat inhoudelijke communicatie goed mogelijk is).

Doordat in het model de nadruk is gelegd op ruimtelijke desaggregatie, zijn de sociaal-economische processen niet gedesaggregeerd. Aangezien in het ontwikkelde model het aantal entiteiten binnen de software het maximum heeft bereikt, is het niet mogelijk de huidige modellering uit te breiden. Hierdoor kan bijvoorbeeld de bevolking niet gesegmenteerd worden en kunnen er geen bedrijfssectoren in de huidige modellering onderscheiden worden. Het uiteindelijke aggregatieniveau van de modelstructuur bepaalt in grote mate de karakteristieke eigenschappen van het model.

Uiteindelijk is de ontwikkelde modelstructuur:

- Macroanalytisch van karakter, doordat stromen in beeld worden gebracht zonder deze individueel te benaderen;
- Geaggregeerd van karakter, doordat geen expliciet onderscheid wordt gemaakt tussen 'willen', 'kunnen' en 'doen' bij gedrag van actoren;
- Structureel van karakter, doordat alleen processen in beeld worden gebracht die voor structurele, sociaal-economische tendensen zorgen en het ruimtelijke gedrag op langere termijn bepalen. Ten aanzien van de rol van infrastructuur zijn bijvoorbeeld alleen de indirecte effecten in beeld gebracht.

### 15.1.3 Praktisch perspectief

De gehanteerde aanpak -doordat factoren op een sterk geaggregeerd niveau zijn weergegeven- biedt mogelijkheden om op *strategisch* niveau beleidsmaatregelen te *verkennen*. De nadruk ligt hierbij op het vlak van inzicht in de wisselwerking tussen verschillende subsystemen.

Om de 'aannemelijkheid' van de modelstructuur te illustreren zijn (1) een hindcast en (2) experimenten uitgevoerd. In de hindcast is het reproducerende vermogen van het model getoetst aan de hand van de regio Utrecht, waarvan de directe omgeving voor een groot gedeelte endogeen in modellering is gebracht. In de experimenten zijn de ruimtelijke effecten van twee grote infrastructurele projecten verkend. Het betreft hier de projecten van de aanleg van de 'Zuiderzeelijn' en het 'Rondje Randstad'. Aangezien deze projecten miljardeninvesteringen vergen, is het interessant om de regionale ontwikkelingspotentie van de betrokken gebieden met het model te verkennen.

Uit de hindcast blijkt dat het model de ontwikkeling van de belangrijkste toestandsvariabelen van de regio Utrecht goed benadert. De ordes van grootte van de achterliggende processen zijn acceptabel. De ontwikkeling van de achterliggende processen is soms minder accuraat. Dit geldt met name voor de interregionale processen. Verklarend hiervoor is dat de structuur van de toegepaste zwaartekrachtmodellen redelijk robuust is. Daarom is met twee experimenten het gedrag van de modelstructuur –en daarmee de plausibiliteit van het model- nader verkend.

Bij het experiment van de Zuiderzeelijn zijn de effecten van een forse infrastructuurverbetering tussen de Randstad en het Noorden van Nederland verkend. Het experiment leidt tot drie stellingen:

- (1) Flevoland heeft het meeste baat bij de bereikbaarheidsverbetering tussen de Randstad en het Noorden. De gunstige geografische ligging van Flevoland leidt er tot een samenballing van bevolking en bedrijven;
- (2) Flevoland snoept in grote mate de ontwikkelingspotentie van het Noorden op;
- (3) Het verwachte ontlastende karakter voor de Randstad, in het experiment vertegenwoordigd door de regio Utrecht, treedt niet op.

In een tweede experiment is een verkennende analyse van het Rondje Randstad uitgevoerd, waarmee een forse interne bereikbaarheidsverbetering van de Randstad is nagebootst. Het modelresultaat voedt de hypothese dat door de interne bereikbaarheidsverbetering het schaalniveau van de randstedelijke arbeidsmarkt vergroot. Het productiemilieu voor bedrijven verbetert hierdoor. De toename van de randstedelijke werkgelegenheid trekt arbeidsmigranten van buiten de Randstad aan. Door het verschijnsel van 'cumulatieve causatie' neemt de mate van activiteit in de Randstad toe. Uiteindelijk ontstaat een grotere samenballing van bevolking en bedrijven, waardoor de verwachte *Deltametropool* ontstaat. Er kan in dit verband gesproken worden van een *structurerende werking* van infrastructuur. Door het faciliteren van mobiliteit heeft de Randstad hiermee een positief ontwikkelingspotentieel. Agglomeratienadelen, mede veroorzaakt door een afnemende beroepsbevolking, beperken de omvang en vormen een gevaar voor deze Deltametropool.

De effecten, zoals deze in de modelexperimenten naar voren komen, worden onderstreept door (1) verwachte effecten zoals deze uit ander onderzoek naar boven zijn gekomen en (2) gestelde hypothesen. Door de experimenten is de plausibiliteit van de ontwikkelde modelstructuur onderbouwd.

Op basis van de analyses kan worden gesteld dat de interregionale migratie en pendel op het Corop-niveau een dusdanige orde van grootte aannemen, dat het Corop-niveau in theoretisch opzicht niet het ideale schaalniveau is om de verschillende deelmarkten uit de praktijk mee te analyseren. Vanuit oogpunt van (1) databeschikbaarheid en (2) het aantal deelgebieden (overzichtelijkheid) bestaan echter niet veel goede alternatieven voor de Corop-indeling. Dit

impliceert dat indien het Corop-niveau als analytisch niveau wordt gebruikt, er oog dient te zijn voor de interregionale processen. Daarmee is de onderzoeksopzet uiteindelijk gevalideerd.

## 15.2 Aanbevelingen

De modellering kan door *verfijningen* verbeterd worden. De belangrijkste mogelijkheden voor het verfijnen van de huidige modellering zijn:

- Verbeteren van de empirische onderbouwing, met name met betrekking tot:
  - De gebruikte reisafstandenmatrix –gebaseerd op de reistijden over het Nederlandse autowegennetwerk-, waarbij rekening gehouden kan worden met reistijden van openbaar vervoer en reistijden via het buitenland;
  - De bedrijvendemografie;
  - De bedrijfsruimtemarkt;
- Regionaal differentiëren van nog niet gedifferentieerde modelparameters;
- Het verkennen van andere weerstandsfuncties ten aanzien van interregionale processen;
- Verdere ‘tuning’ van de toegepaste zwaartekrachtmodellen;
- Het verbeteren van de beschikbare hoeveelheid grond, bijvoorbeeld door de beschikbare bouwgrond als voorraad op te nemen.

In *theoretisch* opzicht bestaat de wens om de huidige modelstructuur uit te bouwen. De belangrijkste aangrijpingspunten voor het *uitbouwen* van de modellering ten aanzien van de verschillende subsystemen zijn:

- Rekening houden met *capaciteitsbeperkingen* van verschillende markten, zoals het daadwerkelijk beschikbare aantal woningen of arbeidsplaatsen voor migranten of pendelaars;
- *Segmenteren* van markten. Achterliggende gedachte hierbij is dat het interregionale gedrag van actoren beter kan worden benaderd met deelpopulaties. Het segmenteren van markten kan onder meer door:
  - *Cohorten* in de bevolkingsdemografie, waarbij naast *leeftijdsklassen* met name segmentatie naar *inkomensklassen* van belang is ten aanzien van interregionale migratie en pendel;
  - *Cohorten* in de bedrijvendemografie, waarbij naast de *fase in de levenscyclus* het onderscheid in *bedrijfssectoren* relevant is ten aanzien van interregionale bedrijfsmigratie;
  - Indien ook de beroepsbevolking naar *bedrijfssectoren* wordt onderverdeeld kan naast kwantitatieve discrepanties verkend worden in hoeverre kwalitatieve discrepanties op de regionale arbeidsmarkten aanleiding geven tot interregionale pendel;
  - *Cohorten* in de woningvoorraad, waarbij naast *leeftijdsklassen* ook segmentatie naar *inkomensklassen* gemaakt kan worden. Hierdoor is het mogelijk om naast kwantitatieve woningtekorten ook kwalitatieve woningtekorten in beeld te brengen;
  - *Cohorten* in de bedrijfsruimtemarkt, waarbij naast *leeftijdsklassen* ook segmentatie naar *bedrijfssectoren* relevant is voor het weergeven van kwalitatieve tekorten op de bedrijfsruimtemarkt;
  - Door bovenstaand detailniveau wordt het tevens mogelijk om het regionale grondgebruik beter te benaderen;
- Het subsysteem *voorzieningenmarkt* toevoegen, waardoor migratie gedetailleerder in beeld kan worden gebracht;
- Indien de overige subsystemen gedetailleerder in beeld worden gebracht kan het subsysteem *verkeer- en vervoersmarkt* toegevoegd worden. Hierdoor wordt het mogelijk om de wederkerige relatie tussen ruimtelijke ontwikkeling en interregionale bereikbaarheidsontwikkeling endogeen in beeld te brengen.

In *methodisch* opzicht is het uitbouwen van de huidige modellering niet goed mogelijk. Technische randvoorwaarden voor het uitbouwen van het model zijn:

- Een grotere capaciteit van het systeem-dynamisch instrumentarium;
- In geval van segmentatie van interregionale processen: de beschikbaarheid van *driedimensionale* array's;
- In geval van én interregionale én intersectorale interactie: de beschikbaarheid van *vierdimensionale* array's. Dit laatste maakt het mogelijk om een *integrale* modelstructuur te ontwikkelen, waarbij er sprake is van wisselwerking tussen het regionale en het nationale (overkoepelende) niveau.

Segmenteren is essentieel voor relevant inzicht en de ontwikkeling van een adequate, integrale modelstructuur, maar de complexiteit die ontstaat is dodelijk voor het overzicht. De verschillende aanbevelingen kunnen daarom het beste in afzonderlijke modelleringen worden verkend. Mogelijkheden hiervoor zijn:

- Een nationaal of regionaal dynamisch Input-Output model, om veranderende intersectorale afzetrelaties te analyseren;
- Een bevolkingsmodel met meerdere migratiecategorieën, om het effect van verschillende weerstanden voor verschillende bevolkingsklassen op de interregionale migratie te verkennen;
- Het verkennen van de wisselwerking tussen ruimtelijke ontwikkeling en ontwikkeling van interregionale reistijden, door de ruimtelijke verkeersstromen in beeld te brengen.





## 16 BRONVERMELDING

Albrecht, J. (2001), *Use of simulation models in geography for undergraduate teaching/learning*, <http://alexandria.sdc.ucsb.edu/~acoleman/sms.pdf>

Alfeld, L.E., Graham, A.K. (1976), *Introduction to Urban Dynamics*, Wright-Allen Press, Massachusetts, U.S.A.

Alfeld, L.E. (1995), *Urban dynamics - The first fifty years* (in: System Dynamics Review), John Wiley & Sons, U.S.A.

Andriessen, J.E., Heertje, A. (1999), *Economie in theorie en praktijk*, Stenfert Kroese, Houten, Nederland

Arizona State University (2000), *The concept of economic base*, Arizona State University, U.S.A. <http://www.public.asu.edu/~subhro/pup622/econanal/>

Bargeman, E.J.C., Blijie, H.P., De Bok, M.A., Sanders, F.M. (2001), *PlanScan: dynamisch grondgebruikmodel*, [www.ipl.citg.tudelft.nl](http://www.ipl.citg.tudelft.nl)

Bovy, P.H.L. (1995), (5520) *Personenvervoer* (in: Planologische Kengetallen), Samsom H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan den Rijn, Nederland

Bovy, P.H.L., Zijpp, N.J. van der, (2001), *Course TRAIL transportation modelling*, The Netherlands Research School for transport, infrastructure and logistics (TRAIL), Delft, Nederland

Bruinsma, F., Perdok, J., Rienstra, S., Rietveld, P. (1995), *De structurerende effecten van infrastructuur op interregionaal niveau langs verbindingssassen: een analyse op Corop-niveau*, Vrije Universiteit Amsterdam, Nederland

Centraal Bureau voor de Statistiek (2000), *Bedrijven in Nederland*, CBS-publikaties, 's-Gravenhage, Nederland

Centraal Bureau voor de Statistiek (2000), *Bevolking der gemeenten van Nederland op 1 januari 2000*, CBS-publikaties, 's-Gravenhage, Nederland

Centraal Bureau voor de Statistiek (1972), (1974), (1977), (1980), (1982), (1984), (1986), (1989), (1991), (1993), *Regionaal Statistisch Zakboek* (1972), (1974), (1977), (1980), (1982), (1984), (1986), (1989), (1991), (1993), sdu/uitgeverij/CBS-publikaties, 's-Gravenhage, Nederland

Centraal Bureau voor de Statistiek, Divisie Sociaal-Economische Statistieken, sector Bevolking (2000), *Bevolking der gemeenten van Nederland op 1 januari 2000*, CBS, Den Haag, Nederland

Centraal Bureau voor de Statistiek (1959), *Zestig jaren statistiek in tijdreeksen 1899-1959*, uitgeversmaatschappij W. de Haan N.V., Zeist, Nederland

Centraal Bureau voor de Statistiek (1979), *Tachtig jaren statistiek in tijdreeksen 1899-1979*, staatsuitgeverij 's-Gravenhage, Den Haag, Nederland

Centraal Bureau voor de Statistiek (2001), *Statline*, <http://statline.cbs.nl/statweb/index.stm>

Consortium Transrapid Nederland (2002), *Zweven is vrijheid*, [www.magneetzweefbaan.nl](http://www.magneetzweefbaan.nl)

- Courbis, R. (1984), *Multiregional modeling and statistical information* (in: Information Systems for Integrated Regional Planning), Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, Nederland
- Cser, J.A., Roozmond, D.A. (1999), *Wiskundige modellen en simulatie*, Technische Universiteit Delft, Delft, Nederland
- Dijk, J. van (2001), *Arbeidsmarkt en regio*, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, Nederland
- Drewe, P., Rossemboom, H., Rodgers, H.M., Van der Zouwe, K. (1981), *Interregionale migratie en spreidingsbeleid*, Nationaal Programma Demografisch Onderzoek, Den Haag, Nederland
- Eding, G.J., Oosterhaven, J., Bruinsma, F.R. (2000), *Indirecte effecten Zuiderzeelijn*, TNO Inro, Delft, Nederland
- Ekamper, P., Wissen, L. van (2000), *Regionale arbeidsmarkten, migratie en woon-werkverkeer*, Nederlands Interdisciplinair Demografisch Instituut (NIDI), Den Haag Nederland
- Forrester, J.W. (1995), *The beginning of System Dynamics*, The McKinsey Quarterly, no. 4, pp 4-16, <http://www.mckinseyquarterly.com>
- Geurs, K.T., Ritsema van Eck, J.R. (2001), *Accessibility measures: review and applications*, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven, Nederland
- Gaag, N. van der, Wissen, L. (2001), *Economic developments and internal migration propensities*, Nederlands Interdisciplinair Demografisch Instituut (NIDI), Den Haag Nederland
- Gordijn, H., Heida, H. (1979), *Een multi-regionaal demografisch model en de ontwikkeling van een monitoringsysteem*, Planologisch Studiecentrum TNO, Delft, Nederland
- Gordijn, H., Heida, H.R., Otter, H.J. den (1983), *Het PRIMOS model*, Planologisch Studiecentrum TNO, Delft, Nederland
- Heida, H.R., Gordijn, H. (1985), *PRIMOS huishoudenmodel*, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Den Haag, Nederland
- Heida, H., Poulus, C., Brouwer, J., Gras, R., Oskamp, A., Otter, H. den, Til, R. van, (2000), *Methodiek nota wonen*, ABF onderzoek & informatie, Delft, Nederland
- Hilbers, H., Wilmink, I. (2000), *Methodiek voor het opstellen van bereikbaarheidsprofielen van regio's*, TNO Inro, Delft, Nederland
- Hilderink, H. (2000), *World population in transition*, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, Nederland
- Jansen, G.R.M. (1992), *Commuting in Europe: homes, sprawl, jobs sprawl, traffic problems grow*, TNO, Delft, Nederland
- Kribbe, W., Sanders, F.M. (1997), *De invloed van "over de grenzen" op de optimale vestigingsplaats* (in: Planologische discussiebijdragen 1997, Deel 1), Stichting Planologische Diskussiedagen, Delft, Nederland
- Krumme (2001), *Time & space in regional models*, <http://faculty.washington.edu/~krumme/systems/spatemp.html>

- Lambooy, J.G., Wever, E., Atzema, O.A.L.C. (1997), *Ruimtelijk economische dynamiek*, Dick Coutinho, Bussum, Nederland
- Louter, P.J., Hilbers, H.D., Ineveld, J.L.M. van, (1994), *Infrastructuur en regionale ontwikkeling*, TNO-INRO, Delft, Nederland
- Louter, P.J. (1997), *De economische kaart van Nederland in 2015*, TNO-INRO, Delft, Nederland
- Mass, N.J. (1974), *Readings in Urban Dynamics: Volume 1*, Cambridge Wright-Allen Press, Massachusetts, U.S.A.
- Meer, B.M.G. van der, Meeusen-Henniger, E.J., Meulen, T.J.W. van der (1998), *Het opstellen van een strategisch ondernemingsplan*, Erasmus Universiteit Rotterdam, Rotterdam, Nederland
- MuConsult (1994), *IMPLANT, Interactive model for planning Land Use and Transport*, MuConsult, Utrecht, Nederland
- Nederlands Interdisciplinair Demografisch Instituut (NIDI)/EUROSTAT (2001), *Push en pull of international migration*, <http://www.nidi.nl/pushpull/index.html>
- Nijkamp, P. (1979), *Multidimensional spatial data and decision analysis*, John Wiley & Sons, Engeland
- Nijs, T.C.M. de, Vixseboxse, E. (1998), *Model Catalogus Verkenningen 1997*, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven, Nederland
- Nimwegen, N. van, Beets, G. (2000), *Nederland immigratieland* (in: Demos, september 2000), Nederlands Interdisciplinair Demografisch Instituut (NIDI), Den Haag, Nederland
- Otter, H.J. den, Heida, H.R. (2000), *Primos prognose 1999*, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Den Haag, Nederland
- Pellenburg, P.H., (1994), *De actuele structuur en ontwikkeling van bedrijfsmigratieprocessen in Nederland*, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, Nederland
- Pellenburg, P.H., Pruntel, A., Weij, W.G. van der, (1993), *Ruimtelijke cognitie en ruimtelijk gedrag van ondernemers in Nederland*, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, Nederland
- Pidd, M. (1992), *Wiskundige modellen en simulatie: modelling feedback systems* (reader vak CTif3910: Wiskundige modellen en simulatie), Technische Universiteit Delft, Delft, Nederland
- Radzicki, M.J. (1995), *A system dynamics approach to sustainable cities*, Worcester Polytechnic Institute, Massachusetts, U.S.A.
- Rees, P., Imhoff, E. van, Durham, H., Kupiszewski, M., Smith, D. (1998), *Internal migration and regional population dynamics in the Netherlands*, Nederlands Interdisciplinair Demografisch Instituut (NIDI), Den Haag Nederland
- Ridder, H. de (2000), *Organisatie van het ontwerpproces*, Technische Universiteit Delft, Delft, Nederland
- Rietveld, P. (1984), *Information systems for regional labor markets* (in: Information Systems for Integrated Regional Planning), Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, Nederland

RijksInstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM, (2001), *LOV home*,  
<http://www.lo.rivm.nl/lov/model.htm>

Pugh, R.E. (1977), *Evaluation of policy Simulation model*, Information resources Press,  
Washington, U.S.A.

Sanders, F.M. (1998), *Ruimtelijke inrichting*, Technische Universiteit Delft, Delft, Nederland

Schroeder III, W.W., Sweeney, R.E., Alfeld, L.E. (1975), *Readings in Urban Dynamics: Volume 2*, Cambridge Wright-Allen Press, Massachusetts, U.S.A.

University of Washington (1998), *Urbansim reference guide (Beta Version)*, University of  
Washington, U.S.A.

Vergoossen, T. (1982), *Migratie nu*, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen, Nederland

Vooren, F.W.C.J. van de V. (1974), *Modellen in regionale economie*, E.T.I.O.

Vooren, F.W.C.J. van de V. (2000), *Transport en ruimte in een dubbele dubbelslag*, Universiteit  
Antwerpen, Antwerpen, België

Vooren, F.W.C.J. van de V. (2001), *Regionale effectanalyse van infrastructuurprojecten*,  
collegepaper Technische Universiteit Delft, Delft, Nederland

Wissen, L. van (2000), *A micro-simulation model of firms: Applications of concepts of the  
demography of the firm*, Papers in Regional Science, Sci. 79, pp. 111-134

Wissen, L. van (1982), *Een interregionaal migratiemodel voor Nederland (Een beleidsgerichte  
toepassing op de zuidelijke Randstad)*, Planologisch Studiecencentrum TNO, Delftsche Uitgevers  
Maatschappij B.V., Delft, Nederland

Wissen, L. Van, Ekamper, P. (1994), *SIMFIRMS: firmografische microsimulatie van  
bedrijfsvestigingen in Nederland, Deel 1: theorie en beschrijving*, Nederlands Interdisciplinair  
Demografisch Instituut (NIDI), Den Haag Nederland

Wissen, L. Van, (1996), *SIMFIRMS: firmografische microsimulatie van bedrijfsvestigingen in  
Nederland, Deel 2: toepassing en evaluatie*, Nederlands Interdisciplinair Demografisch Instituut  
(NIDI), Den Haag Nederland

Wolstenhome, E.F. (1989), *System enquiry: a System Dynamics approach*, John Wiley & Sons,  
U.S.A.

Wonnacott, T.H., Wonnacott, R.J. (1990), *Introductory statistics for business and economics*,  
John Wiley & Sons, New York, U.S.A.

**“If you can’t solve it, it’s not a problem –it’s reality”**

**Barbara Colorose**