

# Meerjaren Onderzoeksprogramma Modelleren van Ruimtegebruik

Vrije Universiteit Amsterdam  
Faculteit der Economische Wetenschappen en Bedrijfskunde  
Afdeling Ruimtelijke Economie  
Faculteit der Aard- en Levenswetenschappen

versie 1.0  
24 september 2002

drs. J.J.G. Buurman  
drs. J.E.C. Dekkers  
drs. E. Koomen  
dr. J.C.J.H. Aerts  
Prof. dr. H.J. Scholten  
Prof. dr. P. Rietveld

## SPIN*lab* Vrije Universiteit

The spatial information laboratory (SPIN*lab*) supports and stimulates research and education on spatial information at the Vrije Universiteit Amsterdam. The SPIN*lab* is set up as an independent center supported by the [Faculty of Earth and Life Sciences](#) and the [Faculty of Economics and Business Administration](#). The lab will assist the activities of the funding organizations by providing technical expertise, research and education competences, a web-enabled spatial infrastructure, data resources, and a help desk. The lab will also initiate innovative research and education on spatial information subjects.

**SPINlab – Spatial Information Laboratory**  
Interfaculty centre of Faculty of Earth and Life Sciences and the Faculty of Economics and Business Administration

SPINlab / Institute for Environmental Studies - Vrije Universiteit Amsterdam  
De Boelelaan 1087, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands  
Tel: +31 20 4449569, Fax: +31 20 4449553

Email: [spinlab@ivm.vu.nl](mailto:spinlab@ivm.vu.nl), Web: <http://www.spinlab.vu.nl>

vrije Universiteit amsterdam



# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	2
1 Inleiding .....	4
1.1 Probleemstelling .....	4
1.2 Opbouw onderzoeksprogramma .....	4
1.3 Documentinformatie .....	5
2 Theoretische onderbouwing .....	6
2.1 Achtergrond.....	6
2.2 Conceptueel raamwerk.....	7
2.3 Wetenschappelijk raamwerk.....	9
3 Projectomgeving.....	12
3.1 RPB.....	12
3.1.1 Toepassing ruimtegebruikmodellering / onderzoeksactiviteiten .....	12
3.1.2 Onderzoekswensen.....	13
3.2 DLG .....	14
3.2.1 Toepassing ruimtegebruikmodellering .....	14
3.2.2 Onderzoekswensen.....	14
3.3 RIVM.....	14
3.3.1 Onderzoeksactiviteiten .....	15
3.3.2 Onderzoekswensen.....	15
3.4 RIZA.....	16
3.4.1 Onderzoeksactiviteiten .....	16
3.4.2 Onderzoekswensen.....	16
4 Onderzoeksraamwerk .....	17
4.1 Inkadering onderzoeksthema's .....	17
4.1.1 Drijvende krachten .....	17
4.1.2 Model.....	18
4.1.3 Evaluatie .....	18
4.2 Onderzoeksthema's en -suggesties.....	19
4.3 Nadere omschrijving onderzoekssuggesties .....	21
4.3.1 Effect ruimtegebruikverandering op ruimtelijke kwaliteit .....	21
4.3.2 Drijvende factoren achter veranderend ruimtegebruik.....	22
4.3.3 Model-calibratie en validatie.....	23
4.4 Inzet geografische informatiesystemen .....	23
4.5 Communicatie.....	24
5 Referenties .....	25
Bijlage 1 Simulatie van de Grondmarkt in het Landelijk Gebied.....	27
1.1 Het doel van de studie .....	27
1.2 Achtergrond van de studie.....	27
1.3 De uitvoering.....	27
1.4 Overige gegevens.....	27
Bijlage 2 Ruimtegebruikveranderingen en de aantasting van open ruimte .....	28
2.1 Voorlopige hoofdstukindeling .....	28
2.2 Projectgegevens .....	29
Bijlage 3 Economische fundering van ruimtegebruikmodellering .....	30
3.1 Inleiding .....	30
3.2 Doelen.....	30

3.2.1	Verbetering van economische componenten van ruimtegebruikmodellen.....	30
3.2.2	Nieuw conceptueel model voor ruimtegebruikmodellering .....	31
3.2.3	Actor-gerichte benadering in ruimtegebruikmodellen .....	31
3.2.4	Koppeling grondprijmodellen en ruimtegebruikmodellen.....	31
3.2.5	Integraal raamwerk voor risicowaardering in ruimtegebruikmodellen .....	31
3.3	Wetenschappelijke waarde .....	32
3.4	Projectgegevens .....	32
Bijlage 4	Simulatie toekomstig ruimtegebruik voor Droogtestudie .....	33
4.1	Doelstelling .....	33
4.2	Uitvoering en planning.....	34
4.3	Producten.....	34
4.4	Referenties.....	35
Bijlage 5	Ruimte voor Landbouw .....	36
5.1	Doelstelling .....	36
5.2	Onderzoeksvragen.....	37
5.2.1	Inventarisatie ruimtevraag .....	37
5.2.2	Samenstellen van scenario's .....	37
5.2.3	Evaluatie van scenario's .....	37
5.3	Samenwerking .....	38
5.4	Producten.....	38
5.5	Uitwerking.....	38
5.6	Referenties.....	38
Bijlage 6	Afwegingsmethoden en DSS toepassingen.....	40
6.1	Beschrijving van de werkzaamheden .....	40
6.2	Werkstappen.....	41
6.3	Planning en projectmanagement .....	41
Bijlage 7	Virtual Landscape for Geographic Information Monitoring .....	42
7.1	Introduction to the project .....	42
7.2	Project goal.....	43
7.3	Detailed goals and description of the work.....	43
7.4	Involvement of DLG .....	43
Bijlage 8	Ontwerptechnieken voor de ruimtelijke ordening in Nederland onder veranderende milieuomstandigheden.....	44
8.1	Probleemstelling .....	44
8.2	Doel en Onderzoeksvragen.....	44
8.3	Beschrijving van de werkzaamheden .....	45
8.4	Planning en projectmanagement .....	46
8.5	Literatuur.....	46

## 1 Inleiding

De *vrije* Universiteit *amsterdam* (VU) heeft een meerjaren onderzoeksprogramma Modelleren van Ruimtegebruik ontwikkeld. Het doel van dit programma is de aanwezige kennis op het gebied van modelleren van ruimtegebruik te benutten om nieuwe kennis te genereren, nieuwe (model-)concepten toe te passen en de economische fundering van Ruimtegebruikmodellering te verstevigen. De doelen worden uitgewerkt in een drietal promotie-onderzoeken, die allen binnen nu en vier jaar afgerond zullen worden.

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) heeft aangegeven het samenwerkingsverband met de VU op het gebied van ruimtelijk modelleren dat reeds acht jaar loopt, te willen continueren. Het is de bedoeling dat dit samenwerkingsverband door middel van promotie-onderzoek nader ingevuld zal worden. In 2001 heeft het Ruimtelijk Plan Bureau (RPB) aangegeven de bestaande samenwerking met de VU te willen voortzetten. Zij wil dit onder meer ook doen door (promotie-)onderzoek te laten verrichten naar de modellering van toekomstig ruimtegebruik. Daarnaast zijn ook de Dienst landelijk Gebied (DLG) en het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) geïnteresseerd in het onderzoek dat de VU verricht op dit gebied. Zij hebben aangegeven ook te willen participeren.

### 1.1 Probleemstelling

De afdeling Ruimtelijke Economie aan de Vrije Universiteit Amsterdam (VU) heeft in onderzoeksprojecten als Ruimtescanner (Scholten et al. 2001) en Similor (Stillwell en Scholten 2001, Wagtendonk et al. 2001) ervaring opgedaan met integrale modellering en simulatie van ruimtegebruik. Daarnaast bevindt zich het promotieonderzoek van Buurman op het gebied van grondprijzenmodellering in de afrondende fase. Voor de komende jaren wil zij haar onderzoeksactiviteiten op dit gebied verder uitbouwen rondom drie centrale vragen:

- ? Wat zijn de drijvende krachten achter veranderend ruimtegebruik?
- ? Hoe kunnen de bestaande modellen worden verbeterd?
- ? Op welke wijze kan de invloed van veranderend ruimtegebruik op de ruimtelijke kwaliteit worden beoordeeld en gevisualiseerd?

Het is interessant om het punt van de modellen voor ruimtegebruik zowel op een conceptueel niveau te benaderen (nieuwe c.q. verbeterde modelconcepten introduceren) als op een meer praktisch niveau (wat kan het nieuwe LUMOS-consortium toevoegen ten opzichte van de bestaande Ruimtescanner- en LeefOmgevingsVerkenner-consortia). Daarnaast is er aandacht voor verbetering van de communicatie over ruimtegebruikmodellering in het algemeen en rond het instrument Ruimtescanner in het bijzonder.

### 1.2 Opbouw onderzoeksprogramma

Dit onderzoeksprogramma is opgedeeld in een aantal hoofdstukken. Een theoretische onderbouwing van het onderzoeksprogramma is te vinden in hoofdstuk 2. Hierin wordt ingegaan op de theoretisch achtergrond en ontstaansgeschiedenis van ruimtegebruikmodellering in Nederland. Vervolgens komt in hoofdstuk 3 de projectomgeving aan bod; hierin komen de onderzoeksactiviteiten en –wensen van enkele relevante instituten aan de orde. Deze zijn geïnventariseerd in de periode maart/mei 2001 en vormen de afkadering en inspiratie voor het onderzoeksprogramma van de VU. Hoofdstuk 4 introduceert de onderzoeksthema's en de onderzoekssuggesties die in de voorbereidende fase geformuleerd zijn. Vervolgens worden in de bijlagen I tot en met III kansrijke combinaties van ideeën gepresenteerd die in drie (of meer) dissertatietrajecten behandeld kunnen worden. Daarbij wordt indien relevant in een beknopt plan

van aanpak stilgestaan bij onder meer projectuitvoering en planning. Het document sluit af met enkele referenties waarnaar in de tekst verwezen wordt.

### 1.3 Documentinformatie

<b>Versie Nr. – Datum</b>	<b>Aangepast door</b>	<b>Opmerkingen</b>
0.1 08-09-2002	Jasper Dekkers	
0.2 17-09-2002	Jasper Dekkers	commentaar Henk Scholten, Eric Koomen en Joost Buurman verwerkt.
0.3 19-09-2002	Jasper Dekkers, Eric Koomen	input Eric Koomen en Joost Buurman verwerkt, enkele bijlagen toegevoegd.
0.4 20-09-2002	Jasper Dekkers	commentaar Henk Scholten verwerkt.
0.5 21-09-2002	Henk Scholten	rol SPINlab en Jeroen Aerts toegevoegd, communicatie-paragraaf aangepast.
0.6 23-09-2002	Jeroen Aerts	bijlage 8 toegevoegd.
1.0 24-09-2002	Jasper Dekkers	commentaar Piet Rietveld verwerkt, document nagelopen.

## 2 Theoretische onderbouwing

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de theoretisch achtergrond en ontstaansgeschiedenis van ruimtegebruikmodellering in Nederland. Daarbij staat vooral de ontwikkeling van het ruimtelijke simulatiemodel Ruimtescanner centraal. De tekst in dit hoofdstuk is mede gebaseerd op de NGS-publicatie over de Ruimtescanner (Scholten et al. 2001).

### 2.1 Achtergrond

Het Nederlandse landoppervlak beslaat ruim 34.000 km<sup>2</sup>, waarvan iets minder dan 70% in gebruik is door de landbouw. Vanaf de jaren vijftig neemt het landbouwareaal in Nederland door verschillende oorzaken af, de laatste 15 jaar met een tempo van circa 6000 hectare per jaar. Door de groei van het stedelijk ruimtegebruik komen hier functies als woongebieden, bedrijfsterreinen en infrastructuur voor in de plaats. Deze groei van het stedelijk ruimtegebruik heeft twee oorzaken. Niet alleen neemt de bevolking en beroepsbevolking gestaag toe, tevens wordt per hoofd van de bevolking en per werknemer meer ruimte gebruikt. Verder vragen de indirect aan stedelijkheid gerelateerde functies als recreatie ook in toenemende mate ruimte. Daarnaast zal door de realisatie van de Ecologische Hoofdstructuur naar verwachting het areaal aan bos- en natuurterreinen toenemen; tot 2020 jaarlijks met circa 6000 hectare.

Het ruimtelijk beleid is in essentie gericht op het aanwijzen en realiseren van ruimtelijke hoofdstructuren, die door de onderlinge samenhang en afwisseling tot een optimale ruimtelijke verdeling van functies leiden. In de praktijk betekent dit het realiseren van woonwensen, het creëren van aantrekkelijke en bereikbare vestigingsmilieus voor bedrijven, en het behoud en herstel van biodiversiteit en landschappelijke waarden. Daarmee bestaat er een sterke samenhang in doelen tussen dit ruimtelijk en ruimtelijk-economisch beleid en het beleid op het terrein van milieu, natuur, water en verkeer en vervoer.

Steeds meer wordt erkend dat de inrichting en verdeling van de ruimte -op de langere termijn- een sleutel vormt voor een duurzame economische ontwikkeling en een verantwoord beheer van de biodiversiteit en kwaliteit van het stedelijk en landelijk gebied. In de afgelopen jaren, en recent naar aanleiding van het verschijnen van de Vijfde Nota (RPD 2001), is deze discussie nadrukkelijker op de politieke agenda gekomen. Een van de meest indringende keuzevraagstukken daarbij betreft de ruimtelijke inrichting van het westen en midden van het land. Dit wordt met name veroorzaakt door de problematiek van de bereikbaarheid van woon- en werklocaties. Vooral dit vraagstuk en het vraagstuk van het behoud en herstel van de biodiversiteit zorgen er voor dat het inzicht in de ontwikkelingen in het ruimtegebruik van groot belang is. Voorts is inzicht nodig in de mogelijkheden van de overheid om deze ontwikkeling te sturen.

Tegen deze achtergrond en voortbouwend op het RIVM-onderzoek ter onderbouwing van het gebiedsgerichte beleid (o.a. Reiling, 1995), is in 1997 bij onder meer het RIVM en de VU het onderzoek gestart naar het simuleren van ruimtegebruikveranderingen. Centraal in dit onderzoek stonden de volgende vragen:

- ? op welke wijze kan een methodiek worden ontwikkeld en toegepast om de behoefte aan ruimte voor de verschillende te onderscheiden functies (wonen, werken, natuur etcetera) te vertalen naar de mogelijke veranderingen in het fysieke ruimtegebruik op een gedetailleerd ruimtelijk niveau?

- ? op welke wijze kan een ruimtelijke informatie-infrastructuur worden ontwikkeld die integratie van de diverse databestanden mogelijk maakt, en die in de toekomst verder kan worden ontwikkeld naar een beheeromgeving?
- ? op welke wijze kan deze infrastructuur geschikt worden gemaakt voor ruimtelijke afwegingen door het beleid, waarbij verschillende toekomstverkenningen onderling kunnen worden afgewogen?

De bovenstaande onderzoeksvragen zijn in eerste instantie omgezet in enkele concrete doelstellingen:

- ? het realiseren van een instrument waarbij de veelsoortige en diverse informatie over ruimtelijke claims uit beleidsnota's, rekenresultaten in het kader van de Lange Termijn Verkenningen van het Centraal Planbureau en basisinformatie over het huidige ruimtegebruik op overzichtelijke wijze kan worden ontsloten en gepresenteerd;
- ? het realiseren van een operationeel instrumentarium, waarmee snel en op eenvoudige wijze diverse scenario's kunnen worden doorvertaald naar kaartbeelden met het bijbehorende ruimtegebruik;
- ? de integratie van bestaande kennis en databronnen, waarbij het kunnen aansluiten op rekenresultaten die door derden en vanuit diverse expertise-velden worden toegeleverd het uitgangspunt vormt.

Conform deze doestellingen is in 1997 de eerste versie van het model Ruimtescanner opgeleverd. Met dit geïntegreerde ruimtelijk informatiesysteem kan toekomstig ruimtegebruik worden gesimuleerd.

Enkele begrippen staan centraal in deze materie. Onder het ruimtegebruik wordt verstaan het fysieke beslag en bedekking van de ruimte door een maatschappelijke of 'natuurlijke' functie. De functies die worden onderscheiden zijn in te delen in de categorieën wonen, werken, landbouw, recreatie, natuur en infrastructuur. Als ruimtelijke eenheid voor de simulaties van het ruimtegebruik zijn gridcellen met een grootte van 500\*500 meter gekozen. Ruimteclaims zijn de - veelal via sectorale rekenmodellen tot stand gekomen- prognoses van de extra benodigde ruimte die functies over een bepaalde periode zullen nodig hebben, of gegevens waaruit deze eenvoudig kunnen worden afgeleid.

## **2.2 Conceptueel raamwerk**

De ontwikkeling van het ruimtegebruik op lange termijn is met grote onzekerheden omgeven. Om inzicht te krijgen in deze onzekerheden wordt in veel verkenningen de methodiek van scenario's toegepast. Er bestaan verschillende typen scenario's, die ieder een verschillende functie hebben bij toekomstgericht onderzoek. Door meerdere plausibele scenario's te ontwerpen kan de bandbreedte van verschillende waarschijnlijke toekomstbeelden worden aangeduid. Naast 'waarschijnlijke' scenario's, worden in verkenningen van het toekomstig ruimtegebruik ook scenario's opgesteld die uitgaan van het mogelijke op het gebied van technische, economische en sociaal-culturele ontwikkelingen. Een derde categorie vormen de scenario's waarin een gewenst ruimtelijk beeld wordt opgesteld, dat vervolgens kan dienen om via de methode van 'back-casting' te analyseren wat waarschijnlijke of mogelijke routes zijn die tot dit ruimtelijk beeld kunnen leiden.

Op basis van een scenario beredeneert men vervolgens hoeveel ruimte nodig is voor de verschillende maatschappelijke en natuurlijke ruimtelijke functies. Vervolgens dient deze vraag te

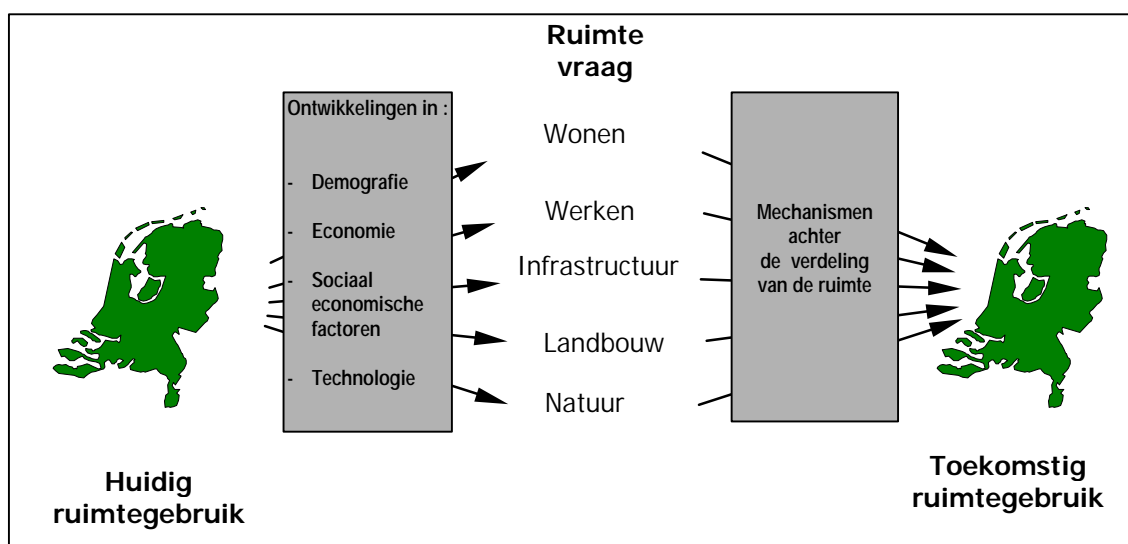
worden vertaald naar een concrete ruimtevraag voor iedere onderscheiden functie, waarbij rekening dient te worden gehouden met door het beleid reeds vastgelegde ruimtelijke bestemmingen. Voor bijvoorbeeld de Lange Termijn Verkenningen 1997 van het Centraal Planbureau is een raamwerk opgezet, waarin de samenhang tussen drijvende krachten en de ruimtevraag van de belangrijkste maatschappelijke activiteiten (wonen, werken, landbouw en natuur) is uitgewerkt. Voor de LT97 is een drietal scenario's opgesteld namelijk Divided Europe, European Coordination en Global Competition. Per scenario is beredeneerd en vervolgens geoperationaliseerd welke ruimtevraag kan worden verwacht, gegeven veronderstellingen ten aanzien van de (1) internationale economisch-politieke ontwikkelingen, (2) sociaal-culturele factoren en de technologische ontwikkeling, (3) economische ontwikkelingen en (4) demografische ontwikkelingen.

Zoals hiervoor is uiteengezet, is de te ontwikkelen methodiek en informatie-infrastructuur bedoeld om ondersteuning te bieden bij het opstellen van waarschijnlijke en mogelijke toekomstbeelden voor het ruimtegebruik op een regionaal tot nationaal schaalniveau. Wat beïnvloedt nu op dit schaalniveau het toekomstige ruimtegebruik voor de belangrijkste maatschappelijke activiteiten: wonen, werken, landbouw en natuur?

Daarbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen de omvang van de vraag naar ruimte en de verdeling van deze vraag over de ruimte, oftewel:

- ? Welke drijvende krachten bepalen hoeveel ruimte de verschillende ruimtelijke functies zullen vragen;
- ? Welke mechanismen bepalen hoeveel ruimte de verschillende ruimtelijke functies zullen krijgen en waar deze functies zullen worden gesitueerd?

In Figuur 2-1 is de globale samenhang tussen bovenstaande componenten afgebeeld.

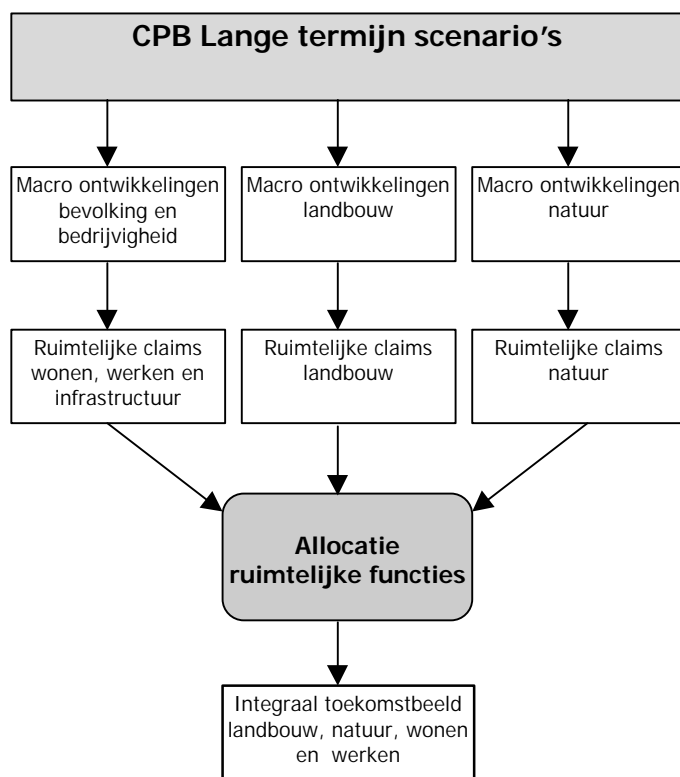


*Figuur 2-1 Globale samenhang van de voornaamste processen bij verandering in het ruimtegebruik*

In Nederland gaat het Centraal Planbureau uit van macro-ontwikkelingen op het gebied van bevolking, bedrijvigheid, landbouw en natuur. Door deze ontwikkelingen verandert de vraag naar ruimte en zal op regionale schaal meer of minder ruimte voor de verschillende maatschappelijke functies worden geclaimd. Het areaal met een bepaalde functie zal inkrimpen, gelijk blijven of



uitbreiden. Deze allocatie, op een regionaal schaalniveau, dient te worden uitgevoerd door het modelinstrument van de Ruimtescanner (zie Figuur 2-2).



*Figuur 2-2 Allocatie van ruimtelijke functies*

Het instrument Ruimtescanner dient het mechanisme achter de plaatsgebonden verdeling van de ruimte te verklaren en te modelleren. Uitgangspunt daarbij is de attractiviteit van een gebied voor een bepaalde vorm van ruimtegebruik en de concurrentie tussen de diverse ruimtevragers. De attractiviteit wordt zowel beïnvloed door de “nader te definiëren” kwaliteit van de vestigingsplaats als door het ruimtelijk beleid.

Objectieve vestigingsplaatsfactoren als de nabijheid van (andere) maatschappelijke activiteiten en fysische omgevingskarakteristieken van een gebied (bodemgesteldheid, hydrologie, e.d.) zijn meestal al vertaald in het huidige ruimtegebruik. Het huidige ruimtegebruik is dan ook een belangrijk uitgangspunt bij de bepaling van de attractiviteit voor veranderingen in het ruimtegebruik in de toekomst. Echter, Nederland kent een lange en diepewortelde traditie van ruimtelijk beleid. Doordat het ruimtelijk beleid bepaalde gebieden aantrekkelijk of juist onaantrekkelijk (of zelf onmogelijk) maakt voor bepaalde vormen van grondgebruik, beïnvloedt dit beleid de attractiviteit van gebieden eveneens.

### **2.3 Wetenschappelijk raamwerk**

Diverse auteurs hebben zich in de afgelopen decennia gebogen over het hierboven omschreven probleemveld. Echter, in zeer veel gevallen hebben zij zich niet gewaagd aan een poging tot totale integratie van alle ruimtegebruikfuncties. Veel studies richten zich op de ontwikkelingen in het stedelijk ruimtegebruik (bijvoorbeeld Alonso 1964 en Fujita 1989). Deze modellen laten het

landelijk gebied buiten beschouwing of stellen het slechts zeer oppervlakkig aan de orde. Dit geldt eveneens voor volledige operationele modellen zoals ontwikkeld door Anas (1982). Op een vergelijkbare wijze zijn er diverse modellen die zich volledig richten op het agrarisch grondgebruik, zoals het Grondbalansen model dat is ontwikkeld door LEI-DLO, maar waar het stedelijk gebied of ruimtegebruik voor natuur niet op systematische wijze zijn geïncorporeerd.

Een belangrijk bezwaar in veel van deze modellen is het uitgangspunt dat de hoogste bidder het grondgebruik bepaalt. Het moge duidelijk zijn dat de overheid in veel landen een belangrijke rol speelt bij de toewijzing van grond en dat hierdoor het huidige grondgebruik maar zeer ten dele verklaard kan worden door de marktwerking. Een ander vaak vergeten aspect vormen de hoge kosten die in bepaalde gevallen spelen bij een verandering van grondgebruik. Door de grote investeringen en/of de benodigde tijd kan het voorkomen dat de uiteindelijke verandering van grondgebruik sterk vertraagd wordt en pas na lange tijd daadwerkelijk plaats zal vinden.

Als rekening gehouden moet worden met de diverse hiervoor genoemde aspecten, dan leidt dit tot de formulering van dynamische grootschalige modellen. Een groot aantal van deze modellen is gebaseerd op het 'zich zelf organiserend systeem' concept. Von Neumann introduceerde reeds in 1966 het concept van 'cellulaire automata', waarbij cellen een bepaalde verschijningsvorm aannemen op basis van de celegenschappen en de nabijheid van andere cellen. Veel voorkomende toepassingen zijn bosbranden of olielekken op zee. Sanders (1996) heeft getracht de verschillende concepten die gehanteerd worden bij dergelijke dynamische systeemmodellen te inventariseren en komt daarbij tot een onderscheid in drie groepen van modellen. Haar conclusie is interessant: integratie van de drie groepen in een datarijke omgeving is het meest veelbelovend.

Maar we moeten eigenlijk nog een stapje verder terug gaan in de geschiedenis van deze grootschalige modellen. Een belangrijk ijkpunt in deze geschiedenis was de publicatie 'Requiem for Large-Scale models' van Lee (Lee, 1973). In deze publicatie beschouwt Lee de vele pogingen in de jaren zestig en zeventig om tot de ontwikkeling van dergelijke modellen te komen. Hij definieerde grootschalige modellen hierbij als:

- ? groot in de zin dat de enige manier om tot ontwikkeling te komen het gebruik van een computer is;
- ? ruimtelijk gedisaggregeerd, activiteiten toewijzend aan bepaalde ruimtelijke zones;
- ? gericht op een groot gebied, daarmee niet globaal en abstract.

Lee constateerde op basis van de evaluatie van de diverse pogingen om tot de bouw te komen, dat:

- ? de modellen gebaseerd waren op theorie ('theory driven') in plaats van een probleem als uitgangspunt ('problem driven');
- ? belangrijke (politieke) stuurvariabelen in de modellen niet veranderd konden worden;
- ? de ervaringen van de modelleers slecht gedocumenteerd en veelal niet geëvalueerd waren waardoor het tot stand brengen van verbeteringen in het modelonderzoek moeizaam verliep.

Zijn verdere analyse leidt tot een lijst van veelgemaakte fouten: 'the seven sins of Large Scale Models'. Tevens komt hij tot een lijst met aanbevelingen voor de verdere modelbouw, want ondanks dat het artikel door velen herinnerd zal worden als het einde van de grootschalige modellen, was Lee wel degelijk overtuigd van de mogelijkheden en de noodzaak om tot

dergelijke modellen te komen. In zijn aanbevelingen gaat Lee in op de mogelijke verbeteringen van de analytische procedures, maar hij concludeert dat het vooral noodzakelijk is dat dergelijke systemen op transparante wijze worden opgebouwd, opdat het mogelijk is voor anderen het model te beoordelen en op punten waarover onenigheid bestaat alternatieven te creëren. Een belangrijke voorwaarde is dan dat het model van een zekere eenvoud is. Zijn argument daarbij is dat complexe modellen veelal niet werken, en mocht dit wel het geval zijn, dan worden zij vaak niet gebruikt om dat niemand het model doorgrondt en vertrouwt. Daarnaast dienen de modelontwikkelingen een balans te vormen tussen theorie, intuïtie en objectiviteit. Te grote nadruk op de theorie kan leiden tot een minder grote geschiktheid voor het beleid.

Nu, bijna dertig jaar later, kunnen we een aantal bezwaren van Lee makkelijk wegnemen:

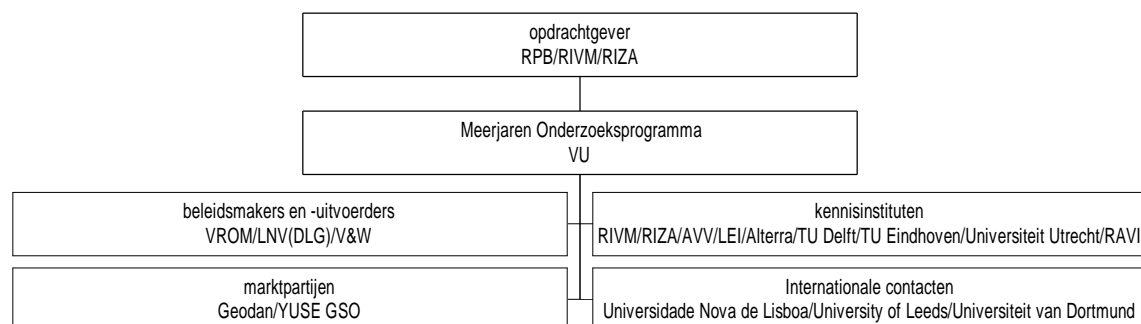
- ? computercapaciteit is beschikbaar gekomen in een veelvoud van waar in de jaren zeventig zelfs nimmer aan is gedacht;
- ? gegevens zijn eveneens in enorme hoeveelheden beschikbaar gekomen en op een steeds fijnere schaal;
- ? er is voortgang geboekt in ruimtelijke analytische procedures, alleen is daar de voortgang veel minder indrukwekkend dan bij de twee voortgaande punten; en tot slot
- ? er is in de afgelopen vijftien jaar zeer veel vooruitgang geboekt bij het creëren van een integratiekader. Aanvankelijk onder de naam Geografische Informatie Systemen (GIS), waarbij de S later ook vaak staat voor Science, is er een architectuur ontstaan die zich nog steeds verder ontwikkelt, die het een gebruiker mogelijk maakt ruimtelijke gegevens, ruimtelijke rekenprocedures en kaartvervaardigingsprocedures integraal tot zijn beschikking te hebben.

Een aantal zeer herkenbare ervaringen van Lee dienen we ons echter nog steeds ter harte te nemen, zoals een evenwicht tussen theorie en praktijk, stapsgewijs ontwikkelen, maar vooral het bouwen van een transparant systeem, waarin componenten bediscussieerd kunnen worden en desnoods vervangen door alternatieven.

### 3 Projectomgeving

Ruimtegebruikmodellering staat weer volop in de belangstelling. Zo houden zich alleen al met de Ruimtescanner meer dan tien instellingen bezig. In Figuur 3-1 wordt een overzicht gegeven van de verschillende relevante instellingen en hun positie ten opzichte het onderzoeksprogramma van de VU. Hierbij is een onderscheid gemaakt in kennisinstututen, beleidsmakers en –uitvoerders, marktpartijen en internationale contacten. Voor het opzetten van het onderzoeksprogramma zijn het meest van belang de collega-kennisinstututen die relevante kennis bezitten en de beleidsmakers die kennis vragen. Om de onderzoeksactiviteiten en –wensen van de belangrijkste betrokkenen te achterhalen zijn in de periode maart tot juni 2001 diverse gesprekken gevoerd. De gesprekken vormen de afkadering en inspiratie voor het onderzoeksprogramma van de VU. Er is zowel gesproken met potentiële kennisgebruikers (RPB, DLG) als met mogelijke kennisleveranciers (RIVM, RIZA). De vier gekozen instellingen vertegenwoordigen daarbij verschillende sectoren die bij ruimtegebruik betrokken zijn: milieu/natuur, water, landbouw en ruimtelijke ordening.

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de belangrijkste betrokken instituten. Voor de beleidsvormende en –uitvoerende diensten wordt vooral ingegaan op de gebruikskant van ruimtegebruikmodellering. Voor welke activiteiten biedt een instrument als de Ruimtescanner uitkomst? Bij de onderzoeksinstituten wordt vooral stilgestaan de kenniskant. Wat zijn de lopende onderzoeksactiviteiten en de meest urgente onderzoekswensen?



Figuur 3-1 Omgeving van het onderzoeksprogramma

#### 3.1 RPB

De Rijksplanologische Dienst (RPD) ontwikkelt een ruimtelijk beleid voor Nederland en ziet toe op de uitvoering daarvan. De RPD formuleert lange-termijnvisies en zorgt voor het instrumentarium voor de inrichting en het beheer van de ruimte. Daarnaast fungeert zij als planbureau en verkent en monitort zij de ruimtelijke ontwikkelingen in Nederland. Deze laatste rol zal vanaf 1 januari 2002 in een apart planbureau worden geformaliseerd: het Ruimtelijk Plan Bureau (RPB). Daarmee wordt een duidelijkere scheiding aangebracht tussen het beleidsvoorbereidende (RPD) en kennisontwikkende deel (RPB).

##### 3.1.1 Toepassing ruimtegebruikmodellering / onderzoeksactiviteiten

Het RPB (toen nog RPD) is vanaf het eerste begin betrokken bij de ontwikkeling van de Ruimtescanner. De ruimtelijke vertaling van verwachte toekomstige ontwikkelingen is een belangrijk uitgangspunt voor het ontwikkelen van nieuw ruimtelijk beleid. Voor inzicht in de toekomstige ontwikkelingen is kennis van de drijvende krachten achter veranderend ruimtegebruik essentieel. Daartoe wordt samengewerkt met diverse instituten:

- ? het RPB is op dit moment betrokken bij het onderzoek dat de Universiteit Utrecht doet aan netwerken in de Europese delta. Hiervoor wordt de Ruimtescanner gebruikt.
- ? Met RIZA wordt samengewerkt aan de spankracht-studie. Hierin wordt onderzocht op welke locaties het hoogwater kan worden doorgevoerd.
- ? Aan het LEI is een onderzoek uitbesteed naar grondtransacties in landbouwgrond. Doel van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de markt van agrarische grond en de gevolgen van de grondmarktontwikkelingen voor grondgebruik en ruimtelijke kwaliteit.
- ? Verder heeft het RPB contact met Alterra over een gezamenlijk onderzoeksprogramma en worden onderling mensen uitgewisseld.

### 3.1.2 Onderzoekswensen

Het RPB wil graag een langdurige samenwerkingsovereenkomst afsluiten met de VU om op een structurele manier kennis te ontwikkelen op het gebied van ruimtegebruikmodellering. Zij hecht daarbij groot belang aan samenwerking met andere instituten. Het RPB wil graag bijdragen aan de begeleiding van het onderzoek dat Joost Buurman aan de VU doet naar een ruimtelijk informatiemodel voor landprijzen in het rurale gebied. Omgekeerd stelt zij begeleiding van andere instituten aan het voorliggende onderzoeksprogramma op prijs.

Het RPB wil de inzichtelijkheid vergroten van het instrument Ruimtescanner en het onderzoek dat daar nu omheen gebeurt. Voor haar heeft inzicht in het lopende onderzoek de eerste prioriteit en overzicht over de gebruikte gegevens en modellen in de Ruimtescanner de tweede prioriteit. Als derde prioriteit stelt zij het op gang brengen en ondersteunen van de kennisuitwisseling in het Ruimtescanner consortium. Een belangrijke kwestie waarover duidelijkheid gewenst is, is het vastleggen van het gebruiksrecht van de data en software van de Ruimtescanner.

Om de resultaten van modelsimulaties snel in te kunnen zien, is het RPB geïnteresseerd in eenvoudige maten en tellers die bijvoorbeeld uitdrukken hoeveel woningen in een COROP-gebied geplaatst zijn, of welk oppervlak van Nederland stedelijke functies wordt gebruikt.

Het RPB is geïnteresseerd in de onderzoeksthema's en -ideeën die de VU voorstelt (Zie hoofdstuk 4). Zij geeft daarbij aan dat zij:

- ? vooral interesse heeft in de koppeling van onderzoek met de toepassing van GIS en mogelijk internet,
- ? de aantasting van open ruimte vooral vanuit het oogpunt van ruimtelijke diversiteit zou willen benaderen,
- ? de koppeling van verkeers- en vervoersmodellen meer op het terrein van de Universiteit van Utrecht ziet liggen,
- ? twijfel heeft bij de haalbaarheid van micro-simulatie en de koppeling van het werkgelegenheids-model OPERA en de Ruimtescanner,
- ? het idee om ruimtelijke kwaliteit als leidend principe te nemen bij de inrichting van Nederland erg ver vindt gaan.

## **3.2 DLG**

De Dienst Landelijk Gebied (DLG) is het overheidsbedrijf voor ontwikkeling en beheer van het landelijk gebied in Nederland. De dienst voert het beleid uit zoals dat door het ministerie van LNV wordt opgesteld. DLG levert kennis en expertise ten behoeve van beleidsontwikkeling, maar doet zelf nauwelijks eigen onderzoek. Zij beziet de onderzoeksplannen van de VU dan ook vooral vanuit de eventuele gebruiksmogelijkheden voor hun eigen werk.

### **3.2.1 Toepassing ruimtegebruikmodellering**

Met name voor het gebiedsgerichte beleid lijken er mogelijkheden te zijn om ruimtegebruikmodellen toe te passen. Voor het ontwikkelen van een integrale visie op de herinrichting van de wat grotere (10.000-30.000 ha) landelijke gebieden wordt vaak eerst een verkenning uitgevoerd hoe het gebied zich in de komende 30 jaar zal ontwikkelen. In dat stadium kan een simulatie van toekomstig ruimtegebruik op basis van een instrument als de Ruimtescanner behulpzaam zijn. Het is dan wel van belang dat de schaal van de uitkomsten aansluit bij de detailwens van de op te stellen visie.

DLG zou met het oog op kostenbesparing graag in een zo vroeg mogelijk stadium grond aankopen. Dit vergt een vooruitziende blik (20 tot 30 jaar vooruit) op ruimtelijke ontwikkelingen. Ook hierbij zou de simulatie van toekomstig ruimtegebruik uitkomst kunnen bieden.

### **3.2.2 Onderzoekswensen**

Voor wat betreft de studie naar drijvende factoren achter veranderend ruimtegebruik is DLG vooral geïnteresseerd in de langzame afname van het agrarische karakter van bepaalde gebieden. De overgang van agrarisch naar ander grondgebruik blijkt in de praktijk soms heel geleidelijk te gaan. Door opeenvolgende kleinschalige wijzigingen in het gebruik van landbouwgrond blijkt de totale vitaliteit van een agrarisch gebied soms blijvend aangetast. Een nadere studie naar de omvang en locatie van dit proces zou voor DLG zeer interessant zijn. Dit probleem kan volgens DLG het best vanuit landbouwkundig perspectief benaderd worden; in welke gebieden nemen de landbouwopbrengsten af, waar is de grondbiliteit hoog? DLG is vooral geïnteresseerd in het driedimensionale karakter van de gegevens. Daarom is onderzoek naar het karakter en de visualisatie van deze gegevens gewenst.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat het onderzoek ten behoeve van ruimtegebruikmodellering interessant is voor DLG. Zij wil dan ook graag meedenken over de nadere invulling van het onderzoeksprogramma en kan vanuit haar gebiedsgerichte rol hiervoor relevante kennis en gegevens aandragen. Omgekeerd kan zij de onderzoeksuitkomsten toetsen op bruikbaarheid en mogelijk toepassen in haar werk. Het onderzoek kan onder meer gericht worden op het beantwoorden van beleidsvragen die leven bij DLG.

## **3.3 RIVM**

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) voert taken uit ten behoeve van de beleidsontwikkeling en het toezicht op het gebied van volksgezondheid, milieu en natuur. In haar hoedanigheid van Natuur- en Milieuplanbureau voert het RIVM veel modelleringsonderzoek uit. De twee meest gebruikte integrale ruimtegebruikmodellen (LOV en Ruimtescanner) zijn mede door het RIVM ontwikkeld. De Ruimtescanner is recent nog gebruikt voor de toets van de Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening.

### 3.3.1 Onderzoeksactiviteiten

RIVM is, net als het RPB, op dit moment betrokken bij het onderzoek dat de Universiteit Utrecht doet aan netwerken in de Europese delta. Hiervoor wordt de Ruimtescanner gebruikt. Daarnaast werkt RIVM samen met TU, VU en UU aan het Habiforum-project: “Evaluatie ruimtelijk-infrastructurele concepten voor meervoudig ruimtegebruik”. Hierin wordt onder meer gewerkt aan koppeling van een verkeer- en vervoerssysteem (LMS) aan LOV/Ruimtescanner. Maar bijvoorbeeld ook aan indicatoren voor ecologie.

Duidelijk is dat er op dit moment diverse onderzoeksinitiatieven zijn op het gebied van ruimtegebruikmodellering. Afstemming tussen deze onderzoeksinspanningen is dan ook essentieel. Daarom is een groep van geïnteresseerden geformeerd (LUMOS). Het RIVM heeft het voorzitterschap van deze groep op zich genomen. De VU zal een actieve rol spelen bij deze kennisuitwisseling.

### 3.3.2 Onderzoekswensen

Voor wat betreft nader onderzoek ten behoeve van ruimtegebruikmodellering heeft RIVM nog een aantal wensen. De Ruimtescanner is nogal topdown van benadering. Ruimteclaims liggen vast op COROP-niveau, wat soms leidt tot onwaarschijnlijke allocatie. In bepaalde gevallen worden dermate veel woningen aan de randen van COROP-gebieden geplaatst dat deze grenzen aantrekkelijke woongebieden lijken. In zijn algemeenheid lijkt het model ruimtegebruikfuncties zeer gelijkmatig over het beschikbare gebied te verspreiden. Zelfs bij het rekenen aan extreme scenario's valt vaak op dat uitkomsten weinig verschillen van reguliere scenario's. Een aantal personen is dan ook voorstander van actor-gestuurde modellen (micro-simulatie). Hoewel vanuit pragmatische overwegingen toch gekozen zal moeten worden om uit te gaan van bestaande modellen. Onderzoek dat leidt tot een meer gedragsmatige onderbouwing van de huidige modellen lijkt in ieder geval zinvol. Om de uitkomsten te toetsen kan het zinvol zijn een studie te richten op een beperkt deel van Nederland. Bij herhaalde studies naar een homogener gebied ontstaat gevoel voor de gebiedsspecifieke ruimtelijke relaties.

Verder leeft er een sterke wens om de inzichtelijkheid van de Ruimtescanner en haar basisgegevens te verbeteren. Zo is nu moeilijk te achterhalen hoe de oorspronkelijke beslisregels in de programmatuur zijn opgenomen. Het opstellen van een stroomschema waarin de stappen in de programmatuur op een rij gezet worden kan hierbij helpen (zogenaamde metamodellering). Daarnaast is er noch een aantal specifieke zaken waar RIVM graag aandacht aan zou besteden. De woningdichtheden die in de Ruimtescanner gebruikt worden staan open voor discussie. Zo hanteren CPB en ABF bijvoorbeeld verschillende dichtheden. Een vergelijkend onderzoek naar de door hen gehanteerde waarden is nog niet opgestart. Verder is in het verleden een betere uitwisseling tussen het werkgelegenheidsmodel OPERA en de Ruimtescanner nagestreefd, maar die is tot op heden nog niet gerealiseerd. Dit blijft wel een interessante kwestie.

RIVM is vanuit haar rol als milieu- en natuurplanbureau en haar grote betrokkenheid bij ruimtegebruikmodellering in Nederland zeer geïnteresseerd in onderzoeksinspanningen op dit gebied. Dit instituut wordt dan ook graag betrokken bij de verdere invulling van het VU-onderzoeksprogramma en wil de bestaande samenwerking op onderzoeksgebied graag uitbreiden.

### 3.4 RIZA

Het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) is het onderzoeks- en adviesinstituut van Rijkswaterstaat op het gebied van zoetwater in Nederland. Een van haar taken is onderzoek en advies over integraal waterbeheer van de binnenwateren. Hiervoor worden onder meer studies gedaan naar de verwachte ontwikkeling van de ruimtegebruikfunctie water.

#### 3.4.1 Onderzoeksactiviteiten

Met betrekking tot het aspect ruimtegebruik zijn twee hoofdafdelingen van belang: Inrichting en Herstel (IH) en Informatie en Meettechnologie (IM). De hoofdafdeling IH is onder meer betrokken bij de planvorming voor projecten die de inrichting van zoet water betreffen. Naast grote watervlakken als bijvoorbeeld de Veluwe randmeren gaat het hier ook om de inrichting van wetlands. In gesprek met deze hoofdafdeling bleek dat beleidsvoorbereiding een steeds belangrijkere tak zal worden. In het recente verleden zijn al belangrijke bijdragen geleverd aan beleidsnota's als de Vierde Nota Waterhuishouding en de Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening. Ter voorbereiding op de planvorming wordt veel onderzoek uitbesteed of zelf uitgevoerd. Op het gebied van ruimtegebruik lopen nu enkele onderzoeken:

- ? ruimtelijke evaluatiemethoden voor planvorming, in samenwerking met VU-IvM (Marjan van Herwijnen) en TNO,
- ? spankracht-studie; op welke locaties kan het hoogwater worden doorgevoerd, in samenwerking met de RPD
- ? Interfererende netwerken; een (historische) studie naar de samenhang tussen droge en natte infrastructuur en hun effect op de inrichting van Nederland, in samenwerking met AVV.

De hoofdafdeling IM houdt zich bezig met verzamelen van gegevens over de Nederlandse binnenwateren ten behoeve van onderzoek, advies en beleid. Deze afdeling heeft geen directe relatie met de ruimtelijke planvorming/beleidsvoorbereiding op het gebied van ruimtelijke ordening, maar de gegevens die zij verzamelt zijn wel van belang zijn voor het bestuderen van ruimtelijke veranderingen in Nederland.

#### 3.4.2 Onderzoekswensen

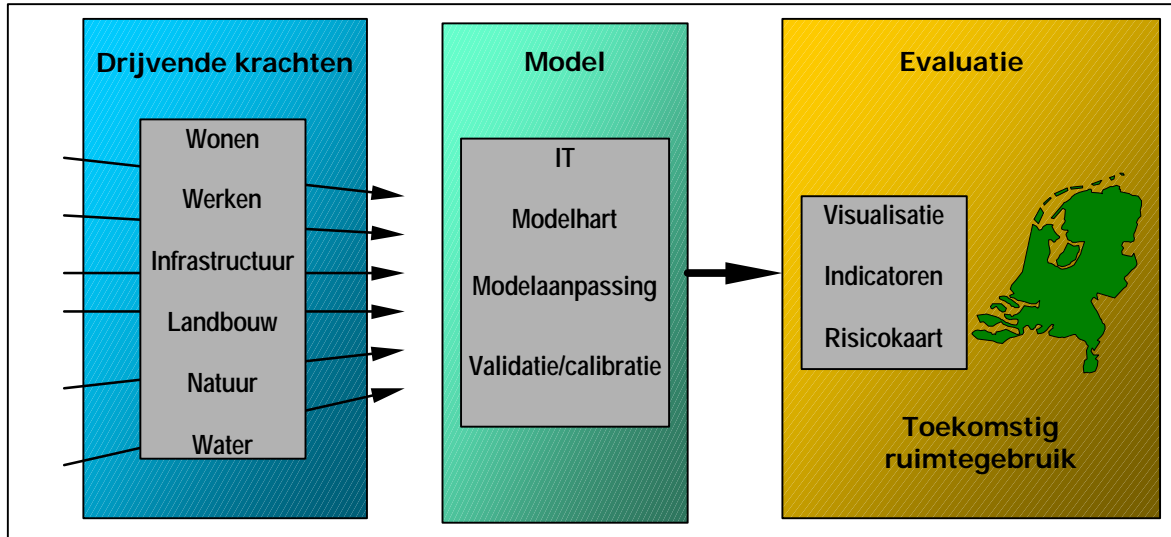
De beleidsvoorbereidende kant van IH werkt op dit moment aan het opzetten van een eigen onderzoeksprogramma. Zij zijn geïnteresseerd in de onderzoeksactiviteiten die de VU voor het RIVM en het RPB wil gaan doen en zijn daar graag bij betrokken. Met name het simulatie-instrument Ruimtescanner kan interessant zijn voor de toekomstverkenningen van RIZA.



## 4 Onderzoeksraamwerk

De ideeën voor onderzoek naar Ruimtegebruikmodellering zijn legio. Vaak zijn zij ook onder meerdere onderzoeksthema's tegelijk te vatten. Om het scala aan ideeën enigszins overzichtelijk weer te geven, wordt de volgende indeling geïntroduceerd (zie figuur 4-1).

### 4.1 Inkadering onderzoeksthema's



Figuur 4-1 Globale samenhang van onderzoeksthema's bij het modelleren van toekomstig ruimtegebruik

Het basismodel van de indeling Drijvende krachten  $\rightarrow$  Model  $\rightarrow$  Evaluatie is te vergelijken met Input  $\rightarrow$  Process  $\rightarrow$  Output.

#### 4.1.1 Drijvende krachten

De input-zijde bestaat uit de drijvende krachten achter het model. Dit zijn de verschillende ruimtegebruikstypen. Deze zijn gezamenlijk of apart te onderzoeken. Bovendien zijn ze verder onder te verdelen in sub-categorieën:

Hoofdcategorie	Subcategorieën
(1) Wonen	woongebied, bos dichtbebouwd
(2) Werken	industrie/haven/overig, handel, kantoorlokaties
(3) Infrastructuur	autosnelwegen, provinciale wegen, spoorwegen, luchthavens
(4) Landbouw	gras, mais, aardappelen, bieten, granen, bloembollen, boomgaarden
(5) Natuur	loofbos, naaldbos, open natuur
(6) Water	buitenwater, binnenwater

Benadrukt moet worden dat deze opsomming van sub-categorieën niet uitputtend is en dat er vele verschillende wijzen van indelen in hoofd- en sub-categorieën gehanteerd worden. Zie voor een alternatieve indeling bijvoorbeeld Scholten et al. (2001). Voor de verschillende onderzoeken die in dit meerjarenprogramma opgenomen zijn, worden ook verschillende indelingen gehanteerd in verband met bijvoorbeeld de indeling dit gehanteerd wordt in de aangeleverde data of in de te gebruiken ruimtegebruikmodelsoftware.

#### 4.1.2 Model

Het modelgedeelte is opgesplitst in vier onderzoeksgebieden, te weten:

- (1) IT, de specifieke software-matige kanten van het modelleren, het programmeren.
- (2) Het modelhart, hiermee wordt de conceptuele kant van het model bedoeld, het soort (economisch) model dat gebruikt wordt bij de allocatie van ruimtegebruikstypen. Er bestaan veel verschillende modellen en veel varianten van deze modellen. Het ontwikkelen van een nieuw conceptueel model valt hieronder.
- (3) Modelaanpassing. Er kan onderzoek gedaan worden naar de modellen die nu in gebruik zijn. Bijvoorbeeld het model van de Ruimtescanner: hoe functioneert dit en hoe kan dit verbeterd worden? Ook de koppeling met andere modellen valt hieronder.
- (4) Validatie/calibratie. Een model van de werkelijkheid dient gecontroleerd te worden op nauwkeurigheid.

#### 4.1.3 Evaluatie

Onderzoek dat in de sectie Evaluatie valt, wordt in drie typen onderscheiden:

- (1) Visualisatie
- (2) Indicatoren
- (3) Risicokaart

Onder visualisatie valt bijvoorbeeld het onderzoek *Virtual Landscape for Geographic Information Monitoring* dat is opgenomen in bijlage 7. Visualisatie is zeer belangrijk aangezien de resultaten die verkregen worden met de ruimtegebruiksimulaties duidelijk gecommuniceerd dienen te worden naar beleidsmakers.

Indicatoren kunnen een handig hulpmiddel zijn om resultaten van simulaties samen te vatten voor derden. In het algemeen bevatten indicatoren minder genuanceerde informatie dan een rapportage. Indicatoren moeten dus niet klakkeloos geïnterpreteerd worden. Een indicator mag eenvoudig zijn, maar ook weer niet te eenvoudig. Of, zoals Albert Einstein eens zei: “Everything should be made as simple as possible, but not simpler.”

Het laatste type evaluatie-onderzoek is de risicokaart. Hieronder valt onderzoek dat als onderwerp heeft het in kaart brengen van risicobronnen plus uitstralingsgebieden van deze risico's en het analyseren van de effecten op grondgebruik en grondprijzen van de aanwezigheid van een (of meerdere) risicobron(nen) in de omgeving. Bij risicobronnen kan bijvoorbeeld gedacht worden aan chloortreinen, vuurwerkopslagplaatsen, chemische industrie, kernafvaltransport. Kennis omtrent deze risico is slechts zeer verspreid aanwezig en wordt niet tot nauwelijks gebruikt in ruimtegebruiksimulaties.

## 4.2 Onderzoeksthema's en -suggesties

Op basis van de indeling uit figuur 4-1 zijn onderzoeksthema's en onderzoekssuggesties gerangschikt in tabellen 4-1 tot en met 4-3. Onderstaande tabellen zijn gebaseerd op tabel 4-1 uit Koomen, Scholten en Rietveld (2001) en is aangevuld met ideeën uit enkele brainstormsessies met VU-collega's over het onderzoek.

<b>Drijvende krachten (Input)</b>	
<i>Onderzoeksthema</i>	<i>Onderzoekssuggestie</i>
Drijvende krachten - Algemeen	inrichten vanuit een combinatie van marktwerking en overheidsbeleid invloed buitenlandse economische centra (Antwerpen, Aken/Luik) op veranderingen van het Nederlands grondgebruik
Wonen	sturende rol overheid vs marktwerking in realisatie woningen (gedragsmatige onderbouwing voor allocatie woningen)
Werken	ruimtelijk statistische analyse ontwikkeling overig grondgebruik (b.v. werken)
Infrastructuur	Casus Noord-Holland 1: Gevolgen van de luchtvaart op grondgebruik NH onderzoeken Casus Noord-Holland 2: Stel Schiphol verdwijnt. Hoe wordt de ruimte opgevuld en wat is de waarde van de grond? (omgekeerde van casus 1 in feite)
Landbouw	sluimerende functieverandering landelijk gebied Effect van sociaal-economische veranderingen in de landbouw op agrarisch grondgebruik in Nederland Welke percelen komen wel en niet op de markt en waarom? Wat is de kans dat een perceel met een bepaald gebruik in een transactie betrokken wordt? $\approx$ transitie matrices + prijzen In hoeverre zijn de motieven van diverse actoren bij transacties economisch van aard?
Water	effect van "ruimte voor water" op (agrarisch) grondgebruik in Nederland invloed ruimtelijk economische factoren op beschikbaarheid van "ruimte voor water"

Tabel 4-1 Inventarisatie onderzoeksideeën Input, gegroepeerd naar onderzoeksthema

<b>Model</b>	
<b>Onderzoeksthema</b>	<b>Onderzoekssuggestie</b>
IT	<p>mogelijkheden ruimtelijke database verkennen en gebruiken bij integreren datasets, bij het uitvoeren van berekeningen etc.</p> <p>Heel Nederland nemen als case-studie i.p.v. Noord-Brabant. Dit biedt de mogelijkheid onderzoek te doen naar het omgaan met hele grote datasets (tegelijktijd beter inzicht verkrijgen in relatie grondprijzen en grondgebruik)</p> <p>verkennen mogelijkheden object-georiënteerde aanpak bij het integreren van grote hoeveelheden data uit verschillende datasets</p>
Modelhart	<p>voorspelling van grondgebruik met alleen de grondprijs als economische component. Welke factoren spelen nog meer een rol binnen deze component en ontbreken dus in het model?</p> <p>actor-gerichte benadering i.p.v. gebiedsbenadering in model verwerken</p> <p>Grondprijzenmodel Buurman uitbreiden met temporeel aspect en met schaalbaarheid (oorspr. model op micro-niveau, nu uitbreiden met meso-niveau (regio)) (NB waarschijnlijk data-problemen!)</p> <p>mogelijkheden algoritme-programmatuur verkennen voor optimalisatie model allocatie-mechanisme</p>
Modelaanpassing	<p>indicator voor intensiteit grondgebruik (ook als modelinput)</p> <p>tegengaan gelijkmatige “uitsmering” allocatie woningen en bedrijven euclidean distance in potentiaalkaarten vervangen door reistijd en/of transportkosten</p> <p>Dynamische koppeling ruimtegebruiksmodel met verkeer- en vervoersmodel</p> <p>Steviger koppeling grondprijzen en grondgebruik in model opnemen (bijv. studie Buurman uitbreiden met grondprijzen niet-landelijk gebied) (NB waarschijnlijk data-problemen!)</p>
Validatie / calibratie	<p>validatie van grondprijsberekeningen in Ruimtescanner en grondprijzenmodel Buurman door externe expert-toetsing</p> <p>validatie van grondprijsberekeningen casus Noord-Brabant door vergelijkende grondprijsberekening casus Noord-Holland</p>

Tabel 4-2 Inventarisatie onderzoeksideeën Model, gegroepeerd naar onderzoeksthema

<b>Output</b>	
<b>Onderzoeksthema</b>	<b>Onderzoekssuggestie</b>
Indicatoren	<p>ontwikkelen van eenvoudige maten of tellers voor inzien modelresultaten (indicatormodule voor RS?)</p> <p>kwantificeren versnippering of waardering open ruimte (b.v. door koppeling met bestaande modellen)</p> <p>aantasting basislaag landschap (bodem- en grondwatersysteem)</p> <p>Stochastiek, onzekerheid van overstromingen als indicator in model brengen (bijv. Watertoets erbij betrekken; overlap belangen ‘water’ en ‘wonen’ tonen)</p>
Visualisatie	<p>mogelijkheden verschillende visualisatieprogrammatuur verkennen</p>
Risicokaart	<p>Risicokaart van Nederland maken m.b.t. transport (chlootreinen e.d.)</p> <p>Risicokaart van Nederland maken m.b.t. water (overstromingen e.d.)</p> <p>Risicokaart van Nederland maken m.b.t. de vestiging van bijv. Kerncentrales, vuurwerkopslag e.d.</p>

Tabel 4-3 Inventarisatie onderzoeksideeën Output, gegroepeerd naar onderzoeksthema

NB Deze tabellen bevatten ideeën voor meerdere modellen, te weten ruimtegebruiksmodellen in het algemeen en het Ruimtescanner-model en het grondprijzenmodel van Buurman in het bijzonder.

### 4.3 Nadere omschrijving onderzoekssuggesties

In deze paragraaf worden een aantal onderzoekssuggesties opgenomen in de vorige paragraaf ter verduidelijking nader beschreven.

#### 4.3.1 Effect ruimtegebruikverandering op ruimtelijke kwaliteit

De huidige ruimtegebruikmodellen leveren als resultaat van hun berekeningen vaak een kaart met verwacht toekomstig ruimtegebruik. Voor het vergelijken van de resultaten van verschillende scenario's is het gewenst de resultaten te vertalen in kwantitatieve, uniforme indicatoren voor sociaal-economische of ecologische effecten van veranderend ruimtegebruik. Om de resultaten van modelsimulaties snel in te kunnen zien, kunnen eenvoudige maten en tellers ontwikkeld worden die bijvoorbeeld uitdrukken hoeveel woningen in een COROP-gebied geplaatst zijn, of welk oppervlak van Nederland stedelijke functies wordt gebruikt.

Een van de meest in het oog springende trends in het veranderend ruimtegebruik is de toenemende verstedelijking, zie hiervoor bijvoorbeeld de Vijfde Nota over de ruimtelijke ordening. Geografisch uit dit proces zich in aantasting van de open ruimte. Voor het ontwikkelen van een indicator is de centrale vraag: hoe kan deze aantasting gekwantificeerd worden, ofwel hoe kan het ruimtelijke effecten op versnippering duidelijk gemaakt worden. Het ontwikkelen van deze indicatoren kan goed aansluiten bij de operationalisering van de criteria voor ruimtelijke kwaliteit waar het RPB nu aan werkt. Aantasting van de open ruimte heeft met name invloed op het criterium ruimtelijke diversiteit (het verschil tussen stad en land), maar raakt ook aan: culturele diversiteit, duurzaamheid en mooi Nederland. Een eerste aanzet tot de ontwikkeling van indicatoren voor effecten op de ruimtelijke kwaliteit wordt gegeven door Schotten et al. (2001). Er liggen vooral mogelijkheden in de combinatie van de Ruimtescanner met andere GIS-georiënteerde modellen. Voor het gewogen, combineren van verschillende effecten kunnen multi-criteria technieken een rol spelen.

Indicatoren voor de intensiteit van ruimtegebruik kunnen helpen bij het evalueren van modelresultaten. Daarnaast kan de intensiteit van het grondgebruik ook van belang zijn als input voor de Ruimtescanner. Het model maakt nu geen onderscheid in bijvoorbeeld enkellaagse of gestapelde bouw. Terwijl de aantrekkingskracht op toekomstige woningbouw van een werklocatie als de Amsterdamse Zuidas anders zal zijn dan die van een verzameling kleine bedrijven in een klein dorp.

Voortbordurend op de lagenbenadering van de Vijfde Nota kan ook een toets op de aantasting van de basislaag van het landschap, het bodem- en grondwatersysteem, waardevol zijn. Hiermee kan de niet duurzame inrichting van minder draagkrachtige of kwetsbare systemen worden opgespoord, bijvoorbeeld woningbouw in veenweide of waterwingebieden.

In plaats van de effecten van verwachte ruimtegebruikverandering op de ruimtelijke kwaliteit te beoordelen, kan omgekeerd ook het optimale grondgebruik vanuit ruimtelijke kwaliteit worden benaderd. Door gewenste kwaliteiten centraal te stellen kan op een andere manier naar de inrichtingsopgaven van Nederland gekeken worden. Zo kan bijvoorbeeld worden gesimuleerd welke gebieden geschikt zijn voor de opvang van de woningbouwbehoefte vanuit bijvoorbeeld duurzaamheid of ruimtelijke diversiteit.

#### 4.3.2 Drijvende factoren achter veranderend ruimtegebruik

De VU heeft de afgelopen jaren veel onderzoek gedaan naar de drijvende krachten achter veranderend ruimtegebruik. Dit onderzoek is met name relevant voor het optimaliseren van Ruimtelijke allocatiemodellen als de Ruimtescanner. Door begrip van de oorzaken van veranderend ruimtegebruik (locatiefactoren) kan beter voorspeld worden waar in de toekomst ruimtegebruikveranderingen zullen optreden.

Wagtendonk en Rietveld (2000) hebben een historisch kwantitatieve analyse uitgevoerd naar de ruimtelijke ontwikkelingen van de woningbouw in de periode 1980-1995. De door hen gevonden relaties zijn geïmplementeerd in de Ruimtescanner en toegepast in het kader van ondersteunend onderzoek voor de Vijfde Nota voor de Ruimtelijke Ordening. Een belangrijke aanname in deze studie was echter dat de bestaande verhouding tussen de overheid en de marktpartijen ongewijzigd blijft. Voor het toetsen van alternatieve ruimtelijke scenario's die uitgaan van een breuk met het huidige overheidsbeleid voldoet een dergelijke trendanalyse niet. Als stap op weg naar een meer gedragsmatig onderbouwde allocatie van woningen kan onderzocht worden hoe groot het sturende effect van het overheidsbeleid op woningbouw is (zie ook Ransijn en Vreeker 1998). In de Balans Ruimtelijke Kwaliteit (RPD 2000) wordt bijvoorbeeld geconstateerd dat het aantal woonadressen in de restrictief-beleidsgebieden de afgelopen 10 jaar bijna 30 procent is toegenomen, maar dat daar regionaal grote verschillen in optreden. Interessant daarbij is de vraag hoe die regionale verschillen verklaard kunnen worden. Spelen hier lokale verschillen in aantrekkelijkheid, of is de mate van bescherming regionaal verschillend?

In het verleden is veel onderzoek gedaan naar de functie wonen. Voor een integrale modellering van ruimtegebruik is het interessant andere ruimtegebruikfuncties nader te beschouwen, bijvoorbeeld: werken, water, natuur of recreatie. Door ruimtelijk statistische relaties te onderzoeken voor de ontwikkelingen van deze functies kan het totale begrip van het veranderend ruimtegebruik in Nederland vergoot worden. Voor de functie werken kan dit onderzoek aansluiten op het werk van Wagtendonk en Schotten (2000). Onderzoek naar functies als water, natuur en recreatie zal waar mogelijk gebeuren in samenwerking met betrokken instituten als bijvoorbeeld RIZA. Voor specifieke gebieden kan mogelijk geput worden uit de ervaring van DLG.

Naar verwachting zal de landbouw de komende jaren veel grond moeten inleveren om andere functies te accommoderen. DLG constateert in bepaalde landelijke gebieden een afname van de vitaliteit van de landbouw-sector. In deze gebieden vindt een langzame verschuiving naar stedelijke functies plaats. Het lokaliseren en begrijpen van dit proces kan helpen bij het in banen leiden van deze functieverandering.

Voor het thema water is het vooral interessant nader in te gaan op de toekomstige ruimteclaims die samenhangen met het veranderend waterbeheer. Hoe kan de vraag naar "ruimte voor water" worden geaccomodeerd. Naast het zoeken naar gebieden met een fysieke geschiktheid is hierbij ook een ruimtelijk economische component van belang. In welke gebieden is de agrarische opbrengst (op termijn) gering, of waar is de grondprijs laag.

Het ruimtegebruik in Nederland wordt voor een belangrijk deel beïnvloed door de omliggende landen. Daarbij kan onderscheid gemaakt worden in drijvende factoren op regionale en Europese

(supranationale) schaal. Een interessant onderzoeksonderwerp op regionale schaal is de ontwikkeling van ruimtegebruik in grensoverschrijdende regio's zoals: West-Brabant/Antwerpen en Maastricht/Luik/Aken. De vraag hierbij is welke invloed de buitenlandse economische centra hebben op het ruimtegebruik in Nederland. Dit grensoverschrijdende effect is nu niet opgenomen in de Ruimtescanner. Het onderzoeken van de drijvende factoren op Europese schaal ligt niet direct voor de hand in een studie voor het RPB.

#### 4.3.3 Model-calibratie en validatie

De Nederlandse ruimtegebruikmodellen (LOV en Ruimtescanner) leunen nogal sterk op het gebruik van expert judgment. Calibratie en validatie zijn noodzakelijk om tot een stevigere wetenschappelijke onderbouwing van de bestaande modellen te komen. Het gaat hierbij om manieren om de werking en nauwkeurigheid van de modellen te controleren en mogelijk te verbeteren.

Een belangrijke mogelijkheid tot validatie wordt geleverd door het ruimtelijke verklaringsmodel voor grondprijzen in het landelijk gebied waaraan door de VU gewerkt wordt, zie Buurman (2001). Het model poogt om op perceelsniveau grondprijzen te verklaren. De Ruimtescanner hanteert een prijsmechanisme om ruimtegevragen met elkaar te laten concurreren. Deze fictieve grondprijzen kunnen vergeleken worden met uitkomsten uit het verklaringsmodel van Buurman. Deze vergelijking kan tevens de basis vormen voor een eventuele aanpassing van het allocatiemodel.

Als basis voor het bepalen van de attractiviteit voor bepaalde ruimtegebruikfuncties worden afstandskaarten gebruikt. Als maat voor de afstand tussen bijvoorbeeld werkgelegenheid en potentiële woonlocaties wordt nu de euclidean distance gebruikt, terwijl reistijd veel meer de bepalende factor is. Voor dat laatste lijkt de koppeling van ruimtegebruikmodellen met verkeers- en vervoersmodellen een optie. De VU wil onderzoeken of deze koppeling mogelijk is en in hoeverre dit een aanvulling op de bestaande modellering oplevert.

Onder meer bij de toets van de Vijfde Nota constateerde het RIVM dat het instrument Ruimtescanner toekomstige claims voor wonen en bedrijvigheid gelijkmatig "uitsmeert" over de claimgebieden. Door optimalisatie van de totstandkoming van de attractiviteitskaarten en de invulling van het allocatiemodel kan getracht worden tot een waarschijnlijker, minder homogene allocatie van woningen en bedrijven te komen.

#### 4.4 Inzet geografische informatiesystemen

Een belangrijk deel van het onderzoekswerk zal uitgevoerd worden met behulp van geografische informatiesystemen (GIS). Zowel bij het ontwikkelen van indicatoren die de effecten van ruimtegebruikverandering kwantificeren als bij het onderzoeken van de drijvende krachten achter veranderend ruimtegebruik zullen de ruimtelijke analysemogelijkheden van GIS gebruikt worden. Voor wat betreft dat laatste onderwerp heeft de VU al veel ervaring opgedaan met de toepassing van ruimtelijk statistische methoden in een GIS-omgeving.

De sterke kant van het Ruimtescanner-model is de integratie van uiteenlopende ruimtelijke gegevens over huidig en toekomstig ruimtegebruik van verschillende herkomst. Twee ontwikkelingen kunnen de integratiemogelijkheden van GIS in de komende jaren verder vergroten: het toenemend gebruik van internet en de OpenGIS omgeving. De OpenGIS

specificaties die nu ontwikkeld worden, moeten het mogelijk maken dat geografische informatie, makkelijker dan nu het geval is, gevonden en uitgewisseld kan worden. In combinatie met internet kan deze OpenGIS omgeving er voor zorgen dat alle geografische informatie die nodig is voor de Ruimtescanner eenvoudig benaderbaar is, terwijl deze data lokaal bij de verschillende partijen opgeslagen en bijgehouden kan worden.

#### **4.5 Communicatie**

Naast het bovengenoemde onderzoekswerk wil de VU ook een bijdrage leveren aan de verbetering van de communicatie over ruimtegebruikmodellering in het algemeen en die rond de Ruimtescanner in bijzonder. Het doel hiervan is om voor zowel de RPD als andere geïnteresseerden duidelijkheid te scheppen in de vele ontwikkelingen en instrumenten die een rol spelen bij het modelleren van toekomstig ruimtegebruik voor beleidsmatige toepassingen. Voor het ondersteunen van de communicatie rond ruimtegebruikmodellering wil de VU de onderstaande drie activiteiten uitvoeren, zo mogelijk in de volgorde waarin ze hieronder vermeld staan.

Centraal in het onderzoeksprogramma van de VU staat de wens om, waar mogelijk, aan te sluiten bij bestaande onderzoeken of modellen. Het onderzoek zal dan ook starten met een inventarisatie van het lopend onderzoek op het gebied van ruimtegebruikmodellering. Deze verkenning zal uitmonden in een schriftelijke evaluatie van bestaande modellen die relevant zijn voor de modellering van toekomstig ruimtegebruik.

Voor de algemene kennisontwikkeling over ruimtegebruikmodellering blijft aandacht voor buitenlandse onderzoeksinspanningen op gebied van drijvende krachten achter en effecten van veranderend ruimtegebruik. Waar relevant zal getracht worden de buitenlandse onderzoeksresultaten naar de Nederlandse situatie te vertalen.

In het kader van de modelleringactiviteiten zijn de internationale ontwikkelingen mogelijk van nog groter belang. Op dit punt zal dan ook nog veel specifiekere internationale literatuur en relaties met vooraanstaande instituten en wetenschappers dienen te worden gewaarborgd.

Ter voorbereiding hiervan is een internationale workshop georganiseerd in Soesterberg (2000) en is ook een wetenschappelijke reader gepubliceerd gericht op het verder ontwikkelen van de internationale relaties (Stillwell en Scholten 2001). In het voorjaar van 2002 is een kleine workshop met een aantal internationale wetenschappers in Florence georganiseerd waarbij als een van de uitkomsten is voorgesteld in de zomer van 2003 een internationaal zomer werkconferentie te organiseren met toponderzoekers op dit onderwerp onder leiding van Mike Goodchild.



## 5 Referenties

- Aalbers, R., L. Bettendorf, H.R.J. Vollebergh, *Op grond van welvaart*, Economische Statistische Berichten, 84 (4233), pp.D12-D17, 1999.
- Alonso, W.A. (1964), *Location and land use: toward a general theory of land rent*. Harvard University Press, Cambridge.
- Anas, A. (1982), *Residential location models and urban transportation*, Academic Press, New York.
- Buurman J.J.G., P. Rietveld & H.J. Scholten (2001), *The land market in a spatial-economic perspective*, in: Stillwell, J.C.H. & H.J. Scholten (eds.), *Land use simulation for Europe*, Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, 2001
- Fujita, M. (1989), *Urban economic theory: land use and city size*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Koomen, E., Scholten, H. en Rietveld, P., *Meerjaren Onderzoeksprogramma Modelleren Toekomstig Ruimtegebruik*, Vrije Universiteit Amsterdam, juli 2001
- Lee, D.B. Jr. (1973), *Requiem for large-scale models*, Journal of the American Institute of Planners, pp. 163-178, Washington DC.
- Leeters, E.E.J.M. & H.P. Wolfert (1999), *Effecten van nieuwe infrastructuur op aardkundige waarden. Methode voor tracéstudies en milieu-effectrapportages*. DLO Staring Centrum, Wageningen.
- Neumann, J. von (ed. 1966), *Theory of self-reproducing automata*, University of Illinois Press, Urbana.
- Ransijn, M. & R. Vreeker (1998), *Historische analyse van ruimtegebruik en ruimtelijk beleid in Nederland*, Vrije Universiteit Amsterdam.
- Reiling, R., J.B. Latour, F.H.W.M. Bekhuis (1995), *Gebiedsgerichte integratie: een tussenbalans*. RIVM-rapport 711901013. RIVM, Bilthoven.
- Rietveld en Bruinsma (1998), *Is transport infrastructure effective?*, Springer, Berlin.
- Schotten, C.G.J., R. Goetgeluk, M. Hilferink, P. Rietveld & H.J. Scholten (2001), *Residential construction, land use and the environment. Simulations for The Netherlands using a GIS-based land use model* (in voorbereiding).
- Rijksplanologische Dienst (2000), *Balans ruimtelijke kwaliteit 2000*, Ministerie van VROM, Den Haag.
- Rijksplanologische Dienst (2001), *Ruimte maken, ruimte delen. Vijfde nota over de ruimtelijke ordening 2000/2020*, Ministerie van VROM, Den Haag.
- Sanders, L. (1996), *Dynamic modelling of urban systems*, In: Fischer, M.M., H.J. Scholten & D. Unwin (eds.), *Spatial analytical perspectives in GIS*, pp228-247, Taylor and Francis, London (GISdata Series 4).
- Scholten, H.J., Van de Velde, R.J. en Borsboom van Beurden, J.A.M., *Ruimtescanner: Informatiesysteem voor de lange termijnverkenning van ruimtegebruik*, NGS 242, Utrecht/Amsterdam, 2001

- Schotten, C.G.J., R.J. van de Velde, H.J. Scholten, W.T. Boersma, M. Hilferink, M. Ransijn, P. Rietveld & R. Zut (1997), *De Ruimtescanner, geïntegreerd ruimtelijk informatiesysteem voor de simulatie van toekomstig ruimtegebruik*, RIVM-rapport 711901002, RIVM, Bilthoven
- Stillwell, J.C.H. & H.J. Scholten (eds.), *Land use simulation for Europe*, Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, 2001
- Ransijn, P. Rietveld en R. Zut (1997), *De Ruimtescanner, geïntegreerd ruimtelijk informatiesysteem voor de simulatie van toekomstig ruimtegebruik*. RIVM-rapport 711901002. RIVM, Bilthoven.
- Wagtendonk, A.J. & C.G.J. Schotten (2000), *Bedrijfsterreinen weg van de snelweg? Een historische analyse van de ruimtelijke veranderingen van bedrijfsterreinen in de periode 1981 – 1993, op het ruimtelijk schaalniveau van 500 meter gridcellen*. RIVM-rapport 711901028. RIVM, Bilthoven.
- Wagtendonk, A.J. & P. Rietveld (2000), *Ruimtelijke ontwikkelingen woningbouw Nederland, 1980 - 1995; Een historisch-kwantitatieve analyse van de ruimtelijke ontwikkelingen in de woningbouw in de periode 1980 - 1995, ter ondersteuning van de Omgevingseffectrapportage Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening*. Rapport Vrije Universiteit Amsterdam.
- Wagtendonk, A.J., R.P. Julião & C.G.J. Schotten (2001), *A regional planning application of Euroscanner in Portugal*, In: Stillwell, J.C.H. & H.J. Scholten (eds.), 2001

## **Bijlage 1 Simulatie van de Grondmarkt in het Landelijk Gebied**

### **1.1 Het doel van de studie**

Dit promotieonderzoek heeft als doelstelling het ontwikkelen van een op Geo-IT gebaseerd ruimtelijk verklaringsmodel voor grondprijzen in het landelijk gebied. Het model zal gebruikt worden om op perceelsniveau grondprijzen in verschillende praktijkgevallen te verklaren. Daarnaast wordt het model in een geo-IT en multimedia omgeving geoperationaliseerd voor beleidsondersteuning.

### **1.2 Achtergrond van de studie**

De studie vindt plaats in het in het bredere kader van modellering en simulatie van (toekomstig) ruimtegebruik. Bij de afdeling Ruimtelijke Economie aan de Vrije Universiteit wordt sinds een aantal jaar onderzoek verricht op dit gebied, in samenwerking met o.a. het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, de Rijksplanologische Dienst en de Dienst Landelijk Gebied. In dit kader is de RuimteScanner ontwikkeld: een geografisch informatie systeem waarmee op gedetailleerd niveau toekomstig ruimtegebruik gesimuleerd kan worden op basis van een omvangrijke database en een allocatiemodel. Alhoewel het niet direct de bedoeling is het verklaringsmodel voor grondprijzen in de RuimteScanner in te bouwen, kan het model een bijdrage leveren aan de verbetering van de modeluitkomsten van de RuimteScanner.

### **1.3 De uitvoering**

Na een introducerend deel, waarin de probleemstelling en de achtergrond van de studie worden besproken, wordt de studie voortgezet langs twee lijnen. Eerst volgt een deel waarin de economische theorie behandeld wordt die nodig is om het verklaringsmodel op te stellen. Onderwerpen die in dit hoofdstuk besproken worden zijn onder andere: grondmarkten, actoren in het landelijk gebied en factoren die de grondprijzen beïnvloeden. Het tweede deel bespreekt de geo-informatie technologie. Hierbij wordt de nadruk gelegd op het gebruik van geo-informatie technologie in ruimtelijke beslissingsondersteunende systemen, in het bijzonder voor beleidsondersteuning. De rol van visualisatie, modellering, GIS en evaluatie van modeluitkomsten zullen besproken worden. Het op geo-IT gebaseerde verklaringsmodel dat vervolgens wordt opgesteld, mede op gegevens van de Dienst Landelijk Gebied, wordt in de volgende drie hoofdstukken toegepast in case studies. De eerste casus gaat in op een aantal beleidsvragen in het landelijk gebied in Nederland, de tweede casus geeft aandacht aan het Europese perspectief en in de derde casus wordt het gebruik van het model in een beleidsomgeving bestudeerd. De studie zal leiden tot een proefschrift dat in de Engelse taal geschreven zal worden.

### **1.4 Overige gegevens**

*Promovendus:* drs. Joost Buurman, onderzoeker, Vrije Universiteit Amsterdam

*Begeleiding:*

prof. dr. Henk Scholten, promotor, Vrije Universiteit Amsterdam

prof. dr. Piet Rietveld, promotor, Vrije Universiteit Amsterdam

prof. dr. ir. Adri van den Brink, co-promotor, Landbouwniversiteit Wageningen en Dienst Landelijk Gebied

drs. Judith Borsboom, begeleider, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

prof. dr. Antonio Câmara, begeleider, Universidade Nova de Lisboa

*Duur:* September 1999 - November 2002

*Website:* <http://www.feweb.vu.nl/gis/research/landuse/default.asp>

## **Bijlage 2 Ruimtegebruikveranderingen en de aantasting van open ruimte**

Centraal in dit onderzoek staat het modelleren van ruimtegebruikveranderingen in het landelijk gebied en het evalueren van deze modelsimulaties op hun effect op de ruimtelijke kwaliteit.

Basis voor het modelleren van toekomstig ruimtegebruik is inzicht in de drijvende krachten achter ruimtegebruikveranderingen. Een belangrijk deel van de studie is dan ook gewijd aan het benoemen en beschrijven van deze krachten. Vervolgens zal ingegaan worden op het modelleren van ruimtegebruik en het beoordelen van modeluitkomsten. Bij het beoordelen van effecten op ruimtelijke kwaliteit zal met name gekeken worden naar de aantasting van de open ruimte. Open ruimte is een kernbegrip in de definitie van ruimtelijke kwaliteit in Nederland. In de Balans Ruimtelijke Kwaliteit 2000 keert het begrip in verschillende gedaanten terug in veel van de gehanteerde criteria. Het gaat hierbij niet alleen om de ecologische kant van aantasting van de open ruimte (versnippering van natuurgebieden), maar ook om het verlies aan ruimtelijke en culturele diversiteit door het verloren gaan van het oorspronkelijk open Hollandse cultuurlandschap.

Binnen deze studie zal een indicator ontwikkeld worden die het effect van ruimtegebruikverandering op de aantasting van open ruimte kwantificeert. Hierbij zal aandacht worden besteed aan de verschillende concepten die voor "openheid" worden gehanteerd. Bij het ontwikkelen van de indicator zullen ervaringen uit eerder (ecologisch) versnipperingsonderzoek worden meegenomen en vertaald naar de beschreven concepten van openheid. Implementatie is voorzien in het landgebruikmodel Ruimtescanner.

### **2.1 Voorlopige hoofdstukindeling**

Binnen het onderzoek staan enkele onderzoeksvragen centraal die voor de overzichtelijkheid hieronder zijn gerangschikt in een voorlopige hoofdstukindeling.

#### 1 Inleiding

Beschrijft de probleemstelling en gaat in op de aanleiding, maatschappelijke relevantie en dergelijke.

#### 2 Ruimtegebruikveranderingen in het landelijk gebied (verleden)

*onderzoeksvragen:*

? Hoe is het ruimtegebruik in het landelijk gebied in de afgelopen decennia veranderd?

? Welke drijvende krachten waren verantwoordelijk voor deze veranderingen?

*werkwijze:*

Studie obv van oude CBS-data en literatuur in het kader van het RIVM/RPB/VU/LEI onderzoek "Ruimte voor landbouw". Zie ook bijlage 5.

#### 3 Ruimtegebruikveranderingen in het landelijk gebied (toekomst)

*onderzoeksvragen:*

? Welke veranderingen worden voor de toekomst verwacht?

? Overzicht van verwachte sociaal- economische ontwikkelingen die relevant zijn voor het landelijk gebied. Welk ruimtelijk effect is daarvan te verwachten?

*werkwijze:*

Samenvatting van de verwachtingen van planbureaus en onderzoeksinstituten, onderdeel van het "Ruimte voor Landbouw" onderzoek en de RIZA/VU studie " Simulatie toekomstig ruimtegebruik voor Droogtestudie". Zie ook bijlage 5.

#### 4 Modelleren van ruimtegebruikveranderingen

*onderzoeksvragen:*

? Hoe kunnen ruimtegebruikveranderingen worden gemodelleerd.

? Beknopt overzicht van modelleringstradities

*werkwijze:*

Literatuurstudie met o.a. input van de LUCC cursus modelling land-use change

#### 5 Beoordelen ruimtegebruikveranderingen

*onderzoeksvragen:*

? Hoe kunnen modelsimulaties beoordeeld worden?

*werkwijze:*

Beschrijven typen (geografische) indicatoren obv literatuurstudie, deels als onderdeel van het VU/RPB-onderzoek "Afwegingsmethoden en DSS toepassingen", zie bijlage 6.

#### 6 Ontwikkelen indicatoren voor aantasting landelijk gebied

*onderzoeksvragen:*

? Hoe kan aantasting open ruimte worden bepaald obv modelsimulaties

*werkwijze:*

Beschrijven concepten open ruimte en maten voor fragmentatie uit o.a. ecologische studie. Introductie eigen indicator. Eerste invulling reeds beschreven in ERSA 2002 paper.

#### 7 Operationalisering en toepassing indicator

*onderzoeksvragen:*

? Hoe kunnen de hiervoor beschreven indicatoren operationeel gemaakt worden?

*werkwijze:*

Binnen een bestaand landgebruiksmodel (Ruimtescanner/LUMOS) zullen de indicatoren geoperationaliseerd worden.

#### 8 Samenvatting/conclusies

Welke nieuwe inzichten heeft de studie opgeleverd?

## **2.2 Projectgegevens**

*Promovendus:* drs. Eric Koomen, onderzoeker, Vrije Universiteit Amsterdam

*Begeleiding:*

prof. dr. Henk Scholten, promotor, Vrije Universiteit Amsterdam

prof. dr. Piet Rietveld, promotor, Vrije Universiteit Amsterdam

Verder hebben RPB en RIVM zitting in de begeleidingscommissie. Het onderzoek is in eerste gefinancierd door de Rijksplanologische dienst en het Ruimtelijk Planbureau.

*Duur:* Oktober 2001 - September 2005

## **Bijlage 3 Economische fundering van ruimtegebruikmodellering**

### **3.1 Inleiding**

De onderzoeksideeën uit hoofdstuk 4 zijn divers en groot in aantal. Niet alle ideeën kunnen uitgevoerd worden binnen de voor een promotie gestelde termijn van vier jaar. Daarom dient een keuze gemaakt te worden voor enkele onderzoeksideeën. Omdat dit onderzoek uiteindelijk zal leiden tot een dissertatie, is gekozen voor een combinatie van ideeën die thematisch samenhangen. Als centraal thema wordt gekozen voor *Economische fundering van Ruimtegebruikmodellering*. Dit thema is verder opgesplitst in een vijftal doelen en staat uitgewerkt in dit hoofdstuk. Waarschijnlijk is het niet haalbaar binnen de gestelde termijn van vier jaren alle vijf de doelen te realiseren. Een keuze zal daarom gemaakt dienen te worden. Aangezien dit promotie-onderzoek nog in de startfase verkeerd, is het te prefereren na overleg een specifieke combinatie van ideeën vast te stellen die het best aansluit bij de behoeften van de betrokken partijen.

De voorgestelde doelen zijn samengesteld op basis van de bij de VU aanwezige expertise en de academische diepgang van het onderwerp en de relevantie voor het RIVM. De keuze voor de onderzoeksonderwerpen en de precieze invulling van de bijbehorende activiteiten kunnen in de loop van het programma nog bijgesteld worden op basis van de interesse van het RIVM, de voortgang van het onderzoek bij de VU en het werk dat door derden wordt gedaan.

De VU zal op korte termijn medewerking verlenen bij de uitwerking van een tweetal cases op het gebied van ruimtelijk modelleren, namelijk een casus met het RPB (zie bijlage 5) en een droogtestudie met RIZA (zie bijlage 4). Uiteraard zal voor het voorliggende onderzoeksprogramma wanneer dit relevant is geput worden uit de kennis die bij deze en andere projecten wordt opgedaan.

### **3.2 Doelen**

Dit onderzoek bevindt zich nog in de startfase. Daarom zijn de doelen nog niet heel concreet geformuleerd. Een vraagstelling voor het onderzoek is ook nog niet goed te geven, aangezien het onderzoeksterrein nog te breed is.

Een aantal doelen is geformuleerd voor dit onderzoek:

- (1) Analyse van economische componenten van ruimtegebruikmodellen om te komen tot een verbetering van deze componenten
- (2) Nieuw conceptueel model voor ruimtegebruikmodellering ontwikkelen vanuit de economische theorie
- (3) Actor-gerichte benadering in ruimtegebruikmodellen inbrengen samen met of in plaats van de gebiedsbenadering
- (4) Koppeling van grondprijssmodellen en ruimtegebruikmodellen verbeteren
- (5) Integraal raamwerk voor risicowaardering van gebieden in economische modellen voor ruimtegebruikmodellering verwerken

In de volgende paragrafen worden de doelen omschreven.

#### **3.2.1 Verbetering van economische componenten van ruimtegebruikmodellen**

De huidige economische onderbouw van de Nederlandse ruimtegebruikmodellen is niet heel sterk. Er is behoefte aan een steviger economisch fundament onder de modellen. Doel van dit onderzoek is dan ook de bestaande economische componenten van de modellen te onderzoeken om vast te stellen op welke gebieden vooruitgang geboekt kan worden.

In een descriptief-analytisch onderzoek zou gekozen kunnen worden voor een analyse van economische principes en modellen om te bekijken welke principes en modelgedeelten gebruikt zouden kunnen worden bij Ruimtegebruikmodellering. Het grondprijzenmodel van Buurman bijvoorbeeld werkt met een vraag-aanbodmodel en het allocatie-mechanisme van de Ruimtescanner werkt hier impliciet ook mee. Onderzocht kan worden welke alternatieve economische mechanismen er zijn voor het vraag-aanbodmodel. Naast deze analyse is het wellicht interessant om voor elke type landgebruik en elke input in de Ruimtescanner een economische fundering te leggen om zo de economische onderbouwing van Ruimtegebruikmodellering in dit model te verstevigen.

### 3.2.2 Nieuw conceptueel model voor ruimtegebruikmodellering

Naast het verbeteren van bestaande ruimtegebruikmodellen is het interessant om los van de bestaande modellen vanuit de (economische) theorie te komen tot een nieuw conceptueel model voor ruimtegebruikmodellering. Dit model kan van de grond af aan opnieuw opgebouwd worden op basis van de meest recent beschikbare kennis op het vakgebied. Er is ruimte voor nieuwe benaderingen en voor een combinatie van oude en nieuwe ideeën.

Dit doel kan moeilijk los worden gezien van het eerste doel: zonder een gedegen analyse van bestaande modellen en theorieën kan moeilijk een nieuw concept gelanceerd worden.

### 3.2.3 Actor-gerichte benadering in ruimtegebruikmodellen

Een ontwikkeling die momenteel erg in de belangstelling staat, is de actor-gerichte (Arena-) benadering van ruimtegebruikmodellering. De huidige modellen zijn vooral gebiedsgericht. De invloed van actoren op de ruimtelijke ontwikkeling van het gebied is daarbij onderbelicht. Doel van de actor-gerichte benadering is om de invloed van de actoren in een model beter tot uitdrukking te brengen, mogelijk zelfs als uitgangspunt voor analyses te nemen. Een tweede doel van dit onderzoek is dan ook om te bestuderen in hoeverre de huidige modellen meer actor-gericht gemaakt kunnen worden en om de actor-gerichte benadering zo mogelijk toe te passen bij het ontwerp van een nieuw conceptueel model.

### 3.2.4 Koppeling grondprijzenmodellen en ruimtegebruikmodellen

In de meeste ruimtegebruikmodellen is grondgebruik het uitgangspunt. De koppeling met grondprijzen is veelal impliciet uit de modellen af te leiden, niet expliciet. Het zou interessant zijn om de economische fundering van ruimtegebruikmodellen te verstevigen – te beginnen bij bijvoorbeeld de Ruimtescanner – door het grondprijzenmodel van Buurman te nemen en de grondprijzen uit dit model te koppelen aan ruimtegebruikmodellen – bij de Ruimtescanner bijvoorbeeld door de grondprijzen expliciet op te nemen in attractiviteitskaarten.

Verder is data met betrekking tot percelen en transacties in de provincie Noord-Holland beschikbaar gesteld. Deze data zal gebruikt worden in een geo-informatie omgeving. Doel is om enkele nader vast te stellen beleidsvragen te beantwoorden. De beleidsvragen worden in overleg met de Raad van State van de provincie Noord-Holland vastgesteld. Deze casus kan onder andere gebruikt worden om het grondprijzenmodel van Buurman te valideren.

### 3.2.5 Integraal raamwerk voor risicowaardering in ruimtegebruikmodellen

In de literatuur van de 'location-allocation' modellen wordt onder meer aandacht geschonken aan de optimale locatie van negatief beoordeelde voorzieningen zoals kerncentrales, stortplaatsen voor afval, productie en opslag van vuurwerk, enz (zogenaamde 'obnoxious facilities'). Naast deze vooral *punt*-georiënteerde voorzieningen zijn er ook *lijnen* (spoorwegen waarover gevaarlijk materiaal wordt vervoerd) en *vlakken* (luchthavens die tot geluidsoverlast en risico van calamiteiten leiden). Het beleid bij dit soort risico's wordt doorgaans niet gevoerd vanuit een

algemeen geformuleerde benadering voor het inschatten en wegen van de betreffende risico's. Voor diverse domeinen is sprake van historische bepaaldheid, ad-hoc beleid na calamiteiten en specifieke omstandigheden. Dit kan snel leiden tot willekeur in het beleid ten aanzien van ruimtelijke risico's. De ontwikkeling van een integraal raamwerk voor de optimale allocatie is gewenst met als ingrediënten ondermeer:

- beschrijving van ruimtelijk specifieke risico's (bijvoorbeeld overstroming leidend tot ongeval met chloorfabriek vlak bij de rivier)
- expliciete introductie van ruimtelijke aspecten bij risicowaardering (bijvoorbeeld via ruimtelijke discontering)
- analyse van grondprijzen
- hanteren van zowel kosten-baten analyse als multicriteria analyse

Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de eerder genoemde optimalisatie modellen, maar het zal blijken dat er een veel bredere insteek nodig is met inputs van ondermeer de welvaartseconomie, multicriteria analyse en geografische informatie systemen. Doel is om een risicowaardering van gebieden als input in ruimtegebruikmodellen toe te voegen. Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van potentiaalkaarten.

Wanneer een risico eenmaal gegeven is, staat men voor de vraag hoe daarop het beste kan worden gereageerd. Allereerst zijn er allerlei preventieve maatregelen om het risico te beperken. Daarnaast kan ook via aanpassing van het grondgebruik gepoogd worden het risico in te perken. Het gaat daarbij niet alleen om het aanpassen van bestaande bebouwing, maar ook om het opleggen van restricties op toekomstig grondgebruik. Van belang is ook het lock-in karakter van beslissingen in het verleden: steden die in een riskant gebied liggen, vertegenwoordigen een dermate hoge waarde dat men ze niet snel zal opgeven.

Thema's die aan de orde kunnen komen zijn:

- multifunctioneel grondgebruik (bijvoorbeeld combinatie van landbouw, natuur en waterbuffers in overlaatgebieden)
- lange termijn simulatie van grondgebruikspatronen bij risico's rekening houdend met lock-in mechanismen
- modelleren van lange termijn onzekerheid
- compensatiemethoden van actoren die te maken krijgen met beperkingen op grondgebruik.

### **3.3 Wetenschappelijke waarde**

De wetenschappelijk waarde is ten eerste gelegen in het aanbrenge van een economisch-theoretisch fundament onder ruimtegebruiksmodellering. Ten tweede is het nuttig de implicaties van het hanteren van een actor-gerichte benadering op huidige (gebiedsgerichte) ruimtegebruikmodellen in kaart te brengen. Een overzicht van de mogelijkheden van deze benadering is er nog niet. Ten derde is het wetenschappelijk gezien waardevol om nieuwe concepten te bedenken en te analyseren. Nieuwe concepten kunnen betrekking hebben op alle facetten van ruimtegebruikmodellen bij zowel input, model als output-kant.

### **3.4 Projectgegevens**

*Promovendus:* drs. Jasper Dekkers, onderzoeker, Vrije Universiteit Amsterdam

*Begeleiding:*

prof. dr. Henk Scholten, promotor, Vrije Universiteit Amsterdam

prof. dr. Piet Rietveld, promotor, Vrije Universiteit Amsterdam

dr. Marianne Kuijpers-Linde, begeleider, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

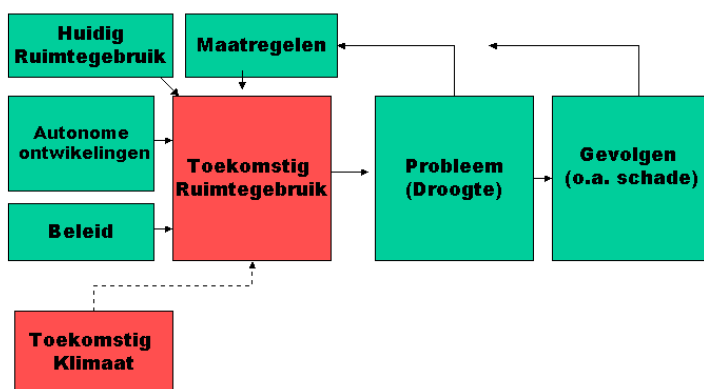
*Duur:* Oktober 2002 - September 2006



## Bijlage 4 Simulatie toekomstig ruimtegebruik voor Droogtestudie

Het verwachte toekomstig ruimtegebruik is een belangrijke basis voor de droogtestudie van RIZA. Met name de toenemende verstedelijking en veranderingen in het landbouwareaal hebben een grote invloed op de droogteproblematiek. Meer bebouwd oppervlak leidt immers tot hogere afvoerpieken en minder infiltratie. De gewaskeuze in combinatie met grondsoort bepaalt voor een belangrijk deel de verdamping en infiltratie. Middels ruimtegebruikmodellen als de Ruimtescanner kunnen aannamen over toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen vertaald worden in kaartbeelden van een mogelijke toekomst.

Het toekomstig ruimtegebruik wordt in sterke mate beïnvloed door het bestaande ruimtegebruik, autonome sociaal-economische ontwikkelingen, het gevoerde beleid en op de langere termijn de veranderingen in het klimaat en de fysieke omgeving, zie Figuur 4-1. Middels scenario's kunnen verschillende aannamen over ontwikkelingen in het toekomstig beleid, sociaal-economische factoren, het klimaat en de fysieke omgeving worden gegroepeerd. In diverse studies is al een aanzet gegeven tot het ontwikkelen van deze scenario's, zie onder meer: ICIS (2002), Koole et al. (2001) en CPB (1996, 2001).



Figuur 4-1 Bepalen toekomstig ruimtegebruik ten behoeve van de Droogtestudie

### 4.1 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is te komen tot een eerste ruimtelijke vertaling van de voor de Droogtestudie benoemde relevante ruimtelijke ontwikkelingen. Door het combineren van elementen uit bestaande toekomstverwachtingen tot onderling duidelijk afwijkende scenario's kunnen verschillende toekomstbeelden gegenereerd worden voor 2050. Deze scenario's zullen vooral verschillen voor wat betreft de factoren die van invloed zijn op het droogteprobleem. Hierbij zal gezocht worden naar de extremen in de toekomstverwachtingen en niet zo zeer naar het meest waarschijnlijke scenario. Op deze manier kan een eerste gevoel worden gecreëerd voor de bandbreedte waarbinnen de toekomstige ontwikkelingen zich kunnen afspelen. Deze informatie kan als input gebruikt worden voor het modelinstrumentarium van RIZA. Aan het

droogteprobleem zelf en de eventuele gevolgen daarvan (schade) zal in deze fase geen expliciete aandacht worden geschonken.

## 4.2 Uitvoering en planning

De simulaties van het toekomstig grondgebruik zullen worden uitgevoerd met behulp van het informatiesysteem Ruimtescanner. Een uitgebreide beschrijving van dit model is opgenomen in Scholten et al. (2001). Belangrijke input voor het simuleren van grondgebruik zijn de verschillende scenario's waarin verwachtingen ten aanzien van de toekomst zijn opgenomen. Bij samenstellen van deze scenario's is het van belang zowel de omvang als de lokatie van de ruimtelijke ontwikkelingen te benoemen. In deze studie zullen we ons hiervoor baseren op de ICIS (2002) scenario's. Waar nodig zal de informatie over de omvang van de ruimtelijke ontwikkelingen aangevuld worden met gegevens uit de bestaande scenario's van bijvoorbeeld LEI of CPB. Voor wat betreft de mogelijk lokaties van de ruimtelijke ontwikkelingen zal aangesloten worden bij de reeds in de Ruimtescanner aanwezige geografische basisbestanden. Het onderzoekswerk is onderverdeeld in diverse stappen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van deze activiteiten.

nr.	Omschrijving	Planning (weeknr)
1	nader uitwerken ICIS scenario's (o.a. completeren ruimtevraag voor relevante grondgebruiktypen, inbrengen relevante onderdelen andere scenario's)	37/39
2	specificeren ruimtelijke component scenario's (opstellen attractiviteitskaarten Ruimtescanner)	39/40
3	terugkoppeling gemaakte keuzen met RIZA	40
4	aanpassen claimtabellen in Ruimtescanner	40/41
5	simulaties toekomstig grondgebruik maken met Ruimtescanner (o.a. verwoorden aannamen, opleveren eerste kaartbeelden)	41/42
6	terugkoppeling eerste resultaten met RIZA	43
7	definitieve simulatie, inclusief opleveren rapportage	44/45

*Tabel 4-1 Planning onderzoeksproject*

## 4.3 Producten

In het kader van dit project zullen de volgende producten worden opgeleverd:

- Opname van de scenario's in de Ruimtescanner. Het gaat hierbij zowel om de omvang van de ruimtelijke claims (claimtabellen) als de mogelijke ruimtelijke verdeling (attractiviteitskaarten).
- Rapportage in de vorm van een RIZA-werkdocument met daarin: een beschrijving van de ruimtelijke uitwerking van de 3 ICIS scenario's, kaarten met het dominant grondgebruik per scenario en aanbevelingen voor een verdere uitwerking van de scenario's.

#### 4.4 Referenties

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

CPB (2001), *De Ruimtevrage tot 2030 in twee scenario's*, Centraal Planbureau, Den Haag.

ICIS (2002), *Droogtescenario's vertaald in modelinput*, concept-memo, mei 2002.

Koole, B., J. Luijt & M.J. Voskuilen (2001), *Grondmarkt en grondgebruik, een scenariostudie voor Natuurverkenning 2*, werkdocument 2001/21, Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag.

Scholten, H.J., R.J. van de Velde & J.A.M. Borsboom-van Beurden (eds. 2001), *Ruimtescanner: informatiesysteem voor de lange termijn verkenning van ruimtegebruik*, Nederlandse Geografische Studies, KNAG/VU, Utrecht/Amsterdam.

## Bijlage 5 Ruimte voor Landbouw

In discussies over de ruimtevrage van de landbouw lijkt het of er de komende decennia veel landbouwgrond beschikbaar komt voor andere functies. Op Europese schaal gaat dit op voor gebieden als Extremadura in Spanje of het Massif Central in Frankrijk. Deze gebieden worden gekenmerkt door ongunstige klimatologische, bodemkundige of hydrologische omstandigheden of hebben een minder goede ontsluiting ten aanzien van bevolking en infrastructuur. In Nederland komt echter niet zomaar landbouwgrond “vrij”. In de toekomst-scenario's van het CPB is het verdwijnen van agrarische grond voornamelijk een gevolg van de ruimtedruk van andere functies: wonen, werken, natuur, recreatie, water. De landbouworganisaties in Nederland vinden zelfs dat er een extra ruimtebehoefte is voor de landbouw van ongeveer 100.000 hectare (reactie LTO op de Vijfde Nota). Dit onderzoek probeert de verschillende sociaal-economische ontwikkelingen in het landelijk gebied te benoemen en in kaart te brengen. Het veranderend ruimtegebruik in het niet-stedelijke deel van Nederland staat dus centraal.

Middels ruimtegebruikmodellen als Ruimtescanner en Leefomgevingsverkenner is het mogelijk inzicht in ruimtelijke processen te vertalen naar kaartbeelden met toekomstig ruimtegebruik. In de afgelopen jaren zijn meerdere van dit soort ruimtegebruiksimulaties uitgevoerd ten behoeve van ruimtelijke planvorming (Scholten et al 2001). Daarbij is echter nooit speciaal naar ontwikkelingen in het landelijk gebied gekeken. Verder is een instrument als de Ruimtescanner in het verleden op verschillende manieren ingezet en is het originele economisch georiënteerde allocatiemechanisme zelden ten volle gebruikt (Koomen 2002).

### 5.1 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is tweeledig:

- de toekomstige sociaal-economische ontwikkelingen in het landelijk gebied te benoemen, ruimtelijk te vertalen en te beoordelen,
- meer inzicht te verkrijgen in het functioneren van de ruimtegebruikmodellen Ruimtescanner en Leefomgevingsverkenner.

Simulatie van de lange termijn ruimtelijke ontwikkelingen in het landelijk gebied is fundamenteel voor het formuleren van ruimtelijke beleid. In eerdere studies (bijvoorbeeld ten behoeve van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening) is voornamelijk uitgegaan van voor de hand liggende, plausibele scenario's. Om beter inzicht te krijgen in de ruimtelijke effecten van de potentieel grootscheepse veranderingen in het landelijk gebied zullen nu vooral sterk uiteenlopende, alternatieve scenario's worden opgesteld en doorgerekend.

Meer inzicht in de werking van de modelinstrumenten is vooral gewenst voor wat betreft het allocatiemechanisme van de Ruimtescanner. De werking van het economische vraag en aanbod mechanisme in dit model is voor veel betrokkenen onduidelijk. Mede hierdoor is het instrument vaak niet volgens de oorspronkelijk opzet gebruikt. Met name het agrarisch grondgebruik is in het verleden onderbelicht gebleven in de simulaties. Voor de simulaties ten behoeve van de Vijfde Nota was landbouw letterlijk de sluitpost en werd deze functie als eerste veronderstelt ruimte te moeten inleveren (Borsboom-van Beurden et al 2002). Dit onderzoek biedt de mogelijkheid het functioneren van het oorspronkelijke allocatiemechanisme beter te doorgronden en onder meer te bezien in hoeverre dit in staat is om te gaan met grote veranderingen in het landelijk gebied. Door

daarnaast identieke simulaties uit te voeren in de Leefomgevingsverkenner kan meer inzicht worden verworven in de verschillen en overeenkomsten tussen de beide instrumenten.

Verder biedt dit onderzoek goede mogelijkheden tot samenwerking voor de bij modellering van het ruimtegebruik in het landelijk gebied betrokken instituten LEI, RIVM, Ruimtelijke Planbureau en Vrije Universiteit Amsterdam. Kennisuitwisseling tussen de betrokken instituten is dan ook een neven doelstelling van dit project.

## **5.2 Onderzoeksvragen**

Met bovenstaande doelstelling voor ogen zijn enkele onderzoeksvragen geformuleerd, die te groeperen zijn binnen drie thema's:

### **5.2.1 Inventarisatie ruimtevraag**

Welke drijvende krachten zijn *binnen* de landbouw verantwoordelijk voor veranderingen van ruimtegebruik in het landelijk gebied? In hoeverre zullen landbouwgronden vrij gaan komen in de toekomst door ontwikkelingen als intensivering, schaalvergroting, verbreding en internationalisering de veranderende positie van de Nederlandse landbouw? Waar zullen deze gronden vrij gaan komen?

Welke drijvende krachten zijn *buiten* de landbouw verantwoordelijk voor veranderingen van ruimtegebruik in het landelijk gebied? In hoeverre en waar bestaat er vraag naar ruimte in het landelijk gebied als gevolg van trends als: landelijker wonen, meer ruimte voor water, natuur en recreatie.

### **5.2.2 Samenstellen van scenario's**

Hoe kunnen op basis van de gevonden socio-economische ontwikkelingen mogelijke toekomst scenario's worden opgesteld? Welke ontwikkelingen binnen en buiten de landbouw zijn te combineren tot denkbare scenario's?

Bij het ontwikkelen van de scenario's kan gekozen worden voor nadruk op de landbouw: wat zijn de geschikte plekken in Nederland voor verdere schaalvergroting van de landbouw?; wat zijn geschikte locaties voor grote agro-industrieterreinen? Andersom kan ook voorrang gegeven worden aan de bewonerswensen: waar wil men wonen in lage dichtheden?; welke agrarische landschappen moeten als recreatiegebieden behouden blijven?

Hoe kunnen deze scenario's in de huidige modelinstrumenten worden opgenomen? In hoeverre zijn de huidige instrumenten geschikt om bijvoorbeeld gecombineerd landgebruik op te nemen.

### **5.2.3 Evaluatie van scenario's**

Hoe kunnen de uitkomsten van de verschillende scenario's vergeleken en beoordeeld worden? Wat betekenen de modeluitkomsten voor ruimtelijke kwaliteit, natuur en milieu? Hoe kunnen bestaande kwaliteitsmaten gebruikt worden om de resultaten inzichtelijk te maken? Welke nieuwe indicatoren zijn nodig om specifieke effecten (bijvoorbeeld aantasting van open ruimte of landschappelijke waarden) op het landelijk gebied in beeld te brengen?

### 5.3 Samenwerking

Dit project wordt uitgevoerd door LEI, RIVM, Ruimtelijke Planbureau en Vrije Universiteit Amsterdam. Het LEI werkt aan dit project in het kader van haar eigen SEO-project "Uitwerking landbouwcomponent Ruimtescanner". RIVM levert haar bijdrage in het kader van het deelproject "Case studies" (S550008/CS) van haar Ruimtelijk Modelleringsproject. Het Ruimtelijk Planbureau voert haar activiteiten uit conform haar interne onderzoeksproject "Modellering ruimtegebruik voor onderzoek en ontwerp". De Vrije Universiteit Amsterdam is door het Ruimtelijk Planbureau ingehuurd om bij te dragen aan haar onderzoeksproject en heeft daarnaast een eigen onderzoeksprogramma "Modellering toekomstig ruimtegebruik" Nadere informatie en interne verantwoording voor bovengenoemde projecten is door de deelnemende instituten vastgelegd in eigen projectplannen.

De afzonderlijke projecten vertonen dusdanig veel overlap dat besloten is deze in nauwe samenwerking uit te voeren. Deze projectbeschrijving bevat de gezamenlijke doelstelling en beoogde producten. Afgesproken is dat de betrokken partijen met gesloten beurzen werken aan de hier beschreven activiteiten.

### 5.4 Producten

In het kader van dit project zullen de volgende producten worden opgeleverd:

- gezamenlijk onderzoeksrapport over de (on)mogelijkheden van de beschikbare ruimtegebruikmodellen, de nadruk ligt hierbij op de methodologische en modelaspecten.
- bijdrage aan de Ruimtelijke Verkenning 2003 (RPB,VU), nadruk hierbij ligt op de te verwachten ruimtelijke ontwikkelingen in het landelijk gebied.
- bijdrage aan de Nationale Milieuverkenning 6 (RIVM)
- gezamenlijke bijdrage aan het "Framing Land Use Dynamics" congres Utrecht, april 2003.
- gezamenlijke presentatie binnen LUMOS consortium
- gezamenlijk artikel in een wetenschappelijk georiënteerd tijdschrift, b.v. TESS.

### 5.5 Uitwerking

Om het onderzoeksonderwerp in te perken is een aantal keuzen gemaakt:

- De modelleringhorizon strekt zich uit van 2000 (huidig grondgebruik) tot 2030. Simulaties over een langere periode worden niet haalbaar geacht.
- Als basiskaart voor het huidig grondgebruik wordt gekozen voor een combinatie van CBS- en LGN-gegevens. Hierbij wordt aangesloten op de actualisatie-actie basisgegevens die momenteel loopt bij RIVM.
- De (literatuur-)studie naar de ontwikkelingen in het landelijk gebied is gericht op heel Nederland. Voor latere modelsimulaties en de beoordeling van de waarschijnlijkheid daarvan wordt mogelijk ingezoomd op provincie-niveau als de beschikbaarheid van de benodigde data daartoe dwingt. *Eind september wordt gekozen of bijvoorbeeld Noord-Brabant een geschikt studiegebied is.*

### 5.6 Referenties

Borsboom-van Beurden, J., W. de Regt & K. Schotten. (2002), *Land Use Scanner: the continuous cycle of application, evaluation and improvement in land use modelling*, paper for the 42<sup>nd</sup> congress of the European Regional Science Association, Dortmund Germany.

Koomen, E. (2002), *De Ruimtescanner verkend*, Vrije Universiteit Amsterdam.

LTO, reactie op de Vijfde Nota *is deze gepubliceerd???*

Scholten, H.J., R.J. van de Velde & J.A.M. Borsboom-van Beurden (eds. 2001), *Ruimtescanner: informatiesysteem voor de lange termijn verkenning van ruimtegebruik*, Nederlandse Geografische Studies, KNAG/VU, Utrecht/Amsterdam.

## **Bijlage 6 Afwegingsmethoden en DSS toepassingen**

Het Ruimtelijk Planbureau wil een afwegingskader ontwikkelen om ruimtelijke effecten beter te kunnen analyseren. Hiermee wil het planbureau zowel een effectieve bijdrage leveren aan het politieke debat over belangrijke ruimtelijke plannen en investeringen als antwoord geven op vragen uit beleid en politiek over mogelijke effecten van actuele ontwikkelingen en (voorgenomen) beleidsmaatregelen. Binnen het planbureau is hiervoor het project Afwegingskader Ruimtelijke Ontwikkelingen (AKRO) gestart. Het AKRO project beoogt een instrument te ontwikkelen waarmee:

- ? ruimtelijke effecten van grootschalige ingrepen of beleidsvoornemens in beeld gebracht kunnen worden;
- ? verschillende beleidsalternatieven ruimtelijk tegen elkaar afgewogen kunnen worden;
- ? ruimtelijke gevolgen van bestaande of voorziene maatschappelijke trends en ontwikkelingen beoordeeld kunnen worden.

Binnen het AKRO worden diverse activiteiten aangepakt die moeten leiden tot een rapport waarin een afwegingskader wordt gepresenteerd. Een deel van deze werkzaamheden wordt uitbesteed aan het IVM door middel van het hier beschreven projectvoorstel. In de volgende paragraaf worden deze werkzaamheden beschreven. Paragraaf 2.3 beschrijft de planning en het projectmanagement en Hoofdstuk 3 geeft de begroting.

### **6.1 Beschrijving van de werkzaamheden**

De werkzaamheden die in dit project worden uitgevoerd omvatten 1) een onderzoek naar bestaande methoden en systemen bruikbaar in een door de RPB te ontwikkelen afwegingskader en 2) het beschrijven en beoordelen van deze methoden en systemen op hun bruikbaarheid. Er wordt gezocht in wetenschappelijke literatuur, in vakliteratuur en op internet. en door middel van interviews met experts en organisaties die deze methoden ontwikkelen en toepassen. Het resultaat van het project is een rapport. De methoden en systemen die in het rapport meegenomen worden kunnen als volgt worden omschreven:

- ? Methoden om ruimtelijke effecten te analyseren en visualiseren;
- ? Methoden om ruimtelijke effecten van beleidsalternatieven te vergelijken;
- ? Expert systemen of beslissingsondersteunend systemen die gebruikt kunnen worden om een ruimtelijk afwegingskader uit te voeren.

Er wordt binnen dit onderzoek alleen gekeken naar methoden en systemen die aan de volgende voorwaarden voldoen:

- ? Omgaan met zowel kwantitatieve als kwalitatieve gegevens;
- ? Omgaan met ruimtelijke gegevens;
- ? Behandelen van 'multi-objective', meerdimensionale problemen;
- ? Visualiseren van gegevens en resultaten;
- ? Organiseren/structureren van gegevens;
- ? De systemen moeten onder Windows draaien en commercieel beschikbaar zijn;
- ? Minstens één keer zijn toegepast in een (voorbeeld)studie.



## **6.2 Werkstappen**

Het project wordt uitgevoerd in drie werkstappen. De eerste werkstap is een overzicht van de gebieden waarin gezocht gaat worden, een eerste inventarisatie van methoden en systemen in deze gebieden en een beschrijving en beoordeling van enkele methoden en systemen. Deze werkstap wordt afgesloten met een vergadering waarin de gebieden waarin gezocht wordt worden vastgelegd en waarin de manier waarop de methoden en systemen beschreven worden wordt vastgelegd.

In de tweede werkstap worden de in werkstap 1 vastgestelde gebieden onderzocht op methoden en systemen die bruikbaar zijn voor het afwegingskader. Deze methoden en systemen worden beschreven en beoordeeld op de in werkstap 1 vastgestelde wijze. Werkstap 2 wordt afgesloten met een vergadering waarin het rapport besproken wordt. Eventuele aanvullingen en wijzigingen worden uitgevoerd in werkstap 3, de afronding van het project.

## **6.3 Planning en projectmanagement**

Het onderzoek wordt uitgevoerd door de volgende personen:

- ? Dr M. van Herwijnen (multicriteria methoden, (ruimtelijke) evaluatiemethoden, beslissingsondersteunende systemen, visualisatiemethoden, ontwikkeling ICT instrumenten);
- ? Drs E. Koomen (geografische informatiesystemen, milieu-effect rapportage, indicatoren ruimtelijke kwaliteit);
- ? Dr E. Beinat (ontwerpmethoden, (ruimtelijke) evaluatiemethoden, multicriteria methoden, visualisatiemethoden, ontwikkeling ICT instrumenten).

## **Bijlage 7 Virtual Landscape for Geographic Information Monitoring**

### **7.1 Introduction to the project**

Dienst Landelijk Gebied (DLG) is actively involved in projects that change the landscape, such as reconstruction projects for rural areas and the development of nature areas. Nowadays, decision making processes in these kind of projects are complicated by nature, as they can involve a large number of stakeholders with whom consensus should be reached. The stakeholders include the people responsible for the development of the project and the people that are influenced by it. In large projects, the stakeholders group can include for instance landscape designers, environmental organisations, politicians, farmers, and inhabitants of the affected area. This is a very heterogeneous group with different sensibilities and with different interests and concerns in the project.

In this context, it is fundamental to display the information in a correct, appropriate manner and to assure that people have the same understanding of the goals and outputs of the project to avoid strong oppositions. Transparency in and around the decision making process is a strong requirement for the success of the project.

The larger the project, the larger the number of stakeholders involved. An example of such a large project where DLG is presently involved in, is the Meerstad-project that will significantly change the landscape of an area near the city of Groningen. It is a project with implications for the landscape, the environment, and the economy. Landscape planners face in this project the problem of discussing proposed alternative plans with the different stakeholders. Changes in a rather large area should be displayed and communicated in order to get feedback from the stakeholders.

To solve this problem, the use of 3D modelling in an Virtual Reality environment (VR) is proposed. 3D visualisation provides an effective way of presenting large amounts of complex information to a wide audience, including those with no Geographic Information Systems (GIS) or mapping experience. It allows the user to relate the information to the reality more easily and can give a realistic picture of future changes in the landscape.

This approach can also be used to make large spatial data sets accessible in other situations where a realistic, interactive 3D view of an area is needed. Additionally, extension with simulation models can give planners, for example, a genuine view of future situations.

3D visualisation tools have been most widely used in urban environments, mountainous areas, and forested areas. As GIS techniques are increasingly used to investigate socio-economic issues and landscape changes in cultivated lowland areas, the challenge is now to represent rural landscapes. This change increases the need for visualisation methods that can integrate digital elevation models (DEM's) and other GIS data features, such as fields, roads or houses, with multimedia data to generate geographically detailed and realistically textured views of areas. Several techniques exist to integrate GIS and Virtual Reality (VR). A possibility is the use of Virtual Reality Modelling Language (VRML), which is an ISO standard for describing interactive 3D objects and worlds to be experienced on the World Wide Web. Recently, a 3 month pilot project was concluded by the Vrije Universiteit and the Universidade Nova in which a rural area was successfully represented using VRML. The area was the island of Ameland in the North of the Netherlands, and the application is web-based: any user with a web browser and a VRML plug-in, can virtually fly over the area.

The development of the ‘Ameland-pilot’ shows that it is possible to integrate large GIS data sets in a new visualisation tool, scalable enough to work efficiently in a low-end laptop. However, several questions have arisen, such as how to include modelling capabilities, how to access data sets covering the entire Netherlands, and how to use the visualisation systems to communicate information effectively.

## **7.2 Project goal**

The general aim of the project is to explore the possibilities to integrate and visualise spatial data from different sources, such as GIS data, aerial photographs, pictures and movies, and display it in a virtual reality (3D) environment.

A concrete objective is to create a prototype of a spatial information system that connects different data, allowing the user to visualise it in an integrated way. The system will be developed according to the Macro Approach, outlined in the Workplan in the appendix to this proposal. The user will be able to fly over the landscape and also to zoom in to access detailed and different spatial data available on the area. The system should run on personal computers and laptop computers. This will support landscape planners by creating new communication channels to the public. The system will initially be developed as a pilot system focussing on the Meerstad area and discussions on the development of the areas. Research will be carried out on a wider application of the system.

## **7.3 Detailed goals and description of the work**

1. Design a prototype spatial information system for possible use in the interactive workshops and presentations of the Meerstad project, starting with a small area.
2. Do a feasibility study on possibilities to view larger areas and give DLG employees access to the system over the Intranet.

This work will be a conceptual study of the possibilities and limitations of integrating the VR interface created with GIS analysis and functionality (as searching and retrieving additional geo-information) for Oracle Spatial. See the ‘Holland-Portugal’ approach in the appendix for a detailed description of the study.

3. Do scientific research on visualisation.

An additional goal is to formulate research questions related to the work in the framework of an academic study on 3D visualisation and modelling. Answering these questions will take place partly in the timeframe of the current proposal, but are part of ongoing research at the SPINlab and GASA. Knowledge transfer between DLG and the universities is also one of the aims in this context.

## **7.4 Involvement of DLG**

The transfer of knowledge regarding 3D visualisation and the system that will be developed requires the involvement of DLG personnel. It is proposed that for knowledge transfer a DLG employee will spend about one week at the GASA office in Lisbon before the workshop at the end of September.

Participation of DLG is also needed to deliver the data that is needed for the prototype information system. The system needs inputs, such as the AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland), aerial photographs, and multimedia data, which should be supplied by DLG.

DLG will be one of the first users of this system. Together with DLG, user profiles and the user interface will be developed.

## **Bijlage 8 Ontwerptechnieken voor de ruimtelijke ordening in Nederland onder veranderende milieuomstandigheden**

### **8.1 Probleemstelling**

Het wordt algemeen verondersteld dat klimaatsverandering en toegenomen variabiliteit in het klimaat invloed zullen hebben op het landgebruik in Nederland. Om deze door klimaatverandering veroorzaakte veranderingen op te kunnen vangen is het nodig om adaptatie maatregelen te treffen op het gebied van ruimtelijke ordening. Kwesties die spelen zijn veranderingen in biodiversiteit, veranderingen in de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), zeespiegelstijging en de invloeden hiervan op de landbouw (toename van verzilting).

Belangrijk voor de afbakening van adaptatie maatregelen in de ruimtelijke ordening is de interactie tussen belanghebbenden en beleidsmakers. Er ligt een grote uitdaging bij het overbruggen van verschillende disciplines om een op wetenschap gebaseerde integrale maatregelen op landgebruik in Nederland te kunnen presenteren aan de beleidsmakers. Andere opties liggen in de hoek van het *multifunctionele ruimtegebruik*, wat nodig is om de extra druk die op het land en water komt aan te kunnen.

Nieuw te ontwikkelen programma's die toekomstig landgebruik simuleren (zoals het LUMOS concept bij het RIVM) zijn complex aangezien deze gelijktijdig rekening moeten houden met sociale-, economische- en milieu-ontwikkelingen. De uitdagingen bij het ontwikkelen van deze instrumenten ligt bij de integrale benadering van de geschikte technieken, transparant voor zowel de wetenschapper en de beleidsmaker. Ruimtelijke optimalisatietechnieken worden gezien als een veelbelovende omgeving voor de simulatie van landgebruik, aangezien zij landgebruik simuleren vanuit het perspectief van 'doelen of richtpunten' die gesteld zijn door beleidsmakers. Bovendien maakt de combinatie van deze technieken met GIS het mogelijk om ruimtelijke plannen te visualiseren, welke uiteindelijk geïntegreerd kunnen worden in een beslissing ondersteunend systeem.

### **8.2 Doel en Onderzoeksvragen**

*Doel:*

Dit project heeft tot doel een ICT instrument voor ruimtelijke planning te ontwikkelen voor een landgebruik simulatie van Nederland onder een veranderend klimaat en milieu omstandigheden. De kern van de optimalisatie toepassing is de benadering van een ruimtelijke ordeningsprobleem, door middel van een koppeling tussen de optimale landgebruik allocatie en doelstellingen van beleidsmakers.

*Onderzoeksvragen:*

1. Welke optimalisatietechnieken zijn geschikt als ontwerptechniek voor landgebruiksimulaties
2. Wat is de effectiviteit en kracht van *ruimtelijke optimalisatie technieken*.
3. Hoe kunnen optimalisatietechnieken worden geïntegreerd in bestaande kennis en expertise van relevante modellen zoals de 'Ruimtescanner' en 'LOV'.
4. Wat zijn de randvoorwaarden van het gebruik van het gebruik van optimalisatietechnieken in termen van visualisatie en presentatie.

### *Randvoorwaarden:*

Klimaat zal behandeld worden als exogeen scenario dat direct invloed heeft op het milieu en dat indirect landgebruik beïnvloed door adaptatie maatregelen..

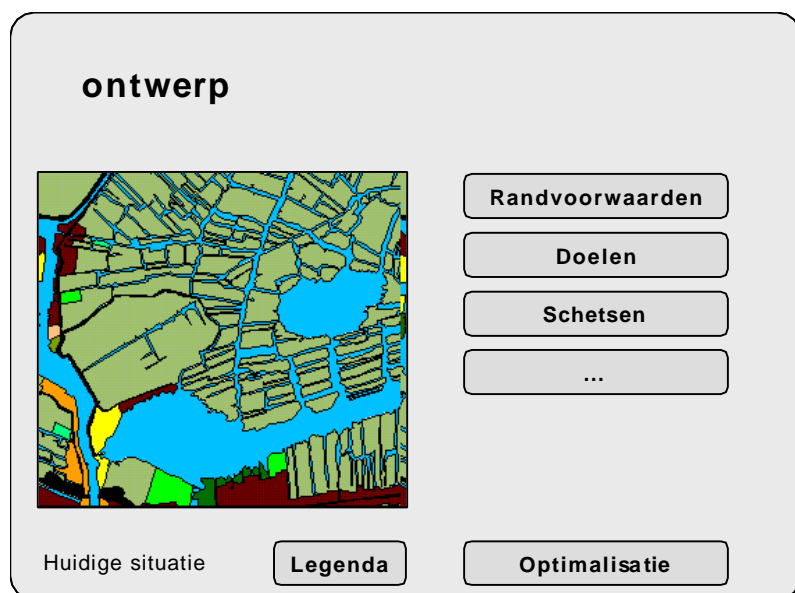
In eerste instantie zullen de optimalisatietechnieken zijn gebaseerd op genetische algoritmen and simulated annealing.

### **8.3 Beschrijving van de werkzaamheden**

Dit project wordt uitgevoerd in zeven werkstappen. Als eerste wordt in werkstap 1 een voorbeeldstudie uitgewerkt. Daarna wordt een gebruiksomgeving voor het ICT instrument ontwikkeld (werkstap 2) waarbij de input van gebruikers wordt gevraagd.

Optimalisatie methoden worden ontwikkeld in de werkstappen 3 en 4. Methodes die ondersteuning bieden bij het ontwerpen van een oplossing zijn te vinden in de verzameling heuristische methoden, lineaire programmeringstechnieken en ‘multiobjective’ methoden. In werkstap 3 wordt uit deze verzameling methoden één, of een combinatie van meerdere, gekozen die geschikt kan worden gemaakt voor toepassing in een GIS. Verder wordt de methode geschikt gemaakt om de inbreng van een gebruiker te integreren.

Evaluatiemethoden kunnen aangeven wat de goede en slechte punten van alternatieven zijn. Hierdoor geven zij ook ondersteuning bij het eventueel verbeteren van een alternatief. Door de evaluatiemodule te koppelen aan de ontwerpmodule kunnen de gegenereerde ontwerpen direct worden geconfronteerd met evaluatiekaarten en/of evaluatie-indices. Hierdoor kan de gebruiker het ontwerp direct evalueren en eventueel, aan de hand van de evaluatie, aanpassen.



*Figuur 8-1 Ontwerpscherm met knoppen voor invoer van de gebruiker*

Implementatie (werkstap 5) kan aanvangen nadat de gebruiksomgeving van het ICT instrument ontworpen is. Het instrument wordt zodanig geïmplementeerd dat de inzet en bruikbaarheid van de in de vorige werkstappen ontwikkelde methoden duidelijk naar voren komen. Er wordt eerst een prototype van het instrument ontwikkeld. Met dit prototype moeten de methodeontwikkelaars

kunnen werken en experimenteren. Het prototype moet kunnen aantonen wat de ideeën en mogelijkheden van het ICT instrument zijn voor het aanbieden van ondersteuning bij de ruimtelijke planvorming.

Het ICT instrument wordt na afronding geëvalueerd in een interne workshop (werkstap 6) waarna het instrument nog kan worden aangepast. Daarna vindt de afronding van het project plaats (werkstap 7).

#### **8.4 Planning en projectmanagement**

Het onderzoek wordt uitgevoerd door de volgende personen:

- ? Dr J.C.J.H. Aerts (ontwerpmethoden, evaluatiemethoden, visualisatiemethoden, ontwikkeling ICT-instrumenten);
- ? Drs H. Goosen (ontwikkeling ICT instrumenten, participatieve methoden);
- ? Dr M. van Herwijnen (evaluatiemethoden, visualisatiemethoden, ontwikkeling ICT-instrumenten);
- ? Dr R. Janssen (evaluatiemethoden, visualisatiemethoden, ontwikkeling ICT-instrumenten)

#### **8.5 Literatuur**

Aerts, J.C.J.H. and Gerard B.M. Heuvelink 2002. Using Simulated Annealing for Resource Allocation. *International Journal of GIS*, 16, 6, pp. 571-587.

Aerts, J.C.J.H. 2002. Spatial Decision Support for Resource Allocation. Integration of Optimization, Uncertainty analysis and Visualization techniques. Dissertation University of Amsterdam. Thela Thesis publishers Amsterdam, ISBN 90-76894-13-2.

Aerts, J.C.J.H., Goodchild, M.F., Heuvelink, B.B.M, 2002. Accounting for Uncertainty Spatial Optimization. *Transactions in GIS*, Accepted, August 2002.

Aerts, J.C.J.H., Eisinger, E., Heuvelink, G. 2001. Multi Site Land Use Allocation for Spatial Decision Support using Integer Programming. *Geographical Analysis*, Accepted, August 2002

Aerts, J.C.J.H., Clarke, K.C., Keuper, A.D., 2001. Visualization of Uncertainty in Spatial decision Support Systems. *Submitted to Cartography and Geographic Information Science*, July 2002.

Aerts, J.C.J.H., 2002. Comparing Simulated Annealing and Linear Programming techniques for solving Resource Allocation problems'. Multiple Objective Metaheuristics November 4-5, 2002 Carre des Sciences, Paris – France

Aerts, J.C.J.H and Heuvelink, G.B.M., 2002. Accounting for Uncertainty in Spatial Allocation Modeling. *The Accuracy 2002 Symposium*, pp 503-511. July 2002, Melbourne, Australia

Belton, V. en T.J. Stewart. *Multi criteria decision analysis and integrative approaches*, Kluwer, New York, 2001

Janssen, R., M. Horrevoets, M. van Herwijnen en A. Teunissen (2001) *Het gebruik van ICT instrumenten ter ondersteuning van de ruimtelijke planvorming*, IVM rapport R-01/05