

# Meerjaren Onderzoeksprogramma Modellerig Toekomstig Ruimtegebruik

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

Definitieve versie  
5 juli 2001

drs. E. Koomen  
Prof. dr. H.J. Scholten  
Prof. dr. P. Rietveld





## Inhoudsopgave

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Inleiding .....   | 5  |
| 1.1   | probleemstelling .....  | 5  |
| 1.2   | opbouw onderzoeksprogramma .....                                  | 5  |
| 2     | Theoretische onderbouwing .....                                   | 7  |
| 2.1   | achtergrond .....   | 7  |
| 2.2   | conceptueel raamwerk .....  | 8  |
| 2.3   | wetenschappelijk raamwerk .....                                   | 10 |
| 3     | Projectomgeving .....   | 13 |
| 3.1   | RPD .....   | 13 |
| 3.1.1 | toepassing ruimtegebruikmodellering/ onderzoeksactiviteiten ..... | 13 |
| 3.1.2 | onderzoekswensen .....  | 14 |
| 3.2   | DLG .....   | 14 |
| 3.2.1 | toepassing ruimtegebruikmodellering .....                         | 14 |
| 3.2.2 | onderzoekswensen .....  | 15 |
| 3.3   | RIVM .....  | 15 |
| 3.3.1 | onderzoeksactiviteiten .....                                      | 15 |
| 3.3.2 | onderzoekswensen .....  | 15 |
| 3.4   | RIZA .....  | 16 |
| 3.4.1 | onderzoeksactiviteiten .....                                      | 16 |
| 3.4.2 | onderzoekswensen .....  | 17 |
| 4     | Onderzoeksthema's .....   | 19 |
| 4.1   | effect ruimtegebruikverandering op ruimtelijke kwaliteit .....    | 19 |
| 4.2   | drijvende factoren achter veranderend ruimtegebruik .....         | 20 |
| 4.3   | model-calibratie en validatie .....                               | 21 |
| 5     | Invulling van het onderzoeksprogramma .....                       | 23 |
| 5.1   | ruimtegebruikveranderingen en de aantasting van open ruimte ..... | 23 |
| 5.1.1 | effect ruimtegebruikverandering op ruimtelijke kwaliteit .....    | 23 |
| 5.1.2 | drijvende factoren achter veranderend ruimtegebruik .....         | 24 |
| 5.1.3 | model-calibratie en validatie .....                               | 24 |
| 5.2   | relevantie voor Ruimtescanner .....                               | 25 |
| 5.3   | communicatie .....  | 26 |
| 5.4   | inzet geografische informatiesystemen .....                       | 27 |
| 6     | Plan van aanpak .....   | 29 |
| 6.1   | projectuitvoering .....   | 29 |
| 6.2   | planning .....  | 29 |
| 7     | Referenties .....   | 31 |



## **1 Inleiding**

In oktober 1999 heeft de Rijksplanologische Dienst in een korte notitie aangegeven de bestaande samenwerking met diverse onderzoeksinstituten, waaronder de VU, verder te willen uitbouwen. Zij wil dit onder meer doen door onderzoek te laten verrichten naar de modellering van toekomstig ruimtegebruik. Het afgelopen jaar is hierover meermalen overlegd en in een tweetal notities (juni en november 2000) heeft de VU enkele eerste ideeën verwoord. Op basis daarvan is geld beschikbaar gesteld om een uitgebreider onderzoeksprogramma op te stellen. Dit programma ligt nu voor u en bevat het onderzoek dat de VU de komende jaren wil doen op het gebied van de modellering van toekomstig ruimtegebruik.

### **1.1 probleemstelling**

Lange termijn verkenningen nemen een belangrijke plaats in bij het ontwikkelen van ruimtelijk ordeningsbeleid. Bij het inventariseren van de ruimteclaims voor de diverse ruimtelijke functies blijkt dat deze onderling weinig samenhangen en vaak moeilijk vergelijkbaar zijn. De RPD heeft daarom behoefte aan een samenhangender beeld van de ontwikkeling van het toekomstig ruimtegebruik en beter zicht op de effecten van ruimtegebruikveranderingen.

De afdeling Ruimtelijke Economie aan de Vrije Universiteit Amsterdam (VU) heeft in onderzoeksprojecten als RuimteScanner (Schotten et al. 1997) en Similor (Wagtendonk et al. 2001) ervaring opgedaan met integrale modellering en simulatie van ruimtegebruik. Voor de komende jaren wil zij haar onderzoeksactiviteiten op dit gebied verder uitbouwen rondom drie centrale vragen:

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

Daarnaast is er aandacht voor de verbetering van de communicatie over ruimtegebruikmodellering in het algemeen en die 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 onderzoeksideeën die in de voorbereidende fase geformuleerd zijn. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 een kansrijke combinatie van ideeën gepresenteerd die in een dissertatietraject behandeld kunnen worden. Daarna wordt 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.



## 2 Theoretische onderbouwing

In dit hoofdstuk wordt uitgebreid ingegaan op de theoretisch achtergrond en ontstaansgeschiedenis van ruimtegebruikmodellering in Nederland. Daarbij staat vooral de ontwikkeling van het veelgebruikte ruimtelijke simulatiemodel Ruimtescanner centraal. De tekst in dit hoofdstuk is gebaseerd op de nog uit te geven 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 doelstellingen 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 berekend en vervolgens geoperationaliseerd welke ruimtevrage 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.

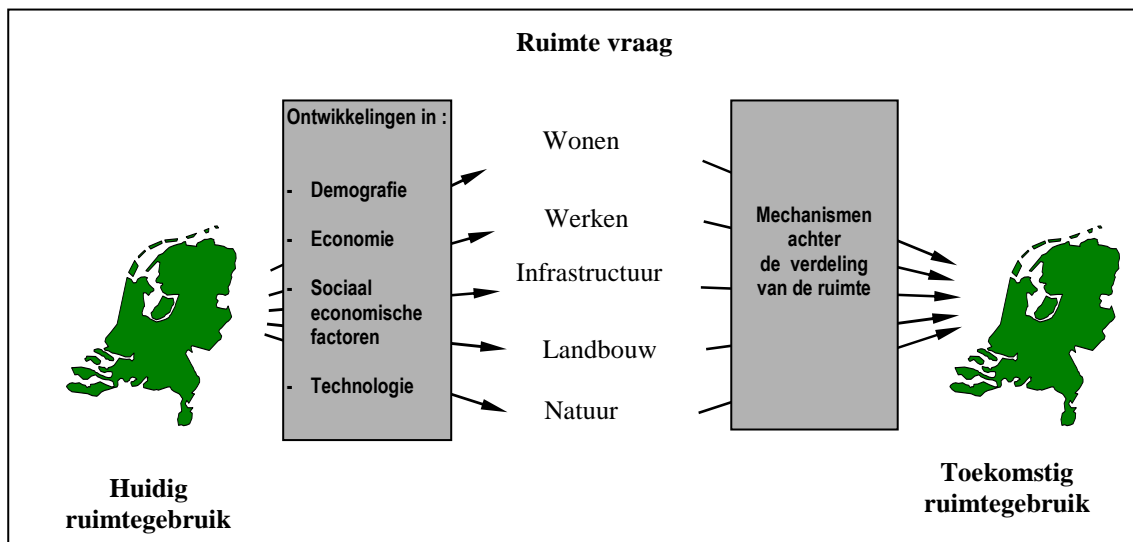
Zoals hiervoor is uiteengezet, is de te ontwikkelen methodiek en informatie-infrastructuur bedoeld om ondersteuning te bieden bij het opstellen van waarschijnlijke en mogelijke toekomstbeelden voor het ruimtegebruik op een regionaal tot nationaal schaalniveau. Wat beïnvloedt nu op dit schaalniveau het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

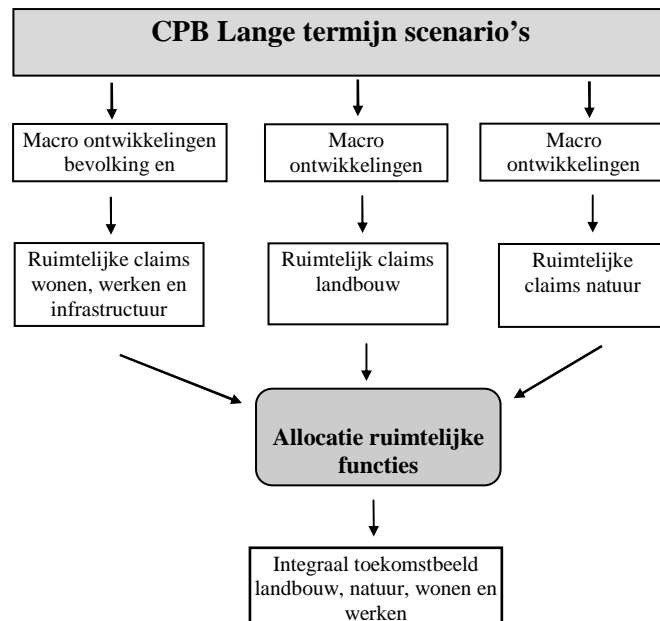
In Figuur 2-1 is de globale samenhang tussen bovenstaande componenten afgebeeld.

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

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.



*Figuur 2-2 Allocatie van ruimtelijke functies*

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 diepgewortelde 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 ceileigenschappen 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

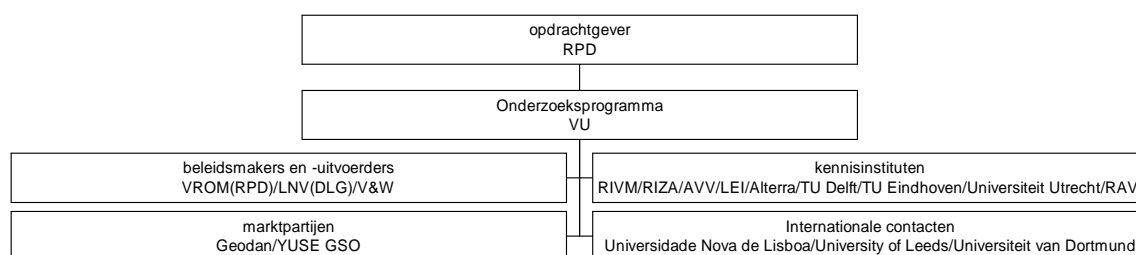
steeds verder ontwikkelt, die het een gebruiker mogelijk maakt ruimtelijke gegevens, ruimtelijke rekenprocedures en kaartvervaardigingsprocedures integraal tot zijn beschikking te hebben.

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 (RPD, 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 instututen. 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 onderzoeksinstututen wordt vooral stilgestaan de kenniskant. Wat zijn de lopende onderzoeksactiviteiten en de meest urgente onderzoekswensen?



Figuur 3-1 Omgeving van het onderzoeksprogramma

#### 3.1 RPD

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. Daarmee wordt een duidelijkere scheiding aangebracht tussen het beleidsvoorbereidende en kennisontwikkende deel van de RPD.

##### 3.1.1 toepassing ruimtegebruikmodellering/ onderzoeksactiviteiten

De 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 instututen:

- De RPD 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 de RPD contact met Alterra over een gezamenlijk onderzoeksprogramma en worden onderling mensen uitgewisseld.

### 3.1.2 onderzoekswensen

De RPD 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. De RPD 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.

De RPD 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 de RPD 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.

De RPD 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 grondmobiliteit hoog?

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat het onderzoek ten behoeve van ruimtegebruikmodellerings 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.

## 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 de RPD, 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 ruimtegebruikmodellerings. Afstemming tussen deze onderzoeksinspanningen is dan ook essentieel. Daarom zal binnenkort de Ruimtescanner-groep weer bijeengebracht worden. 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 ruimtegebruikmodellerings 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 en 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 belangrijker 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 de RPD wil gaan doen en zijn daar graag bij betrokken. Met name het simulatie-instrument Ruimtescanner kan interessant zijn voor de toekomstverkenningen van RIZA.



## 4 Onderzoeksthema's

Centraal in het onderzoeksprogramma van de VU staat de verbetering van de integrale modellering van toekomstig ruimtegebruik in Nederland. Dit onderwerp is natuurlijk bijzonder uitgebreid. Om een nadere richting voor het onderzoek te bepalen is het zinvol onderscheid te maken in enkele hoofdthema's. De thema's worden hieronder benoemd en kort toegelicht. Per thema wordt aangegeven welke activiteiten reeds uitgevoerd worden of recent uitgevoerd zijn. Daarnaast worden enkele ideeën voor toekomstig onderzoek gepresenteerd zoals die bij de VU leven of naar voren kwamen bij de inventarisatie van de projectomgeving. In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de onderzoeksthema's en –ideeën.

Binnen de gestelde termijn van vier jaar is het niet mogelijk de gehele lijst met onderzoeks-ideeën uit te voeren. In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op een kansrijke combinatie van ideeën die binnen de gestelde termijn uitgevoerd kan worden.

| Onderzoeksthema                                     | Onderzoeksidee   |
|---|--|
| Effecten op ruimtelijke kwaliteit                   | ontwikkelen van eenvoudige maten of tellers voor inzien modelresultaten  |
|   | kwantificeren versnippering of waardering open ruimte (b.v. door koppeling met bestaande modellen)               |
|   | indicator voor intensiteit grondgebruik (ook als modelinput)   |
|   | aantasting basislaag landschap (bodem- en grondwatersysteem)   |
|   | inrichten vanuit ruimtelijke kwaliteit   |
| Drijvende factoren achter veranderend ruimtegebruik | sturende rol overheid vs marktwerking in realisatie woningen (gedragmatige onderbouwing voor allocatie woningen) |
|   | ruimtelijk statistische analyse ontwikkeling overig grondgebruik (b.v. werken, natuur, water of recreatie)       |
|   | sluimerende functieverandering landelijk gebied  |
|   | invloed ruimtelijk economische factoren op beschikbaarheid van "ruimte voor water"                               |
|   | invloed buitenlandse economische centra (Antwerpen, Aken/Luik) op veranderingen van het Nederlands grondgebruik  |
| Model-calibratie en validatie                       | validatie van grondprijsberekeningen in Ruimtescanner door vergelijking met grondprijzenonderzoek Joost Buurman  |
|   | reistijd ipv euclidean distance voor afstandskarten (koppeling verkeers- en vervoersmodel?)                      |
|   | teggangaan gelijkmatige "uitsmering" allocatie woningen en bedrijven   |

Tabel 4-1 Inventarisatie onderzoeksideeën, gegroepeerd naar onderzoeksthema

### 4.1 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 de RPD 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.

## **4.2 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 vergroot 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 geacommodeerd. 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 de RPD.

#### **4.3 model-calibratie en validatie**

De Nederlandse ruimtegebruikmodellen (LOV en Ruimtescanner) leunen nogal sterk op het gebruik van expert judgement. 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 ruimtevragen 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 afstandskarten 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.

## 5 Invulling van het onderzoeksprogramma

De VU gaat graag in op de uitnodiging van de RPD om een langdurige samenwerkingsovereenkomst af te sluiten om op een structurele manier kennis te ontwikkelen op het gebied van ruimtegebruikmodellering. In het voorgaande hoofdstuk is een korte inventarisatie van onderzoeksideeën beschreven. Binnen de gestelde termijn van vier jaar is het niet mogelijk al deze ideeën uit te voeren. In dit hoofdstuk wordt een combinatie van ideeën beschreven die wel binnen de gestelde termijn uitgevoerd kan worden. Om te zorgen dat dit onderzoek samengenomen kan worden tot een dissertatie is gekozen voor een combinatie van ideeën die thematisch samenhangen. Als centraal thema is gekozen voor de *relatie tussen ruimtegebruikveranderingen en de aantasting van open ruimte*.

De voorgestelde ideeëncombinatie is samengesteld op basis van de bij de VU aanwezige expertise, de academische diepgang van het onderwerp en de relevantie voor de RPD. 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 de RPD, de voortgang van het onderzoek bij de VU en het werk dat door derden wordt gedaan.

Na de presentatie van de onderzoeksideeën wordt aangegeven wat de relevantie van de gekozen onderwerpen is voor het model Ruimtescanner. Naast het wetenschappelijke onderzoekswerk richt de VU zich ook op kennisuitwisseling op het terrein van ruimtegebruikmodellering. In de paragraaf communicatie worden de activiteiten beschreven die de VU op dit gebied wil uitvoeren. Als laatste wordt kort stilgestaan bij de inzet van GIS.

Overigens voert de VU behalve het hier gepresenteerde onderzoeksprogramma nog meer onderzoek uit op het gebied van ruimtegebruik. Zo werkt Joost Buurman in het kader van zijn dissertatie aan een verklarend model voor grondprijzen in het landelijk gebied. DLG en RIVM zijn hier bij betrokken. Samen met RIVM, TU en UU werkt de VU aan het Habiforum-project: "Evaluatie ruimtelijk-infrastructurele concepten voor meervoudig ruimtegebruik". Uiteraard zal voor het voorliggende onderzoeksprogramma wanneer dit relevant is geput worden uit de kennis die bij de andere projecten wordt opgedaan.

### 5.1 ruimtegebruikveranderingen en de aantasting van 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. In relatie tot de modellering van toekomstig ruimtegebruik komen hierbij enkele onderzoeksvragen op, die voor de duidelijkheid gegroepeerd zijn volgens de eerder geïntroduceerde onderzoeksthemas.

#### 5.1.1 effect ruimtegebruikverandering op ruimtelijke kwaliteit

Een eerste opgave is het ontwikkelen van een indicator die het effect van ruimtegebruikverandering op de aantasting van open ruimte kwantificeert. De centrale vraag hierbij is hoe uit het ruimtelijke beeld van het toekomstig ruimtegebruik afgeleid kan worden in hoeverre de openheid van het landschap wordt aangetast. Het beoordelen van de aantasting of verdere opdeling van ruimtelijke eenheden heeft raakvlakken met de geografische analyses naar versnippering die onder meer zijn gedaan bij het DLO Staring Centrum (Leeters & Wolfert 1999). Bij het ontwikkelen van de indicator zal nadrukkelijk aansluiting gezocht worden bij de wijze waarop de RPD onder meer het kwaliteitscriterium ruimtelijke diversiteit toetst. Het gaat

hierbij bijvoorbeeld om maatstaven als: stedelijk ruimtegebruik buiten de stad en landschappelijke openheid

Vanuit economisch perspectief is het interessant na te gaan in hoeverre een waardering kan worden toegekend aan de open ruimte. Vestiging van woningen of bedrijven in of aan de rand van de open ruimte levert enkelen voordeel op in termen van uitstraling of uitzicht, maar bezorgt velen nadeel in de vorm van een verminderde beleving of aantasting van bijvoorbeeld historische of ecologische waarden. Gepoogd zal worden om vanuit de economische wetenschap bij te dragen aan de maatschappelijke afweging tussen individueel nut en algemeen belang. Werk op dit gebied is bijvoorbeeld gedaan door Aalbers et al. (1999).

### 5.1.2 drijvende factoren achter veranderend ruimtegebruik

Nadat de aantasting van de open ruimte nader is gedefinieerd, is het interessant stil te staan bij de drijvende krachten die actief zijn achter dit proces. De aantasting van de open ruimte wordt vaak geassocieerd met de ruimtelijke ontwikkeling rond infrastructuur. Zie bijvoorbeeld de discussie rond het Corridor-begrip in de aanloop naar de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening. Een nadere studie naar de sturende rol van infrastructuur bij vestiging van woningen en bedrijven lijkt hier op zijn plaats. Vertrekpunt hiervoor is de studie van Wagtendonk en Schotten (2000) naar de ruimtelijke veranderingen van bedrijfsterreinen in de periode 1981-1993. In deze studie is uitgebreid gebruik gemaakt van Geografische Informatie Systemen om de invloed te onderzoeken van verschillende ruimtelijke factoren op de ontwikkeling van bedrijventerreinen. Door gebruik te maken van recentere en gedetailleerdere ruimtelijke gegevens kan recht gedaan worden aan hun aanbevelingen en kan een completer beeld van de vestiging van nieuwe bedrijven worden verkregen. In dit aanvullende onderzoek zou de focus met name moeten komen op de invloed van de nabijheid van infrastructuur. Inhoudelijk sluit dit aan bij het theoretischer onderzoek van Rietveld en Bruinsma (1998) naar de invloed van infrastructuur op lokatiegedrag. Bij dit onderdeel zullen ook de onderzoekinspanningen van RIZA en AVV betrokken worden. Beide instituten werken samen aan een studie naar de (historische) rol van natte en doge infrastructuur bij de verstedelijking van Nederland.

Naast de verstedelijking rond infrastructuur wordt de open ruimte ook bedreigd door oprukkende bebouwing vanaf de randen en van binnenuit (rond de kleine kernen). Zoals hiervoor al is aangegeven, is in de afgelopen 10 jaar het aantal adressen in de restrictief-beleidsgebieden flink toegenomen, maar zijn daarin belangrijke regionale verschillen geconstateerd. In enkele regionale studies zal gepoogd worden de relatieve grootte van de verschillende drijvende krachten achter verstedelijking per gebied te onderscheiden. Deze studie zal zich met name richten op het verklaren van de regionale verschillen. Hiermee kan mogelijk achterhaald worden of er sprake is van verschillen in beschermingsgraad per regio.

### 5.1.3 model-calibratie en validatie

In het voorgaande is al aangegeven dat de rol van infrastructuur nader onderzocht zal worden. Bij het RIVM wordt momenteel gewerkt aan de combinatie van een Verkeers- en Vervoersmodellen met modellen die toekomstig ruimtegebruik simuleren. Deze koppeling opent mogelijkheden om de nauwkeurigheid en werking van een model als de Ruimtescanner te verbeteren. Zo kan de daadwerkelijke reistijd tussen woon- en werklocaties beter worden benaderd dan met de huidige benadering middels euclidean distance. Middels een gevoeligheidsanalyse kan onderzocht worden in hoeverre dit leidt tot verschil in ruimtegebruiksimulaties. Onderzoek hiernaar kan mogelijk aansluiten bij werk van Rietsma (UU) en van der Hoorn (UvA). De koppeling met verkeers- en vervoersmodellen kan mogelijk ook bijdragen aan de



ontwikkeling van indicatoren voor de aantasting van open ruimte en de zoektocht naar drijvende factoren achter veranderend ruimtegebruik.

Het onderzoek kan afgesloten worden met een validatie van de (eventueel naar aanleiding van de onderzoeksresultaten bijgestelde) beslisregels in het Ruimtescanner model. Door te trachten het huidige grondgebruik te simuleren op basis van de modelaannamen en het grondgebruik in bijvoorbeeld 1980 kan de voorspellende werking geverifieerd worden.

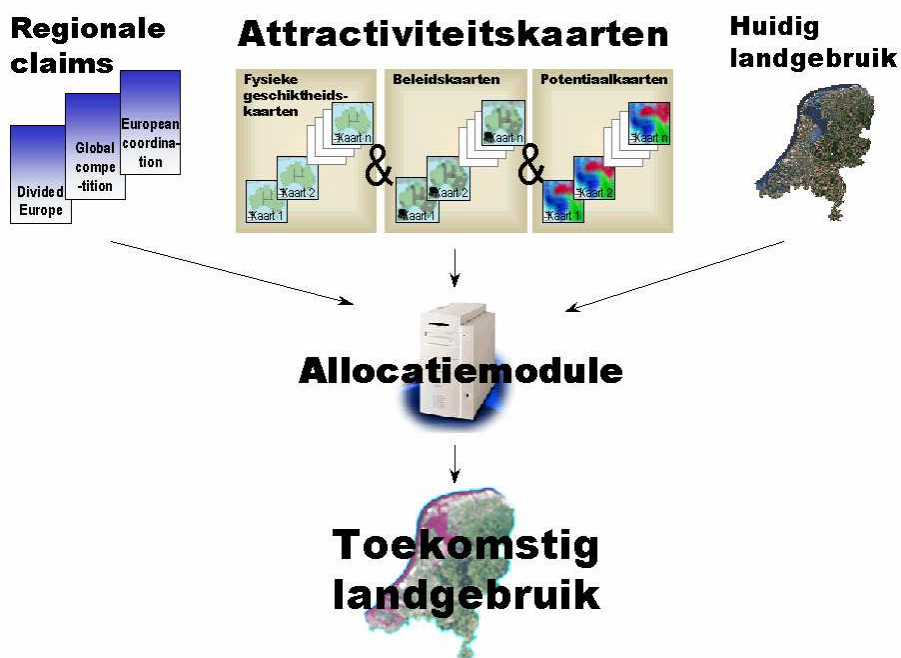
## 5.2 relevantie voor Ruimtescanner

De voorgestelde combinatie van onderzoeksonderwerpen levert een aanvulling op voor diverse onderdelen van de Ruimtescanner. Aan de hand van de onderstaande schematische weergave (Figuur 5-1) van de werking van de Ruimtescanner wordt in deze paragraaf kort stilgestaan bij de relevantie van de uitkomsten van dit onderzoek voor de verdere ontwikkeling van het instrument Ruimtescanner.

Het onderzoek naar het effect van ruimtegebruikverandering op de ruimtelijke kwaliteit levert evaluatiecriteria op die gebruikt kunnen worden voor de vergelijking van verschillende uitkomsten. In plaats van kaarten met toekomstig landgebruik kan dan bijvoorbeeld een weergave gemaakt worden van de verschillende maten van aantasting van de open ruimte van de diverse doorgerekende scenario's.

De uitkomsten van het onderzoek naar de drijvende krachten achter veranderend ruimtegebruik kunnen gebruikt worden om de attractiviteitskaarten te optimaliseren. Met behulp van deze kaarten wordt aangegeven welke gebieden het aantrekkelijkst zijn om de claims van bepaalde ruimtegebruikfuncties te ontvangen. Deze kaarten zijn de ruimtelijke vertaling van de factoren die bijdragen aan veranderingen in ruimtegebruik.

De model-calibratie en validatie geeft inzicht in de werking van het model. Op basis van de uitkomsten kan aanbevolen worden de allocatiemodule of de attractiviteitskaarten te verbeteren.



Figuur 5-1 Schematische weergave van de werking van de Ruimtescanner, uit: Schotten et al. 1997.

### 5.3 communicatie

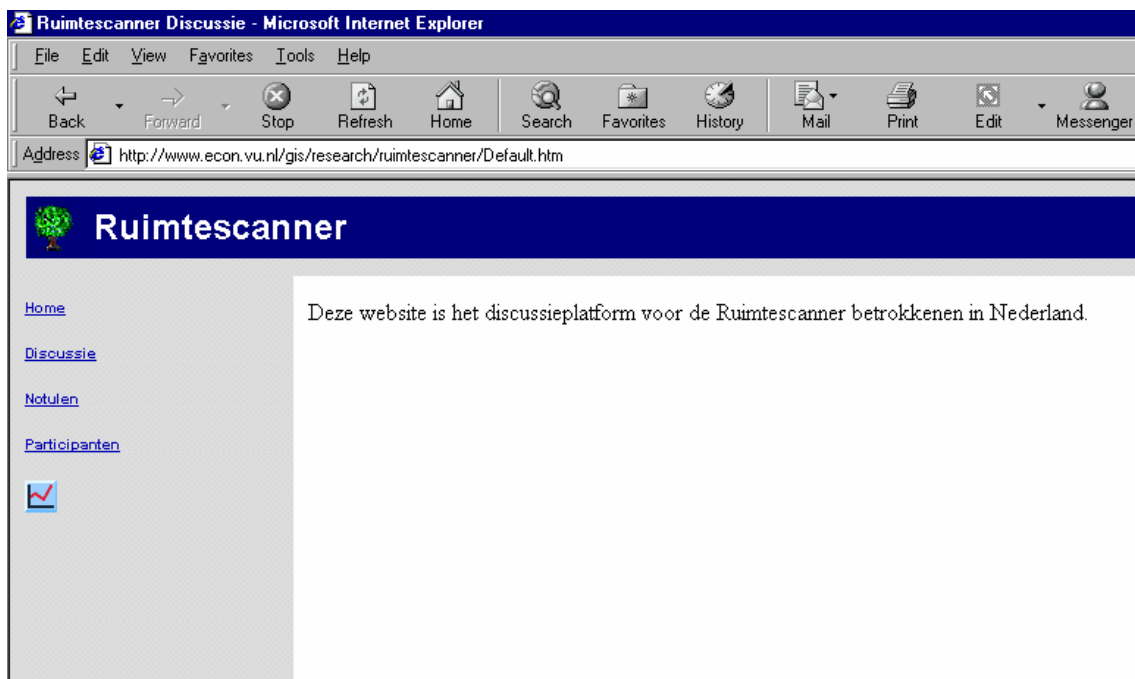
Naast het bovengenoemde onderzoekswerk wil de VU ook een bijdrage leveren aan de verbetering van de communicatie over ruimtegebruikmodellering in het algemeen en die rond de Ruimtescanner in bijzonder. Het doel hiervan is om voor zowel de RPD als andere geïnteresseerden duidelijkheid te scheppen in de 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 buitenstaanders is de Ruimtescanner nog vaak een zwarte doos. Om hen een beter inzicht te geven in de totstandkoming van de resultaten is het van belang dat duidelijkheid ontstaat in de basisgegevens en de programmatuur die door het model gebruikt worden. Als eerste stap zal een schematisch overzicht gemaakt worden van de “gegevens- en modellentrein” van de Ruimtescanner. Deze zogenaamde meta-modellering zal uitgevoerd worden met speciaal hiervoor door RIVM ontwikkelde software.

Eind vorig jaar is van verschillende kanten weer belangstelling getoond voor de Ruimtescanner. Met het groter worden van de groep betrokkenen is het van belang de communicatie te structureren. De VU zal in samenwerking met het RIVM de kennisuitwisseling over de Ruimtescanner opstarten. Het Ruimtescanner consortium zal vanaf 2001 onder voorzitterschap van het RIVM weer bijeenkomen. Een belangrijke kwestie waarover duidelijkheid gewenst is, is het vastleggen van het gebruiksrecht van de data en software van de Ruimtescanner. De VU stelt zich ten doel in overleg met RIVM hierover zo snel als mogelijk duidelijkheid te verschaffen. Als communicatieplatform voor het Ruimtescanner-consortium is een internetsite opgericht, zie Figuur 5-2. Het is de bedoeling deze internetsite verder uit te bouwen en een centrale rol te laten spelen bij de communicatie rond de nieuwste Ruimtescanner ontwikkelingen.

Voor de algemene kennisontwikkeling over ruimtegebruikmodellering blijft er 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. Voor het volgen van de buitenlandse onderzoeksvoortgang zijn naast de vakliteratuur de internationale contacten uit het SIMILOR project van belang.



Figuur 5-2 Voorlopige opzet Ruimtescanner internetsite

#### 5.4 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.



## 6 Plan van aanpak

Met het voorliggende onderzoeksprogramma formaliseren de RPD en de VU hun samenwerking op het gebied van ruimtegebruikmodellering. In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de praktische kanten van de samenwerking. Naast de projectuitvoering komt hierbij de tijdsplanning van het onderzoeksprogramma aan de orde.

### 6.1 projectuitvoering

De RPD is in de personen van Dr. F. Filius en drs. J. Groen opdrachtgever voor dit onderzoeksprogramma. Het onderzoek wordt uitgevoerd door de afdeling Ruimtelijke Economie van de Vrije Universiteit Amsterdam. Er wordt naar gestreefd het onderzoek in een zodanige samenhang uit te voeren dat het kan uitmonden in een promotie aan de economische faculteit. Deze faculteit levert ook de promotoren die het onderzoek begeleiden.

Daarnaast zal een begeleidingscommissie worden ingesteld om te zorgen dat het onderzoek aansluit op actuele maatschappelijke vragen en er afstemming plaatsvindt met lopend onderzoek op dit gebied. De RPD zal deze commissie voorzitten. Verder zal aan RIVM, DLG, RIZA en VU gevraagd worden hierin zitting te nemen. De rol van de VU ligt met name in het waarborgen van het academische gehalte van het werk. De begeleidingsgroep zal enkele keren per jaar bijeenkomen om de prioriteiten voor het uit te voeren onderzoek vast te stellen en toe te zien op de voortgang van het werk.

### 6.2 planning

Het onderzoeksprogramma strekt zich uit over de periode 2001-2005. In eerste instantie (2001) zijn afspraken gemaakt over het programma. Deze afspraken zijn vastgelegd in dit plan van aanpak. Het daadwerkelijke onderzoek (fase 2) start in 2001 met de inventarisatie van het lopend onderzoek. Daarna zal grofweg per jaar een onderzoeksthema worden uitgewerkt. Per thema zullen de resultaten in één of meer publicaties worden vastgelegd. Een nadere opdeling van de onderzoeksfasen is hieronder uitgewerkt. In hoofdstuk 5 wordt in meer detail ingegaan op de inhoud van het onderzoeksprogramma.

| <b>1e fase: opstellen meerjaren onderzoeksprogramma (maart-juni 2001)</b> |  |
|---|--|
| Maart/mei   | Eerste inventarisatie van onderzoeksideeën door gesprekken met relevante instituten (RPD, RIVM, DLG, RIZA). Tevens in kaart brengen van lopend onderzoek op dit gebied.  |
| mei/juni  | Onderzoeksideeën verwerken tot concept projectplan en voorleggen aan RPD.  |
| <b>2e fase: uitvoering onderzoeksprogramma (2001-2005)</b>                |  |
| 2001  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Inventarisatie van lopend onderzoek op het gebied van ruimtegebruikmodellering, uitmondend in een evaluatie van de bestaande modellen die relevant zijn voor de modellering van toekomstig ruimtegebruik.</li><li>• Schematische beschrijving van de gebruikte geografische basisgegevens en programmatuur in de Ruimtescanner.</li><li>• Opstarten kennisuitwisseling Ruimtescanner, o.a. uitbouwen internetsite.</li></ul> |
| 2002  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ontwikkelen indicator aantasting open ruimte</li><li>• Onderzoek economische waardering open ruimte</li></ul>  |
| 2003  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Onderzoek sturende rol infrastructuur bij vestiging wonen en bedrijven</li><li>• Studie naar regionale verschillen verstedelijking open ruimte</li></ul>   |
| 2004  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Gevoeligheidsanalyse gebruik reistijden in afstandskaarten</li><li>• Validatie Ruimtescanner door simulatie huidig grondgebruik op basis van grondgebruik in verleden en huidige modelaannamen</li></ul>   |
| 2005  | Onderzoek integreren tot een dissertatie   |

Tabel 6-1 Voorlopige planning van het onderzoeksprogramma



## 7 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 (in voorbereiding)
- Fujita, M. (1989), *Urban economic theory: land use and city size*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 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., R.J. van de Velde & J.A.M. Borsboom-van Beurden (ed. 2001), *Ruimtescanner: informatiesysteem voor de lange termijn verkenning van ruimtegebruik*, Nederlandse Geografische Studies, KNAG/VU, Utrecht/Amsterdam in voorbereiding
- Schotten, C.G.J., R.J. van de Velde & H.J. Scholten, W.T. Boersma, M. Hilferink, M.
- 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. Pedro & C.G.J. Schotten (2001), *A regional planning application of Euroscanner in Portugal*, in: Stillwell, J.C.H. & H.J. Scholten (eds.), *Land use simulation for Europe*, Kluwer Academic Publishers, Amsterdam (in voorbereiding).