

# Geografische informatiesystemen ondersteunen het onderzoek van het landelijk gebied

*dr.ir. A.K. Bregt*  
*ing. P.G. Lentjes*

DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)  
Postbus 125, 6700 AC Wageningen  
Telefoon: 08370-74200, telefax: 08370-24812  
E-mail: a.k.bregt@sc.agro.nl, p.g.lentjes@sc.agro.nl

## Referaat

**De laatste vijf jaar is het gebruik van geografische informatiesystemen bij het onderzoek van het landelijk gebied sterk toegenomen. Deze systemen stellen onderzoekers in staat om in kortere tijd complexere ruimtelijke analyses uit te voeren dan voorheen. Applicaties worden ontwikkeld die beleidmakers en uitvoerende instanties kunnen gebruiken om meer inzicht te krijgen in de toestand van en de processen in het landelijk gebied. Ontwikkelingen op het gebied van hard- en software, gegevensverzameling en integratie van gegevensbestanden zullen de toepassingsmogelijkheden van geografische informatiesystemen vergroten. Aandacht voor de beschikbaarheid van ruimtelijke gegevens en de kwaliteit van de GIS-producten blijft echter een belangrijk aandachtspunt.**

Trefwoorden: geografische informatiesystemen, landelijk gebied

## Inleiding

De inrichting en het gebruik van het landelijk gebied staat de laatste jaren sterk in de belangstelling. In diverse beleidsdocumenten zoals het Natuurbeleidsplan, Nota Landschap, Vierde Nota Ruimtelijke Ordening-Extra en het Structuurschema Groene Ruimte wordt intensief aandacht besteed aan de inrichting en mogelijke veranderingen van de inrichting van het landelijk gebied in Nederland. Op Europese schaal heeft het rapport van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid 'Grond voor Keuzen' (WRR, 1992) de discussie over een veranderende inrichting van het landelijk gebied sterk gestimuleerd.

Het DLO-Staring Centrum (SC-DLO) heeft als taak het uitvoeren van onderzoek naar bestemming, inrichting en beheer van het landelijk gebied. Hierbij speelt het verzamelen en analyseren van ruimtelijke gegevens een centrale rol. Het instituut verzamelt voor een deel zelf de ruimtelijke gegevens voor het uitvoeren van het onderzoek (onder andere bodemkundige gegevens). Daarnaast worden ook gegevens van diverse andere instanties betrokken. Voor het analyseren van ruimtelijke gegevens wordt intensief van (simulatie)modellen gebruik gemaakt om de huidige toestand te kunnen verklaren en om ontwikkelingen in de tijd te kunnen voorspellen. Daarbij worden vaak alternatieve scenario's voor de inrichting van het landelijk gebied opgesteld.

Geografische informatiesystemen (GIS) spelen bij dat onderzoek van SC-DLO een belangrijke rol. Ruimtelijke gegevens worden in deze systemen opgeslagen en vervolgens intensief gebruikt bij het analyseren van de situatie en processen en het presenteren van de resultaten.

In dit artikel behandelen we het gebruik van GIS bij het onderzoek van SC-DLO. Allereerst gaan we in op de GIS-infrastructuur, vervolgens bespreken we enkele GIS-toepassingen meer in detail, ten slotte bespreken we enkele nieuwe ontwikkelingen.

## Infrastructuur

Onder de infrastructuur van geografische informatiesystemen verstaan we de hard- en software, de databestanden en de organisatie bij SC-DLO. Deze aspecten worden hieronder nader beschreven.

## Hard- en software

Het belangrijkste pakket voor GIS-toepassingen is Arc/Info. Arc/Info is vectorgeoriënteerd, maar sinds kort zijn ook rastergeoriënteerde bewerkingen mogelijk. Arc/Info heeft een eigen database-managementsysteem voor opslag van de thematische informatie. Koppeling met andere database-managementsystemen is mogelijk. Binnen SC-DLO is Arc/Info gekoppeld aan Oracle, omdat daarin reeds veel gegevens zijn opgeslagen, zoals het Bodemkundig Informatiesysteem (BIS). Naast Arc/Info worden voor rasterbewater-

kingen ook nog MAP2, IDRISI, ILWIS en ERDAS gebruikt. Arc/Info kan op een tiental VAXstations en een centrale VAX met grafische en alfanumerieke terminals worden gebruikt. Tevens is er sinds kort een UNIX-workstation beschikbaar, met name voor de ontwikkeling van GIS-applicaties voor opdrachtgevers die Arc/Info op een UNIX-platform gebruiken. Voor remote sensing beeldverwerking wordt het pakket ERDAS gebruikt. Dit pakket is geïnstalleerd op een UNIX-workstation en op enkele PC's. Voor de integratie tussen GIS en remote sensing is Arc/Info eveneens beschikbaar op de ERDAS-PC, en sinds kort ook op het ERDAS-workstation. Voor invoer van ruimtelijke gegevens zijn enkele digitizers beschikbaar en voor uitvoer van kaarten worden penplotters en een elektrostatische kleurenplotter gebruikt.

### Gegevensbestanden

Een belangrijk onderdeel van een GIS zijn de gegevensbestanden. Binnen SC-DLO zijn verschillende landsdekkende gegevensbestanden aanwezig. De belangrijkste zijn de digitale bodemkaarten schaal 1 : 50 000 en 1 : 250 000 en het Bodemkundig Informatiesysteem (BIS) (Bregt & Van de Pouw, 1991), waarvan SC-DLO bronhouder is. Daarnaast heeft SC-DLO verschillende bestanden ontwikkeld in samenwerking met andere instanties zoals de Landschapsecologische Kartering Nederland (LKN) en de Landelijke databank voor het Grondgebruik van Nederland (LGN). Ook zijn er verschillende andere bestanden aangeschaft, zoals gemeentegrenzen, de topografische kaart 1 : 250000, de bos- en bodemstatistiek en een vereenvoudigd digitaal topografisch bestand (DIGTOP-LI). Verder heeft SC-DLO het bestand Verbliffsrecreatieve Voorzieningen van de voormalige Kamppeeraad overgenomen en is bezig met het bijwerken van dit bestand. Met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM), de Rijksgeologische Dienst (RGD) en met het Instituut voor Grondwater en Geo-energie (IGG-TNO) is SC-DLO een samenwerkingsverband aangegaan (SAG-II), waardoor deze instituten over elkaars gegevensbestanden kunnen beschikken. Behalve allerlei

landsdekkende bestanden zijn er ook diverse bestanden van kleinere gebieden beschikbaar, zoals landinrichtingsgebieden. Voor een overzicht van in Nederland aanwezige ruimtelijke bestanden wordt gebruik gemaakt van de NexpRI databank. Dit is een 'gouden gids' voor ruimtelijke gegevensbestanden, die elektronisch via SURFnet te raadplegen is.

### Organisatie

Op SC-DLO gebruiken veel onderzoekers Arc/Info (het meest gebruikte GIS-pakket binnen SC-DLO) als hulpmiddel bij het onderzoek. Omdat het onderzoek zeer divers van aard is, is het maar beperkt mogelijk om kant en klare applicaties voor intern gebruik te ontwikkelen. De onderzoekers gebruiken Arc/Info als een 'toolbox' bij hun onderzoek. Dit houdt in dat veel gebruikers een goede kennis van Arc/Info hebben. Bij advisering en ondersteuning van GIS-projecten speelt de Stafafdeling GIS en Informatica een belangrijke rol. Deze afdeling is ook verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van de binnen het instituut algemeen bruikbare ruimtelijke gegevensbestanden.

## **Toepassingen**

### Algemeen

GIS wordt al een aantal jaren in het onderzoek van SC-DLO toegepast. De complexiteit van de toepassingen verschilt vanuit het oogpunt van GIS sterk. Bij de simpele toepassingen wordt vaak maar één gegevensbestand gebruikt, bijvoorbeeld de digitale bodemkaart van Nederland (De Vries & Denneboom, 1992). Hierbij interpreteert een bodemkundige de bodemkaart om er vervolgens een afgeleide kaart van te maken. Dit gebeurt door voor elke bodemcode en/of grondwatertrap de geschiktheid of gevoeligheid voor een bepaalde maatregel te bepalen. De bodemcodes worden met de desbetreffende klasse voor geschiktheid of gevoeligheid in een tabel gezet, deze tabel wordt gekoppeld aan de bodemkaart en vervolgens vervaardigt computer de afgeleide kaart. Door uit te gaan van verschillende criteria kunnen verscheidene vertaaltabellen worden gemaakt en dus verschillende alternatieven worden gepresenteerd. Een voor-

beeld van zo'n toepassing is het bepalen van de geschiktheid van de bodem voor mestinjectie (Wopereis & Schuiling, 1990). Een andere toepassing waarbij alleen de bodemkaart gebruikt is, is het bepalen van de geschiktheid voor de verbouw van bepaalde gewassen (Van Soesbergen & Van Lanen, 1992).

De meeste toepassingen zijn echter vanuit GIS-oogpunt complexer. Hierbij worden verscheidene basisgegevens gebruikt. Zo is bijvoorbeeld de fosfaatverzadiging van mestoverschotgebieden (Reijerink & Breeuwsmma, 1992) en de nitraatbelasting van bossen bepaald (De Vries et al., 1992). Bij deze projecten zijn naast de bodemkaart ook bodemchemische informatie afkomstig uit BIS, grondgebruiksgegevens afkomstig uit LGN en bemestingsgegevens afkomstig uit de landbouwtelling van het CBS gebruikt. Voor landinrichtingsprojecten zijn gegevens over ligging van kavels en boerderijen gekoppeld aan gegevens uit de cultuurtechnische inventarisatie. Hierna zijn verschillende thematische kaarten vervaardigd, zoals de afstand van kavels naar de verharde weg, de (gewogen) afstand van kavels naar de boerderij en de ligging van kavels ten opzichte van bedrijfsgebouwen (Van Kleef & Linthorst, 1986).

Behalve de hierboven genoemde reeds afgeronde onderzoeksprojecten bespreken we hierna vier lopende projecten meer in detail, voor een nadere belichting van verschillende aspecten van geografische gegevensverwerking. Bij het LGN-project ligt het accent op het opbouwen van een gegevensbestand, bij BOPAK (= Bodemkundig Pakket) op het opvragen en presenteren van gegevens, bij WATRO (= Watersysteembenadering voor de ruimtelijke ordening) op het integreren en analyseren van veel verschillende gegevens en bij CGMS (= Oogstvoorspelling voor de Europese Gemeenschap) ligt het accent op de koppeling van GIS met simulatiemodellen.

### LGN

De landelijke databank voor het grondgebruik van Nederland (LGN) is reeds in 1991 gereed gekomen (Thunnis-

Figuur 1 - Detail van grondwatertrappenkaart met topografie als uitvoer van BOPAK



agro informatica 6(2) / april 1993

sen et al., 1992). De databank bestaat uit een raster van elementen van 25 bij 25 m, dat geheel Nederland bedekt. Voor ieder rasterelement is het grondgebruik bepaald, waarbij 15 klassen onderscheiden zijn, vooral voor landbouwkundig gebruik. Classificatie van remote sensing-beelden uit augustus 1986, in dit geval van de Amerikaanse LANDSAT-satelliet, heeft deze informatie opgeleverd. De gegevens van het grondgebruik zijn goed bruikbaar op nationale schaal en beperkt toepasbaar op regionale schaal (1 : 50 000). Voor toepassingen op lokale schaal is het bestand niet nauwkeurig genoeg.

Momenteel wordt gewerkt aan een herziene versie van de LGN-databank (Thunnissen et al., 1993). Niet alleen wordt van recentere satellietbeelden gebruikt gemaakt, maar ook de nauwkeurigheid van het bestand wordt verbeterd en informatie over functioneel grondgebruik wordt toegevoegd. Voor de provincie Noord-Brabant is dit reeds

gedaan. De verbetering is met name bereikt door:

- meer satellietopnamen in de tijd te gebruiken: een beeld uit het voorjaar en één uit de zomer. Verschillende grondgebruiksklassen die in het zomerbeeld moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn, zijn nu door informatie uit het voorjaarsbeeld goed te onderscheiden;
- gebruik van andere digitale ruimtelijke bestanden; in dit geval het Basisbestand Ruimtelijke Structuur (BARS) van de Rijks Planologische Dienst. Hierdoor is het bijvoorbeeld mogelijk om een onderscheid te maken tussen verschillende gebruiksvormen van gras: weiland, park en natuur. Een aantal extra klassen is aan de legenda toegevoegd;
- satellietbeelden visueel te interpreteren, waardoor opvallende onvolkomenheden interactief zijn gecorrigeerd.

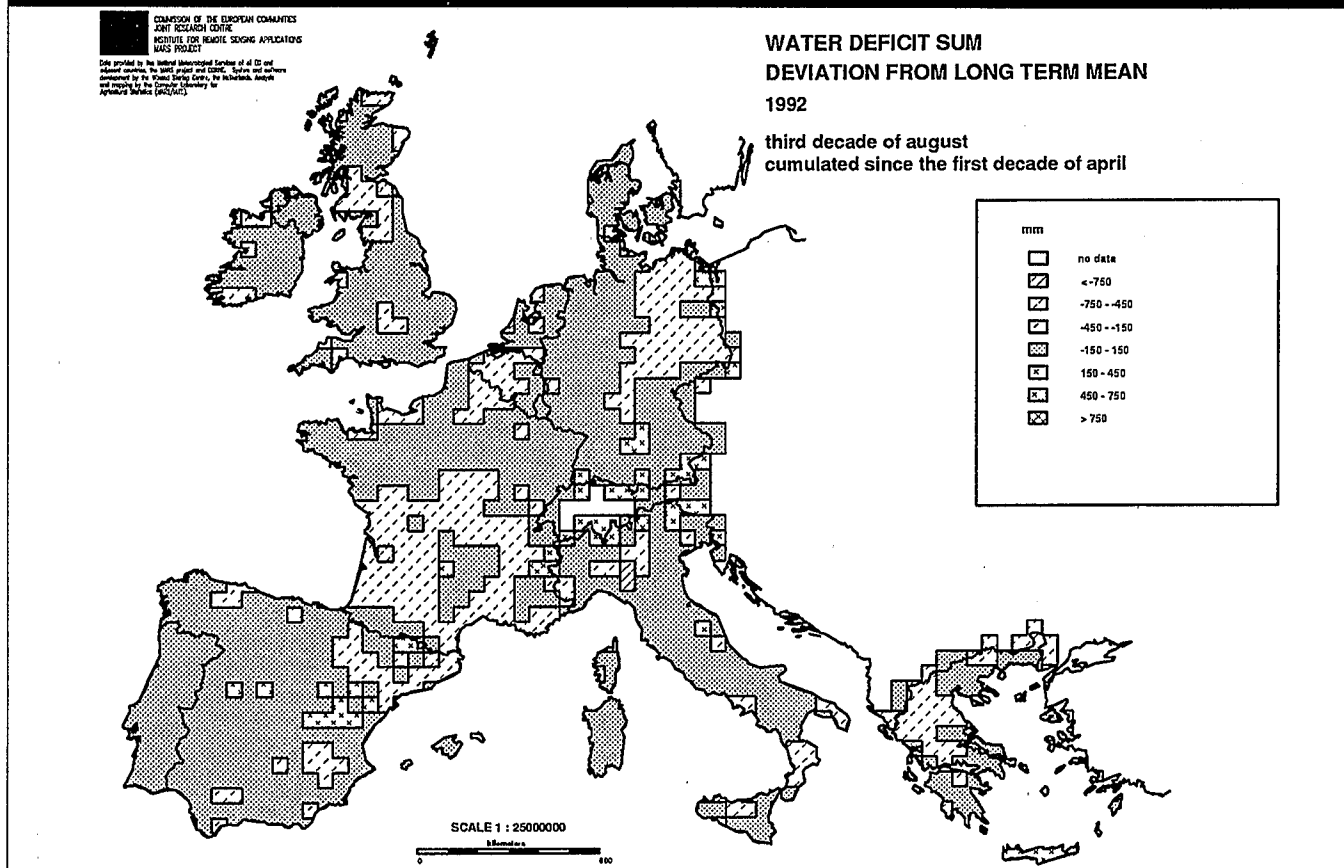
Dit project is een goed voorbeeld van integratie tussen GIS en remote sensing.

## BOPAK

BOPAK is een applicatie die ontwikkeld wordt in samenwerking met de Landinrichtingsdienst. In tegenstelling tot veel andere GIS-toepassingen binnen SC-DLO gaat het bij het BOPAK-project om het ontwikkelen van een 'op maat gesneden' applicatie voor het bewerken van bodemkundig-hydrologische gegevens van landinrichtingsgebieden. Kenmerkend voor BOPAK is de sterke integratie van Arc/Info en Oracle. In Arc/Info is de geometrische informatie van bodemkaarten en boorpunten en het minimum aan thematische informatie opgeslagen. De overige thematische informatie, zoals gegevens over de verschillende lagen van boringen, is in Oracle opgeslagen. Binnen BOPAK kunnen selecties worden gedefinieerd, waarna thematische kaarten worden gegenereerd, zoals een zanddieptekaart en een grondwatertrappenkaart (zie figuur 1). Om vlakkenkaarten te kunnen maken, wordt waar nodig een relatie gelegd tussen boorpunten en de vlakken waarbinnen die boorpunten liggen. Binnen de Arc/Info-versie (5.0.2) die momenteel op de VAX gebruikt wordt, is koppeling tussen

Figuur 2 - Overzicht van het verschil in watertekort in de zomer 1992 ten opzichte van het gemiddelde.

(Uitvoer van het Crop Growth Monitoring System)



Arc/Info en Oracle wel mogelijk, maar niet optimaal. Daarom is voor BOPAK een aparte interface ontwikkeld tussen deze twee pakketten, namelijk SQL.\*Info (Van Randen, 1991).

## WATRO

De Rijksplanologische dienst (RPD) heeft in de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening-Extra (VINEX) nieuw beleid ontwikkeld voor het landelijk gebied. In tegenstelling tot voorgaande nationale ruimtelijke-ordeningsnota's is de ontwikkeling van de verschillende ruimtegebruiksscenario's in sterke mate gebaseerd op de fysische structuur van Nederland en is getracht een koppeling te leggen met het water- en milieubeleid. De RPD heeft na het uitbrengen van de VINEX geconcludeerd dat onder andere aandacht nodig is voor de uitwerking van de gevolgen van het ruimtegebruik voor het watersysteem.

SC-DLO heeft in opdracht van de RPD een prototype-systeem (WATRO) ontwikkeld dat de beleidsvoorbereiding op dit gebied ondersteunt. Het systeem, ontwikkeld met Arc/Info, bevat ruimtelijke gege-

vensbestanden zoals het grondgebruik, bodemfysische en bodemchemische eenheden, grondwaterstanden, kwel/wegzijging en een indeling in beheerseenheden voor het oppervlaktewatersysteem. Daarnaast bevat het systeem vertaaltabellen, die geaggregeerde kennis bevatten over de wijze waarop basisgegevens te vertalen zijn in geschiktheid van een gebied voor bepaalde gebruiksfuncties en de milieu-effecten van bepaalde functies. Met het systeem is de gebruiker in staat om voor een bepaald gebied de basisgegevens te presenteren, de geschiktheid van het gebied voor functieverandering te bepalen (bijvoorbeeld omzetting van het grondgebruik van landbouw in natuur) en de milieu-effecten van een functieverandering te bepalen (bijvoorbeeld bestrijdingsmiddelengebruik in de bestaande situatie en na omzetting van het grondgebruik).

In het huidige systeem kan een geschiktheidsbepaling worden uitgevoerd voor de functies akkerbouw, bosbouw, grasland en natte natuur. Bepalingen van milieu-effecten voor het watersysteem zijn mogelijk voor de thema's verdroging, vermes-

ting, verzuring en emissierisico van bestrijdingsmiddelen.

## CGMS

De Europese Gemeenschap heeft voor het uitvoeren van haar beleid behoefte aan zo actueel mogelijke informatie over de te verwachten landbouwproductie in het lopende seizoen. SC-DLO ontwikkelt op dit moment, in opdracht van het Joint Research Centre (JRC) van de Europese Gemeenschap, een systeem dat deze oogstvoorspellingen voor het lopende landbouwseizoen uitvoert. Het systeem, crop growth monitoring system (CGMS) genoemd, is gebouwd op basis van gewasgroeimodellen en GIS-technologie. De kern van het systeem is het gewasgroeimodel WOFOST (Van Diepen et al., 1989), dat de opbrengst van landbouwgewassen op basis van de dagelijkse weersgegevens simuleert. Door deze gesimuleerde opbrengst te vergelijken met de langjarige gemiddelde opbrengst wordt een inzicht in de mogelijke opbrengst voor het lopende jaar verkregen. Variatie in opbrengsten over het grondgebied van de EG wordt verkregen door de invoer van het model ruim-

telijk te differentiëren. Hiervoor wordt GIS gebruikt. Het GIS genereert met de opgeslagen informatie over de bodem, klimaat, administratieve regio's en gewasparameters de invoer voor het gewasgroei-model voor gridcellen van 50 x 50 km.

Na voorspelling van de opbrengst verwerkt en presenteert het GIS de modeluitvoer. Figuur 2 toont een voorbeeld van uitvoer van het systeem.

## Ontwikkelingen

### Hard- en software

De laatste vijf jaar hebben geografische informatiesystemen een sterke groei doorgemaakt. Aan het begin van deze periode werd er nog lang en verhit gediscussieerd over de aanschaf van de meest geschikte hard- en software voor een organisatie. Op dit moment wordt hier veel minder aandacht aan geschonken. De functionaliteit van de verschillende GIS-pakketten is sterk naar elkaar toegegroeid en over het algemeen zijn er weinig problemen met de inzet van hardware. De GIS-markt op het gebied van de hard- en software is duidelijk volwassen geworden. De aandacht richt zich nu veel meer op de beschikbaarheid van ruimtelijke gegevens en de organisatorische aspecten van geografische informatiesystemen.

### Gegevensverzameling

Voor het goed kunnen inzetten van geografische informatiesystemen in een organisatie is de beschikbaarheid van digitale ruimtelijke gegevensbestanden een cruciale factor. In de praktijk blijken de kosten voor aanschaf of het zelf digitaliseren van gegevens een veelvoud te bedragen van de investeringen in hard- en software. De ontwikkelingen op dit vlak verlopen minder voorspoedig. Diverse organisaties in Nederland bouwen digitale ruimtelijke gegevensbestanden op. In meeste gevallen gaat het om omvangrijke projecten met aanzienlijke investeringen in menskracht. Alleen al in de opbouw en het onderhoud van het digitale bestand van de bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000, nog afgezien van het verzamelen van de gegevens, is bijvoorbeeld vanaf

de start in 1971 ruim 15 mensjaar geïnvesteerd.

De opbouw van gegevensbestanden voor een bepaald thema (bodem, grondwater, oppervlaktewater, bodemgebruik, topografie, infrastructuur) vindt veelal gescheiden plaats. Bij het koppelen van bestanden voor een bepaalde toepassing leidt dit tot allerlei problemen, zoals het niet passen van de geometrie en het niet exact overeenkomen van thematische beschrijvingen van dezelfde objecten in het veld. Een grote bijdrage aan de oplossing van dit probleem vormt de totstandkoming van het digitaal topografisch basisbestand schaal (1 : 10 000) van de Topografische Dienst Nederland (TDN). TDN is namelijk bezig met het digitaliseren van alle topografische kaarten 1 : 10 000. Dit product, het digitale topografische basisbestand (DTB) genoemd, zal in 1997 gereed zijn. Dit verschaft de mogelijkheid om allerlei ruimtelijke bestanden die binnen het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) opgebouwd gaan worden, te koppelen aan het DTB als ondergrond. Grenzen van ruimtelijke objecten die in het DTB reeds aanwezig zijn, worden dan uit dit bestand overgenomen, andere grenzen worden apart gedigitaliseerd. De ontbrekende informatie is onder andere van gescande luchtfoto's te digitaliseren. Het voordeel van het gebruik van een basisbestand is, dat koppeling van verschillende ruimtelijke bestanden eenvoudiger wordt, omdat ruimtelijke objecten dan geometrisch goed op elkaar aansluiten. Het Ministerie van LNV verkent momenteel de mogelijkheden en beperkingen van het gebruik van het DTB. Behalve aan technische en economische aspecten, zal bij de uiteindelijke besluitvorming over de aanschaf veel aandacht worden gegeven aan de aansluiting bij plannen en activiteiten van andere ministeries en instanties. Dit vraagt om een gezamenlijk optreden, bijvoorbeeld binnen de Raad voor Vastgoedinformatie (RAVI).

Ook in het kader van SAG-II wordt er naar gestreefd om databestanden van verschillende instanties beter op elkaar af te stemmen en de verstrekking onderling en naar derden te optimaliseren. Dit blijkt in de

praktijk echter geen eenvoudige zaak te zijn.

Verder zijn er een aantal technische ontwikkelingen gaande die een nieuwe impuls geven aan het verzamelen van ruimtelijke gegevens. Met Global Positioning Systems (GPS) bijvoorbeeld kan een exacte plaatsbepaling in het veld worden gedaan. Hierdoor is het mogelijk om de geometrie van objecten direct in het veld digitaal vast te leggen. Ook de mogelijkheid om vanaf gescande luchtfoto's te digitaliseren biedt interessante mogelijkheden voor het verkrijgen van digitale ruimtelijke informatie van het landelijk gebied (Van Bleek & Lentjes, 1992).

### Analyses

De GIS-toepassingen in Nederland divergeren in zijn algemeenheid sterk (Scholten, 1990). Bij de toepassingen in het landelijk gebied is deze divergentie ook waar te nemen en betreft zowel de ruimtelijke schaal waarop geografische informatiesystemen wordt gebruikt als de inhoudelijke vraagstukken waarbij deze systemen worden ingezet. Tot nu toe beperkt het gebruik zich voornamelijk tot regionale (provincie en landinrichtingsgebied) en landelijke toepassingen. De toepassingen op bedrijfsniveau bleven echter beperkt. Zoals uit een artikel elders in dit nummer blijkt zijn voor gebruik van geografische informatiesystemen op het boerenbedrijf zeker mogelijkheden (Graumans, Schoorlemmer & Nijboer, 1993) en hoewel aan het gebruik op dit moment nog operationele bezwaren kleven zal het geen jaren meer duren voordat een zogenaamd boeren-GIS realiteit is.

De inzet van geografische informatiesystemen bij het beantwoorden van vragen op het vlak van de bestemming, inrichting en beheer van het landelijk gebied zal verder toenemen. Voor een belangrijk deel zullen dit vanuit GIS-oogpunt relatief eenvoudige bewerkingen zijn, zoals het selecteren, combineren en het presenteren van resultaten. Daarnaast zal het aandeel complexe GIS-toepassingen toenemen. Dit hangt samen met een toename van een meer geïntegreerde onderzoeksbenadering van het landelijk gebied. De koppeling van geo-

grafische informatiesystemen met simulatiemodellen en met kennisystemen is in dit verband van belang. Naarmate de complexiteit van de bewerkingen toeneemt, wordt het des te belangrijker om de kwaliteit van het totaal en de onderdelen te bewaken. Op het gebied van de kwaliteit van de GIS-analyses en koppeling met simulatiemodellen en kennisystemen is op methodologisch gebied, echter nog het nodige onderzoek te verrichten.

### Presentatie

De papieren kaart is op dit moment het meest gebruikte medium voor het presenteren van GIS-uitvoer. Het aanbieden van resultaten van een GIS-analyse met een presentatie pakket op de computer zal toenemen. Vooral bij projecten waarbij een grote verscheidenheid aan resultaten wordt gegenereerd (diverse scenario's) is presentatie in de vorm van een "elektronische atlas" aantrekkelijk. De gebruiker kan met behulp van de computer door de resultaten bladeren en nog eenvoudige bewerkingen op de resultaten uitvoeren. Een produkt als ArcView kan hiervoor onder andere gebruikt worden. Daarnaast zal het gebruik van animaties voor het weergeven van ontwikkelingen in de tijd toenemen. Dit speelt vooral een rol bij die projecten waarbij GIS en simulatiemodellen gezamenlijk gebruikt worden.

### Literatuur

- BLEEK, B.J. VAN & P.G. LENTJES, 1992  
Verkrijgen van digitale ruimtelijke informatie uit luchtfoto's.  
Rapport 228, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- BREGT, A.K. & B.J.A. VAN DER POUW, 1991  
Bodemkundige informatie van het Staring Centrum.  
In: Geo-informatie in Nederland, CHO-TNO Delft, pp. 71-82.
- DIEPEN, C.A. VAN, J. WOLF, H. VAN KEULEN & C. RAPPORT, 1989  
WOFOST: a simulation model for crop production.  
Soil Use and Management 5: 16-24.
- GRAUMANS, C.A.M., H. SCHOORLEMMER & R. NIJBOER, 1993  
Mogelijkheden van een geografisch informatiesysteem op het akkerbouwbedrijf.  
Agro-Informatica (6) 2 (dit nummer)
- KLEEF, H.A. VAN & TH.J. LINTHORST, 1986  
Geographic information for land-use management.  
Netherlands Journal of Agricultural Science 34: 329-338.
- RANDEN, IJ. VAN, 1991  
SQL\*Info: a tool for data transfer between ORACLE and INFO.  
In: Proceedings of the European ARC/INFO User Conference 1991.  
Logisterion, Rotterdam.
- REIJERINK, J.G.A. & A. BREEUWSMA, 1992  
Ruimtelijk beeld van de fosfaatverzadiging in mestoverschotgebieden.  
Rapport 222, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- SCHOLTEN, H.J., 1990  
Toepassing van geografische informatiesystemen in Nederland.  
Kartografisch Tijdschrift XVI (4): 27-36.
- SOESBERGEN, G. VAN & H. VAN LANEN, 1992  
De geschiktheid van de bodem van Nederland voor de teelt van *Cannabis sativa* (hennep) en *Miscanthus sinensis* 'Giganteus' (Olifantsgras).  
Rapport 236, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- THUNNISSEN, H.A.M., P.J. VAN DEN BOOGAARD & H.P.T. ULLENBROECK, 1993  
Operational land cover classification in the Netherlands using satellite images and other geographical information.  
In: Proceedings of the International Symposium 'Operationalization of Remote Sensing'. ITC, Enschede.
- THUNNISSEN, H.A.M., R. OLTJHOF, P. GETZ & L. VELS, 1992  
Grondgebruiksdata van Nederland vervaardigd met behulp van Landsat Thematic Mapper opnamen.  
Rapport 168, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- VRIES, F. DE & J. DENNEBOOM, 1992  
De bodemkaart van Nederland digitaal.  
Technisch Document 1, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- VRIES, W. DE, M. POSCH, G.J. REINDS & J. KÄMÄRI, 1992  
Critical loads and their exceedance on forest soils in Europe.  
Report 58, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- WOPEREIS, F.A. & R. SCHUILING, 1990  
Mestinjectiemogelijkheden op grasland in Nederland.  
Rapport 81, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- WRR, 1992  
Grond voor keuzen. Vier perspectieven voor de landelijke gebieden in de Europese Gemeenschap.  
Rapport 42, Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, 's-Gravenhage.