

# **De evaluatie van landschap in ruimtegebruiksimulatie**

Eric Koomen

Vrije Universiteit, Amsterdam, 2008

## COLOFON

### TITEL

De evaluatie van landschap in ruimtegebruiksimulatie  
*SPINlab Research Memorandum SL-08*

### AUTEUR

Eric Koomen, Spatial Information Laboratory (SPINlab), VU Amsterdam en Geodan Next.

### CONTACT

Vrije Universiteit Amsterdam  
Faculteit der Economische Wetenschappen en Bedrijfskunde  
Afdeling Ruimtelijke Economie/ Spatial Information Laboratory (SPINlab)  
De Boelelaan 1105  
1081 HV Amsterdam  
Nederland  
Telefoon: +31 20 5986095  
Email: [ekoomen@feweb.vu.nl](mailto:ekoomen@feweb.vu.nl)  
Website: <http://www.feweb.vu.nl/gis>

Omslag ontwerp: Irene Pleizier, SPINlab

Deze studie is gedeeltelijk gefinancierd door het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP, [www.mnp.nl](http://www.mnp.nl)) in het project Evaluatie landschap in ruimtegebruikmodellen en het BSIK programma Ruimte voor Klimaat LANDS-IC3. Voor meer informatie over dit programma zie [www.spinlab.vu.nl/LANDS](http://www.spinlab.vu.nl/LANDS).



## Inhoud

1	Inleiding .....	5
2	Conceptualiseren van het begrip landschap .....	7
2.1	Natuur of landschap? .....	7
2.2	Waardering van landschap .....	8
2.3	Bescherming landschap .....	8
3	Landschap in ruimtelijke modellen .....	11
3.1	Integrale landschapsbeschrijvingen .....	11
3.2	Aantasting landschap .....	12
3.3	Discussie .....	16
4	Koppelen ruimtegebruiksimulatie aan <i>KELK</i> .....	17
4.1	Reeds bestaande koppelingen ruimtegebruiksimulaties aan <i>KELK</i> .....	17
4.2	Afstemmen typologie RuimteScanner en <i>KELK</i> .....	19
4.3	Voorstel aansluiting RuimteScanner aan <i>KELK</i> .....	21
	Referenties .....	26
	Verder lezen .....	28
	SPINlab Research Memoranda .....	30
	Andere relevante LUMOS-achtergrondrapporten .....	30



## 1 Inleiding

Het Milieu- en Natuurplanbureau van het RIVM heeft voor haar studies over de toekomst van milieu en natuur in Nederland, evenals voor het toetsen van ruimtelijke plannen en nota's behoefte aan simulaties van toekomstig grondgebruik. Op basis van gesimuleerde ruimtegebruikpatronen en diverse evaluatiematen worden de mogelijke effecten op natuur en milieu geschat. Een uitgebreid overzicht van beschikbare evaluatiematen is opgenomen in SPINlab research memorandum SL-07.

Een aspect dat bij het evalueren van ruimtegebruikverandering tot nu toe onderbelicht is gebleven is het landschap. Dit is voornamelijk een gevolg van het feit dat dit aspect niet direct aan ruimtegebruik gekoppeld is. Landschap is hiervan in feite een afgeleide. Verschillende typen grondgebruik kunnen samen een landschapstype vormen. Zo bestaan veel typische Nederlandse landschappen uit een mengeling van landbouwgebruik, bebouwing, water en natuur. Deze studie onderzoekt daarom allereerst hoe het begrip landschap te *conceptualiseren* is. Vervolgens wordt beschreven hoe landschap te *operationaliseren* is in ruimtelijke modellen. Als laatste wordt aangegeven hoe *effectbepaling* in relatie tot de *RuimteScanner* kan plaatsvinden.

Het *conceptualiseren* van het begrip landschap is uitgevoerd door een literatuurstudie te doen naar verschillende geografische definities van landschap. Daarbij is kort aandacht besteed aan de verschillen en overeenkomsten tussen natuur en landschap, de verschillende waarderingen die aan landschap worden toegekend en de mate waarin landschap in Nederland beschermd wordt. Dit wordt in Hoofdstuk 2 beschreven.

Voor het *operationaliseren* van het begrip landschap (Hoofdstuk 3) is vervolgens gekeken welke studies al verricht zijn naar het in kaart brengen van deelaspecten van het landschap en hoe op basis daarvan tot integrale landschapsbeschrijvingen wordt gekomen. Daarnaast is een groot aantal voorbeeldprojecten onderzocht waarin de aantasting van landschap door uiteenlopende ruimtelijke ontwikkelingen is beschouwd.

In Hoofdstuk 4 wordt tenslotte aangegeven hoe *effectbepaling* in relatie tot *RuimteScanner*-output kan worden uitgevoerd. Hiertoe worden de eerste ervaringen met het gebruik van ruimtegebruiksimulatie-resultaten binnen een bestaand model voor de evaluatie voor landschapskwaliteit (*KELK*) beschreven. Op basis hiervan worden aanbevelingen gedaan voor de koppeling van *RuimteScanner* resultaten aan het model *KELK*.

Onderdelen van deze rapportage zijn voorgelegd aan Wiedeke Boersma (MNP), Janneke Roos-Klein Lankhorst (Alterra) en Nancy Omtzigt (VU-IvM). Met dank aan hun commentaar zijn de tekst en aanbevelingen nader aangescherpt. Omdat zowel de *RuimteScanner* als het model *KELK* in ontwikkeling zijn en bovendien per toepassing verschillend gebruikt worden, moeten de aanbevelingen uit dit rapport vooral als een eerste aanwijzing voor vervolgstappen worden gezien.



## 2 Conceptualiseren van het begrip landschap

In een van de eerste definities van landschap stelt Alexander von Humboldt (1807): “Landschaft ist das Totalcharakter einer Erdgegend”. Belangrijke aspecten bij het beschrijven van het “volledige karakter” van landschap zijn onder meer: fysieke bodemgesteldheid, ontginningsgeschiedenis, nederzettingenpatronen, open- of geslotenheid, vegetatie en natuurwaarden. Afhankelijk van het belang dat aan elk van deze componenten gegeven wordt kan het landschap op verschillende manieren geclassificeerd worden.

Voor het Nederlandse landschap geldt in het bijzonder dat het een weerspiegeling is van de eeuwenlange menselijke bewerking van de fysieke ondergrond. De belangrijkste, eerste landschapsclassificaties van Nederland legden dan ook de nadruk op nederzettingenpatronen in relatie tot hun natuurlijke ondergrond (Keuning, 1946) en op de ontginningsgeschiedenis (Bijhouwer, 1971). Een constant element in de meeste beschrijvingen is de natuurlijke ondergrond die in enkele grote (fysisch-geografische) gebieden wordt beschreven, zie Figuur 1.



Figuur 1 Hoofddeling fysisch geografische landschappen, bron: Alterra.

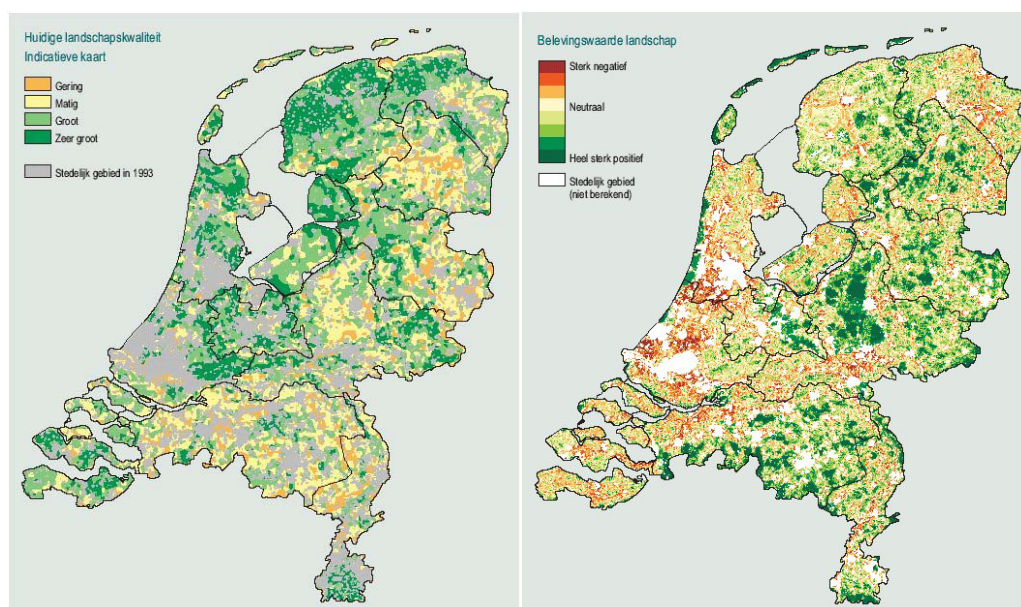
### 2.1 Natuur of landschap?

Natuur en landschap worden vaak in één adem genoemd. Zo handelt de belangrijkste nota over natuurbeleid expliciet over “natuur, bos en landschap in de 21<sup>e</sup> eeuw” (LNV, 2000). Landschap wordt hierin opgevat als een coproductie tussen mens en natuur. Aangezien natuur in Nederland ook bijna overal door de mens geholpen wordt is het onderscheid tussen natuur en landschap niet heel scherp te maken. Zo zijn bijvoorbeeld de natuurrijke heide- en veenweidegebieden tot stand gekomen door intensief menselijk ingrijpen. Beiden zijn zowel te beschouwen als belangrijk natuurgebied en als waardevol landschap. Afhankelijk van achtergrond en belangstelling wordt de ontwikkeling van natuur of landschap door verschillende opinieleiders verschillend beschouwd. De directeur-generaal Natuurbeheer van LNV André van de Zande stelt bijvoorbeeld: “met natuur gaat het relatief goed, met het

cultuurlandschap gaat het nu eenmaal veel slechter”(Hemel, 2003; p. 16). Terwijl hoogleraar natuurbeschermingsrecht Van Wijmen (2001) in zijn reactie op de Vijfde Nota tot zijn teleurstelling schreef: “De hele nota is wat haar (schaarse) aandacht voor natuur en landschap betreft geconcipeerd vanuit landschap”. In deze studie wordt echter niet ingegaan op dit onderscheid, maar wordt het landschap in de brede zin des woord beschouwd: het waarneembare deel van het aardoppervlak dat wordt gekenmerkt door de combinatie van fysieke ondergrond, menselijk ingrijpen en resulterende biotische kenmerken. Het gaat hier zowel om (semi-)natuurlijke als agrarische landschappen. Alleen het stedelijk gebied laten we buiten beschouwing.

## 2.2 Waardering van landschap

Zoals gezegd is landschap een veelomvattend begrip waarin onder meer fysisch geografische, cultuurhistorische, ecologische en esthetische waarden samenkomen. De waardering van het landschap verschilt dan ook per invalshoek. Vanuit de ontstaansgeschiedenis worden bijvoorbeeld heel andere gebieden als waardevol aangemerkt dan door de meeste burgers als aantrekkelijk worden beleefd. Omgekeerd zijn deze voor de burgers aantrekkelijke gebieden (bijvoorbeeld de Veluwe) niet altijd interessant vanuit cultuurhistorisch of aardkundig oogpunt, zie onder meer de Tweede Nationale Natuurverkenning (MNP, 2002). Figuur 2 vergelijkt deze verschillende blikken op het landschap. Om een zo breed mogelijk beeld te geven van de transformatie van landschapswaarden zal dus aan uiteenlopende invalshoeken aandacht besteed moeten worden. Een veelgehandeerde driedeling hiervoor is geïntroduceerd in de Nota Landschap (LNV, 1992). Landschappelijke kwaliteit wordt in deze nota gerelateerd aan esthetische, ecologische en economische waarden.



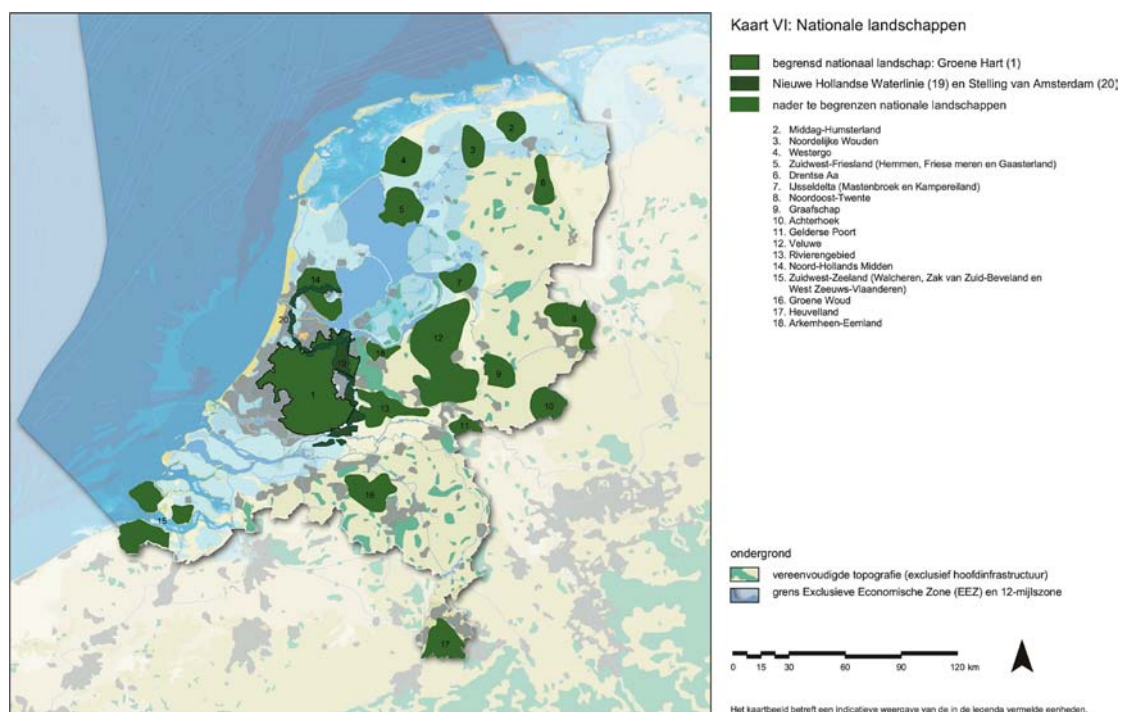
Figuur 2 Het landschap gewaardeerd naar kenmerkendheid voor de ontstaansgeschiedenis (landschapswaarde, links) en belevingswaarde (rechts). Overgenomen uit de Tweede Nationale Natuurverkenning (MNP, 2002).

## 2.3 Bescherming landschap

De bescherming van natuur- en landschapsgebieden was de laatste jaren onderwerp van uitgebreide discussie. In de gesneuvelde Vijfde Nota over de Ruimtelijke



Ordering (VROM, 2001) waren enkele specifieke beleidscategorieën opgenomen waarin landschappelijk waarden centraal stonden: regioparken, provinciale en nationale landschappen. In de nieuwe Nota Ruimte (VROM et al., 2004) wordt deze veelheid aan categorieën en gebieden teruggebracht tot 20 Nationale landschappen, zie Figuur 3. Ruimtelijke ontwikkelingen in deze gebieden zijn mogelijk mits de kernkwaliteiten van het landschap behouden of versterkt worden. Binnen nationale landschappen is ruimte voor ten hoogste de eigen bevolkingsgroei en voor regionale en lokale bedrijvigheid. Enkele andere bijzondere, waardevolle gebieden (Schokland, Beemster) zijn opgenomen op de lijst van werelderfgoederen van de UNESCO. De rijksoverheid heeft de verplichting deze gebieden te beschermen. In overleg met de betrokken overheden zal vastgelegd worden hoe de instandhouding van het erfgoed zal worden gewaarborgd. Bij het bepalen van de effecten toekomstige ruimtegebruikpatronen op de kwaliteit van landschap is het veelal gewenst ook de door het beleid aangewezen beschermde gebieden te beschouwen. Bijvoorbeeld om de effectiviteit van het voorgestelde beleid te toetsen.



Figuur 3 Nationale Landschappen in de Nota Ruimte (VROM et al., 2004).



### 3 Landschap in ruimtelijke modellen

Sinds het verschijnen van de nota Landschap (LNV, 1992) is er vooral door Alterra veel werk verricht in het operationaliseren van het begrip Landschap. In een serie opeenvolgende studierapporten hebben zij het begrip landschapskwaliteit gedefinieerd en geoperationaliseerd<sup>1</sup>. Belangrijke elementen daarin zijn: de maat van het landschap<sup>2</sup>, kenmerkendheid<sup>3</sup> en beleving<sup>4</sup>. Deelaspecten van het landschap zijn opgenomen in afzonderlijke methoden voor onder meer: cultuurhistorie, aardkundige waarden en recreatieve opvangcapaciteit (respectievelijk de Zeeuw & Ligtdag, 1999, Koomen & van Beusekom, 1999, de Vries et al., 2004). Veel van de genoemde methoden zijn geoperationaliseerd in geografische informatiesystemen waarmee locatiespecifieke beoordelingen van deze aspecten kunnen worden gemaakt.

Op basis van voornoemde en andere elementen zijn integrale systemen ontwikkeld waarmee de waarde van de verschillende elementen van het landschap en het effect van ruimtelijke ingrepen hierop kan worden beschreven. Enkele daarvan worden hieronder beschreven.

#### 3.1 Integrale landschapsbeschrijvingen

Een voorbeeld van een integraal systeem dat de waarde van het landschap beschrijft is opgenomen in het Monitoring Kwaliteit Groene Ruimte (MKGR) systeem (Hoogeveen et al., 2000). De beleving van de groene ruimte wordt hierin bepaald door de indicatoren 'landschapsidentiteit' en 'waardering door de bevolking'. De eerste indicator landschapsidentiteit weerspiegelt de blik van de landschapsdeskundige en is opgebouwd uit vier elementen: aardkundige en cultuurhistorische elementen en patronen, schaalkenmerken en grondgebruik. De tweede indicator 'waardering door de bevolking' drukt de waarde uit die door recreanten en inwoners aan het gebied wordt gegeven op basis van: aantal vakanties, aantal dagtochten en woningwaarde. Op basis van objectieve, kwantitatieve gegevens wordt zo voor heel Nederland een totaalbeeld van de waardering landschap gegeven volgens twee verschillende perspectieven.

Het Kennismodel Effecten LandschapsKwaliteit (*KELK*) kent een vergelijkbare opzet en biedt de mogelijkheid de effecten van toekomstige ruimtelijke ingrepen en veranderend ruimtegebruik op het landschap te beoordelen (zie Farjon et al., 2004; Roos-Klein Lankhorst et al., 2004a en 2004b). De kwaliteit van het landschap wordt hier beschreven vanuit drie invalshoeken die elk op basis van een set indicatoren worden bepaald:

- historische herkenbaarheid (aardkundig en cultuurhistorisch) en schaalkenmerken;
- belevingswaarde (gebaseerd op natuurlijkheid, de aanwezigheid van reliëf, historische monumenten en water, horizonvervuiling, stedelijkheid en geluidsbelasting);
- recreatieve opvangcapaciteit (voor wandelen en fietsen, beschikbaarheid van recreatief geschikt gebied nabij woonbuurten).

---

<sup>1</sup>zie bijvoorbeeld van Zoest (1994).

<sup>2</sup>kleinschalige versus grootschalige landschappen, zie Alphen et al. (1995).

<sup>3</sup>Salden (1997).

<sup>4</sup>Coeterier (1997); Roos-Klein Lankhorst et al. (2002).

De effecten van veranderingen in het landschap worden per indicator bepaald, veelal door gebruik te maken van kwalitatieve kennisregels die zijn opgesteld door deskundigen op grond van literatuur, empirisch onderzoek en ervaring. Zo wordt voor de indicator aardkundige kenmerkendheid het veranderende grondgebruik met een eerste kennismatrix vertaald in de noodzakelijke maatregelen om de verandering te realiseren. Vervolgens wordt in een tweede tabel het landschappelijke effect van de maatregel in de betreffende terreinvorm beschreven in algemene termen (positief, neutraal of negatief). Dit effect wordt uitgedrukt in een getal (+1, 0 of -1) en vermenigvuldigd met een waardering van de kenmerkendheid van de betreffende terreinvormen die in weer een andere tabel is vastgelegd. Voor andere onderdelen (bijvoorbeeld schaalkenmerken, stedelijkheid) wordt gebruik gemaakt van kaarten die de toekomstige situatie vergelijken met de huidige situatie. Deze kaarten zijn gebaseerd op simulaties van ruimtegebruik, veelal vertaald naar een facet als toename bebouwing of areaal natuur. De veranderingen in de recreatieve opvangcapaciteit worden afgeleid uit veranderend (natuurlijk en agrarisch) ruimtegebruik in relatie tot verwachte inwonerdichtheden. Voor enkele thema's ontbreken gegevens over de verwachte veranderingen omdat deze verwaarloosbaar (reliëf) of niet beschikbaar (horizonvervuiling) zijn. Voor het bepalen van de toekomstige geluidsbelasting wordt gebruik gemaakt van aparte modelresultaten als die beschikbaar zijn. Uiteindelijk kunnen de effecten voor elk van de drie hoofdaspecten worden samengenomen en gepresenteerd. Het basis schaalniveau hierbij is een grid van 250x250 meter. Het model waagt zich niet aan het combineren van de effecten tot een integraal oordeel over landschapskwaliteit, maar beoogt juist de effecten op de drie hoofdaspecten en onderliggende indicatoren in beeld te brengen. De resultaten zijn indicatief en in sterke mate afhankelijk van onzekerheid ten aanzien van toekomstige ontwikkelingen, het vaak geringe detailniveau waarin deze zijn uitgewerkt en de vele aannamen die in het model worden gedaan.

Een nog uitgebreidere beschrijving van het landschap is te vinden in het meetnet landschap van het expertisecentrum LNV (2004, zie [www.meetnetlandschap.nl](http://www.meetnetlandschap.nl)). Dit systeem bevat negen meetdoelen die de kwaliteit van het landschap en veranderingen daarin helpen volgen. Onderdelen hierin zijn; beleving, cultuurhistorie, landschappelijke schouw, aardkunde, schaalkenmerken, ecologie, duurzaam ruimtegebruik, verstedelijking en vernieuwing. Overigens zijn nog niet al deze meetdoelen operationeel.

### **3.2 Aantasting landschap**

In diverse studies is reeds aandacht besteed aan de aantasting van landschappelijke waarden als gevolg van geplande of gesimuleerde ruimtelijke ontwikkelingen. Veel van deze studies zijn uitgevoerd door Alterra en grijpen terug op een of meer elementen uit de hiervoor genoemde landschapsbeschrijvingen. Enkele voorbeelden van dergelijke studies volgen hieronder (zie ook Tabel 1). De behandelde selectie is verre van compleet, maar bevat een brede dwarsdoorsnee aan studies met verschillende toepassingen en schaalniveaus van de afgelopen 17 jaar. De nadruk ligt hierbij op recente rapportages waarin landschappelijke effecten van ruimtelijk beleid centraal staan.

*De nivellering van het landschap* (Zevenbergen & Scholten, 1987); een studie gericht op de schaal van het landschap (openheid). Deze studie let enerzijds op toenemende openheid in kleinschalige landschappen als gevolg van het verloren gaan van kleine

landschappen, anderzijds op het verloren gaan van openheid in grootschalige gebieden door toenemende bebouwing.

*Toekomstige Nederlandse Lucht Infrastructuur effecten op natuur en landschap* (Dijkstra et al., 1998); gericht op aardkundige waarden en openheid in relatie tot verhouding rood/groen. Het eerste effect wordt bepaald op basis van grondgebruikverandering (toename bebouwing en infrastructuur en natuurontwikkeling in 1x1 km gridcellen) in relatie tot lokale aardkundige waarden. Ook voor het tweede effect wordt uitgegaan van de verwachte verandering in grondgebruik, nu gerelateerd aan de percentages opgaande elementen (stedelijk en natuurlijk) en bebouwing. Openheid wordt aan de verhouding rood/groen gerelateerd omdat gesloten gebieden zowel dicht bebouwd als dicht bebost kunnen zijn.

*Effecten van nieuwe infrastructuur op aardkundige waarden* (Leeters & Wolfert, 1999); dit onderzoek richt zich op aardkundige waarden en maakt onderscheid in directe (ruimtebeslag) en indirecte vernietiging (doorsnijding) van geomorfologische landschapselementen door lijnvormige infrastructuur.

*Effecten van ongewijzigd ruimtelijk beleid op natuur, landschap en recreatie* (Broekmeyer et al., 2000); deze achtergrondstudie bij de toets op de Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening richtte zich op de afzonderlijke variabelen: aardkundige waarden, historische geografie en zeer open gebieden en het op basis hiervan geaggregeerde beeld van totale landschapskwaliteit. De effecten werden bepaald op basis van met *RuimteScanner* gesimuleerde toename woonbebouwing (2020-1995) in 500x500 meter gridcellen.

*Toets van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening op ecologische effecten* (MNP, 2001); in deze evaluatie van het in de vijfde nota voorgestelde landschapsbeleid is de verstedelijkingsdruk (toename bebouwing op basis van *RuimteScanner* simulaties) gecombineerd met landschapskwaliteit. De waarde van het landschap is gebaseerd op de criteria die in de Vijfde Nota voor ruimtelijke kwaliteit worden gehanteerd en bevat: zeer open en kleinschalige landschappen, archeologie, ontginningsgeschiedenis, historische gebouwen, aardkundige waarden. Deze analyse geeft aan waar hoge verstedelijkingsdruk samengaat met hoge landschapskwaliteit.

*Milieu- en natuureffecten Nota Ruimte* (MNP, 2004); in deze studie is voor wat betreft landschapsbehoud vooral gekeken naar de toenemende bebouwing in de periode 1990-2000 in relatie tot verschillende groene beleidscategorieën. Meer specifiek is in deze periode gekeken naar de aantasting van zeer open gebieden in de deltametropool door de uitbreiding van woon- en werkgebieden. Ook wordt verwezen naar het verloren gaan van het areaal zeer kenmerkende aardkundige of cultuurhistorische landschapselementen.

*Effecten van ruimtegebruiksveranderingen op landschapskwaliteit* (Farjon et al., 2004); een eerste toepassing van de landschapsmodule van het kennismodel *KELK*. Dit model maakt gebruik van diverse geografische basisbestanden met: kenmerkende (aardkundige) terreinvormen (Maas en Wolfert, 1997), historische herkenbaarheid (*HISTLAND*) en schaaluiters (zeer open en kleinschalige landschappen) gebaseerd op huidige beplanting en bebouwing (250 meter grids op basis van *Top10 VECTOR*). Op basis van diverse kennismatrices worden door de

*LeefOmgevingsVerkenner* gesimuleerde veranderingen in ruimtegebruik vertaald in effecten, die vervolgens ook gewaardeerd worden. Deze toepassing is gedaan voor de Tweede Nationale Natuurverkenning (MNP, 2002) en wordt nader beschouwd in Hoofdstuk 4 van dit rapport.

*Modellen voor de graadmeters landschap, beleving en recreatie* (Roos-Klein Lankhorst et al., 2004b); beschrijft wederom het kennismodel *KELK*. De werking wordt geschetst aan de hand van een scenario uit de bovenstaande studie. Nieuw in dit rapport is de bepaling van het effect van ruimtegebruikverandering op belevingswaarde (op basis van gesimuleerde stedelijkheid en natuurlijkheid, eventueel aangevuld met veronderstelde toekomstige geluidsbelasting) en recreatieve capaciteit (op basis van gesimuleerd grondgebruik en verwachte inwonersdichtheid). Het rapport beschrijft verder in detail de vernieuwde (2000-2004) bepaling van de schaal en beleving van het landschap op basis van gedetailleerde (Top10 en LGN4) bestanden.

*Verstedelijking en landschap 1989-2030* (Roos-Klein Lankhorst et al., 2004c); richt zich op de effecten van verstedelijking (dus geen andere veranderingen in ander ruimtegebruik) op de aspecten schaalkenmerken en belevingswaarde. Voor deze studie is ook gebruik gemaakt van het model *KELK* en het hieraan gekoppelde model *BelevingsGIS*. Het effect van verstedelijking is berekend op basis van de toename in geconcentreerde bebouwing over de periode 1989-2000 zoals afgeleid uit de CBS-bodemstatistiek gegevens. Na veldcontrole van de berekende effecten wordt voorgesteld de open ruimte scherper te begrenzen en het effect van vooral geluid op de belevingswaarde te verkleinen. De studie besteedt verder beknopt aandacht aan het in beeld brengen van de mogelijke effecten van toekomstige verstedelijking. Hierbij wordt verwezen naar de beeldsimulaties (foto's) die gebruikt zijn in de *Natuurbalans 2004* en ruimtegebruiksimulaties die met de *LeefOmgevingsVerkenner* zijn gemaakt voor de *Nota Ruimte*. In het laatste geval is de kans op verstedelijking uitgewerkt in drie scenario's en is het effect op de openheid van het landschap bepaald.

Tabel 1 Overzicht van diverse studies naar aantasting landschappelijke waarden.

Studie	Landschapsaspecten	Effectbepaling	Tijdsdimensie	Ruimtelijke resolutie
Zevenbergen & Scholten (1987)	Schaal landschap	Afname kleine landschapselementen Toename bebouwing	1850, 1930, 1960, 1985	2x2 km grid steekproef
Dijkstra et al. (1998)	Aardkundige waarde Openheid Verhouding rood/groen	Inschatting veranderend grondgebruik (bebouwing, infrastructuur, natuur) o.b.v. planinformatie gerelateerd aan aspecten	Planjaar	1x1 km grid
Leeters & Wolfert (1999)	Aardkundige waarde	Ruimtebeslag en doorsnijding geomorfologische vlakken door nieuwe infrastructuur	Planjaar (realisatie infrastructuur)	1:50.000 vectorkaart
Broekmeyer et al. (2000)	Aardkundige waarde Historische geografie Zeer open gebieden	Gesimuleerde toename bebouwing o.b.v. <i>RuimteScanner</i>	1995, 2020	500x500 m grid
MNP (2001)	Integraal beeld landschapskwaliteit	Gesimuleerde toename bebouwing o.b.v. <i>RuimteScanner</i>	1995, 2020	500x500 m grid
MNP (2004)	Groene Beleidsgebieden Zeer open gebieden Aardkundige waarde & cultuurhistorie	Toename bebouwing	1990, 2000 1989, 2000 1996, 2003	Individuele adressen, 25x25 m grid
Farjon et al. (2004)	Kenmerkendheid terreinvorm (aardkund.) Herkenbaarheid ontginningsgeschiedenis Schaaluiters (zeer open en kleinschalig)	Effect veranderend ruimtegebruik (in 28 klassen) op deze aspecten is in diverse kennismatrices vastgelegd	2000, 2030	250x250 m grid heden, 500x500 m grid 2030
Roos-Klein Lankhorst et al. (2004b)	Landschapskwaliteit (terreinvorm & ontgin.) Schaal kenmerken Belevingswaarde Recreatieve capaciteit	Effect veranderend ruimtegebruik (in 28 klassen) op deze aspecten is in diverse kennismatrices vastgelegd	2000, 2030	250x250 m grid heden, 500x500 m grid 2030
Roos-Klein Lankhorst et al. (2004c)	Schaal kenmerken Belevingswaarde	Effect toename geconcentreerde bebouwing	1989, 2000 2000, 2030	250x250 m, 500x500 m grid 2030

### 3.3 Discussie

De afgelopen jaren is op uiteenlopende manieren aandacht besteed aan huidige en mogelijke toekomstige aantasting van landschappelijke waarden. De meeste van deze studies relateren de (verwachte) toename aan verstedelijking aan relatief goed meetbare objectieve aspecten als: aardkundige waarden, ontginningsgeschiedenis en schaalkenmerken (openheid). Recent is met het kennismodel *KELK* ook ervaring opgedaan met de “zachtere” aspecten belevingswaarde en recreatieve capaciteit. Invoer voor deze laatste studies waren door de *LeefOmgevingsVerkenner* opgeleverde simulaties van toekomstig ruimtegebruik in 28 klassen. Met *KELK* en het hieraan gekoppelde BelevingsGIS model is een werkbare methode ontstaan om op basis van ruimtegebruiksimulaties de aantasting van landschappelijke waarden te bepalen op diverse relevante aspecten. De methode biedt zelfs de mogelijkheid om de indirecte aantasting van landschapswaarden door bijvoorbeeld geluidsoverlast en toegenomen recreatiedruk in kaart te brengen.

De simulaties van toekomstig ruimtegebruik die de basis vormen voor de effectbepaling geven echter alleen informatie over het type grondgebruik dat in een bepaalde gridcel verwacht wordt. Diverse andere aspecten die de transformatie van het landschap beïnvloeden blijven zo buiten beschouwing. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het verdwijnen van kleine landschapselementen zoals heggen en slotjes door ruilverkaveling. Ook ontbreekt informatie over de toevoeging van kleine lokale elementen die een belangrijke visuele impact op het landschap hebben, zoals hoogspanningsmasten, windmolens, herstel van kleine landschapselementen en dergelijke. Bij de veldcontrole van de berekende belevingswaarde (Roos-Klein Lankhorst et al., 2004c) bleek het belang van de aard en hoogte van bebouwing en de camouflerende beplanting hieromheen. Ook over deze aspecten ontbreekt in de simulaties van toekomstig ruimtegebruik informatie. Om dergelijke ontwikkelingen toch een plaats te geven in de effectbepalingen kan deze aangevuld worden met een nabewerking die scenario-specifieke aannamen over bijvoorbeeld de verwachte klein- of grootschaligheid van ontwikkelingen toevoegt aan initieel bepaalde effecten. Hoofdstuk 4 gaat nader in op deze werkwijze.

Een andere mogelijkheid om het ontbreken van ruimtelijke specifieke detailinformatie te ondervangen is het toevoegen van beeldsimulaties die enkele bovengenoemde elementen visualiseren. Vooral in scenario-studies waarin vaak redelijk uitgewerkte verhaallijnen voor de toekomst bestaan, maar waarvoor locatiespecifieke gegevens ontbreken, kan deze aanpak behulpzaam zijn. De beeldsimulaties kunnen dan gebruikt worden in combinatie met een kwantitatieve effectbepaling die de gevolgen van veranderingen in ruimtegebruik beschouwd. Het maken van beeldsimulaties heeft echter het nadeel dat voor heel onzekere toekomstelementen (bijvoorbeeld exacte materiaalkeuze en hoogte bebouwing) een harde, twijfelachtige en daarmee betwistbare keuze gedaan moet worden. Deze tegenstelling tussen de grote behoefte aan relevante informatie en de beperkte beschikbaarheid hiervan limiteert de mogelijkheden voor een goed gefundeerde, verdedigbare verbeelding van de toekomst.



## 4 Koppelen ruimtegebruiksimulatie aan *KELK*

In de hiervoor beschreven analyse komt het model *KELK* als het meeste complete, kwantitatieve landschapsmodel naar voren dat een inschatting kan maken van de mogelijke landschappelijke consequenties van gesimuleerde toekomstige ruimtegebruikspatronen. Om deze mogelijkheid verder te verkennen is allereerst nader gekeken hoe dit model in het verleden is gecombineerd met gesimuleerde ruimtegebruikspatronen. Belangrijke aspecten bij deze koppeling zijn: de karakteristieken van het gebruikte ruimtegebruikmodel (aard en grootte gridcellen, typologie grondgebruik) en de eventuele aanvullende gegevens (bijvoorbeeld dichtheid bebouwing) die nodig zijn om het begrip landschap in te vullen. Een aandachtspunt daarbij is in hoeverre deze aanvullende gegevens ook voor de toekomstige situatie beschikbaar zijn.

Vervolgens is gekeken hoe *KELK* gecombineerd kan worden met recenter, ruimtelijk gedetailleerder ruimtegebruiksimulaties die beschikbaar komen het model *RuimteScanner*. Bij wijze van voorbeeld is hierbij uitgegaan van de modelconfiguratie zoals die is ontwikkeld in het kader van de Welvaart en LeefOmgeving (WLO)-studie. Een belangrijk kenmerk hiervan is dat ruimtegebruik nu wordt beschreven als homogene gridcellen van 100x100 meter met slechts een type gebruik, in plaats van de voorheen gebruikelijke beschrijving in heterogene gridcellen van 500x500 meter waarbij van elk aanwezig type ruimtegebruik werd bijgehouden hoeveel hectare deze innam. Deze vernieuwde configuratie zal ook als basis gebruikt worden voor het langlopende Klimaat voor Ruimte project LANDS. Dit hoofdstuk sluit af met een concreet voorstel hoe *RuimteScanner* simulatieresultaten gebruikt kunnen worden in het model *KELK*.

### 4.1 Reeds bestaande koppelingen ruimtegebruiksimulaties aan *KELK*

In enkele studies (Farjon et al., 2004; Roos-Klein Lankhorst et al., 2004b; Roos-Klein Lankhorst et al., 2004c) zijn ruimtegebruiksimulaties uit de LOV als basis gebruikt voor het bepalen van mogelijke effecten van ruimtegebruikveranderingen op landschapskwaliteit. Deze effectbepalingen zijn in het model *KELK* gedaan en over het algemeen goed te reproduceren. Het zelf uitvoeren van deze effectbepalingen (samen met Wideke Boersma, dank voor de hulp!) roept een paar vragen op over de gehanteerde methodiek en bestandsbewerkingen. Hieronder worden enkele opmerkingen geplaatst bij de huidige toepassing van (LOV) ruimtegebruiksimulaties aan de *KELK*. Per aspect wordt ook een mogelijke oplossing voorgesteld.

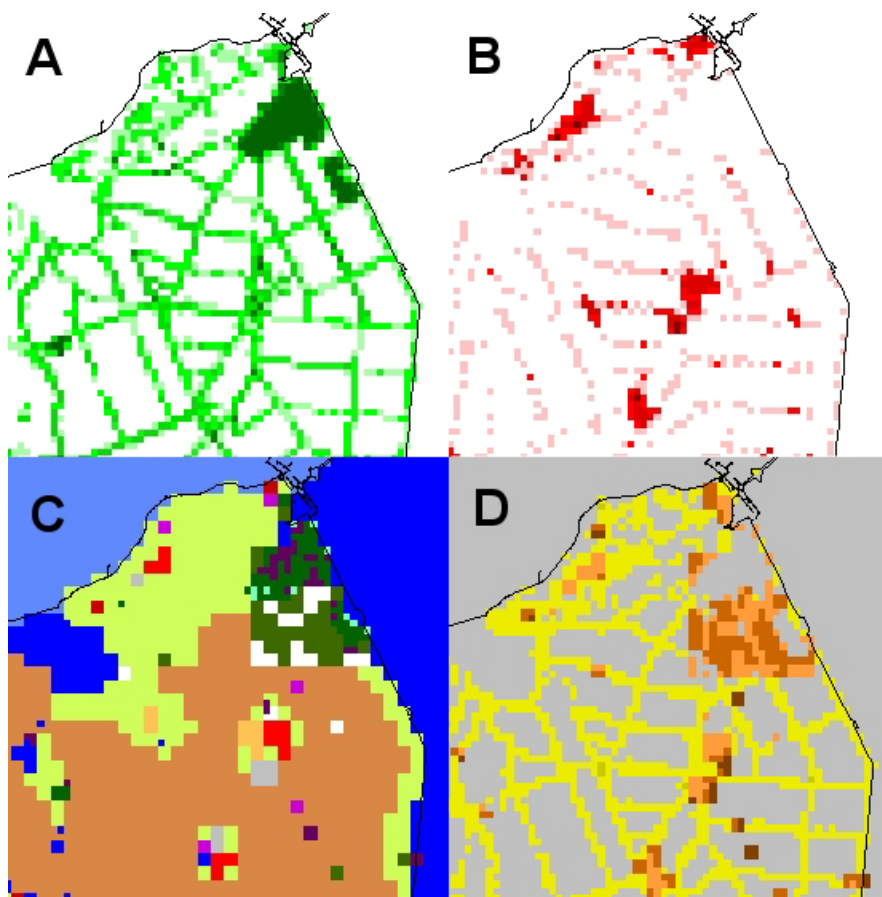
#### *Combinatie databronnen van verschillende schaalniveaus*

Voor het bepalen van de schaal van het landschap wordt als basis voor huidige beplanting en huidige bebouwing gebruik gemaakt van top10vector bestanden. Combinatie van deze basisdata met simulaties op het veel grovere 500 meter grid niveau kan er toe leiden dat onbedoelde resultaten beschikbaar komen. Zo verdwijnt na simulatie vrijwel altijd de lijnvormige beplanting langs (polder)wegen en de spaarzame bebouwing in het buitengebied. Deze elementen zijn niet in de simulaties opgenomen en überhaupt zo kleinschalig dat ze niet in de LOV (of RS) te simuleren zijn. Bij het direct overnemen van simulatieresultaten leidt dit tot het ogenschijnlijk opener worden van het landschap, terwijl het niet zeker is dat er daadwerkelijk beplanting of bebouwing zal verdwijnen. Hier zal dus aanvullende informatie

gebruikt moeten worden om tot een uitspraak over de effecten op het landschap te komen.

In voorbereiding op de tweede Natuurverkenning (Farjon et al, 2004) is gekozen voor een nabewerking die onderscheid aanbrengt in klein- en grootschalige ontwikkelingen. Op deze wijze kan het verschil in schaal van de scenario's tot uitdrukking komen in de effecten op het landschap. Figuur 4 illustreert deze aanpak voor een typisch poldergebied (de Wieringermeer) in het Zeereend scenario. In lijn met de aannamen voor dit scenario is het verlies aan kleine landschapselementen hier benoemd als een toename in open schaalklassen (Figuur 4D). Dit leidt dan ook tot een lokale toename in de hiervan afgeleide indicator zeer open gebieden. Dit soort ontwikkelingen kunnen zich manifesteren in open gebieden met verspreide beplanting en bebouwing, maar ook heel kleinschalige gebieden met veel kleine landschapselementen kunnen zo als opener gebied geclassificeerd worden. De noodzaak tot nabewerking is hier deels ingegeven door het schaalverschil tussen simulatieresultaten en landschapsinformatie. De resultaten van deze bewerking leiden tot tevredenheid bij de betrokkenen (mondelijke mededeling Janneke Roos - Lankhorst, juli 2005). De snelheid en navolgbaarheid van dergelijke analyses kan mogelijk vergroot worden door een directere relatie te leggen met de nieuwe meer gedetailleerde *RuimteScanner* simulaties op 100 meter grid niveau.

Voor toekomstige studies wordt voorgesteld om te trachten huidige beplanting en bebouwing binnen KELK te baseren op het gedetailleerder huidig grondgebruik uit de *RuimteScanner*.



Figuur 4 Huidige beplanting (A in groen) en bebouwing (B in rood) verdwijnen deels na simulatie (C) en kunnen zo leiden tot een toename in open schaalklassen (D in olijfgroen) in de Wieringermeer; Bron KELK, zeereend scenario (zie ook Farjon et al., 2004).

#### *Temporele analyse op basismateriaal van verschillende herkomst*

Bij de bepaling van het effect op herkenbaarheid van de ontstaansgeschiedenis wordt gebruik gemaakt van bestanden die de huidige en toekomstige bovengrond beschrijven. Deze bestanden zijn gebaseerd op het huidige en toekomstige ruimtegebruik, die op hun beurt weer gebaseerd zijn op andere bronnen: een eigen classificatie van LGN4 voor het heden en de LOV-simulaties voor de toekomst. De LOV-simulaties hanteren als basis voor de allocatie van toekomstig ruimtegebruik echter voor een deel een ander basisbestand voor huidig grondgebruik (CBS-bodemstatistiek). Door nu LOV simulaties direct te vergelijken met het huidige grondgebruik uit *KELK* kunnen afwijkingen optreden die niet zo zeer duiden op gesimuleerde ontwikkelingen, maar op verschillen in de basisgegevens. Het inbrengen van dergelijke ruis is ongewenst en hier wordt per toepassing dan ook heel specifiek op gelet (mondelinge mededeling Janneke Roos-Lankhorst, juli 2005).

Daarnaast kent de classificatie van bovengrond nog enkele andere bijzonderheden:

- Naaldbos is als bovengrondklasse onderscheiden in de kennistabellen, maar komt in de gebruikte basisdata niet voor omdat er in de scenariobeschrijvingen geen onderscheid gemaakt wordt tussen naaldbos en loofbos.
- De bovengrondklasse fruit/sierboomteelt is gebaseerd op diverse typen overige landbouw (onder meer bollen) en zelfs ook andere gronden (zoals de zandophogingen voor IJburg). De inhoud van deze klasse is daarmee breder dan de naam suggereert en dusdanig divers dat deze voor effectbepaling lastig toe te passen is. Lokaal wordt nu soms een aanvechtbaar effect op de herkenbaarheid verondersteld, bijvoorbeeld ten noorden van Leiden in het Zearend scenario waar het verplaatsen van het bollenareaal leidt tot een aantasting van de herkenbaarheid.

*Voorgesteld wordt om de kaartlaag bovengrond heden te baseren op het huidige grondgebruik uit de RuimteScanner. Verder zal bij de bepaling bovengrond de klasse fruit/sierboomteelt alleen gebruik gemaakt worden van de klassen boomgaard en kwekerij uit de RuimteScanner simulaties.*

#### *Noodzaak tot nabewerking LOV resultaten wegens ontbreken intensiteitsinformatie*

De geografische bestanden met toekomstig ruimtegebruik in *KELK* zijn beschikbaar op 250 meter grid-niveau en bevatten 28 klassen waaronder diverse natuur- en landbouwtypen, terwijl de oorspronkelijke LOV-simulaties een 500 meter resolutie hebben en minder ruimtegebruikklassen bevatten. Zo is in de *KELK*-bestanden bijvoorbeeld onderscheid opgenomen in kleinschalige en grootschalige graslanden, akkerbouwgebieden en overige agrarische gebieden. Deze extra stap is uitgevoerd in overleg met de scenariomakers en heeft het voordeel dat een ruimtelijk en inhoudelijk gedetailleerder basisbestand beschikbaar is. Dit heeft dan ook een grote invloed op het te bepalen effect op de herkenbaarheid van het landschap. De nabewerking heeft echter het nadeel dat de navolgbaarheid (transparantie) van de resultaten afneemt.

*Voorgesteld wordt om deze nabewerking voor de RuimteScanner resultaten achterwege te laten. Idealiter worden verschillen in intensiteit van ruimtegebruik in het model opgenomen. Hieraan wordt in diverse onderzoeksprojecten aandacht besteed.*

## **4.2 Afstemmen typologie RuimteScanner en KELK**

De voor de WLO-studie toegepaste ontwikkelde *RuimteScanner* configuratie heeft een ruimtegebruiktypologie die sterk afwijkt van de indeling die nu in *KELK* gehanteerd wordt. Zie Tabel 2 voor een vergelijking.



Duidelijk is dat de onderverdeling voor het stedelijke gebied, recreatie, infrastructuur en water in de *RuimteScanner* veel uitgebreider en voor natuur veel minder uitgebreid is. De indeling in landbouwtypen is ongeveer even omvangrijk, maar komt slecht deels overeen.

### 4.3 Voorstel aansluiting *RuimteScanner* aan *KELK*

Om tot een zinvolle, inzichtelijke en herhaalbare koppeling van *RuimteScanner* resultaten aan het *KELK* model te komen worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De *RuimteScanner* simulatie heeft een nadrukkelijke focus op mogelijke veranderingen in stedelijke en landbouw functies, daar zou de effectbepaling op gericht moeten zijn.
- Voor het bepalen van het effect van ruimtegebruikverandering op landschap is onderscheid in veel verschillende typen stedelijk gebied, infrastructuur en water niet van belang.
- De ruimtegebruiktypologie in de *RuimteScanner* is in bijna elke toepassing anders. Het is echter erg tijdrovend en onwenselijk om bij elke toepassing ook het *KELK* model uitgebreid aan te passen. Het streven is dan ook om nu te komen tot een eenduidige, en zo eenvoudig mogelijke aanpassing van het model *KELK* waarin mogelijk afwijkende toekomstige *RuimteScanner* resultaten relatief eenvoudig kunnen worden opgenomen.

Een eerste stap in het mogelijk maken van de koppeling van ruimtegebruiksimulaties uit de *RuimteScanner* aan het model *KELK* betreft het laten overeenstemmen van de resolutie en dataformaat. Het gaat hierbij om:

- Het aggregeren van de ruimtegebruiksimulaties van 100x100 meter naar 250x250 meter.
- Het omzetten van de simulatieresultaten per grondgebruikscategorie naar beschrijvingen van dominant (meest voorkomend) grondgebruik per 250x250 meter cel. Een belangrijk aspect daarbij is het feit dat sommige typen ruimtegebruik structureel onder- of oververtegenwoordigd zijn in een cel. Ondervertegenwoordiging komt bijvoorbeeld voor bij verspreide bebouwing of smalle infrastructuur die veelal een deel van een cel inneemt, maar zelden dominant is. Oververtegenwoordiging komt voor bij diverse typen landbouw die vaak dominant zijn, maar niet de gehele cel vullen. Het is mogelijk om hiervoor te corrigeren door bij het aanmaken van dominantiekaarten rekening te houden met (regionale) randtotalen. De informatie over het voorkomen van niet dominante grondgebruikstypen in een cel kan gebruikt worden om de aanwezigheid van kleinere landschapselementen aan te duiden, bijvoorbeeld om tot een schatting van percentage bebouwing of beplanting te komen. Dit aspect is nu niet in de voorgestelde aansluiting van *RuimteScanner* op *KELK* meegenomen, maar verdient zeker nadere aandacht bij toekomstige toepassingen.
- Het aanmaken van Arc/Info Grids van deze resultaten.

Daarnaast is ook aanpassing van het model *KELK* gewenst om tot een eenduidige, vaker toepasbare en zo eenvoudig mogelijke vertaaltabel te komen van de landschapseffecten van diverse typen ruimtegebruik. De voorgestelde aanpassing betreft drie onderdelen:

- Basisinformatie;
- Ruimtegebruiktypologie;

- Kennismatrices.

*Aanpassing basisinformatie*

Naar aanleiding van een analyse van de reeds eerder uitgevoerde koppeling van ruimtegebruiksimulaties uit de LOV aan *KELK* (zie betreffende sectie hiervoor) komen we tot de volgende voorstellen tot aanpassing van basisinformatie in het model *KELK*:

- Achterwege laten nabewerkingen op de *RuimteScanner* resultaten. Het is daarbij wel van belang dat de simulatieresultaten voldoende in staat zijn de verschillen tussen de scenario's te beschrijven.
- Huidig percentage beplanting en percentage bebouwing in *KELK* baseren op het huidige grondgebruik uit de *RuimteScanner*.
- De *KELK*-kaartlaag 'bovengrond heden' baseren op het huidig grondgebruik uit de *RuimteScanner*
- Bij de bepaling bovengrond de klasse fruit/sierboomteelt alleen gebruik maken van de klassen boomgaard en kwekerij uit de *RuimteScanner* simulaties.

*Aanpassing typologie*

Op basis van de hiervoor geschetste aannamen komen we tot het volgende voorstel voor aanpassing van de ruimtegebruiktypologie in *KELK*, zie

Tabel 3. Een groot deel van de huidige grondgebruiken typen in *KELK* blijft bestaan.

Voorgesteld wordt enkele *KELK*-typen een wat specifiekere invulling te geven:

- 100 wordt recreatiebebouwing (verblijfsrecreatie, dagrecreatie);
- 410 wordt recreatiegroen (recreatieparken, woongebonden recreatie), met minder nadruk op natuurfunctie;
- 720 wordt boomteelt.

Twee typen kunnen een bredere invulling krijgen:

- 690 wordt bebouwde landbouw (glastuinbouw en intensieve veehouderij);
- 830 wordt werken algemeen;
- 900 wordt infrastructuur algemeen.

Een aantal typen dat niet in de *RuimteScanner*-simulaties wordt onderscheiden kan niet in de effectbepaling worden meegenomen:

- 210-340 diverse typen natuur (in plaats daarvan wordt een algemeen type voorgesteld);
- 430-740 diverse agrarische grondgebruiktypen;
- 840-850 enkele bebouwingstypen.

Idealiter zouden de ruimtegebruiksimulaties wel onderscheid moeten bieden tussen verschillende typen natuur en tussen verschillende intensiteiten agrarische ruimtegebruik om effecten op aspecten als schaal te kunnen bepalen. Als dit niet als aspect in de ruimtegebruiksimulatie kan worden meegenomen, zal dit op basis van de scenarioverhaallijnen aan de effectbepaling moeten worden toegevoegd.

Tabel 3 Voorstel aanpassing ruimtegebruiktypologie in KELK

GG model ID	Omschrijving	0 no data	100 Recreatie (bebouwd)	nw Natuur	410 Recreatienatuur (Groen)	420 Agr natuur	490 Water, zoet	491 Water, zout	520 Grasland	620 Akkerland	690 agrarische bebouwing	720 Ov agrarisch (= boomteelt)	810 Wonen	820 Wonen in groen	830 Bedrijfssterrein (= Werken)	900 Luchthaven (= Infra)
0	wonen - centrum stedelijk												X			
1	wonen - stedelijk												X			
2	wonen - dorps landelijk													X		
3	recreatie - parken				X											
4	recreatie - verblijf		X													
5	recreatie - dagrecreatie ed		X													
6	recreatie - woongebonden				X											
7	werk - bedrijfssterrein														X	
8	werk - dienstverlenend														X	
9	werk - distributie														X	
10	werk - sociaal cultureel														X	
11	werk - zeehavens														X	
12	natuur			X												
13	agr - akkerbouw									X						
14	agr - grondgebonden veeteelt								X							
16	agr - glastuinbouw										X					
17	agr - intensieve veeteelt										X					
18	agr - boomgaard											X				
19	agr - kwekerij											X				
20	agr - agrarisch natuurbeheer					X										
21	infra - spoorlijnen															X
22	infra - wegen															X
23	infra - vliegvelden															X
24	overige gronden															
25	buitenland															
26	water - groot zoetwater bestand						X									
27	water - rivieren bestand						X									
28	water - boezemwater bestand						X									
29	water - zoutwater bestand							X								
30	water - overigwater bestand						X									

### Aanpassing kennismatrices

Naar aanleiding van de gewijzigde grondgebruiktypologie zullen enkele kennismatrices gewijzigd moeten worden. Het gaat hierbij voor de landschapsmodule in ieder geval om de volgende aan toekomstig ruimtegebruik gekoppelde matrices:

- bepaal maatregel;
- bepaal nieuwe bovengrond;
- bepaal effect op percelering;
- bepaal nieuwe beplanting;
- bepaal nieuwe bebouwing.

Om tot een inhoudelijk correcte en geaccepteerde aanpassing van de matrices is het van belang nauw samen te werken met Alterra. Er kan een start gemaakt worden door nieuwe kennismatrices aan te maken in *KELK*. In kopieën van de originele tabellen kan de nieuwe typologie worden ingevoegd en een voorstel worden gedaan voor de nieuwe parameterwaarden. Hiermee kunnen de aangepaste beslisregels



worden getest en kan een aparte op *RuimteScanner* output geënte versie van *KELK* worden opgebouwd.

Uiteraard is in dit aanpassings- en testproces de expertise van Alterra nodig om te controleren of de voorgestelde wijzigingen inhoudelijk aanvaardbaar zijn. Daarnaast komen er wellicht incidenteel technische vragen naar voren over het werken met het *KELK*-model waarvoor een beroep wordt gedaan op *KELK*-kenners. Bij het aanpassen van de kennismatrices zal ook bedacht moeten worden in hoeverre het wenselijk is de bestaande kennisregels voor bepaalde typen ruimtegebruik te handhaven. Door deze regels te behouden blijft het relatief eenvoudig nieuwe typen ruimtegebruik toe te voegen. Deze grotere flexibiliteit zal echter leiden tot een geringere transparantie.

Het aanmaken van kennismatrices voor het bepalen van effecten op de aspecten beleving en recreatie is nu niet aan de orde. De modules voor deze aspecten zijn niet beschikbaar in de gebruikte versie van *KELK* en voor de WLO-studie is niet direct behoefte aan deze thema's.

## Referenties

- Alphen, B.J. van, H. Dijkstra & J. Roos-Klein Lankhorst (1994), *De ontwikkeling van een methode voor monitoring van de maat van de ruimte*. Rapport 334, onderzoekreeks Nota Landschap nr.2, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Bijhouwer (1971), *Het Nederlandse landschap*, Kosmos, Amsterdam.
- Broekmeyer, M., H. Dijkstra, H. Farjon, M. Goossen, R. Reijnen, J. Roos-Klein Lankhorst, S. de Vries, R. Alkemade, F. Bethé (2000), *Effecten van ongewijzigd ruimtelijk beleid op natuur, landschap en recreatie 1995-2020*. Achtergronddocument methode VIJNO tOETs fase 1, rapport 047 Alterra, Wageningen.
- Buijs, A.E. & R.B.A.S. van Kralingen (2003), *Het meten van beleving*. Inventarisatie van bestaande indicatoren en meetmethoden, Reeks beleveingsonderzoek nr.8, rapport 782 Alterra Wageningen.
- Coeterier, J.F., (1997), *Een meetinstrument voor de belevingswaarde van landschappen*, Rapport 559, onderzoekreeks Nota Landschap nr.9, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- De Vries, S., M. Hoogerwerf & W.J. de Regt (2004). *AVANAR: een ruimtelijk model voor het berekenen van vraag-aanbodverhoudingen voor recreatieve activiteiten; Basisdocumentatie en gevoeligheidsanalyses*, Alterra-rapport 1094, Alterra, Wageningen.
- De Zeeuw, C.J. & W.A. Ligtdag (1999), *Datamodel en bevragingssysteem voor een cultuurhistorisch informatiesysteem*. Rapport 656, onderzoekreeks Nota Landschap nr.13, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Dijkstra, H., M. van Eupen, J.M.J. Farjon, A.J.M. Koomen (1998), *TNLI, Toekomstige Nederlandse luchtvaart infrastructuur; Effecten op natuur en landschap, aardkundige waarden, openheid en verhouding groen/rood, ecologie (landgebonden fauna)*, DLO-Staringcentrum, Wageningen.
- Expertisecentrum LNV (2004), *Landschap in feiten en cijfers*, [www.meetnetlandschap.nl](http://www.meetnetlandschap.nl) laatst bezocht: 11 november 2004.
- Farjon, J.M.J., J. Roos-Klein Lankhorst & P.J.F.M. Verweij (2004), *KELK 2003 – landschapsmodule; Kennismodel voor de bepaling van Effecten van ruimtegebruiksverandering op de Landschappelijke kwaliteit*. NPB-Werkdocument 2004/10, RIVM/Alterra/LEI, Bilthoven/Wageningen/Den Haag.
- Hemel, Z. (2003), *De natuur is te anoniem geworden; een gesprek met André van der Zande*, Stedebouw & Ruimtelijke Ordening 84, 1: 12-17.
- Hoogeveen, Y., H. van der Beek, A. van den Berg, M. Eupen, H. Farjon, M. Goossen, F. Langers, J. van Os, J. Steenvoorden & J. Vreke (2000), *Proef op de zon. Indicatoren voor de kwaliteit van de groene ruimte*, rapport 059, Alterra Wageningen.
- Keuning, (1946), *De historisch-geografische landschappen van Nederland*, Noordduyn's wetenschappelijke reeks 24, J. Noordduyn en Zoon n.v., Gorinchem.
- Koomen, A.J.M. & E.J. van Beusekom (1999), *AardKundig Informatie Systeem (AKIS). Bevragingssysteem voor aardkundige waarden in het Nederlandse landschap*. Rapport 640, onderzoekreeks Nota Landschap nr.14, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

- 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.
- LNV (1992), *Nota Landschap*, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.
- LNV (2000), *Natuur voor mensen, mensen voor natuur, Nota natuur, bos en landschap in de 21e eeuw*, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.
- Maas, G.J. & H.P. Wolfert (1997). *Aardkundige waarden in Nederland: Signalering van kenmerkende en zeldzame gebieden voor een nationale beleidskaart*. Rapport 498, DLO-Staring centrum, Wageningen.
- MNP (2001), *Who is afraid of red, green and blue? Toets van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening op ecologische effecten*, RIVM-rapport 711931005, RIVM, Bilthoven.
- MNP (2002), *Nationale Natuurverkenning 2, 2000-2030*, Kluwer, Alphen aan de Rijn.
- MNP (2004), *Milieu- en natuureffecten Nota Ruimte*, RIVM-rapport 711931009, RIVM, Bilthoven.
- Roos-Klein Lankhorst, J., A. Buijs, A.E. van den Berg, M. Bloemmen, S. de Vries, R. Schuiling & A. Griffioen (2002). *BelevingsGIS versie februari 2002; Een compleet overzicht van het BelevingsGIS met achtergrondinformatie*. NPB-Werkdocument 2002/08, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.
- Roos-Klein Lankhorst, J., S. de Vries, J. van Lith-Kranendonk & J.M.J. Farjon (2004b, in voorb.). *Modellen voor de graadmeters landschap, beleving en recreatie; Kennismodel Effecten Landschap Kwaliteit (KELK)*. Planbureau rapporten 20 Natuurplanbureau, Wageningen.
- Roos-Klein Lankhorst, J., S. de Vries, P. Verweij, H. Farjon (2004a), *KELK vergunt bestuurders blik op toekomstige kwaliteit landschap*, VI Matrix 12, 4: 38-39
- Roos-Klein Lankhorst, J., W. Nieuwenhuizen, M.H.I. Bloemmen, S. Blok & J.M.J. Farjon (2004c). *Verstedelijking en landschap 1989-2030; Berekende, waargenomen en verbeelde effecten van bebouwing*. Alterra-rapport 1056, Alterra, Wageningen.
- Salden, W.L.C., (1997), *Naar een Ecologische Landschapsindex. Een verkenning naar de methode voor het bepalen van variatie en kenmerkendheid van landschappen*, Rapport 503, onderzoekreeks Nota Landschap nr.7, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Van Wijmen, P. (2001), *Natuur en landschap in de Vijfde Nota*, In: Bestuursforum, 3: 77.
- Von Humboldt, F.W.H.A. (1807), *Ansichten der Natur: mit wissenschaftlichen Erläuterungen*, Cotta, Stuttgart, 4. veränd. Ausg. (1859-1860), original version: 1807.
- VROM (2001), *Ruimte maken, ruimte delen. Vijfde nota over de ruimtelijke ordening 2000/2020*, Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- VROM /LNV/V&W/EZ (2004) *Nota Ruimte. Ruimte voor ontwikkeling*, Ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Verkeer en Waterstaat en Economische zaken, SDU uitgeverij, Den Haag.
- Zevenbergen, M. & H.J. Scholten (1987), *De nivellerings van het Nederlandse landschap*, In Planning; methodiek en toepassing 29: 11-24.

Zoest, J.G.A. van, (1994), *Landschapskwaliteit. Uitwerking van de kwaliteitscriteria in de Nota Landschap*, Rapport 349, onderzoekreeks Nota Landschap nr.1, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

### **Verder lezen**

Berends, H. & F.R. Veeneklaas (2003), *Mensen en natuur – kunnen we die relatie meten?*, Planbureaustudies nr. 7, Natuurplanbureau vestiging Wageningen. *Handig overzicht beschikbare data over natuur en landschap: hoeveel mensen, beleving en aantrekkelijkheid. Dat laatste biedt aanknopingspunten voor benoemen aantasting.*

Van der Knaap, G.A. (2002), *Stedelijke bewegingsruimte, over veranderingen in stad en land*, Wetenschappelijk raad voor het regeringsbeleid, Sdu Uitgevers Den Haag. *Interessante achtergrondstudie naar veranderingen in begrippen stad en land en processen die vestigingsplaats (wonen, werken) beïnvloeden. Plaatst kanttekening bij scheiding tussen stad en platteland.*

LNV (2002), *Structuurschema Groene Ruimte 2, samen werken aan groen Nederland*, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. *Basis voor natuur- en landschapsbeleid in Nederland.*

Veer, M., M. van Middelkoop (2002), *Mensen en de natuur, Recreatief gebruik van natuur en landschap*, Reeks 'Planbureau-werk in uitvoering' Werkdocument 2002/05, Stichting Recreatie, Kennis- en Innovatiecentrum, Den Haag. *Uitgebreide cijfers over omvang en locatie van recreatievraag. Meer mensen recreëren in bos/heide dan in beschermde natuurgebieden.*



## SPINlab Research Memoranda

Naast dit rapport heeft het SPINlab de afgelopen jaren een aantal andere achtergrondstudies met betrekking tot ruimtegebruiksimulatie in de LUMOS toolbox uitgebracht als SPINlab Research Memorandum. Voor de lezer mogelijk relevante memoranda staan hieronder genoemd. Voor een complete lijst van 'land-use'-gerelateerde SPINlab-publicaties, zie [www.feweb.vu.nl/gis](http://www.feweb.vu.nl/gis).

Koomen, E. (2002), *De Ruimtescanner verkend; kwaliteitsaspecten van het informatiesysteem Ruimtescanner*, SPINlab Research Memorandum SL-01, Vrije Universiteit/Ruimtelijk Planbureau, Amsterdam/Den Haag.

Koomen, E., T. Kuhlman, W. Loonen & J. Ritsema van Eck (2005), *De Ruimtescanner in 'Ruimte voor landbouw'; data- en modelaanpassingen*, SPINlab Research Memorandum SL-02, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Loonen, W., E. Koomen, P. Verburg & M. Kuijpers-Linde (2006), *Land Use MOdeling System (LUMOS): A Toolbox for Land Use Modeling*. SPINlab Research Memorandum SL-03, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Riedijk, A. & R.J. van de Velde (ed., 2006), *Virtual Netherlands, Geo-visualizations for interactive spatial planning and decision-making: From Wow to Impact*. SPINlab Research Memorandum SL-04, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Dekkers, J.E.C. & E. Koomen (2006), *De rol van sectorale inputmodellen in ruimtegebruiksimulatie: Onderzoek naar de modellenketen voor de LUMOS toolbox*, SPINlab Research Memorandum SL-05, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Riedijk, A., R. van Wilgenburg, E. Koomen & J. Borsboom-van Beurden (2007), *Integrated scenarios of socio-economic and climate change; a framework for the 'Climate changes Spatial Planning' program*, SPINlab Research Memorandum SL-06, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Bubeck, P. & E. Koomen (2008), *The use of quantitative evaluation measures in land-use change projections; an inventory of indicators available in land Use Scanner*, SPINlab Research Memorandum SL-07, Vrije Universiteit Amsterdam.

### **Andere relevante LUMOS-achtergrondrapporten**

Dekkers, J.E.C. (2005), *Grondprijzen, geschiktheidskaarten en instelling van parameters in het ruimtegebruiksimulatiemodel Ruimtescanner - Technisch achtergrondrapport bij het Project Ruimtelijke Beelden*, MNP rapport, 550016005, Milieu- en Natuurplanbureau/Vrije Universiteit, Bilthoven/Amsterdam.

Loonen, W. & Koomen, E. (2009) *Calibration and validation of the Land Use Scanner allocation algorithms*, PBL publication number 550026002, Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), Bilthoven.