

GEO-VISUALISATIE: EEN GEO-INFORMATIEKUNDIG PERSPECTIEF

Ron van Lammeren

Wageningen Universiteit, e-mail: ron.vanlammeren@staff.girs.wau.nl

De term geo-visualisatie is van zeer recente aard en omvat een uitgebreid scala aan verwachtingen met betrekking het grafisch presenteren van geografische gegevens. In dit artikel wordt via een perspectivische kijk een toekomstige horizon geschetst waaraan een ultieme vorm van geovisualisatie gloort.

Eerste tafereel: het grafisch begin

Het door de mens op grafische wijze weergeven van zijn of haar leefomgeving kent een uitgebreide geschiedenis. De grottekeningen van Altamira en Lascaux vormen voorbeelden van de oudste visualisaties van de West-Europese wereld. De vraag of de beeldtaal er eerder was dan de spreektaal (gemakshalve duid ik die aan als mensentaal) vormt voor sommige wetenschappers overigens nog steeds een interessant onderwerp.

In de geschiedenis van de mensheid is er als 'interface' tussen de werkelijkheid (de wereld) en de mensentaal (gedachten en woorden voor verschijnselen in de wereld) dus een beeldtaal ontstaan. Soms is die beeldtaal zeer formeel (denk aan het schrift of wiskundige notaties), maar in de context van dit artikel voornamelijk is die taal gebaseerd is op een variatie aan grafische variabelen. Voorbeelden van grafische variabelen zijn kleur, grijswaarde, arcering en vorm.

Het belangrijkste voorbeeld van die 'interface' is de uitvinding geweest van het perspectief waarmee de 'kijk' op de werkelijkheid zeer realistisch kon worden gemaakt en de plattegrond.

De plattegrond heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het exploreren en exploiteren van de wereld. Het concept van de plattegrond maakte het mogelijk om een bepaalde kijk, veelal sterk geabstraheerd en gegeneraliseerd, op de werkelijkheid mee te nemen en te gebruiken voor navigatie. In sommige wetenschappelijke publicaties [Por] wordt het belang van de plattegrond aangevuld met doorsneden en aanzichten, genoemd als een substantiële bijdrage aan de industriële revolutie.

Met de opkomst van de digitale technologie en vervolgens in de 60'er jaren van de 20ste eeuw met de eerste ontwikkelingen op het terrein van de geo-informatiesystemen (GIS) werd

al snel duidelijk dat het op digitale wijze produceren van kartografische producten een belangrijke toekomst in zich had.

Mede door toedoen van het wetenschappelijke werk van de Fransman Bertin bleef de kartografie een interessant wetenschappelijk aandachtsveld. Mede door zijn Kartografische Beeld theorie [Ber] zijn in de afgelopen twee decennia met behulp van GIS een groot aantal digitaal geproduceerde kartografische producten ontwikkeld.

Tot zover zijn de bijzondere verdiensten van de digitalisering vooral gericht op productie-verbetering. Door de inzet van GIS werd het produceren van hoogwaardige kartografische producten verbeterd en versneld. Deze producten vormen natuurlijk een prima eerste voorbeeld van het visualiseren van geo-informatie.

Tweede tafereel: invloed van de digitaal

Toch typeren deze laatste decennia zich door een aantal ontwikkelingen in de ICT en met name in de geo-informatiekunde waardoor de visualisatie van geo-informatie een verrassende impuls heeft gekregen. Naast de enorme toename van reken- en opslaggeheugen betreft het ontwikkelingen ten aanzien van inwinningstechnieken voor geografische gegevens en de uitbreiding van programmeeromgevingen ten gunste van tijd- en ruimtebeschrijving (driedimensionaal).

Verbeterde inwinningstechnieken, oa. via hoge ruimtelijke resolutie laser-altimetrie (fig.1) en digitale stereo-fotografie,



Fig. 1. Vijf opeenvolgende resoluties (90 meter, 30 meter, 10 meter, 3 meter, 1 meter) [Tur]

bieden niet alleen meer informatie, maar tevens informatie waarmee de derde dimensie van de werkelijkheid kan worden beschreven. Bovendien is er ook sprake van een hogere temporele resolutie doordat de frequentie van waarnemingen van het aardoppervlak ook zijn toegenomen. Een en ander betekent dat de geografische gegevens, opgevat als beschrijvingen van geografische eenheden naar locatie, omvang, vorm en betekenis via tweedimensionale en driedimensionale referentiestelsels (geografische data modellen) steeds meer opschuiven naar beschrijvingen van verandering van die geografische eenheden (geografische proces modellen).

De hedendaagse programmeeromgevingen maken het bovendien mogelijk om deze gegevens ook te ondergaan via grafische hulpmiddelen. Dit kan variëren van het visualiseren van processen (denk hierbij bijv. aan vegetatiesuccessie of stedelijke ontwikkeling), het interactief ingrijpen via visualisaties (bijv. via het 'aanclikken' van een bepaalde kleur ontstaat een nieuwe visualisatie), het bekijken van objecten in drie dimensies (oa. via "walk throughs" en fly overs") tot het ervaren en manipuleren van die objecten, via 'virtual reality'. Daarmee heeft de 'digitaal' het gebruik van de beeldtaal voorgoed veranderd. Door de scheiding van digitale beschrijving van de werkelijkheid (via geo-grafische gegevens) en de digitale grafische weergave daarvan heeft de mens-computer interactie een andere betekenis gekregen, mede doordat die grafische weergave vernieuwingen biedt met betrekking tot inhoud, vorm en perspectief. Binnen de geo-informatiekunde is de geo-visualisatie het onderzoeksveld dat zich richt op deze verandering in de beeldtaal van geo-informatie.

Derde tafereel: geo-visualisatie complex

Het geo-visualisatie onderzoek bij het Centrum voor Geo-Informatie van Wageningen Universiteit en Research richt zich op gebruikers-ervaringen met betrekking tot de toepassing van afbeeldingen van driedimensionaal weergegeven topografische gegevens. Het gaat uiteindelijk toch om verbetering van communicatie ten behoeve van kennisuitwisseling. In eerdere onderzoek kregen proefpersonen een groot aantal vragen die betrekking hadden tot het gebruik van de topografische kaart. Die vragen moesten zowel met behulp van de traditionele tweedimensionale kaart als van de afbeelding van hetzelfde gebied in 3 dimensies worden beantwoord [Bos]. Hoewel sommige vragen, bijvoorbeeld die met betrekking tot het schatten van horizontale afstand, beter werden beantwoord met de traditionele topografische kaart, bleek uit de totaal score van het onderzoek dat de driedimensionale weergaven een aanzienlijke verbetering van sommige antwoorden teweeg bracht. De mogelijkheid om afwisselend twee- en driedimensionale visualisaties te gebruiken lijkt dus een verbetering van inzicht en begrip op te leveren.

In het voorgaande is geo-visualisatie aangegeven als onderzoeksveld. Binnen dat onderzoek worden vele soorten geo-visualisaties ontwikkeld, toegepast en onderzocht. Het aanbrengen van enige ordening in de diverse vormen van geo-visualisaties vormt een uitdaging op zich [Kra].

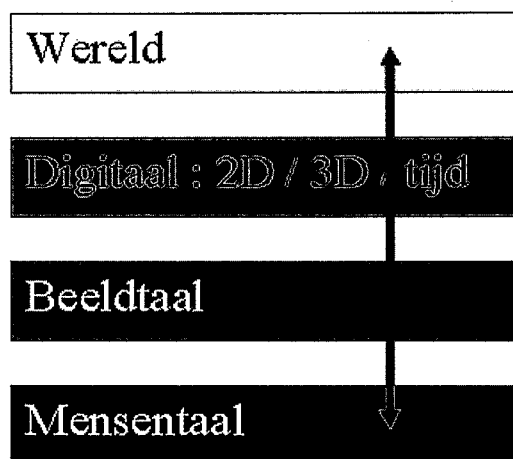


Fig. 2. Digitale ontwikkelingen (ruimtelijke (3D) en temporele) leiden tot verandering beeldtaal

Indien we de traditionele kartografie via de computer als uitgangspunt beschouwen, dan is deze geo-visualisatie vorm te duiden als:

- een tweedimensionale afbeeldingsvorm (waarbij een specifieke tweedimensionale kaartprojectie is gebruikt),
- statisch (de visualisatie geeft informatie over één moment in de tijd weer),
- domein-specifiek (de gebruiker kan geen andere informatie verkrijgen dan via het kaartbeeld is gevisualiseerd),
- niet-interactief (de gebruiker kan geen extra of andere informatie afleiden door bijvoorbeeld elementen aan te klikken),
- beperkt navigeerbaar (de gebruiker kan in- en uitzoomen en het kaartvlak verschuiven),
- abstract (de werkelijkheid is sterk gegeneraliseerd en geabstraheerd).

Op ieder van deze aspecten zijn onderzoeklijnen ontstaan die zich richten op de volgende veranderingen met betrekking tot visualisatie:

- van een tweedimensionale naar driedimensionale afbeelding;
 - van statisch naar dynamisch;
 - van een enkelvoudig naar een meervoudig domein;
 - van niet-interactief naar interactief;
 - van geen-navigatie naar maximale navigatie;
- van abstract naar realistisch.

Met betrekking tot het laatste aspect, abstractie, moet er een onderscheid worden gemaakt tussen de abstractie van het gegevensmodel en de abstractie van de visualisatie van het gegevensmodel.

Veel visualisaties combineren enkele van die onderzoeklijnen. Zo zijn de bekende Actueel Hoogte Model visualisaties van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat [Rmd] voorbeelden van tweeënhalfdimensionale afbeeldingsvorm, statisch (nl. een specifieke tijdsopname), twee domeinen (hoogtegegevens in combinatie met grondgebruik), niet-interactief, geen navigatie (de gebruiker kijkt naar een vaste "fly over"), redelijk realisme doordat zeer precieze hoogtegegevens (gebaseerd op tweeënhalfdimen-

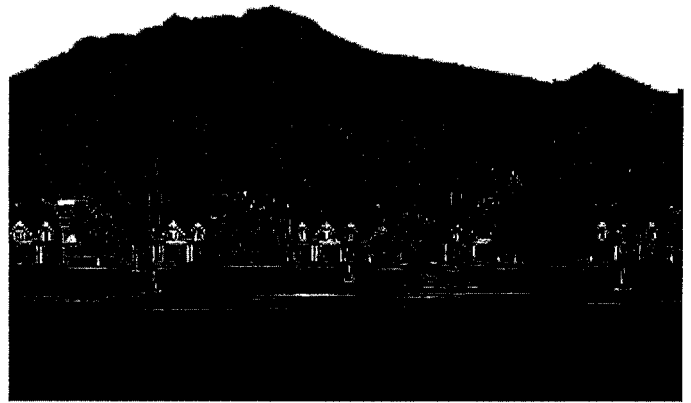
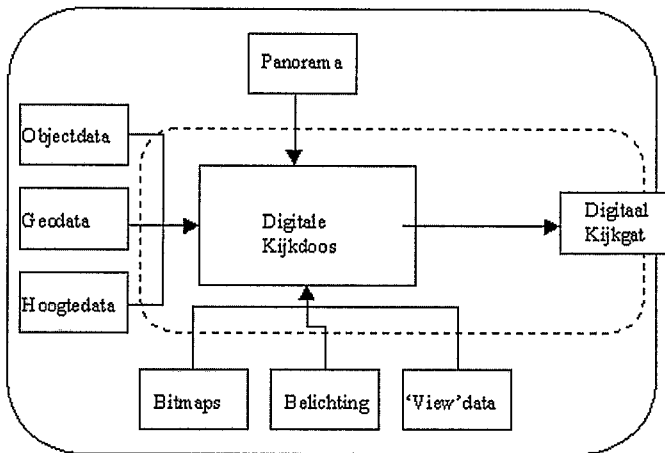


Fig. 3. Componenten van een 3D visualisatie omgeving

sionale geometrie) zijn gecombineerd met gedetailleerde kleuren-luchtfoto's.

Zo tonen de software-pakketten, die landschappen kunnen visualiseren, de mate waarin gestoeid kan worden met abstractie en realisme. Figuur 3 toont een schema waarin de benodigde componenten voor een nabij realistische geovisualisatie aangeduid zijn.

In principe is een dergelijke geovisualisatie vergelijkbaar met het maken van een bouwdoos maar dan digitaal. Allereerst moeten de afmetingen van de kijkdoos worden bepaald. Vervolgens zijn in die kijkdoos een hoogtemodel (hoogtedata), geografische gegevens (geodata) en specifieke driedimensionale objecten (objectdata) te plaatsen. De specifieke modellen, gegevens en objecten kunnen op specifieke wijze worden gevisualiseerd via bijvoorbeeld bitmaps, die als het ware digitaal daarop worden geplakt. De wanden van de kijkdoos gaan via panorama's een realis-

tische achtergrond vormen. Tenslotte kunnen via belichting (digitale lichtbronnen en zonnestand) specifiek tijdstippen of atmosferische omstandigheden (nacht, mist, etc.) worden gecreëerd. De 'View' data, tenslotte, bestaan uit een verzameling zichtpunten en projecties die via het digitale kijkgat (een specifieke "viewer") kunnen worden aangeropen.

Vierde tafereel: geo-visualisatie in Wageningen

Het Wagenings onderzoek gaat uit van de voorwaarden, gezien het onderzoek van Bos et.al. [Bos] dat geografische gegevens bij voorkeur in alternerende projectiesets (kaartprojecties afgewisseld met perspectivische projecties) zijn af te beelden. Met het oog op het optimaal verkrijgen van informatie wordt onderzocht op welke wijze navigatie in driedi-

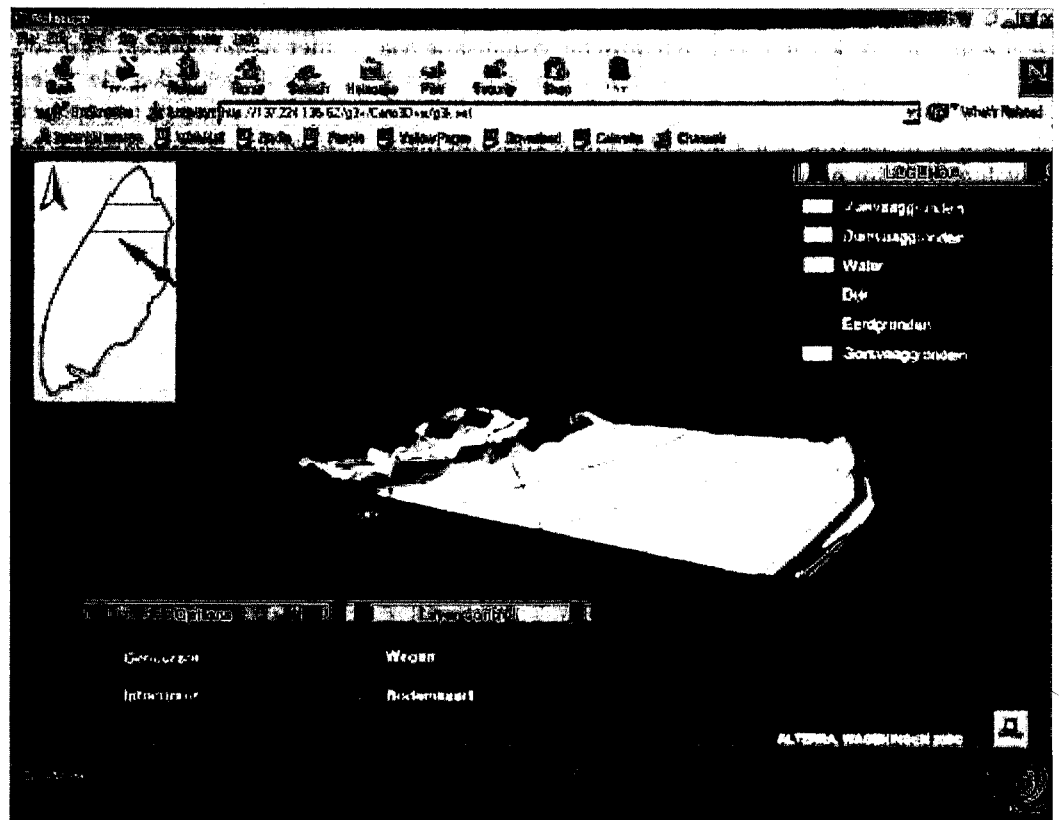


Fig. 4. Navigatie en interactie vormen [Bul]

mensionale projecties voor de gebruiker kan worden verbeterd. Hierbij moet men denken aan onderzoek naar de aard en de rol van navigatie-hulpmiddelen, zoals aanduiding van de kijkrichting, gebruikers positie, navigatiepunten, belangrijke kijkposities (view points) en kijkroutes (view routes) met behulp van hulpplattelingen. (fig. 4). Ook het aanbieden van referentie-objecten om daarmee de maat van de gevisualiseerde objecten blijvend te herkennen vormt daarvan een belangrijk onderdeel [La1].

Met betrekking tot de informatiedomeinen wordt per definitie gezocht naar visualisatievormen waarin sprake is van meerdere informatie- of kennisdomeinen. Zo zijn er enkele visualisaties ontwikkeld waarin bodem-, landgebruik en grondwatergegevens zijn gekoppeld. Op basis van deze ervaringen wordt ook gezocht naar een uitbreiding van informatieverstrekking via domein-links. Dit betekent dat via de geo-visualisatie relaties met andere kennisdomeinen zijn te leggen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan geografische perceelsinformatie, die via gewastypen een link hebben naar bijvoorbeeld zaadleveranciers of aandeelmarkten met betrekking tot landbouwproducten. Op deze wijze zijn via geo-visualisatie compleet informatieketens aan te bieden.

Een zeer uitdagende stap in het onderzoek betreft de overgang van statische visualisatie naar een meer dynamische. Veranderingen van geografische gegevens in de tijd vormen daarbij het belangrijkste uitgangspunten. Door de scheiding van gegevens en visualisatie is het zeer goed mogelijk, en op grote schaal gebeurt dat nu al, dat verandering in de tijd wordt gesimuleerd door een aantal grafische afbeeldingen achter elkaar te plaatsen en daarmee verandering in de tijd te simuleren. Dit principe is identiek aan de bekende animatie-technieken (teken- en poppenfilms). Daarmee is natuurlijk nog niet het feitelijke geografische object gesimuleerd, want dat bestaat uit geometrische en thematische gegevens. Het verkrijgen van dynamische visualisatie via simulatie van de geometrie in combinatie met thematiek vormt een van de meest intrigerende onderzoeksvelden, mede doordat de daartoe benodigde tijd-ruimte concepten nog onvoldoende zijn ontwikkeld. De eerste stappen op dit pad maken gebruik van bijvoorbeeld eenvoudige wiskundige functies om de objectgeometrie in de tijd te veranderen [La1].

De interactiemogelijkheden van de visualisatie kunnen verband houden met de navigatie. Denk bijvoorbeeld aan het gebruik van racestuur met pedalen bij een computerspel waarmee het autorijden wordt gesimuleerd. Maar interactie moet ook opgevat worden als een middel om de andere kennisdomeinen van de visualisatie te exploreren en ook om de verschillende detailleringniveaus tussen abstract en realisme te gebruiken. In de programmeeromgevingen voor virtual reality applicaties wordt in dit verband gesproken over "level of detail". De variatie in meer of minder informatie ("level of detail") ontstaat bijvoorbeeld als een gebruiker qua visualisatie het geografisch object van dichtbij (inzoomen) of verderweg (uitzoomen) gaat bekijken [Bul]. Ook valt op dat in diezelfde "virtual reality" interactie in toenemende mate op meer of minder tactiele vormen van interactie worden gebaseerd. Het volgen van de kijkrichting

van de gebruiker via "eye ball tracking", de bewegingen van bijvoorbeeld de hand en de vingers van de gebruiker via "glove tracking" en de fysieke druk die de gebruiker uitoefent (het signaleren van hard of zacht duwen, knijpen, ed.), via extra sensoren in bijvoorbeeld een handschoen en door middel van een extensie van "glove tracking", zijn te registreren en om te zetten naar computerhandelingen en daarop gebaseerde aanpassingen van de visualisatie.

Veel van de nieuwe mogelijkheden van interactie, navigatie, dynamiek, gebruik van meerdere kennisdomeinen zullen afhangen van het detail van de geografische gegevens modellen en procesmodellen. De mate van abstractie van deze modellen in termen van geometrische, thematische en temporele resolutie gaan, naar verwachting, in belangrijke mate deze mogelijkheden bepalen. Interessant in dit verband is wellicht de relatie tussen de geometrische beschrijving van de abiotische en biotische fenomenen die redelijk eenduidig aan het aardoppervlak gerelateerd zijn (reliëf, hydrologie, bodem, natuurlijke vegetatie, ed.) enerzijds en anderzijds de antropogene fenomenen die door de mens zijn bedacht en geconstrueerd en in dan wel op het aardoppervlak zijn geplaatst [Rap], [La2].

Horizon: onderdompeling

In technologisch opzicht zijn enkele van de experimenten sterk beïnvloed door het gebruik van internet en met name het "client - server" concept. Figuur 5 toont bijvoorbeeld aan de "server"-kant een geografische database met meer of minder authentieke geografische gegevensbestanden, specifieke software componenten die met name de geografische gegevens omzetten in een voor internet-"clients" te hantieren beschrijving (in dit voorbeeld geo-vrml). Aan de "client"-kant zien we naast de viewer die de geo-vrml code visualiseert ook verschillende active-X en java-componenten die met name bedoeld zijn voor de navigatie en de interactie door de gebruiker (de "client"-kant). Het gaat in deze applicatie in principe om een schijnbare driedimensionale weergave (via perspectivische projectie) van de geografische gegevens. Via uitbreiding aan de gebruikerskant door een Virtual Reality-bril te koppelen aan een daartoe geschikte grafische kaart is het mogelijk om daadwerkelijk een driedimensionale ervaring ("immersion") te ondergaan.

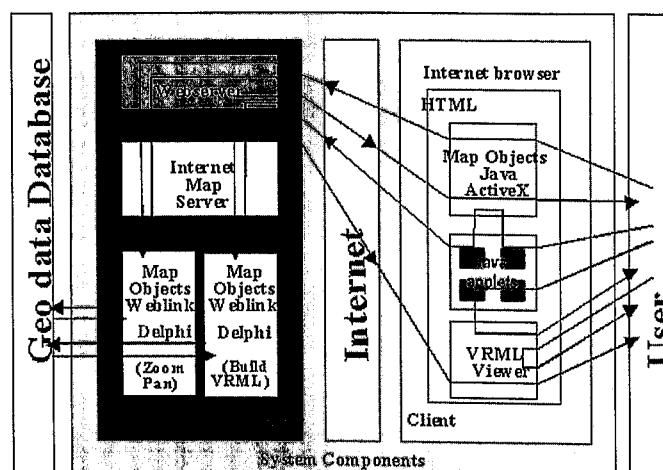


Fig. 5. Architectuur Geo-visualisatie via Internet [Bul]

In Wageningen wordt al geanticipeerd op deze ontwikkeling via het "virtual cave" project. Een "cave" is een ruimte die bestaat uit tenminste drie, veelal vijf, verschillende projectieschermen. Op ieder scherm worden gelijke projecties vertoond (echter ieder projectie onder een andere projectiehoek) die voor de aanwezigen (uitgerust met VR-bril) in de "cave" een driedimensionale ruimtebeleving genereert (fig.6).

Momenteel bestaan er overwegend grootse verwachtingen [Blo] ten aanzien van de onderdompeling in virtuele werkelijkheden ("immersive virtual realities"). Deze zijn in principe toekomstige geovisualisatie-vormen waarmee, via het wereldwijde digitale web, driedimensionale geografische gegevens en procesmodellen zijn te selecteren en te visualiseren. De visualisatie biedt vrije navigatie met behulp van een voorkeur aan "view points" en "view routes", referentieobjecten, alsmede interactie met alle objecttypen ten behoeve van doorlopen van kennisdomein-ketens. Op basis van die kennisdomeinen kunnen specifieke simulaties worden opgestart met bijbehorende procescontrole en afgeleide gebruikersadviezen. De zogenaamde 'multi agent technologie' zal daarin een dominante rol gaan spelen [Wac]. Overigens zal een dergelijk toekomstperspectief gepaard gaan met de ontwikkeling van een geovisualisatie-vocabulaire en onderbouwende theoretische concepten.

Grondvlak: bronvermelding

- [Ber] Bertin, J.; *Semiology of Graphics*, 1983, Madison
- [Blo] Bloemmen, M., Lammeren, R.van, Ligtenberg, A.; Kennisdisseminatie, 2001, Alterra
- [Bos] Bos, S.; Bregt, A.K. ; Bulens, J.D.; van Lammeren, R.J.A; *Overdracht van ruimtelijke informatie door 2D- en 3D-visualisaties*. 1998, *Kartografisch Tijdschrift* 24 (1998) 18-24
- [Bul] Bulens, J.D.; Luremans, P.; Kramer, H.; Lammeren, R.J.A. van; *Another view of the Landscape*, 2000, In: *Proceedings of Greenwich 2000 international symposium Digital Creativity*, Greenwich: - p. 379-386



Fig. 6. Prins Willem-Alexander ondergedompeld (foto ANP, 2001)

- [Kra] Kraak, M.J., Brown, A.; *Web Cartography*, 2000, Taylor & Francis
- [La1] Lammeren, R., B. Annevelink, H. Kramer, F. Ruyten, M. Uiterwijk, M. Wachowicz; *SALIX: simulatie ageten voor landschap-sarchitectonisch en virtueel groenbeheer*, 2001, *Onderzoeksrapport Wageningen Universiteit - LA* : 42 pp.
- [La2] Lammeren, R. van ; *Symbiose GIS en CAD biedt uitzicht op optimaal geo-design*, 2001 , in: *VI-Matrix* , jaargang 9, nr. 7, pp. 6-8
- [Por] Porter, T.; *The architect's eye - visualization and depiction of space in architecture*, 1997, E&FN Spon
- [Rap] Raper, J. ; *Multidimensional Geographic Information Science*, 2000, Taylor & Francis
- [Rmd] url: <http://www.minvenw.nl/trws/mdi/geoloket/ahn.html>: zie downloads: virtuele vluchten
- [Tur] bron: Turner, F, powerpoint presentatie *Rapid Terrain Visualization* (Aarhus, 2002)
- [Wac] Wachowicz, M., Bulens, J.D., Kramer, H., Lammeren, R.van, Ligtenberg, A., Rip, F.; *GeoVR: construction and use: the seven factors*, 2002, In: *Agile 2002 proceedings* (in prep.)