

# De noodzaak van ontwerpen

Veldverkenningen  
in de Nederlandse  
landschapsarchitectuur



# De noodzaak van ontwerpen

Veldverkenningen  
in de Nederlandse  
landschapsarchitectuur

**Redactie**

Johan Vlug  
Adrian Noortman  
Rob Aben  
Ben ter Mull  
Mark Hendriks

**Hogeschool**

**Van Hall Larenstein**  
Velp, 2013

# Nieuw gereedschap

## Digitale media in de landschapsarchitectuur

Ontwerpers en onderzoekers gebruiken analoge en digitale media om stad en land te begrijpen en vorm te geven. Omdat met name nieuwe media het mogelijk maken om het denken en communiceren over ruimtelijke ontwerpvragestukken anders aan te pakken, dragen ze bij aan de ontwikkeling van het vakgebied. Steffen Nijhuis plaatst digitale media in een lange traditie en verkent de gebruiksmogelijkheden.

Visuele representaties zoals kaarten, tekeningen of maquettes, maar ook tekst, stilstaand en bewegend beeld staan aan de basis van landschapsarchitectonisch onderzoek en ontwerp.<sup>1</sup> De laatste decennia zijn daar digitale media, of nieuwe media, bijgekomen.<sup>2</sup> Hierbij wordt informatie of kennis overgebracht door spraak, beeld, tekst en geluid met behulp van digitale technologie. Voorbeelden zijn: computers, internet, virtuele 3D-landschappen, digitale video en fotografie, *computer graphics* (afbeelding 1), geografische informatiesystemen (GIS), computersimulaties, *computer-aided drafting* (CAD), virtual reality en mobiele telefonie. Sociale media zijn eveneens digitale media, online platformen waar gebruikers de inhoud verzorgen. Denk aan weblogs, webfora en sociale netwerken.

Hoe worden digitale media gebruikt in de dagelijkse praktijk van de landschapsarchitectuur? Welke mogelijkheden en kansen zijn er voor onderzoek en ontwerp?

### Terugblik

Het gebruik van maquettes, tekeningen en kaarten gaat terug tot ver in de geschiedenis.<sup>3</sup> Omstreeks 2000 v.Chr. zijn er kaarten van dorpen uitgekerfd in de rotsen van Noord-Italië. In Egypte en China zijn plattegronden en maquettes gevonden die nog ouder zijn.<sup>4</sup> Volgens de Romeinse bouwmeester Vitruvius waren plattegrond, aanzicht en perspectief onmisbaar om tot een goed ontwerp te komen. Vanaf de veertiende eeuw werd visuele representatie steeds belangrijker onder invloed van ontwik-

kelingen in de meetkunde en de beeldende kunst, en door professionalisering van de ruimtelijke ontwerpdisciplines.<sup>5</sup> Het vervaardigen van maquettes, plattegronden, perspectieftekeningen en kaarten raakte steeds meer ingeburgerd voor het analyseren en ontwerpen van en het communiceren over bestaande en toekomstige ruimtelijke situaties.

Vanaf de achttiende eeuw werd in de landschapsarchitectuur voor het eerst geëxperimenteerd met geschilderde 'bewegende' beelden. De Franse landschapsontwerper Louis Carmontelle schilderde langgerekte imaginaire landschapspanorama's op transparant doek. Het doek werd op twee rollen gerold en met een ingenieus instrument als een video afgedraaid met een lichtbron aan de achterzijde.<sup>6</sup> Ook de 'voor- en na-tekeningen' van de Engelse landschapsontwerper en decorbouwer Humphry Repton zijn wereldberoemd en waren bedoeld om opdrachtgevers een indruk te geven van hoe een landschap er uit zou komen te zien (afbeelding 2).<sup>7</sup>

Naast deze ontwikkeling in presentatietechnieken werden instrumenten uitgevonden die ruimtelijk onderzoek en ontwerp ondersteunden. Een voorbeeld hiervan is de perspectograaf, in de achttiende eeuw uitgevonden door de wiskundige Johann Heinrich Lambert. Dit instrument vertaalde plattegronden naar perspectieftekeningen (afbeelding 3). In die periode ontwikkelde ingenieur-geograaf Jean-Marie Morel notatiesystemen om kennis van natuur en landschap – boomsoorten, watertypen, geomorfologie – te koppelen aan



1



2

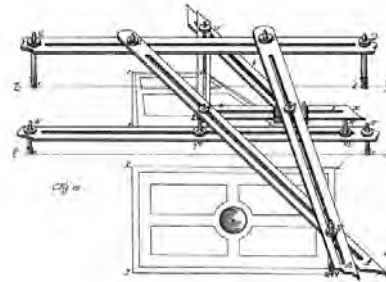


- 1 Digitaal schilderen met beeldbewerkingsoftware. *Artist's impression* uit het inrichtings- en beheerplan voor het Drentse Ballooërveld. (Bron: Strootman Landschapsarchitecten, 2010)
- 2 De Engelse landschapsontwerper en decorbouwer Humphry Repton maakte voor zijn opdrachtgevers 'voor- en natekeningen' die hij publiceerde in zijn wereldberoemde Red Books. Door een tekening van de bestaande situatie aan beide zijden open te slaan, werden de voorgestelde ruimtelijke ingrepen zichtbaar. Hier het ontwerpvoorstel uit 1793 voor landgoed Purley in het Engelse Berkshire, met de bestaande situatie (links) en de ontworpen toekomstige situatie. (Bron: Rogger, 2007, noot 7)
- 3 Johann Heinrich Lambert bedacht in de achttiende eeuw de perspectograaf waarmee een plattegrond werd omgezet in een perspectieftekening. Links: het originele ontwerp voor de perspectograaf uit het boek *Anlage zur Perspektive* (1752). Rechts: een hedendaagse reconstructie van het instrument. (Bron: Laboratory of Mathematics, University of Modena and Regio Emilia)
- 4 Carl Steinitz was een pionier die geografische informatiesystemen (GIS) gebruikte voor landschapsonderzoek en -planning. De kaart laat een geautomatiseerde analyse zien van het visuele karakter van het landschap in de omgeving van Boston. (Bron: Steinitz and Rogers, 1970, noot 15)

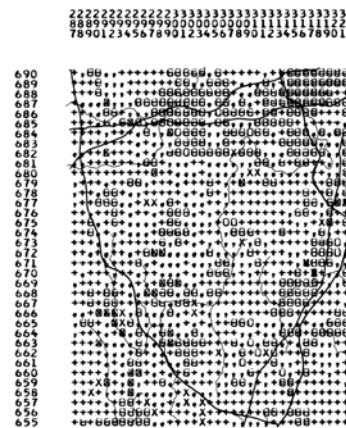
landschapsontwerp. Morel gebruikte in 1804 voor het eerst het begrip landschapsarchitect, *architecte-paysagiste*.<sup>8</sup>

Aan het eind van de negentiende eeuw deed de fotografie haar intrede. Het bood de mogelijkheid standpuntfoto's te maken van een ruimtelijke situatie en deze te manipuleren. Na de Tweede Wereldoorlog maakte het gebruik van luchtfoto's en stereofotografie de analyse en cartografie van grote gebieden mogelijk.<sup>9</sup> Later werden daar satellietfotografie en *remote sensing* aan toegevoegd voor een zeer nauwkeurige registratie van het aardoppervlak. Voor landschapsonderzoek gebruikte Cornelis von Frijtag Drabbe bijvoorbeeld luchtfoto-interpretatie om zogenoemde 'rood-blauwe-of-natte-plekkenkaarten' te vervaardigen, waarop zichtbaar was welke delen van het landschap natter of droger werden in tijden van slechte ontwatering en inundatie.<sup>10</sup>

Door de komst van elektriciteit in het begin van de twintigste eeuw kon een overlaytechniek ontwikkeld worden waarbij lichttafels een cruciale rol speelden. Meerdere tekeningen konden op elkaar worden gelegd om ruimtelijke relaties te analyseren, tussen bijvoorbeeld bodemopbouw en vegetatie. Warren Manning was een van de eerste landschapsarchitecten die in 1912 deze techniek toepaste voor zijn stedenbouwkundig plan voor de plaats Billerica in Massachusetts.<sup>11</sup> Jan Bijhouwer, de eerste Nederlandse hoogleraar landschapsarchitectuur, gebruikte de overlaytechniek in zijn beplantingsplan voor de Wieringermeerpolder en het uitbreidings- en parkplan van Kethel in

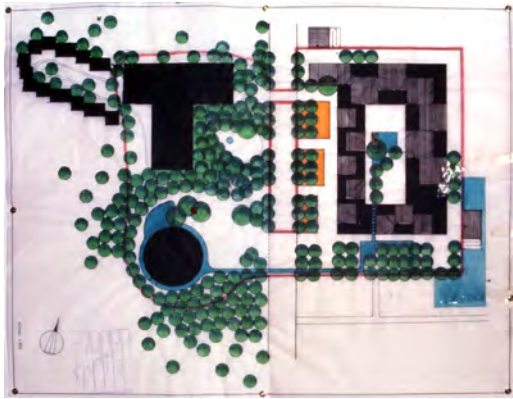


3



- Predominant visual character, T = 0.
- 1 = water
  - + 2 = wetlands and/or level landscape
  - + 3 = forest and/or hilly landscape
  - X 4 = agriculture, orchards
  - 0 5 = institutions and public services
  - ◊ 6 = low-density residential
  - ◊ 7 = high-density residential
  - 8 = commercial
  - 9 = industrial

4



5



6

- 5 Vanaf de jaren zeventig werd de enthescoop gebruikt om de ruimtelijke kwaliteit van een ontwerp inzichtelijk te maken. Voor het ontwerp van een stadscentrum is een enthescoop op het objectief van een camera bevestigd, die vervolgens verticaal in de maquette is geplaatst om foto's te maken of bewegende beelden op te nemen. (Bron: Michiel den Ruijter, 1971)
- 6 Een vroeg experiment met CAD en 3D-modellering: het ontwerp voor de Floriade van 1992 in Zoetermeer is in drie dimensies in een digitale omgeving geconstrueerd en gemonteerd op een luchtfoto van de bestaande situatie. (Bron: Michiel den Ruijter, Janneke Roos-Klein Lankhorst en Joost Koek, Wageningen Universiteit, 1984)

de omgeving van Schiedam.<sup>12</sup> Later werd deze methode uitgewerkt door Ian McHarg<sup>13</sup> en van grote invloed op de ontwikkeling van GIS en het Nederlandse systeemdenken over landschap.<sup>14</sup>

### Het digitale tijdperk

Vanaf de jaren vijftig wordt steeds meer gewerkt met de computer – eerst in de vorm van *mainframes*, later met de personal computer (PC). Vroege experimenten met het gebruik van computergegenereerde kaarten, databases en digitale overlaytechnieken werden vanaf 1967 gedaan door Carl Steinitz van de Harvard Universiteit.<sup>15</sup> Eerder had Roger Tomlinson in Canada voor dergelijke computertoepassingen het begrip geografische informatiesystemen (GIS) geïntroduceerd.<sup>16</sup> De gelijktijdige ontwikkeling van de eerste matrixprinters bood de mogelijkheid analysesresultaten te printen en te gebruiken in landschapsplanning en -ontwerp (afbeelding 4). Ook werd video gebruikt om bewegende beelden te construeren en af te spe-

len, om zo ontwikkelingen in de tijd te analyseren. In dezelfde periode kwam *computer-aided drafting* (CAD) tot ontwikkeling. Tekeningen en virtuele 3D-landschappen konden in een digitale omgeving worden geconstrueerd. Deze techniek was afhankelijk van de penplotter, noodzakelijk om (lijn)tekeningen op papier af te drukken. Omdat de ontwikkeling van de penplotter op zich liet wachten kwam het gebruik van CAD maar langzaam op gang.

Vanaf de zeventiger jaren werden de eerste experimenten gedaan met de enthescoop, een camera met periscopische lens. Deze werd ingezet om door maquettes te bewegen om opnames en standpuntfoto's te maken ten behoeve van de analyse en de presentatie van stedenbouwkundige en landschapsarchitectonische ensembles (afbeelding 5).<sup>17</sup> In de loop van de jaren tachtig kwam de digitale revolutie pas echt op gang omdat de personal computer voor een breed publiek beschikbaar kwam. Steeds meer bedrijven werden afhankelijk van computers en digitale technologieën. In de

landschapsarchitectuur werden CAD, virtuele 3D-landschappen (afbeelding 6) en GIS steeds belangrijker voor onderzoek en ontwerp. Eerst op onderzoeksinstituten en universiteiten, en later bij landschapsarchitectenbureaus. Vanaf het begin van de jaren negentig werd gebruik gemaakt van digitale beeldbewerking.<sup>18</sup> Het kunnen werken met digitale media behoort sindsdien tot de basisvaardigheden van de landschapsarchitect.

De laatste vijftig jaar worden gekenmerkt door een snelle overgang van analoge naar digitale media. Door de komst van beeldbewerkingssoftware, 3D-modellering, CAD, GIS en *computer-aided manufacturing* (CAM) – waarbij computergestuurde machines elementen of objecten vervaardigen – is het gebruik van analoge kaarten, tekeningen en maquettes veranderd. Digitale multimediapresentaties met tekst, (bewegend) beeld en geluid worden steeds belangrijker in het kernachtig overbrengen van ideeën en het informeren van belanghebbenden. Mobiele apparaten en internet ra-

---

#### INTERFACES

- Computers en randapparatuur: beeldscherm, muis, digitale pen, toetsenbord, webcam, smartboard, wii
- World wide web, internet
- Mobiele telefonie en *personal assistants*: gsm, smartphones, tablets, notebooks
- Digitale camera's: video en foto
- Positiebepaling: *global positioning systems* (GPS)
- *Tangible user interfaces* en *multi-touch interaction tables*: *multi-touch table*, *luminous table*, Illuminating Clay, Sandscape, Senseable
- Virtuele omgevingen, *head-mounted displays* en simulatielaboratoria: CAVE, Simlab, *multimedia meeting rooms* en *group decision rooms*

---

#### OPERATIES

- Digitale tekstverwerking, spreadsheets en databases
- Beeldbewerking en *desktop publishing*
- Virtuele 3D-landschappen: 3D-modellering, virtual reality (VR)
- Softwareplatforms: *computer-aided drafting* (CAD), geografische informatiesystemen (GIS), bouwwerk-informatie-model (BIM), *decision support systems* (DSS)
- *Location-based services*: *geotagging*, *geocaching*, *augmented reality markers* (AR-markers), *points of interest* op basis van GPS (POI's)
- Computersimulatie of modellen (deterministisch of stochastisch):
  - *Geocomputation*: computerspellen (*serious gaming*), tijdgeografische modellen, verkeers- en vervoersmodellen, planologische modellen,
  - economische modellen, morfologie- en zichtbaarheidsmodellen, cognitieve modellen, multi-actormodellen, bouwtechniek- en logistieke modellen, waterbouwkundige modellen, natuur- en milieumodellen, landbouwkundige modellen, energetische modellen, ecologische modellen<sup>20</sup>
  - *Computational form generation*: *coding*, *scripting*, genetische algoritmes
  - *Computer-aided manufacturing* (CAM) en *rapid prototyping*: 3D-print, *CNC-milling*, *laser cutting*
  - Toegevoegde realiteit (TR)
  - Webapplicaties en sociale media: online kaarten en luchtfoto's, zoekmachines, panoramafoto's, quick respond codes (QR-codes), weblogs, webfora, sociale netwerken (*profile sites*, *blogging*, *visual media sharing*, *wiki's*)

---

#### Overzicht van interfaces en operaties.

ken steeds meer met elkaar verweven en *social networking* is uitgegroeid tot een standaard in communicatie.

#### Digitale interfaces en operaties

Het staat buiten kijf: digitale media zijn belangrijk voor onderzoek en ontwerp. Ze zijn 'voertuigen' voor het denken en communiceren in verschillende gradaties. Ze zijn niet alleen geschikt voor het overdragen van informatie, het begrijpen en verbeelden van een (toekomstige) werkelijkheid, maar ook voor het vastleggen, analyseren, manipuleren en uiten van ideeën, vormen en relaties.

In verband met digitale media spreken we vaak van een visuele cultuur, waarin *computer graphics*, kaarten, virtuele 3D-landschappen en computeranimaties de boventoon voeren. Dit sluit naadloos aan op de visuele cultuur van de landschapsarchitectuur, waar visuele representaties een belangrijke rol spelen in het visueel denken en communiceren. Visueel denken impliceert het genereren van kennis en

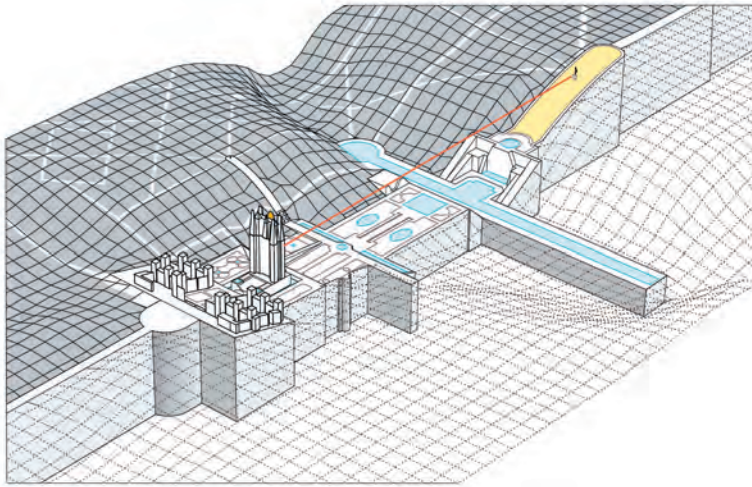
ideeën door de creatie, inspectie en interpretatie van visuele representaties van het eerder niet-zichtbare, terwijl visuele communicatie verwijst naar de effectieve overdracht van ideeën in visuele vorm.<sup>19</sup>

Om grip te krijgen op het gebruik van digitale media in de landschapsarchitectuur is een onderscheid tussen de begrippen 'interface' en 'operatie' nuttig. Met interface wordt de relatie tussen mens en computer bedoeld – het technische systeem. Met operatie worden de verrichtingen bedoeld. In de tabel staan de belangrijkste interfaces en operaties, waarvan de meeste in de tekst worden toegelicht. Het onderscheid tussen interface en operatie is vaak niet duidelijk omdat digitale media worden gekenmerkt door een combinatie van beiden. Het gebruik varieert van algemene toepassingen zoals bijvoorbeeld tekstverwerking, communicatie en marketing, tot specifieke toepassingen zoals bijvoorbeeld geavanceerd ruimtelijk onderzoek en virtuele 3D-landschappen.

In de landschapsarchitectuur zijn drie toepassingsgebieden te onderscheiden: onderzoek, ontwerp en presentatie en communicatie. Bij de eerste twee ligt de nadruk op denken en reflectie, terwijl bij de derde het effectief overbrengen van specifieke informatie en kennis centraal staat. Delibereren, bewerken, documenteren, leren, vervaardigen, testen, associëren, spreken voor en werken binnen groepen zijn stuk voor stuk activiteiten waarbij gebruik wordt gemaakt van digitale media.

#### Toepassingen in onderzoek

Onderzoek gaat om de analyse en evaluatie van situaties, ontwerpen of precedenten. Het heeft tot doel inzichtelijk te maken hoe het in fysiek, biologisch of cultureel opzicht functioneert, of welke (ruimtelijke) ordeningsprincipes gebruikt zijn. Structuren, patronen, processen en hun relaties in ruimte en tijd worden in beeld gebracht. Door bepaalde elementen of aspecten van een landschap door overlaytekeningen met



7



8



7 Analysetekening van de Franse tuin Vaux-le-Vicomte in Melun, vervaardigd met behulp van CAD en beeldbewerkingssoftware. Door compositie-elementen te tekenen en met elkaar in verband te brengen, is de ruimtelijke constructie en oriëntatie van het ontwerp onderzocht. Zo wordt zichtbaar hoe de natuurlijke hoogteverschillen zijn benut om een lengteas te maken – die de schijn van oneindigheid wekt. De as voorziet in een meetkundige horizon, die gemarkeerd wordt door een beeld van Hercules. (Bron: Steenbergen et al., 2008, noot 21)

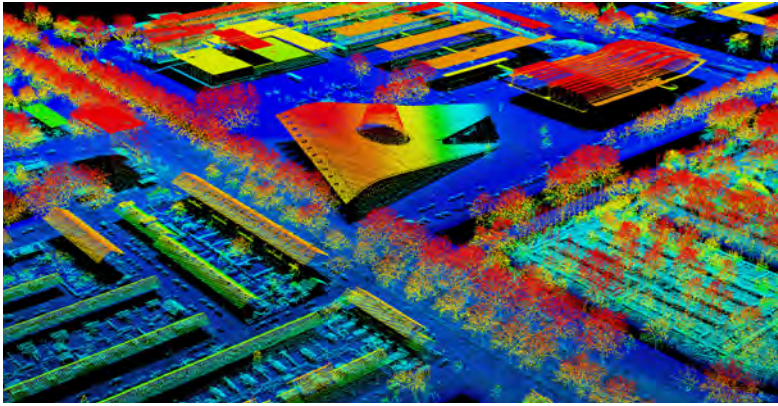
8 GIS-gebaseerde bewerking van hoogtegegevens van Nederland. De nauwkeurige gegevens kunnen op verschillende manieren gevisualiseerd worden. Als kaart (links) waarbij de kleuren de hoogte ten opzichte van de zeespiegel weergeven. Een slagschaduw in de achtergrond maakt hoogteverschillen duidelijk zichtbaar. Blauw zijn de gebieden die onder de zeespiegel liggen en bruin de gebieden boven de zeespiegel. Of als 3D-print waarbij de hoogtegegevens vanuit GIS door een 3D-printer vertaald zijn in een maquette – met een schaal van 1 op 500.000 en de hoogte honderd keer overdreven.

elkaar in verband te brengen, ontstaat begrip van de relaties tussen culturele patronen – bebouwing, wegen, verkaveling – en het natuurlijke systeem – bodem, geomorfologie, hydrologie. Architectonische eigenschappen zoals vorm, ruimte, organisatie, proportie en schaal kunnen met reductie- of analyse-tekeningen worden onderzocht (afbeelding 7).<sup>21</sup> Met suggestieve cartografie, *datascaping* en —statistische landschappen worden data, luchtfoto's, themakaarten en diagrammen gecombineerd of ruimtelijk vertaald om het landschap op een alternatieve wijze te lezen en samenhangen te verkennen.<sup>22</sup> Digitale media zoals CAD, GIS, 3D-modellering en beeldbewerkingssoftware functioneren in deze zoektocht als een 'verlengstuk van de handen' waarbij pen en potlood vervangen worden door muis en digitale tekenpen. Zo kunnen analytische en grafische bewerkingen nauwkeuriger en sneller worden gedaan en kan er met grote hoeveelheden informatie worden gewerkt.

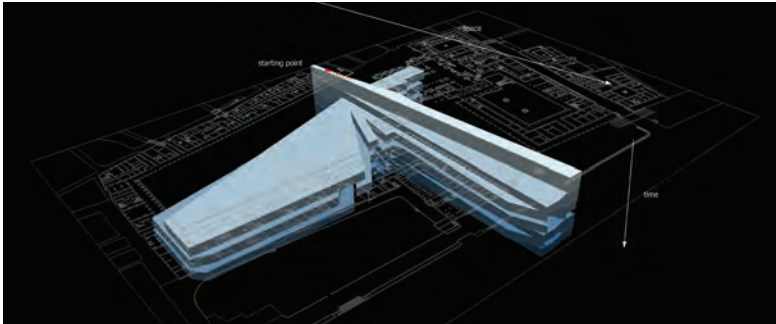
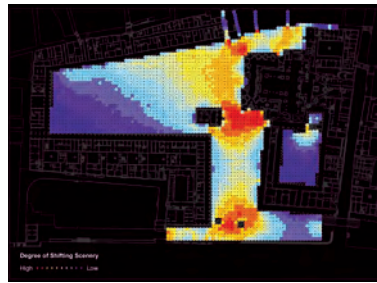
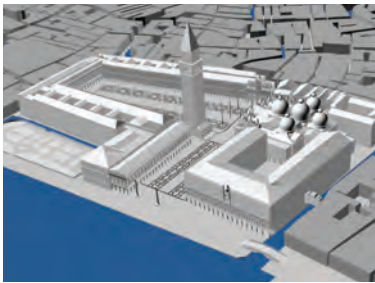
Door gebruik te maken van de rekenkracht van computers in combinatie met inventieve analyse-, modellerings- en visualisatietechnieken, ontstaat nieuwe informatie en kennis over ruimtelijke opbouw, processen en gebruik. Digitale media kunnen in dat opzicht worden gezien als een 'verlengstuk van het brein', als gereedschap om het observeren en reflecteren te ondersteunen.<sup>23</sup> Vooral GIS en computersimulaties, in combinatie met 3D-modellering, bieden bruikbare toepassingen. Door de integratie van computertoepassingen – zoals *image processing*, CAD, cartografie, datamodelering en databasemanagement – zijn GIS en computersimulaties krachtige instrumenten om grip te krijgen op complexe situaties in het heden, verleden of toekomst. Tegen deze achtergrond ontwikkelen onderzoeksinstellingen toepassingen voor ruimtelijk ontwerp op het gebied van data-acquisitie, modellering, analyse en visualisatie. Een voorbeeld zijn de driedimensionale meetkundige data van objecten en gebieden die worden

verkregen door laserscanners uit de lucht of vanaf vaste standpunten. Deze informatie kan als basis dienen voor nauwkeurige modellen waarin hoogteverschillen in het landschap zichtbaar worden gemaakt (afbeelding 8), of de driedimensionale vorm van de bebouwde omgeving (afbeelding 9). Een GIS-gebaseerde analyse van de visuele ruimte met zogenoemde zichtbaarheidsmodellen is eveneens een nuttige toepassing om te onderzoeken wat gebruikers kunnen zien in een bestaande of toekomstige situatie (afbeelding 10).<sup>24</sup> Tot slot ecologische modellen die de ruimtelijke spreiding en expressie van ecosystemen realistisch in beeld brengen door de constructie van virtuele 3D-landschappen (afbeelding 11).

Internet geeft inzicht in locatie, gebruik en waardering. Naast online vector- en rastergeoriënteerde kaarten zijn andere webapplicaties nuttig, zoals online 360-graden-panoramafoto's. Bij *crowd sourcing*, het gebruikmaken van een grote groep individuen, kunnen *visual media sharing* (afbeelding 12) of specifieke apps



9



10



11

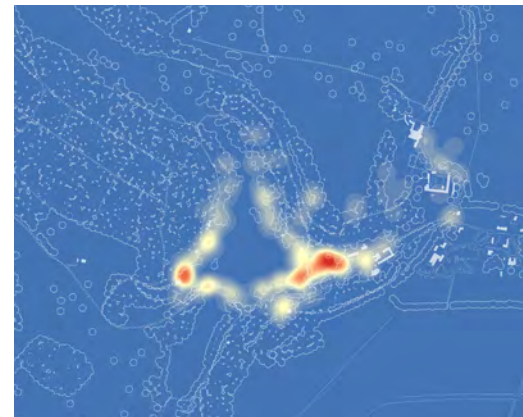
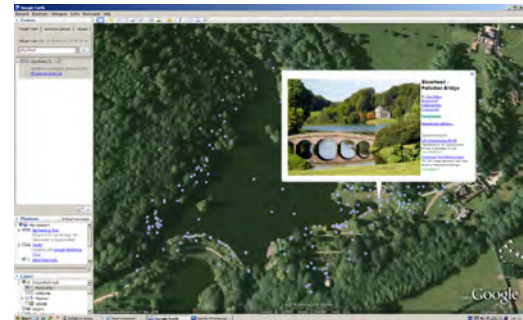
9 3D-visualisatie van een deel van de campus van de TU Delft, op basis van data verkregen met laserscanners vanuit de lucht. De afbeelding bevat miljoenen meetpunten die alleen met gespecialiseerde software gevisualiseerd kon worden. De bibliotheek en de aula zijn duidelijk herkenbaar. (Bron: Michiel Pouderoijen en Addie Ritter, TU Delft, 2011)

10 Onderzoek naar de ruimtelijke opbouw van het San Marco-plein in Venetië. Linksboven: een nauwkeurig geconstrueerd 3D-model maakt het mogelijk de ruimtelijke opbouw vanuit verschillende standpunten – ooghoogte, vogelvlucht – te bestuderen en te visualiseren. Rechtsboven: een GIS-gebaseerde zichtbaarheidsanalyse toont de variatie die in het gezichtsveld optreedt – de mate van tafereelverschuiving op ooghoogte. Het kleurbereik rood-oranje-geel laat een geleidelijk ruimtelijk verloop zien op de overgang van het ene plein naar het andere, met de klokkentoren als 'scharnier'. Onder: analyse waarbij opeenvolgende gezichtsvelden zijn berekend vanaf de entree van het plein. Dit zogenaamde Minkowski-model laat van boven naar onder zien hoe het plein zich 'ontvouwt' – van een sterk ingekaderd zicht op het water tot zicht op het hele plein.

11 Door een combinatie van GIS, beplantingsfysiologische modellen en *real-time rendering* wordt de ruimtelijke spreiding en expressie van ecosystemen in beeld gebracht. In zo'n virtueel 3D-landschap kan men door het gebied bewegen en visualiseren hoe het functioneert in ecologisch en ruimtelijk opzicht. Door de koppeling van informatie over bijvoorbeeld bodemopbouw en plantgemeenschappen is het een ruimtelijke database voor onderzoek, ontwikkeling en behoud. Hier een simulatie van alpiene plantgemeenschappen in het UNESCO biosphere reserve Entlebuch in Zwitserland. (Bron: Philip Paar, Wieland Röhrich, Olaf Schroth en Ulrike Wissen, Lenné3D & ETH Zürich, 2004)

12 Bij *crowd sourcing* wordt gebruik gemaakt van *visual media sharing*. Door de spreiding en dichtheid van online *geotagged* foto's – voorzien van gps-coördinaten – te analyseren, wordt duidelijk welke gebieden op het Britse landgoed Stourhead door bezoekers worden gewaardeerd. Boven: screenshot met locaties van online *geotagged* foto's. (Bron: Google maps-Panoramio)

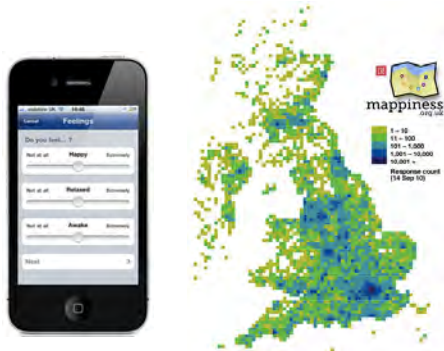
Onder: GIS-analyse van de spreiding en dichtheid van foto's op basis van hoeveelheid en afstand. In de rode gebieden zijn de meeste foto's gemaakt, een indicator voor waardering.



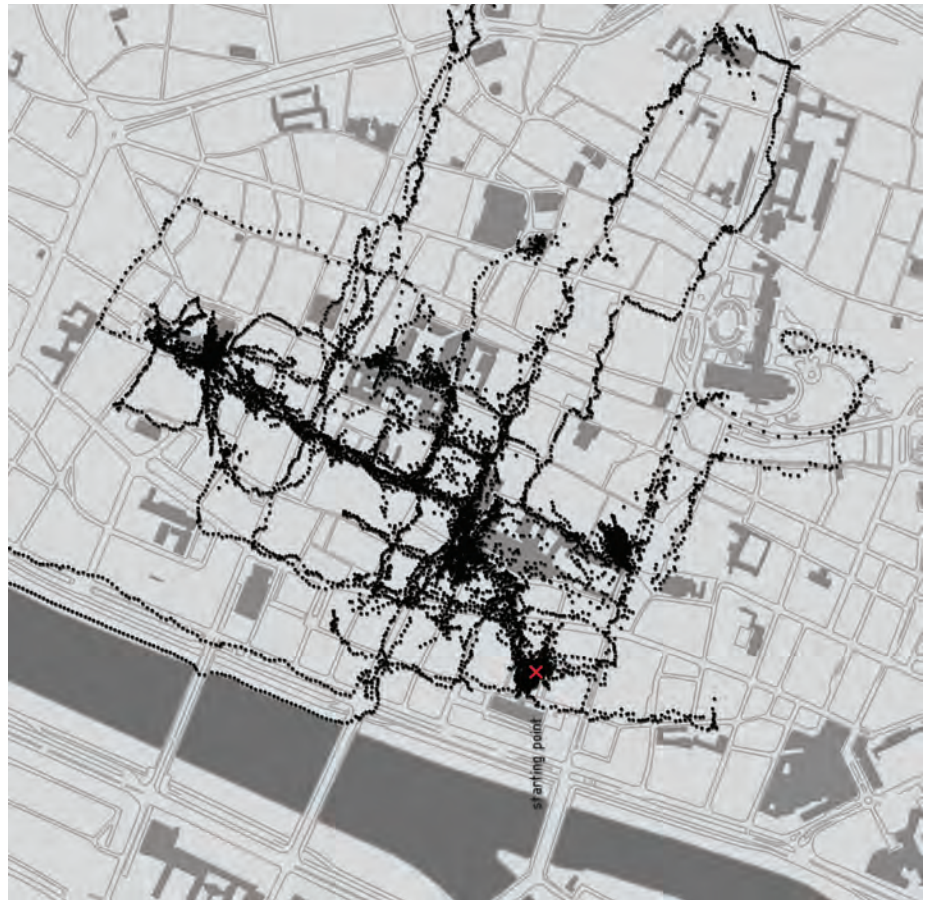
12



- 13 *Crowd sourcing* met gebruik van een app waarmee gebruikers vragen beantwoorden over de beleving en waardering van het landschap. Door automatische positiebepaling worden de antwoorden gevisualiseerd, met als resultaat bijvoorbeeld een kaart van gewaardeerde landschappen in Engeland. (Bron: mappiness.org.uk)
- 14 Bewegingspatronen van enkele tientallen toeristen in de Franse plaats Rouen, verkregen door hen te voorzien van een mobiele GPS. Door de individuele *tracklogs* op kaart te visualiseren wordt de ruimtelijke oriëntatie, gebruiksintensiteit en spreiding van een specifieke groep voetgangers in de stad zichtbaar. (Bron: Steffen Nijhuis en Stefan van der Spek, TU Delft, 2008)



13



14

(afbeelding 13) worden ingezet om een indruk te krijgen van de waardering en het gebruik van landschappen.

Een andere toepassing voor ruimtelijk onderzoek is positiebepaling. Door geselecteerde groepen mensen te voorzien van GPS (afbeelding 14), of door mobiel belgedrag in kaart te brengen, kunnen bewegingsstromen en verblijfspatronen geanalyseerd worden.<sup>25</sup> Dit kan als onderbouwing dienen voor ingrepen of beheersmaatregelen in stad en park. Het geeft inzicht in het gedrag, de oriëntatie en de beweging van mensen in de omgeving – *wayfinding*. Experimenten met digitale foto's en video tonen de potentie van bewegende beelden als onderzoeksmiddel op het gebied van landschapsperceptie of landschapsfenomenologie.<sup>26</sup>

### Toepassingen in ontwerp

Bij ontwerp gaat het om de verkenning van mogelijkheden en de synthese van kennis en informatie op verschillende schaalniveaus.

Digitale media hebben een ondersteunende rol in een zich herhalend denkproces. Ontstaan, ontwikkeling en testen wisselen elkaar af om te komen tot een ruimtelijk ontwerp. In de ontstaanscyclus krijgen de eerste ideeën van de ontwerper een tastbare vorm. Daarna wordt het rudimentaire ontwerp in een ontwikkelingscyclus bewerkt om een grotere mate van coherentie, volledigheid en specificiteit te bereiken. De testcyclus is het moment van de waarheid, dan wordt het ontwerp getoetst aan de criteria en normen die door de ontwerper gesteld waren.

CAD en beeldbewerkingsoftware zijn veelgebruikte gereedschappen bij het tekenen en opwerken van ontwerptekeningen, aanzichten en perspectieven.<sup>27</sup> 'Digitaal schilderen' met foto's en collages helpt bij het vormen en verbeelden van de creatieve ideeën. Met 3D-modellering kan een landschap in drie dimensies worden ontworpen, waarbij de ruimtelijke relaties en effecten vanuit het ooghoogteperspectief worden geconstrueerd, en ook beweging

een grote rol speelt. De visualisatie kan meer of minder realistisch zijn, dat is afhankelijk van het doel en de beschikbare tijd.

Computersimulaties met computerspellen en morfologische modellen leveren vroeg in de ontwerpfase input voor mogelijke configuraties van het ruimtelijk programma. De ontwerper legt regels die ten grondslag liggen aan het ontwerp vast, bijvoorbeeld over kavelgrootte, afstand, infrastructuur en groen, terwijl het model deze via statistische optimalisatie vertaalt in ruimtelijke configuraties (afbeelding 15).<sup>28</sup> Planologische modellen brengen mogelijke ruimtelijke scenario's in beeld als basis voor (regionale) visievorming en ontwerp.<sup>29</sup> De gevolgen van sociaaleconomische, klimatologische en milieutechnische veranderingen worden omgezet in mogelijke ruimtelijke claims die als programma van eisen dienen. Parametrisch ontwerp met behulp van *scripting* of genetische algoritmes kan gebruikt worden om driedimensionale vormen, objecten of landschappen te genereren die aan bepaalde

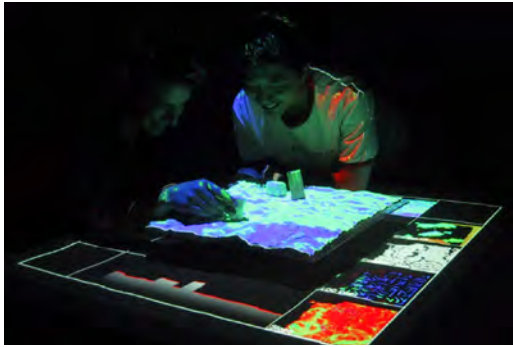
- 15 Ontwerpregels, zoals kavelgrootte en de hoeveelheid groen, worden in een computermodel vertaald in een ruimtelijke configuratie. Dit resultaat wordt door ontwerpers geëvalueerd waarbij de regels steeds worden bijgesteld en nieuwe alternatieven gegenereerd. Links een computersimulatie van een verkavelingsstudie voor het stedenbouwkundig plan De Draai in Heerhugowaard. De tekeningen tonen de stedenbouwkundige uitwerking. (Bron: Karres en Brands landschapsarchitecten i.s.m. ETH Zürich team Kaisersrot, 2009)
- 16 Globus Cassus is een bekroond kunstproject over een conceptuele transformatie van de planeet Aarde. Door de computer gegenereerde driedimensionale vormen stonden aan de basis van imaginaire landschappen zoals *Die Geomorphe Stadt*. (Bron: Christian Waldvogel, 2004)



15



16



17



18

17 Illuminating Clay (links) en Sandscape zijn voorbeelden van *tangible user interfaces* waarbij een snelle wisselwerking optreedt tussen ingrepen en hun effecten. De ontwerper geeft vorm aan het landschap door 'driedimensionale klei of zand' te vervormen. Het gevormde landschap wordt doorgerekend en op schermen gevisualiseerd. (Bron: Carlo Ratti, MIT Media Lab, Tangible Media Group, 2002)

18 Prijsvraagwinnende presentatie voor een nieuw bezoekerscentrum in de Oostvaardersplassen. Hiervoor zijn GIS, CAD, 3D-modellering en beeldbewerking gecombineerd om de ruimtelijke kwaliteiten van het plan te tonen. (Bron: Vista landschapsarchitectuur en stedenbouw i.s.m. Olaf Gipser architecten, 2010)

19 Een opstelling op landgoed Beeckesteijn toont de landschapontwikkeling van Kennemerland door een sequentie van kaarten die op filmische wijze op een met GIS-CAM vervaardigde 3D-maquette worden geprojecteerd. Associatieve beelden roepen het gevoel van een bepaalde tijdsperiode op, een stem vertelt het verhaal. (Bron: Steffen Nijhuis, Michiel Pouderoijen, Joris Wiers, TU Delft, 2010)



(technische) regels voldoen. Dit levert meestal onverwachte patronen, vormen of landschappen op die worden gebruikt voor associatie, als een uitwerking van ideeën (afbeelding 16) of als directe input voor reële projecten.<sup>30</sup>

GIS is een krachtig instrument voor ruimtelijk ontwerp op verschillende schaalniveaus. *Geodesign* is een GIS-gebaseerde aanpak waarbij locatie-specifieke en andersoortige informatielagen ruimtelijk gecombineerd worden en bewerkt tot nieuwe ontwerp-kennis.<sup>31</sup> Door de implementatie van morfologische modellen in GIS-programma's, zoals Space Syntax, kan de logica van een toekomstig padensysteem, en daarmee het functioneren daarvan, vooraf worden beoordeeld.<sup>32</sup>

Bij *tangible user interfaces* staat de interactie tussen mens en computer centraal. Dergelijke intuïtieve interfaces voorzien in een snelle wisselwerking tussen ingrepen en hun effecten. *Illuminating Clay* en *Sandscape* zijn zulke interfaces waarbij de ontwerper vorm geeft aan het landschap door 'driedimensi-

onale klei of zand' te vervormen. Tegelijkertijd worden op aangrenzende schermen de eigenschappen van het gevormde landschap gevisualiseerd, zoals hoogtelijnen, waterafvoer en hellingshoeken (afbeelding 17).<sup>33</sup> Digitale tekeningen kunnen direct worden vertaald in fysieke maquettes en prototypen van objecten door 3D-printers, *CNC-milling* of *laser cutting*. De combinatie van CAD en *computer-aided manufacturing* (CAM) maakt het mogelijk ontworpen elementen direct in productie te nemen.

#### Toepassingen in presentatie en communicatie

Bij presentatie gaat het om effectieve communicatie en de uitwisseling van informatie, kennis of ideeën aan belanghebbenden of breder publiek. Digitale media worden gebruikt voor een adequate overdracht van informatie, kennis en ideeën. In de landschapsarchitectuur worden CAD, 3D-modellering, beeldbewerking en *desktop publishing* op grote schaal

toegepast om plannen presentabel te maken via *computer graphics* (afbeelding 18), posters en rapporten. Ondersteund door digitale multimediatpresentaties worden opdrachtgevers, publiek of juryleden geïnformeerd over de inhoudelijke kwaliteit van de plannen. Virtuele omgevingen en simulatielaboratoria kunnen betrokkenen meevoeren door een digitaal geconstrueerde, driedimensionale ruimte in de toekomst of het verleden.

Voor het samenwerken in groepen, voor bijvoorbeeld het uitwerken en realiseren van plannen, zijn CAD en bouwwerk-informatie-modellen (BIM) steeds belangrijker. Computergetekende technische tekeningen, zoals beplantingsplannen en bestratingsdetails, laten zien hoe iets gemaakt moet worden. Met BIM worden de hoeveelheden en de kosten berekend en uiteindelijk vertaald naar begrotingen en bestekken.

Communicatie en interactieve planvorming in de landschapsarchitectuur worden ondersteund door digitale media zoals *group*

*decision rooms, multi-touch tables* en *luminous tables*, al dan niet uitgerust met *decision support systems*. Bij het gebruik van dergelijke media nemen belanghebbenden plaats in een ruimte of aan een tafel om te worden geïnformeerd, of om mee te denken over een ruimtelijke opgave.<sup>34</sup> Dynamische digitale projecties op maquettes blijken effectief in het overbrengen van informatie en kennis voor een groter publiek (afbeelding 19). Internet en sociale media spelen een rol in de marketing van landschapsarchitectenbureaus. Websites tonen expertise, ideologieën en projectportfolios, en via sociale media verspreiden bureaus informatie over hun laatste activiteiten.

*Location-based services, quick respond codes, augmented reality markers* of *points of interest* op basis van GPS verstrekken op *smartphones* en *tablets* informatie over objecten en landschappen. Op termijn wordt beeldherkenning hiervoor belangrijker, waarbij niet alleen de *code* of de *marker*, maar het gehele beeld herkend wordt als basis voor een toegevoegde werkelijkheid. Computerbeelden of -informatie worden dan rechtstreeks toegevoegd aan reële beelden. Hierdoor versmelt de werkelijkheid met een virtuele wereld in de communicatie over een ruimtelijke situatie in het verleden, heden of toekomst.

### Perspectief

Dit boek laat zien dat digitale presentatie en communicatie steeds belangrijker worden in de dagelijkse praktijk – als ‘verlengstuk van de handen’. Toch worden de mogelijkheden van digitale media nog onvoldoende benut. Vooral die toepassingen waarbij digitale media worden ingezet in het (creatieve) denkproces – als ‘verlengstuk voor het brein’ – bieden nog volop ontwikkelingsmogelijkheden.

De digitale media ontwikkelen zich in hoog tempo. Technische mogelijkheden nemen met de dag toe en specialistische software wordt steeds gebruiksvriendelijker. Digitale media worden intuïtiever en interactiever, en werkomgevingen dynamischer. Er wordt gewerkt aan een betere digitale infrastructuur om actuele en betrouwbare informatie online beschikbaar te stellen en voor iedereen toegankelijk.<sup>35</sup> Daarnaast kunnen digitale media bijdragen aan de toenemende behoefte aan multidisciplinair en flexibel werken – om zo complexe vraagstukken met andere vakgebieden en betrokkenen van oplossingen te voorzien. Er valt op dit gebied veel te leren van de architectuur, waar men kan spreken van een ‘echte’ digitale cultuur.<sup>36</sup>

In de ontwikkeling van het vakgebied met betrekking tot digitale media hebben onderwijs- en onderzoeksinstellingen een belangrijke taak. Ze moeten het voortouw nemen om studenten te inspireren, kennis te ontwikkelen en over te brengen, en de ambachtelijke gereedschapskist aan te vullen met nieuw gereedschap. Dit betekent dat digitale media en hun toepassing in onderzoek, ontwerp en presentatie onderdeel dienen te zijn van de onderwijs- en onderzoekscurricula.<sup>37</sup> Als resultaat zal de landschapsarchitectuur zich ontwikkelen tot een digitale cultuur waar GIS, CAD en BIM net zo ingeburgerd zijn als pen en papier.

Het is niet zo dat digitale media de analoge media vervangen – ze zijn complementair. Ze zijn allebei onderdeel van de gereedschapskist die ontwerpers en onderzoekers ter beschikking hebben. Elk stuk gereedschap, digitaal of analoog, heeft kwaliteiten: handgetekende schetsen en maquettes zijn net zo belangrijk als door de computer gegenereerde informatie of virtuele 3D-landschappen. Terreinbezoek kan niet vervangen worden door panoramafoto's omdat zintuiglijke waarnemingen in het veld belangrijk zijn voor de reële ruimtelijke ervaring. Handtekenen zal altijd een belangrijk onderdeel uitmaken van het denkproces in termen van hand-hoofdcoördinatie en observatie door handtekenen.<sup>38</sup> Het gebruik van digitale media verdient een volwaardige plaats naast traditionele media. Het is de moeite waard de mogelijkheden van digitale media te onderzoeken en pogingen te ondernemen om in het gebruik daarvan diepgang te bereiken.

*Met dank aan Johan Vlug en Michiel den Ruijter die mij de beginselen van de landschapsarchitectuur en de toepassing van digitale media hebben bijgebracht, en aan Clemens Steenbergen en Erik de Jong voor de verdere ontwikkeling daarvan. Ook dank aan personen, bureaus en onderzoeksinstellingen die afbeeldingen beschikbaar hebben gesteld.*

*Steffen Nijhuis is universitair docent en senior-onderzoeker landschapsarchitectuur aan de Technische Universiteit Delft, faculteit Bouwkunde. Belangrijke thema's in zijn werk zijn methoden en technieken voor ruimtelijk ontwerp en onderzoek, landschapsbeeldkartering en visuele representatie. Zijn promotieonderzoek richt zich op het gebruik van GIS in de landschapsarchitectuur.*

- 1 Overzichtswerken zijn: S. Andersson, M. Floryan, A. Lund (2005) *Great European gardens. An atlas of historic plans*. Copenhagen: The Danish Architectural Press; E. de Jong, M. Lafaille and C. Bertram (2008) *Landscapes of the imagination. Designing the European tradition of garden and landscape Architecture 1600-2000*. Rotterdam: NAI publishers.
- 2 Overzichtswerken zijn: E. Mertens (2010) *Visualizing landscape architecture. Functions, concepts and strategies*. Basel, etc.: Birkhäuser; N. Amoroso (ed.) (2012) *Representing landscapes. A visual collection of landscape architectural drawings*. London: Routledge; N. Amoroso (2012) *Digital landscape architecture now*. London: Thames and Hudson. Voor achtergronden over nieuwe media: L. Manovich (2001) *The language of new media*. Cambridge, MA: The MIT press; Martin Lister et al. (2008) *New media. A critical introduction*. London: Routledge.
- 3 Zie ook: E. Zube, D. Simcox and C. Law (1987) 'Perceptual landscape simulations: History and Prospect.' *Landscape Journal* 6(1); 62-80 en I. Bishop and E. Lange (eds.) (2005) *Visualization in landscape and environmental planning. Technology and applications*. New York: Taylor and Francis.
- 4 C.D. Smith (1987) 'Cartography in the Prehistoric period in the Old World: Europe, the Middle East, and North Africa', in: J.B. Harley and D. Woodward (eds.) *The history of cartography. Volume 1: Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*. Chicago: The University of Chicago Press, pp. 54-101; D. Buisseret (ed.) (1998) *Envisioning the City. Six studies in urban cartography*. Chicago: The University of Chicago Press.
- 5 Over de professionalisering van de architectuur zie: F. Toker (1985) 'Gothic architecture by remote control. An illustrated building contract of 1340', *The Art Bulletin* 67 (1); 67-95 en E. Robbins (1994) *Why Architects draw*. Cambridge, MA: The MIT press. Over de ontwikkeling van de perspectieftekening: K. Andersen (2007) *The geometry of an art. The history of the mathematical theory of perspective from Alberti to Monge*. New York: Springer.
- 6 L.C. de Brancion (2008) *Carmonelle's landscape transparencies. Cinema of the Enlightenment*. Los Angeles: Getty publications.
- 7 A. Rogger (2007) *Landscapes of taste. The art of Humphry Repton's Red Books*. London: Routledge.
- 8 J. Disponzio (2002) 'Jean-Marie Morel and the invention of landscape architecture', in: J.D. Hunt and M. Conan (eds.) *Tradition and innovation in French garden art. Chapters of a new history*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, pp. 135-160.
- 9 Stereofotografie bestaat uit het maken van twee opnamen, gelijktijdig gemaakt, op ca. 6,5 cm van elkaar wat overeenkomt met de gemiddelde afstand tussen twee mensen. Daarmee is het mogelijk om diepte te zien en bijv. hoogteverschillen te ontdekken.
- 10 Hij gebruikte daarvoor luchtfoto's uit WOII. Tijdens de oorlog waren grote gebieden slecht ontwaterd door gebrek aan brandstof voor de gemalen, of door de Duitsers onder water gezet. C.A.J. van Frijtag Drabbe (1954) *Luchtfoto en foto-interpretatie. Deel II: Historische Geologie in West-Europa*. Delft: Topografische Dienst.
- 11 W.H. Manning (1913) 'The Billerica town plan', *Landscape Architecture* 3 (3); 108-118. Zie ook: C. Steinitz, P. Parker and L. Jordan (1976) 'Hand-drawn overlays. Their history and prospective use', *Landscape Architecture* 66; 444-455.
- 12 J.T.P. Bijhouwer (1933) 'Beplanting in den Wieringermeerpolder', in: M.J. Granpré Molière e.a. *Het nieuwe land. De opbouw van de Wieringermeerpolder*. Amsterdam: Van Munster's uitgeverijmaatschappij, pp. 49-51; J.T.P. Bijhouwer (1947) 'Een bodemkartering ten behoeve van de stedenbouw'. *Tijdschrift voor Volkshuisvesting en Stedenbouw* jaargang 3; 36.
- 13 I. McHarg (1969) *Design with Nature*. Garden City, NY: Natural History Press.
- 14 Zoals uitgewerkt in het Wageningse Triplex-model, de Lagenbenadering, het Cascoconcept en de Strategie van de twee Netwerken.
- 15 C. Steinitz (1967) *Congruence and meaning. The influence of consistency between urban form and activity upon environmental knowledge*. Cambridge, MA: MIT; C. Steinitz and P. Rogers (1970) *A systems analysis model of urbanization and change. An experiment in interdisciplinary education*. Cambridge, MA: The MIT press.
- 16 J.T. Coppock and D.W. Rhind (1991) 'The history of GIS', in: D. Maguire, M.F. Goodchild and D.W. Rhind (eds.) *Geographical Information Systems. Principles and applications*. New York: Wiley/Longman, pp. 21-43; N. Chrisman (2006) *Charting the unknown. How computer mapping at Harvard became GIS*. Redlands, ESRI.
- 17 M.J.A. Bouwman (1979) *De waarde van het gebruik van de entheskoop in relatie tot andere presentatietechnieken voor de gebouwde omgeving*. Wageningen: Landbouwniversiteit; P. Bosselman (1998) *Representation of Places. Reality and Realism in City Design*. Berkeley, etc: University of California Press.
- 18 Zie voor een voorbeeld hoe digitale media steeds belangrijker werden in de dagelijkse praktijk van landschapsontwerpers: N. van Dooren (2010) 'Koele warmte. Het werk van bureau B+B beschouwd vanuit de tekening', in: M. Steenhuis (red.) *Bureau B+B. Stedenbouw en landschapsarchitectuur*. Rotterdam: NAI Uitgevers, pp. 376-425.
- 19 DiBiase, D. (1990) 'Visualization in the earth sciences', *Earth and Mineral Sciences* 59(2); 13-18.
- 20 Voor achtergronden en voorbeelden van bruikbare computerspellen en modellen zie: F. von Borries, S. Walz and M. Bottger (eds.) (2007) *Space, time, play. Computer games, architecture and urbanism: the next level*. Basel etc.: Birkhäuser; E. Stolk en A. van Bilsen (2007) *Vooronderzoek New Town Simulation Models*. Faculteit Bouwkunde (intern rapport); E. Stolk en M. te Brömmelstroet (red.) (2009) *Model town. Using urban simulation in new town planning*. Amsterdam: SUN.
- 21 Meer voorbeelden zijn te vinden in: B. Leupen, et al. (1993) *Ontwerp en analyse*. Rotterdam: Uitgeverij 010; C.M. Steenbergen, S. Meeks and S. Nijhuis (2008) *Composing landscapes. Analysis, typology, and experiments for design*. Basel etc.: Birkhäuser.
- 22 Voorbeelden van suggestieve cartografie: A. Mathur and D. da Cunha (2001) *Mississippi floods. Designing a shifting landscape*. New Haven and London: Yale University Press, en A. Berger (2006) *Drosscape. Wasting land in urban America*. New York: Princeton University Press. Een voorbeeld van datascaping: W. Maas (2009) 'Le Grand Pari du Grand Paris', in: AMC. *Le Moniteur Architecture: Le Grand Pari(s). Consultation internationale sur l'avenir de la metropole Parisienne*; 235-254.
- 23 Miller kwam tot de conclusie dat we maximaal 2.5 bits (5-7 variabelen) aan informatie kunnen verwerken, terwijl computers de mogelijkheid hebben 32 bits, of zelfs 64 bits te verwerken. G.A. Miller (1956) 'The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information', *The Psychological Review* 63; 81-97. Recent onderzoek heeft zijn bevindingen naar 4 variabelen bijgesteld.
- 24 Voor een overzicht van visueel landschaps-onderzoek in relatie met GIS: S. Nijhuis, R. van Lammeren and F.D. van der Hoeven (eds.) (2011) *Exploring the visual landscape. Advances in physiognomic landscape research in the Netherlands*. Amsterdam: IOS Press (RiUS 2).
- 25 Voor mogelijkheden van GPS-tracking in stedenbouwkundig onderzoek zie: F.D. van der Hoeven, J. van Schaick and S.C. van der Spek (2008) *Urbanism on track. Application of tracking technologies in urbanism*. Amsterdam: IOS Press (RiUS 1).
- 26 Zie o.a.: C. Girot and S. Wolff (eds.) (2010) *Landscapevideo. Landscape in movement*. Zurich: gta Verlag ETH Zurich; C. Girot and F. Truniger (eds.) (2013) *Filmic mapping (Landscape 2)*. Berlin: Jovis.
- 27 B. Cantrell and W. Michaels (2010) *Digital drawing for landscape architecture. Contemporary techniques and tools for digital representation in site design*. Hoboken, NJ: Wiley.
- 28 Zie o.a.: A. Lehnerer (2009) 'The city of Kaisersrot: Not a design, but the result of a mediated process of negotiation', in: E. Stolk en M. te Brömmelstroet (red.) *Model town. Using urban simulation in new town planning*. Amsterdam: SUN, pp. 135-145.
- 29 Zie o.a.: D. Dekkers, MVRDV, et al. (2002) *The Regionmaker*. Ostfildern: Hatje Cantz Verlag en J. Groen et al. (2004) *Scenario's in kaart. Model- en ontwerpbenaderingen voor toekomstig ruimtegebruik*. Den Haag/Rotterdam: PBL/NAI Uitgevers.
- 30 Zie o.a.: Zwarts & Jansma e.a. (2013) 'Landscape. West Vail Pass ecoduct' in: *Jaarboek Landschapsarchitectuur en stedenbouw 2012*. Wageningen: Blauwdruk, pp. 144-145.
- 31 C. Steinitz (2012) *A framework for geo-design. Changing geography by design*. Redlands: Esri.
- 32 Zie voor achtergronden: B. Hillier (1996) *Space is the machine. A configurational theory of architecture*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 33 H. Ishii, et al. (2004) 'Bringing clay and sand into digital design — continuous tangible user interfaces', *BT Technology Journal* 22(4); 287-299.
- 34 Zie o.a.: O. Schroth (2010) *From information to participation. Interactive landscape visualization as a tool for collaborative planning*. Zurich: ETH Zurich.
- 35 Ministerie van VROM (2008) *GIDEON. Basisvoorziening geoinformatie Nederland*. Den Haag; Nederlandse Commissie Geodesie (2010) *Nederland 2020 – Virtuele data: agenda en aanpak kennis, innovatie en educatie – GIDEON strategie 7*. Delft: NCG.
- 36 A. Picon (2010) *Digital culture in architecture. An introduction for the design professions*. Basel, etc.: Birkhäuser; M. McCullough (2004) *Digital ground. Architecture, pervasive computing and environmental knowing*. Cambridge, MA: The MIT press.
- 37 Zie o.a.: ECLAS, EFLA, et al. (2011) *List of relevant teaching subjects in the study of landscape architecture (EU-teach)*.
- 38 Meer achtergronden zijn te vinden in: E. Robbins (1994) *Why architects draw*. Cambridge, MA: The MIT press; C. Dee (2004) 'The imaginary texture of the real...' critical visual studies in landscape architecture: contexts, foundations and approaches', *Landscape Research* 29(1); 13-30; M. Treib (ed.) (2008) *Drawing/Thinking. Confronting an electronic age*. London: Routledge.