

DIGITALE MODELLEN VAN TERREIN EN KAART

REDAKTIE

RENÉ VAN DER SCHANS

UNIVERSITAIR DOCENT

AAN DE VAKGROEP LANDMEETKUNDE EN TELEDETECTIE, LU WAGENINGEN

1995

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Digitale

Digitale modellen van terrein en kaart / red. René van der Schans.

- Delft : Nederlandse Commissie voor Geodesie. - III. -

(Publikatie / Nederlandse Commissie voor Geodesie ; 33)

Met lit. opg.

ISBN 90-6132-250-2

Trefw.: geografische informatiesystemen / cartografie

Vormgeving en productie: Bureau Nederlandse Commissie voor Geodesie

Druk en bindwerk: Meinema Drukkerij, Delft

Inhoud

M. Molenaar, voorzitter van de Subcommissie GIS Voorwoord	v
R. van der Schans De studiedag DLM/DKM in het kort	1
R. van der Schans Theoretische aspecten van DLM/DKM: symmetrische structuren	3
E. Kolk DLM/DKM bij landelijke kaarteringen	38
L.M. Murre DLM/DKM bij gemeentelijke kaarteringen	51
L. Heres U verlaat nu het gedigitaliseerde gebied!	56
H.J.G.L. Aalders Toepassing van DLM/DKM in het buitenland	65
Verslag van opening en discussie studiedag DLM/DKM	75
Lijst van deelnemers studiedag DLM/DKM	81

Voorwoord

We hebben de laatste twintig tot dertig jaar meegemaakt hoe de computer onstuitbaar de kaarteringswereld binnendrong. Het verrassende bij iedere stap was dat we ons professionele handelen telkens opnieuw moesten bezien om het te ontleden in stappen die door de machine konden worden uitgevoerd. Dit dwong ons vaak tot nadenken over zaken waar we vroeger nooit bij hadden stilgestaan, over dingen die we gewoon deden. Een van de voorbeelden is wel het feit dat lange tijd de kaart in haar grafische vorm werd gezien als opslagmedium voor beschrijvingen van ruimtelijke situaties. Analyses waren vooral gebaseerd op visuele inspectie van de kaart en op kwalitatieve beschouwingen.

Nu is die situatie grondig gewijzigd doordat geografische databases de rol van opslagmedium overnemen en de ruimtelijke analyse voor een zeer belangrijk deel via bevraging van deze databases en bewerking van de opgevraagde gegevens kan geschieden. Een grafische presentatie van de gegevens en de (tussen)resultaten van de bewerkingen op die gegevens krijgt daardoor een heel andere rol dan de vroegere kaart. Deze grafische presentatie krijgt veel meer een communicatieve functie in de interactie tussen mens en machine en in de interactie tussen mensen als zij communiceren over de ruimte. De taak van de kaart als opslagmedium en als "exacte" weergave van de ruimtelijke situatie en als grondslag voor de ruimtelijke analyse wordt daarmee naar de achtergrond gedrongen.

Het leek de Subcommissie GIS van de Nederlandse Commissie voor Geodesie daarom zinvol om een studiedag te organiseren in samenwerking met de Nederlandse Vereniging voor Kartografie. Deze studiedag had tot doel om een beperkt aantal deskundigen op dit gebied van gedachten te laten wisselen over de relatie tussen database-representaties van landschapsbeschrijvingen, en van de daaraan gerelateerde kaarten. Anders gezegd, de centrale vragen waren:

- wat slaat men nu in een computer op, is dat een digitaal model van een kaart (DKM) of een digitaal model van het landschap (DLM)?
- wat is het verschil en waarom is dat verschil belangrijk?

De teksten van de voordrachten en een samenvatting van de levendige discussies van die dag vindt u verzameld in deze bundel. Hoewel er aan het eind van de dag nog vele open einden waren, zoals bij een onderwerp als dit te verwachten is, heb ik toch het gevoel dat na alle discussies voor vele deelnemers de aard van de problematiek een heel stuk verduidelijkt is. Ik wil daarom alle sprekers van harte bedanken voor hun bijdragen en voor het feit dat ze die op schrift hebben willen stellen. Daarnaast wil ik de referenten bedanken voor de moeite die ze hebben genomen om de voordrachten van tevoren door te nemen en een aanzet tot de discussie te geven. En uiteraard zij opgemerkt dat een studiedag geen succes kan worden zonder de bijdrage van alle deelnemers aan de discussie.

René van der Schans heeft het leeuwedeel van de organisatie voor zijn rekening genomen. Bovendien heeft hij samen met Sylvia de Hoop en John van Smaalen de samenvat-

ting van de discussies verzorgd en samen met Frans Schröder heeft hij deze bundel het licht doen zien. De Topografische Dienst in Emmen danken we voor de verleende gastvrijheid.

Martien Molenaar,
voorzitter van de Subcommissie GIS

De studiedag DLM/DKM in het kort

René van der Schans

Op 6 oktober 1994 vond bij de Topografische Dienst in Emmen een studiedag plaats over de relatie tussen Digitale Landschaps-Modellen (DLM) en Digitale Kartografische Modellen (DKM). Deze studiedag was georganiseerd door de Subcommissie GIS van de Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG), in samenwerking met de werkgroep Onderwijs en Onderzoek van de Nederlandse Vereniging voor Kartografie. Een dertigtal personen uit wetenschap en praktijk was uitgenodigd om aan deze bijeenkomst deel te nemen.

Het onderscheid tussen DLM en DKM wordt onder meer gemaakt in het door Duitse topografische diensten ontwikkelde ATKIS (Amtlich Topographisch-Kartographisches Informationssystem). DLMs beschrijven daar het terrein, de topografie, in termen van terrein-geometrie en terreinattributen, dit alles in principe ongeacht de latere grafische weergave. DKMs daarentegen beschrijven uitsluitend het kaartbeeld als verzameling van grafische uitdrukkingvormen (symbolen, lijndikten, kleuren en teksten). Dit fundamentele onderscheid nu werd, vanuit theorie en praktijk, op de studiedag bediscussieerd.

Van der Schans van de Landbouwwuniversiteit Wageningen besprak de theoretische aspecten van DLM/DKM. Hij bracht ze in verband met taalpsychologische theorieën, belichtte de onderlinge relaties en analyseerde ATKIS op basis van een theoretisch model, waarin de symmetrie van terrein en kaart (beide deel van de werkelijkheid!) en de mentale en digitale modellen daarvan centraal stond.

Kolk schetste de cultuuromslag bij de Topografische Dienst van het kaartgericht denken naar het bestandsgericht denken, en de problemen bij de analoog-digitaal-conversie. Automatisering van de generalisatie moet ook tot geautomatiseerde vervaardiging van een DKM leiden. Dit DKM beschrijft dan de gedrukte topografische kaart, waar vraag naar blijft bestaan.

Murre beschreef de ontwikkelingen bij de gemeente Amsterdam. Men beschikt daar over de Digitale Kaart van Amsterdam (DKA), de Kleinschalige Standaard Topografie (KST), en het Digitaal Topografisch Basisbestand (DTB). De DKA is te beschouwen als een DKM (hij beschrijft kleurvlakken, teksten en bepaalde lijnelementen). De KST is een beschrijving van bouwblokken en lijnsegmenten en daarmee een DLM. Het DTB is nu nog een grafisch gerichte verzameling van punten en lijnen, maar er worden plannen ontwikkeld om over te gaan op de vorming van objecten.

Heres (Philips Car Systems) besprak het gebruik van DLMs en DKMs bij verkeer en vervoer, onder de pakkende (uit het Duits vertaalde) titel: "U verlaat nu het gedigitaliseerde gebied!". Hij beschreef werking en structuur van autonavigatiesystemen en analyseerde vervolgens de onderdelen daarvan op hun DLM- of DKM-geaardheid. Dit mondde uit in een voorstel voor een "A<->S paradigma" (Algemeen/Specifiek), waarin aan de top van een piramide van modellen een ULM (Universeel Landschaps-Model) fungeert.

Aalders benaderde het DLM/DKM-paradigma objectgericht (niet objectgeoriënteerd!). In dit referentiekader hebben we een nominale grondslag voor een landschapsmodel, die

een zo natuurgetrouw mogelijke weergave beoogt met een vooraf gedefinieerde inhoud voor een of meer vooraf bepaalde toepassingen, en een nominale grondslag voor een kaartmodel, die een grafisch verantwoorde weergave van een gebied beoogt, met een vooraf bepaalde inhoud. De voordracht werd afgesloten met een analyse van begripsontwikkeling en bestandsopbouw in een aantal landen.

De discussies na elke voordracht werden ingeleid door steeds een referent. Er was ook een slotdiscussie onder leiding van de voorzitter van de Subcommissie GIS, prof. Moleenaar. Uit deze discussies bleek onder andere het volgende. De term "landschap" in de DLM/DKM-terminologie werkt verwarrend (in Duitsland spreekt men nu misschien daarom over DOM, Digitale Object-Modelle). Er zijn duidelijk verschillende opvattingen en ervaringen te constateren tussen vanouds kaartproducerende instellingen en bedrijven en diensten die de digitale bestanden vooral gebruiken voor ruimtelijke analyses. De problemen van het objectgericht werken en denken (kan het wel, wat is de gebruiksfelijkheid van de definities, wat is het praktische nut, wie draait op voor de kosten?) kwamen uitvoerig ter sprake. Het belang en de vormgevingsproblemen van de visualisatie, via een permanent of vluchtig DKM, kwamen in de discussie minder aan de orde. Een samenhang met de afbeeldingsschaal en de thematische inhoud werd wel onderkend, maar kon, ook door de veelheid van op de studiedag naar voren gebrachte aspecten, niet verder worden uitgediept.

Theoretische aspecten van DLM/DKM: symmetrische structuren

René van der Schans
Vakgroep Landmeetkunde
Landbouwniversiteit Wageningen

Ter overdenking

"Bedenk, dat een schilderij, voordat het een strijdpvaard, een naakte vrouw of een of andere anekdote is, in wezen een plat vlak is, bedekt met verf in een zekere ordening."
(Maurice Denis, 1870-1943)

Hoogtepunt:

- a. stip op de kaart waarmee men een hoogtecijfer lokaliseert
(Kartografisch Woordenboek)
- b. naar ligging en hoogte bepaald punt op het aardoppervlak
(FIG-Woordenboek)

"Elke klodder verf is tot betekenis gedwongen."
(Janneke Wesseling, NRC Handelsblad 14 oktober 1994)

Samenvatting

Terrein en kaart zijn beide deel van de (zichtbare) werkelijkheid. Van beide kunnen we mentale voorstellingen en digitale modellen vormen. Naast een digitaal model van het terrein of landschap (een Digitaal Landschaps-Model, DLM) is er dus ook een digitaal model van het kaartbeeld (een Digitaal Kartografisch Model, DKM) mogelijk. Dit DKM beschrijft niet wat de kaart voorstelt (de *kaartinhoud*), maar alleen de *uitdrukkingsvorm*: de plaats en gedaante van grafische elementen en objecten in het beeldvlak. Het DLM is afgestemd op (re)constructie en analyse van het terrein, het DKM op constructie van een leesbaar kaartbeeld.

DLM en DKM worden, sinds 1989, praktisch gerealiseerd in het Duitse ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem). Het onderscheid tussen beide typen modellen is echter ook van groot theoretisch belang voor de kartografie, omdat alleen door een gescheiden analyse van de structuur van de gedachteninhouden en de structuur van de uitdrukkingsvormen de vele vrijheidsgraden bij de weergave, op papier of beeldscherm, duidelijk worden.

In dit artikel worden eerst het mentale en digitale traject tussen terrein en kaart onderzocht. Er worden filosofische, psychologische, taalkundige en technische argumenten aangevoerd voor het onderscheid van de genoemde typen modellen. Ook worden symmetrieën gesignaleerd tussen het mentale en het digitale traject, en tussen de structuur van het landschapsmodel en het kartografisch model. Daarnaast wordt uiteengezet, hoe

de verschillende semantische categorieën van de gedachteninhoud over het terrein zijn om te zetten in de syntactische categorieën van het beeldvlak. Het belangrijke verschil tussen interactief tekenen met de computer en interactief construeren van een model dat het terrein beschrijft wordt verklaard.

Binnen het aldus geschetste theoretische kader wordt het Duitse ATKIS nader geanalyseerd. DLM en DKM blijken daarin zo sterk verwante datastructuren (met topologie en objecthiërarchie) gekregen te hebben, dat beide in het zelfde gegevensformaat kunnen worden opgeslagen en uitgewisseld. Voor de constructie van een DKM uit een DLM moet een digitaal tussenmodel (een DZM of proto-DKM) toegevoegd worden, omdat de afbeeldingen van de afzonderlijke terreinobjecten in eerste instantie een soort collage vormen, die door kartografische generalisatie moet worden ontward. Ook blijkt het voor interactie en bijhouding noodzakelijk, in het DKM terugverwijzingen aan te brengen naar de objecten in het DLM.

Op grond van de algemene theoretische analyses en de analyse van ATKIS worden tenslotte conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek, o.a. naar de regels voor afbeelding van een DLM in een DKM.

Inhoudsopgave

1. Inleiding
 2. Mentale en digitale voorstellingen van terrein en kaart
 - Een fundamenteel schema
 - Het mentale traject
 - Opvattingen uit semiotiek en psychologie
 - De onderdelen van de mentale voorstelling van het terrein en de mentale voorstelling van de kaart
 - Relaties tussen beide mentale voorstellingen
 - Het digitale traject
 - Geografische en kartografische syntheses
 - Integratie van mentaal en digitaal proces
 3. DLM en DKM in het Duitse ATKIS
 - Theoretische overwegingen
 - Datastructuren voor DLM en DKM
 - Gegevensstroom in ATKIS
 - Generalisatie via een digitaal tussenmodel (DZM)
 - Verwijzingen vanuit het DKM naar het DLM
 - Bijhouding
 4. Theoretische verbreding, praktische inperking
 - Theoretische verbreding
 - Praktische inperking
 5. Vraagpunten
 6. Conclusies
 7. Aanbevelingen
 8. Slotopmerking
- Literatuur

1. Inleiding

Het theoretische en praktische onderscheid tussen Digitale Landschaps-Modellen (DLM) en Digitale Kartografische Modellen (DKM) is bij mijn weten in Duitsland het eerst en het verst uitgewerkt (AdV 1989). DLMs zijn daar digitale vastleggingen van het terrein, op een wisselend abstractieniveau zonder rekening te houden met een eventuele latere grafische weergave. Het zijn topografische, letterlijk *plaatsbeschrijvende*, bestanden. DKMs zijn digitale vastleggingen van het zichtbare kaartbeeld, in principe los van de inhoudelijke betekenis. Het zijn kartografische, in een geheel nieuwe betekenis *kaartbeschrijvende*, bestanden. Zij beschrijven niet de inhoud, maar de uitdrukkingvorm. De vraag is, wat de overwegingen zijn om het onderscheid te maken en wat de gevolgen daarvan zijn voor theorie en praktijk.

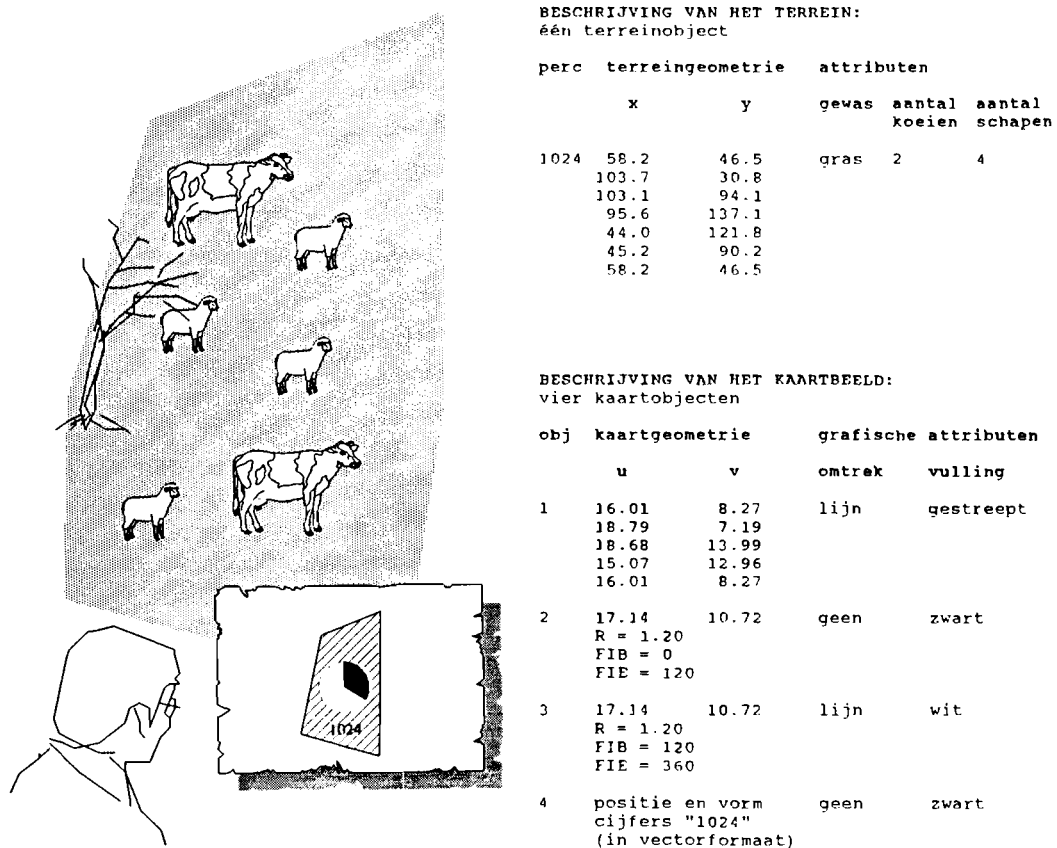
Vroeger werd de topografie vastgelegd in kaarten en betekende de term kartografisch: beschrijvend door middel van kaarten. Vastlegging en weergave waren één. De "analoge" kaart werd gebruikt voor min of meer permanente gegevensopslag en bijhouding, voor gedetailleerde gegevensoverdracht aan anderen, en voor allerlei ruimtelijke analyse- en ontwerphandelingen. Door de invoering van digitale technieken zijn vastlegging en weergave nu echter uit elkaar gegaan. Het terrein wordt nu, onzichtbaar, digitaal beschreven en uit deze beschrijving kunnen, met behulp van algoritmen, zichtbare grafische voorstellingen, te weten teksten, tabellen, diagrammen, grafieken, perspectieftekeningen en kaarten worden geconstrueerd. Maar is dat nog wel nodig?

Beschrijving en analyse van het terrein zijn in principe mogelijk zonder dat daar enige visuele weergave aan te pas komt of dat de beschrijving op visualisatie is afgestemd. Verschillende onderzoekers op het terrein van de geografische informatieverwerking richten zich op een volledige formalisering en algoritmisering van dit proces. Je kunt er een eind mee komen. Zelfs kunnen robots direct vanuit digitale modellen ontwerpen realiseren, zie bijvoorbeeld de auto-industrie. Mensen hoeven niet meer op uitvoeringstekeningen te turen. Waarom zouden we ons dan nog druk maken over het in kaart zichtbaar maken van ruimtelijke informatie en niet alle energie in de ontwikkeling van de volledige black box steken?

Ik heb elders (Van der Schans 1994:54) kartografie gedefinieerd als "het visueel toegankelijk en hanteerbaar maken van ruimtelijke informatie". Daaraan had ik kunnen toevoegen: "voor mensen", daarmee mijn op ervaring en literatuurstudie (zie bijvoorbeeld Norman 1993: "defending human attributes in the age of the machine") berustende scepsis ten aanzien van volledige formalisering uitdrukkelijk. Ook al kan er veel onzichtbaar gebeuren met algoritmen, de resultaten zullen toch nog vaak aan mensen kenbaar moeten worden gemaakt, voor het uitvoeren van interactieve bewerkingen op de gegevens of ter ondersteuning van hun handelen in de wereld. Bij het bewerken moeten we dan denken aan visuele (dwz. mentale) analyses, bijhouding, controle, ruimtelijk ontwerp, kortom allerlei acties die voorlopig niet goed te algoritmiseren zijn door hun globale, holistische karakter, waarbij een brede kennis van de wereld onmisbaar is. Bij het ondersteunen van het handelen in de wereld kunnen we denken aan het kenbaar maken van onderzoeksresultaten voor beleidsmakers, het geven van aanwijzingen voor de technische uitvoering van civiele werken, of het door middel van een kaart zichtbaar maken van een te volgen route.

Als we er van overtuigd zijn, dat visualisatie van ruimtelijke gegevens nodig blijft, dan kunnen we niet volstaan met de enkele studie en ontwikkeling van datastructuren en algoritmen voor vastlegging en bewerking van deze gegevens, maar moeten we ook onze aandacht richten op het traject tussen onzichtbare digitale beschrijving van het terrein en zichtbare kaart, en op het mentale traject daarna of daarnaast. Onze Duitse collega's

hebben, naar ik aanneem vanuit hun praktisch én theoretisch rijke kartografische traditie, dit goed begrepen en in hun ATKIS-systeem een werkelijk indrukwekkende aanzet voor de beschrijving en uitvoering van het digitale traject gegeven. Zij hebben daarbij beseft, dat naast de *digitale beschrijving van het terrein* nog een *digitale beschrijving van het kaartbeeld* als zodanig, een Digitaal Kartografisch Model, moet worden onderscheiden (figuur 1-1). Daarmee verdwijnen allerlei misverstanden die kunnen ontstaan door het ondoordachte gebruik van termen als "cartographic data", "grafische gegevens", "vectorkaarten" en "virtuele kaarten" als sneeuw voor de zon. Veel slecht begrepen zaken, zoals het onderscheid tussen conceptuele en grafische generalisatie, of het fundamentele verschil tussen computerondersteund ontwerpen (CAD) en computerondersteund tekenen, vallen daardoor als vanzelf op hun plaats. Goed voor het onderwijs, en er ontstaan openingen naar nieuw onderzoek en nieuwe oplossingen voor het kenbaar en hanteerbaar maken van ruimtelijke gegevens.



Figuur 1-1 Op dit papier "bedekt met verf in een zekere ordening" ziet u een voorstelling van een terrein dat u buiten zou kunnen aantreffen, met daarbij een voorstelling van een kaart die iemand van dat terrein gemaakt zou kunnen hebben. Terrein en kaart zijn beide deel van de werkelijkheid en daardoor op een vergelijkbare wijze mentaal voor te stellen (in een aantal begrippen) of digitaal vast te leggen. Deze mentale voorstellingen of digitale modellen zijn hier in tekstvorm weergegeven, maar bestaan in werkelijkheid uit fysische processen en patronen in het menselijk brein of in het computergeheugen

In Nederland is er weinig over de DLM/DKM-opzet gepubliceerd. Collega Mark van de Ven heeft in 1990 in NGT Geodesia de ontwikkelingen samengevat, en ik neem ook aan dat bij diverse kaarteringsdiensten in Nederland interne discussie over deze ideeën heeft plaatsgevonden. Dat heeft kennelijk nog weinig consequenties gehad voor de praktijk, zoals bijvoorbeeld blijkt uit de beschrijving van het SUF-2 uitwisselingsformaat, waar terreinbeschrijving en kaartbeschrijving, ook na enkele correcties, toch nog steeds wat door elkaar heen lopen. Zelf was ik, door theoretische overwegingen en praktische ervaringen, al zo rond 1987 tot de stellige overtuiging gekomen dat er twee soorten beschrijvingen moeten zijn. Deze gedachte heeft zijn neerslag gevonden in onderwijsmateriaal en publikaties, onder andere in het Kartografisch Tijdschrift (Van der Schans 1992). Hernieuwde of eerste lezing, ten behoeve van deze studiedag, van ATKIS-publikaties (AdV 1989, Grünreich 1990, Vickus 1994) maakte me opnieuw duidelijk hoe vruchtbaar het idee is, hoe consequent onze Duitse collega's de gedachte theoretisch en praktisch hebben uitgewerkt, en hoe groot onze achterstand daarbij waarschijnlijk is. Aan het laatste kunnen we hopelijk wat doen, daar is deze studiedag ook voor bedoeld.

In het volgende wil ik de theoretische overwegingen voor de DLM/DKM-opzet schetsen, echter in een ruimer kader dan door de Duitse activiteiten (die op topografische kaartering zijn gericht) wordt gesteld. Digitale kartografische modellen zijn bedoeld voor de produktie van grafische voorstellingen, die door *mensen* moeten worden geïnterpreteerd. Een ander doel is er niet. Bij die produktie zal de mens vaak nog interactief, vanuit zijn mentale voorstellingen die mede kennis van het kaartgebruik omvatten, moeten ingrijpen. En ook bij de constructie van digitale landschaps-modellen is dikwijls kartografisch ondersteunde interactie noodzakelijk. Dit zijn samen voldoende argumenten om ook de menselijke processen in de beschouwingen mee te nemen. Het blijkt dan, dat DLM en DKM beide een mentale tegenhanger hebben, die ook is aan te treffen bij het gebruik van een ander, ons best beheerste, tekensysteem: de gesproken taal. Deze constatering verschaft openingen naar de cognitieve en handelingspsychologie, belangrijk voor de bestudering en optimalisering van interactieprocessen (Wijdeveld e.a. 1990, Preece e.a. 1994), en naar de in de GIS-wereld (buiten Nederland helaas) toenemende belangstelling voor de linguïstische aspecten van de ruimtelijke informatieverwerking (Mark & Frank 1991). Het kader is in een tweede opzicht verruimd, doordat ik de begrippen terrein en landschap zo breed mogelijk opvat, niet alleen de fysische en zichtbare objecten en processen, maar ook maatschappelijke objecten en processen omvattend. Een derde verruiming tenslotte is dat, anders dan in de Duitse ATKIS-rapporten, alle semantische aspecten (tijd, geometrie, attributen) als volkomen gelijkwaardig worden behandeld. Alleen op die manier wordt duidelijk wat onze vrijheidsgraden zijn bij de (karto)grafische weergave, niet alleen van topografische gegevens (zoals in ATKIS) maar ook van allerlei thematische en temporele informatie. Het kartografische probleem wordt dus algemeen gesteld en niet alleen beperkt tot één toepassingsgebied, hoe breed en complex dit ook is.

De visie die hier ontplooid wordt kan worden gekenschetst als een *structuralistische*. Zij is sterk beïnvloed door semiotische theorieën uit voornamelijk Franse bron. Het werk van Bertin (1967) moet hier met ere genoemd worden. In het structuralisme wordt een streng onderscheid gemaakt tussen *gedachteninhoud* (signifié, contenu) en *uitdrukkingsvorm* (signifiant, contenant). Gedachteninhoud en uitdrukkingsvorm hebben elk hun eigen structuur en complexiteit, van elementair begrip en teken (woord, symbool) tot brede visie op het wereldgebeuren verwoord in een uitvoerig betoog of verbeeld in een reeks kaarten. Doordat inhoud en vorm elk op zich al uiterst ingewikkeld in elkaar zitten, zijn de processen die beide aan elkaar koppelen het ook. De complexiteit wordt nog versterkt doordat de koppeling niet een-eenduidig is: een simpele uitdrukkingsvorm

kan een heel rijke gedachteninhoud verbeelden, en een armoedige gedachte kan schuilgaan onder een veelheid van fraaie woorden of kleurrijke symbolen.

Behalve een structuralistische is de visie op het geografisch informatieverwerkingsproces ook een *materialistische*. Ik ga uit van de stoffelijke wereld en de stoffelijke kaart, en veronderstel daartussen de fysieke aanwezigheid van minstens twee typen voorstellingen van beide: mentale voorstellingen vastgelegd als patronen en processen in de menselijke hersens, en digitale modellen als patronen en processen in het computergeheugen. Hoe die patronen en processen intern precies georganiseerd zijn (de opslagstructuur) doet dan niet ter zake, ze zijn voor mij fysieke werkelijkheid en geen theoretische constructies. Ook de verschillende abstractieniveaus (conceptueel, logisch, fysisch) waarop over die patronen en processen kan worden gesproken zijn nu niet van belang.

De relatie van gedachteninhouden over het terrein en uitdrukkingsvormen in kaarten vormt het belangrijkste onderzoeksveld van de kartografie (of alle kartografen het hier mee eens zijn laat ik maar in het midden). Zij staat ook centraal in het schema van *figuur 2-1*, waarin verschillende trajecten en processen tussen terrein en kaart, vice versa, zijn samengevat. Het schema kent twee symmetrie-assen: een verticale tussen de mentale voorstellingen enerzijds en de digitale modellen anderzijds, en een horizontale tussen de voorstellingen of modellen van het terrein (gedachteninhouden) en de voorstellingen of modellen van het kaartbeeld (uitdrukkingsvormen). Als het lukt, deze symmetrieën aannemelijk te maken, is er een goede basis gelegd voor verder onderzoek naar de theoretische en praktische consequenties ervan, voor zowel een volledig digitaal kaartvervaardigingsproces als een door mensen ondersteund.

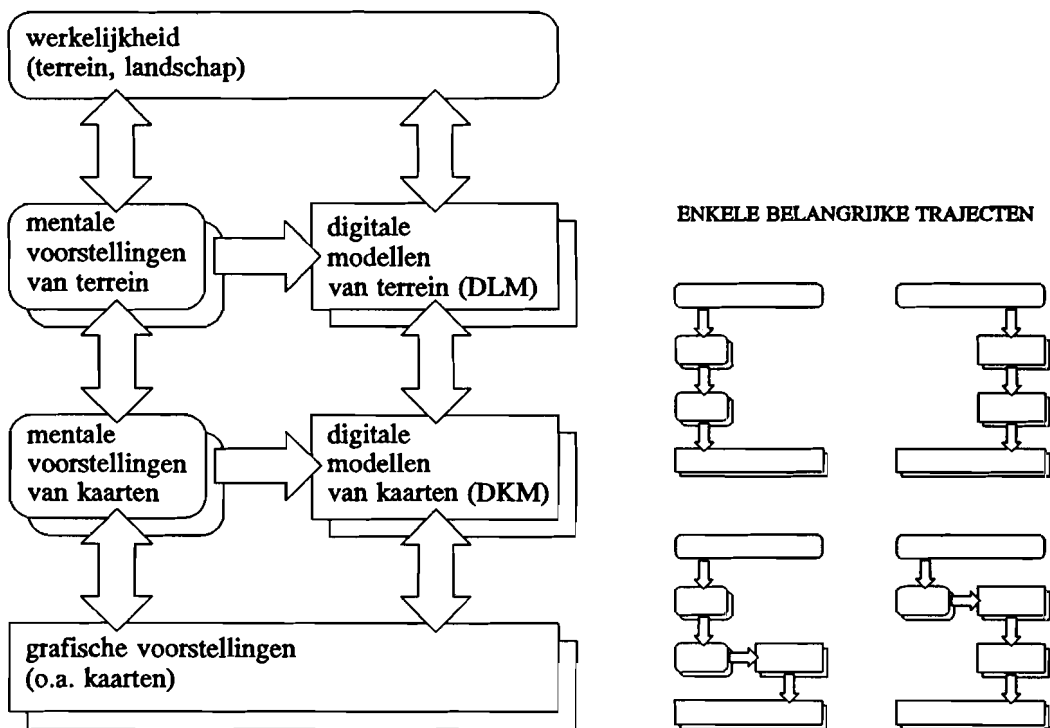
In dit artikel wordt het kaartvervaardigingsproces eerst theoretisch geanalyseerd, op basis van *figuur 2-1*. Binnen dit theoretische kader wordt vervolgens een toepassing van het DLM/DKM-principe, namelijk het Duitse ATKIS, op gegevens- en processtructuur onderzocht. Dit leidt tot een uitgebreidere procesbeschrijving (*figuur 4-1*), die de grondslag vormt voor aanbevelingen voor verder onderzoek. Alles bij elkaar is het een lang betoog, in feite een combinatie van een theoretische verhandeling en een beknopte beschrijving van een in ontwikkeling zijnde praktische uitwerking.

2. Mentale en digitale voorstellingen van terrein en kaart

Een fundamenteel schema

Wanneer we goed inzicht willen krijgen in de structuur van DLM en DKM, in hun relaties en in de zeer complexe digitale processen waarbij een DKM uit een DLM wordt afgeleid, is het verstandig deze onderwerpen in een kader te behandelen, waarbij ook de in DLM en DKM beschreven materiële zaken: werkelijkheid en kaart, en allerlei mentale processen een rol kunnen spelen. Dit ruimere kader is weergegeven in *figuur 2-1*. Het bestaat uit vier "lagen", waartussen en waarbinnen een groot aantal relaties en processen te onderkennen is. Dit schema kan ingewikkelder worden gemaakt, met meer lagen (zie *figuur 4-1*) maar het kan niet eenvoudiger zonder dat er fundamentele zaken wegvallen.

MENTALE EN DIGITALE VOORSTELLINGEN VAN TERREIN EN KAART



Figuur 2-1 Een minimaal schema voor de relaties tussen werkelijkheid en kaart, en de mentale en digitale modellen van beide. Er zijn sterke, hoewel niet volkomen, symmetrieën in te constateren, waarop bij verder onderzoek kan worden voortgebouwd. De afzonderlijk getoonde trajecten worden meer in detail behandeld. Het schema is, wegens het onderwerp van het artikel, afgestemd op kaartproductie en -gebruik, maar het woord kaart kan in dit en andere schema's zonder bezwaar worden vervangen door elke andere naam voor een grafische voorstelling, uitgezonderd de foto (die op een andere manier tot stand komt). Een DKM zou dus ook DPM (Digitaal Presentatie-Model) genoemd kunnen worden.

Uitgangspunt in dit schema zijn de *materiële werkelijkheid* (de wereld buiten, het terrein, landschap, met al zijn objecten en processen) enerzijds, en de *materiële kaart* (als verzameling van zichtbare vlekken op papier of scherm of andere drager) anderzijds. Hoewel gebruikt om de werkelijkheid aan ons kenbaar te maken, is de kaart zelf ook

deel van de werkelijkheid en daardoor op een vergelijkbare wijze te beschrijven, niet als voorstelling van iets anders, maar gewoon als stoffelijk produkt net als andere voorwerpen in de wereld. "Bedenk, dat een schilderij, voordat het een strijdpard, een naakte vrouw of een of andere anecdote is [dwz. voorstelt, vdS], in wezen een plat vlak is, bedekt met verf in een zekere ordening." (Maurice Denis, naar Gombrich 1960:236). Het is, in de woorden van Vincent van Gogh, een "razernij van verfoepenhopingen" (figuur 2-2). Wanneer we een kaart willen maken, moeten we toch ergens in het produktietraject vastleggen waar de drukinkt moet komen of waar fosforpuntjes moeten opgloeien, of, bij een reliëfkaart voor blinden, waar een bobbeltje of ril in het karton moet worden geperst. Een borduurpatroon en zijn "legenda" doen niets anders. Het schilderij "De aardappeleters" is niet reconstrueerbaar door aan te geven dat er aardappeletende boeren en boerinnen op zijn afgebeeld, maar door precies vast te leggen welke verf zich waar bevindt en zelfs hoe dik. De bestudering van een schilderij met de neus op het doek (Magalhaes 1974) of van kaarten met de aandacht vooral op de uitdrukkingsvormen gericht (Jacob 1992) is misschien als pathologisch te karakteriseren, maar voor het begrip van wat er in weergaveprocessen, ook kartografische, gebeurt wel wezenlijk.



Figuur 2-2 Deze "razernij van verfoepenhopingen" wordt eenduidig beschreven, niet door te zeggen wat ze voorstelt maar door plaats van en soort materiaal vast te leggen. Een fragment 1:1 uit Van Gogh's "Kraaien in het korenveld", 1890. Uit: Hardy 1987.

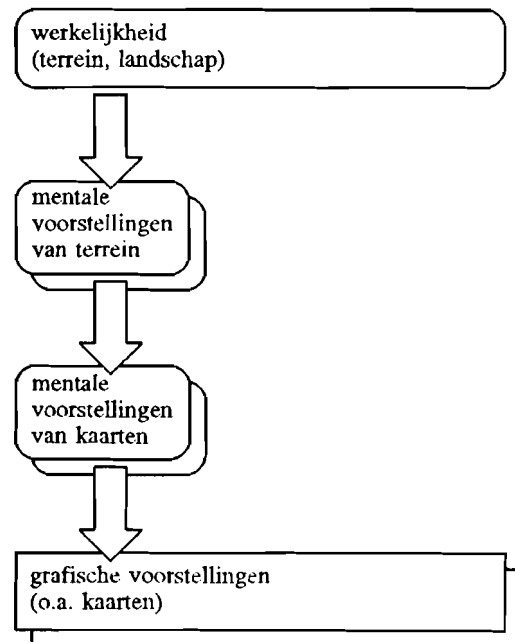
De overgang van terrein naar kaart is op verschillende manieren te realiseren: *mentaal*, via de hersens van mensen, en *digitaal*, via chips in de computer. Combinaties zijn ook mogelijk en in het schema terug te vinden. Ik zal de verschillende trajecten hier uiteenzetten.

Het mentale traject

Laten we eerst het mentale traject bekijken (figuur 2-3). Door waarnemingen van de werkelijkheid, in combinatie met eerder verkregen kennis, vormt een mens zich een *mentale voorstelling* (ook wel "mentaal model" genoemd, zie Johnson-Laird 1983) van het terrein. Deze kunnen we opgebouwd denken uit *begrippen*, handelingsmogelijkheden, die zich spontaan ontwikkelen of via cultuuroverdracht worden verkregen (Vygotsky 1934/1986, 1978). We hebben leren denken in begrippen als tijd, ruimte, materie, beweging, verandering, hiërarchie, causaliteit, in al hun variaties en combinaties. Begrippen kunnen in principe onafhankelijk bestaan van de uitdrukkingsvorm, dwz. van de tekens (woorden, gebaren, symbolen) waarmee we er met anderen over communiceren. Dieren hebben mentale voorstellingen van de wereld; zij hebben begrip want zij kunnen adequaat in de wereld handelen, bijvoorbeeld zonder kaart de weg vinden. In het algemeen zijn hun uitdrukkings- en communicatiemogelijkheden echter beperkt. Mensen onderscheiden zich van andere dieren juist daarin, dat zij beschikken over een veelheid van uitdrukkingsvormen, die behalve voor de communicatie ook, geïnternaliseerd, dienen ter ondersteuning van hun gedachteninhouden en denkprocessen (De Witte 1970).

Al in de wieg wordt een mens dagelijks gebombardeerd met allerlei uitdrukkingvormen, gekke bekken, gebaren, klanken, muziek, tekens, verhalen, plaatjes. Deze worden daarmee een niet meer te scheiden deel van zijn of haar werkelijkheid. We leven in een wereld vol symbolen. De mens is een taaldier (Droste 1974). De alomtegenwoordige uitdrukkingvormen beïnvloeden ook in hoge mate de manier waarop we tegen de werkelijkheid als geheel aankijken. Dat geldt zeker voor de kartografie (Jacob 1992). Maar we moeten ze, niettegenstaande de volmaakte verweving, wel blijven onderscheiden van de gedachteninhouden.

Wanneer we aanvaarden dat een mens zich een mentale voorstelling van delen van de werkelijkheid kan vormen, en dat een kaart een van die delen is, dan moeten we wel concluderen dat er ook een *mentale voorstelling van de kaart* moet bestaan, en dan niet van de kaart als nabootsing van de wereld, maar gewoon als geordende verzameling van vlekjes. Ik kan me de omgeving van Wageningen voorstellen, maar ook de kaarten die de Topografische Dienst van deze omgeving uitgeeft. Het schema wordt daarmee symmetrisch: tegenover werkelijkheid en mentale voorstelling van het terrein komen werkelijkheid en mentale voorstelling van de kaart.



Figuur 2-3 Het mentale traject van terrein naar kaart. Daarin is ook een mentale voorstelling van (delen van) de kaart als materieel produkt aanwezig, naast de mentale voorstelling van het terrein.

We hebben nooit een volledige mentale voorstelling van de werkelijkheid, en we kunnen ook nooit precies onthouden hoe een kaart er in detail uitziet (zou daar wel eens onderzoek naar zijn gedaan?), maar in het traject tussen terrein en kaart, en omgekeerd, moeten *beide* mentale voorstellingen, hoe fragmentarisch en vluchtig soms ook, noodzakelijk aanwezig zijn.

De werkelijkheid van terrein of van grafische voorstelling hoeft niet altijd materieel aanwezig te zijn. We kunnen in onze mentale voorstellingen (nog) niet-bestaande werelden bedenken, zoals gebeurt in de roman (Weisgerber 1972, Wolffers 1989) of in het ar-

chitectonisch ontwerpen, en daar verhalen of tekeningen bij verzinnen, zelfs zonder die feitelijk op papier te zetten. Je kunt je, staand in een Nederlands landschap, afvragen hoe dit landschap in een Franse topografische kaart zou kunnen zijn weergegeven. De koppelingen tussen de "lagen" van het schema zijn dus niet altijd dwingend aanwezig. Ik zal me in het vervolg hoofdzakelijk beperken tot de koppeling tussen beide mentale lagen, daarbij helaas veelal voorbijgaand aan de invloed van de andere relaties op die koppeling.

Hoe loopt nu het proces van werkelijk terrein naar werkelijke kaart in hoofdlijnen? Via waarnemingen bouwt iemand een mentale voorstelling van (delen van) het terrein op. Daarbij wordt ook onthouden, in het zgn. episodisch geheugen, onder welke omstandigheden, met wat voor instrumentarium, dat gebeurde. Deze omstandigheden worden als modaliteiten (o.a. kwaliteitsinformatie, lineage) aan de mentale voorstellingen gekoppeld. Op basis van die mentale voorstelling is al te denken en te handelen (Shepard & Cooper 1982), een mentale voorstelling van de uitdrukkingvorm, in taal of kaart, is hierbij niet nodig. Maar we willen onze kennis overdragen aan anderen en vormen daarvoor, vanuit een door ervaring verkregen tekenrepertoire, eerst een mentale voorstelling van (delen van) de kaart, die we dan met technische middelen materieel realiseren.

Er is ook een omgekeerd proces mogelijk (zie weer *figuur 2-1*), waarbij eerst van (delen van) de kaart een mentale voorstelling wordt gevormd, deze vervolgens wordt omgezet naar een mentale voorstelling van het terrein, die dan, door vergelijking of door feitelijk handelen in het terrein, met het terrein zelf wordt geconfronteerd. Voorbeelden zijn de controle, in het terrein, van metingen met het planchet, en het uitzetten van een op papier ontworpen weg.

In verband met het onderzoek naar de relatie tussen DLM en DKM hebben we nu twee belangrijke punten onderkend:

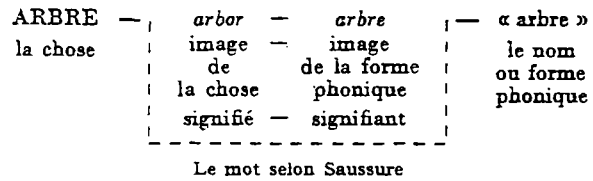
- er zijn twee typen mentale voorstellingen tussen terrein en kaart: een van het terrein, en een van de kaart als materieel produkt (niet als voorstelling van iets anders!)
- de structuur is *symmetrisch*: doordat de kaart deel is van de werkelijkheid kan deze in principe op eenzelfde manier worden geanalyseerd als die werkelijkheid.

Opvattingen uit semiotiek en psychologie

Wat hiervoor naar voren is gebracht lijkt onbenullig, want voor de hand liggend. Maar in de literatuur over communicatie en semiotiek (de leer der tekens) worden de vierlaagsstructuur en de symmetrie vrijwel nooit onderkend. Ook al wordt de mentale voorstelling ingevoerd, dan is dat vaak alleen die van de werkelijkheid zonder de uitdrukkingvormen. De veel gebruikte "semiotische driehoek" in al zijn verschillende varianten (zie bijvoorbeeld Eco 1977:30) kent slechts drie lagen, waarbij geen onderscheid wordt gemaakt tussen de materiële tekens en de mentale voorstelling daarvan. De rol van de mentale voorstelling van de uitdrukkingvormen voor het denken en de voorbereiding van de communicatie komt zo niet tot zijn recht. Evenmin verschaft de "semiotische driehoek" een kader voor de rol van het digitale kartografische model in het kaartvervaardigingsproces.

De Zwitserse linguïst De Saussure (1915/1969) daarentegen gaat wel van een vierlaagsstructuur uit, hij beperkt zich echter in zijn onderzoek tot de binnenste lagen. Door zijn gebruik van de term "teken" (signe) voor de eenheid van begrip (signifié) en mentale voorstelling van de uitdrukkingvorm (signifiant) is er helaas veel spraakverwarring ontstaan, maar De Saussure maakt wel heel goed onderscheid tussen wat zich in de hoofden van de mensen afspeelt (bij hem eerder sociologisch dan psychologisch behandeld

overigens) en wat zich daar buiten bevindt. In Guiraud 1979:19 is dit voortreffelijk samengevat, zie *figuur 2-4*. Trabant (1976) confronteert het Saussuriaanse model met andere opvattingen, en plaatst een en ander in een voor ons onontbeerlijk handelings-theoretisch kader.

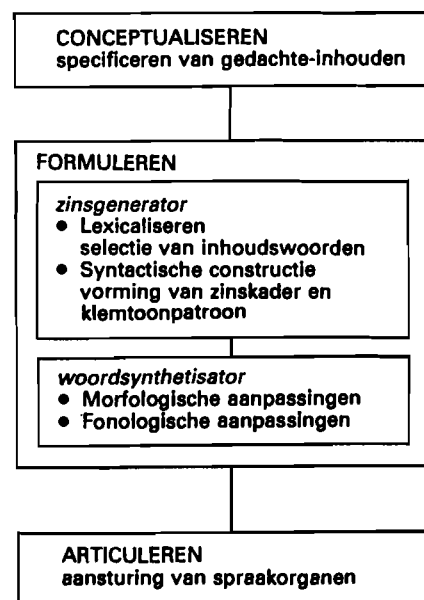


Figuur 2-4 Het vierlaags-sche-ma in de theorie van De Saussure, volgens Guiraud 1955. AR-BRE en «arbre» staan voor materiële zaken, *arbor* en *arbre* voor de mentale voorstellingen daarvan. "Het taalteken verenigt niet een ding en een naam, maar een begrip en een akoestische voorstelling."

La chose ARBRE et la forme phonique « arbre » sont deux substances concrètes et n'appartiennent pas au système de la langue qui est « une somme d'empreintes mentales » ; ARBRE relève de la botanique, de l'horticulture, de l'esthétique, etc. ; « arbre » de la physiologie, de l'acoustique, de la phonétique ; car le « signe linguistique unit non une chose et un nom mais un concept et une image acoustique ».

De theorie van de vierlaagsstructuur, met mentale voorstellingen van de uitdrukking-vormen naast die van de te beschrijven werkelijkheid, wordt ook onderbouwd door ontwikkelingspsychologisch onderzoek (Vygotsky 1934/1986, 1978; Gombrich 1960; Thomas & Silk 1993), de handelingspsychologie (Wijdeveld e.a. 1990), de psycholinguïstiek (Dijkstra e.a. 1989, zie *figuur 2-5*; Dijkstra & Kempen 1993; Levelt 1989) en neurologisch onderzoek (Lurija 1982). De vierlaagsstructuur is ook te onderkennen in de vertel-theorie (Uspensky 1973, Genette 1980, Bal 1990). Daar wordt onderscheid gemaakt tussen de *werkelijkheid*, de *geschiedenis* (story, plot; een mentale voorstelling van het

Figuur 2-5 Spraakproductie volgens Dijkstra e.a. 1989. De drie stappen uit dit schema komen min of meer overeen met de pijlen uit *figuur 2-3*. Formuleren is het omzetten van (langs verschillende trajecten verkregen) gedachten-inhouden in uitdrukkingsvormen. "Ik kan er gewoon niet opkomen. Het ligt op het puntje van mijn tong." (antwoord bij een examen Kaartgebruik). De in het schema genoemde "aanpassingen" treden ook op bij kaartproductie, want een onafhankelijke afbeelding van de verschillende terreinobjecten leidt vaak tot een onleesbare collage (*figuur 3-7*).



gebeurde, of iets fictiefs), het *verhaal* (discourse; de mentale voorstelling van een lineair geordende presentatie van de geschiedenis vanuit een of meer perspectieven) en de *tekst* (de materiële realisatie van het verhaal). Tussen elk van die lagen vallen de relaties te onderzoeken, waarbij vooral de studie van wat er met tijd en ruimte gebeurt bij de overgang van geschiedenis (dus de inhoud) naar verhaal (de uitdruktingsvorm) treffende overeenkomsten vertoont met wat er in de kartografie gebeurt. De kaart, of een serie kaarten, verschaft als het ware een verhaal over de geschiedenis van het terrein. In Nederland is bij mijn weten deze narratieve structuur van de kartografie het eerst onderkend door Ormeling (1992). Verhalen spelen ook een belangrijke rol bij het denken en herinneren (Bruner 1990). We zullen daar ook rekening mee moeten houden bij het opstellen van afbeeldingsregels van DLM naar DKM, bijvoorbeeld bij de vraag: "Eén of meer kaarten?" of bij de toepassing van allerlei windowtechnieken bij mens-machine-interactie.

De onderdelen van de mentale voorstelling van het terrein en de mentale voorstelling van de kaart

Elk van de vier lagen uit het schema moet worden opgevat als een systeem, dat in principe onafhankelijk van de andere is te definiëren. Zodra we dit doen, wordt duidelijker wat de relaties tussen deze systemen zijn en welke keuzes we moeten maken bij de koppeling tussen de systemen. Hoe meer lagen we introduceren, hoe meer vrijheidsgraden er te onderkennen zijn. Ik volsta hier met vier lagen, maar theorie en praktijk verzetten zich zeker niet tegen meer lagen. Ik kom daar in hoofdstuk 4 op terug.

Voor elke laag kunnen we dan onderzoek doen naar twee aspecten:

1. wat zijn de elementen/objekten uit deze laag?
2. wat is de mate van complexiteit, dwz. het samenspel van de elementen/objekten in een groter verband?

De mentale voorstelling van het terrein is te analyseren naar begrippen waarmee het terrein kan worden beschreven: tijd, geometrie, attributen, punt-, lijn-, vlak- en volume-objekten. Daarbij is ook een ordening mogelijk naar complexiteit, van enkelvoudig element tot aggregaat van meerdere eenvoudiger objecten en hun attributen. In de taalkunde is een vergelijkbare semantische analyse mogelijk (Von Polenz 1988, Pander Maat 1994). Deze is in principe onafhankelijk van de termen waarmee de begrippen worden uitgedrukt.

Voor de beschrijving van het beeldvlak bestaat een apart begrippenapparaat, vanzelfsprekend sterk verwant met dat voor de beschrijving van het terrein, maar gedeeltelijk althans met een eigen terminologie: stip, streep, vlek, veeg, kras, patroon, diagram, schema, choreem. Weiland en komen in het beeldvlak niet voor. Boeken over grafische vormgeving en schilderkunst geven veel bruikbare begrippen (Kleint 1980, Dantzig 1990). Ook hier is een analyse mogelijk van meer elementaire delen tot meer samengestelde gehelen. Meerdere onderdelen van het beeldvlak samen moeten soms als een geheel worden behandeld, bijvoorbeeld verschoven, en we treffen daarom in de literatuur soms de term *grafisch object* aan voor zo'n geheel van grafische elementen. Zo'n grafisch object hoeft zeker niet altijd een representant te zijn van een object dat we in de wereld hebben onderkend, maar kan ook om andere redenen als een zelfstandig te behandelen eenheid worden opgevat (bijvoorbeeld een kader om een kaart, of een legendablok).

Figuur 2-6 Alle semantische categorieën van de gedachteninhoude over het terrein zijn af te beelden in alle syntactische categorieën van het beeldvlak. Bijvoorbeeld hoogte (= terrein-geometrie) in kleur: hoogtekturen. Tijd en beeldsequentie zijn

1-dimensionale grootheden; de terrein-geometrie is 3-dimensionaal, dit in tegenstelling tot de beeldgeometrie die 2-dimensionaal is; de thematische attributen spannen een n-dimensionale kenmerkrimte op en kleur tenslotte is een 3-dimensionale variabele (kleurtoon, verzadiging en helderheid). N.B.: In dit schema is terrein-geometrie opgevat als een *semantische* categorie, dit in tegenstelling tot veel GIS-literatuur (bv. Hake & Grünreich 1994) waarin het gebruik van de term semantiek, ten onrechte, wordt beperkt tot de thematische attributen. De beeld-geometrie is, omdat ze tot de uitdrukkingsmiddelen wordt gerekend, een syntactische categorie.

Weergavemogelijkheden 1

semantische en syntactische categorieën

mentaal/digitaal
model van terrein:

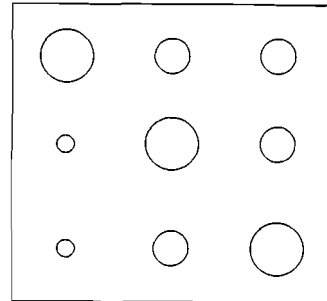
mentaal/digitaal
model van (kaart)beeld:

beeld- beeld- kleur
sequentie geometrie

tijd

terrein-
geometrie

thematische
attributen



Weergavemogelijkheden 2

terrein- en beeldgeometrie

mentaal/digitaal
model van terrein:

mentaal/digitaal
model van (kaart)beeld:

stippen strepen vlekken complex

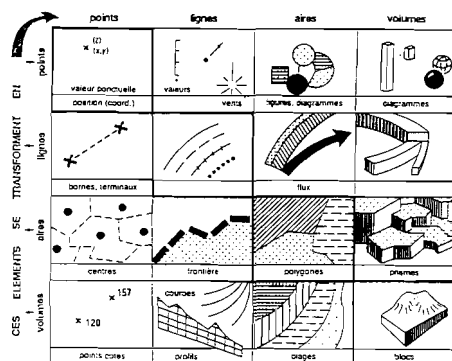
Figuur 2-7 Het middelste deel van de matrix uit *figuur 2-6* verder uitgewerkt: gedachteninhoude over punt-, lijn-, vlak- en volumeobjecten uitgedrukt met stippen, strepen en vlekken. Naar Brunet 1987, met toevoegingen. Dit schema kan, in detail en als geheel, op twee manieren worden bekeken: a. wat stelt het voor? en b. wat is de ordening van de inkt? Het is een meta-representatie, want het beschrijft de wijze van representeren van terreinobjecten.

puntobjecten

lijnobjecten

vlakobjecten

volumeobjecten



Relaties tussen beide mentale voorstellingen

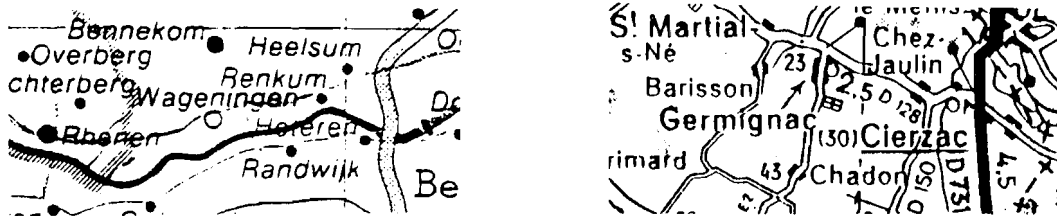
In de semiotiek, de taalkunde en de literatuurtheorie wordt er voortdurend op gewezen dat er *geen een-eenduidige relatie* is tussen gedachteninhouden van verschillende maten van complexiteit (begrippen, proposities, geschiedenissen) en uitdrukkingsvormen (woorden, zinnen, zinssequenties, verhalen). Met totaal verschillende uitdrukkingsvormen kun je dezelfde gedachteninhoud (mentale voorstelling) overbrengen. In de kartografie heeft Bertin dit al duidelijk gesignaleerd en gedemonstreerd. Het ligt voor de hand, dat uitdrukkingsvormen van een "verwant" type het eerst aangewezen zijn, maar het kan geen kwaad om ook eens de zijpaden te bewandelen (*figuur 2-6*). Tijd, terreingeometrie en thematische attributen zijn, in het beeldvlak, af te beelden in de overeenkomstige elementen beeldopeenvolging (sequentie), beeldgeometrie en kleur. Voor eenvoudige kaarten werkt dit uitstekend. Maar de beeldvariabele tijd (sequentie), bekend uit film en stripverhaal (McCloud 1993), is ook te gebruiken om thematische attributen of modaliteiten (gegevenskwaliteit) beter kenbaar te maken (MacEachren 1994, Hootsmans 1994). Thematische attributen zijn weer te geven door middel van de beeldgeometrie. Anamorfosen en diagramkaarten zijn daar voorbeelden van. Ook tijd is geometrisch uit te beelden, bijvoorbeeld door een in plaats veranderd object twee of meer keer op dezelfde kaart te zetten. Of je de "dwarsverbanden" zult gebruiken hangt af van de technische mogelijkheden en vooral van de gewenste efficiëntie en effectiviteit van de informatieoverdracht.

In principe kun je elk element, elke variabele van het beeldvlak, gebruiken voor de uitdrukking van elk element, elk object, elk attribuut van de mentale voorstelling van de werkelijkheid. Dat is ook goed te zien in een schema naar Brunet (*figuur 2-7*), waarin gedachteninhouden over punt-, lijn-, vlak- en volumeobjecten worden uitgedrukt in de stippen, strepen en vlekken van het beeldvlak. Hier komt duidelijk naar voren, dat de *geometrie* van het beeldvlak vaak wordt gebruikt om *attributen* weer te geven: een punt met een (kwantitatief) attribuut wordt bijvoorbeeld afgebeeld als een streepje met een lengte evenredig aan de attribuutwaarde. Een vergelijkbaar schema geven Muehrcke & Muehrcke 1992:84. Elke combinatie is mogelijk en, naar blijkt, ook meer of minder makkelijk door onze hersens te verwerken.

Het schema van Brunet bevat ook een weergave van volumeobjecten. Zowel onze mentale voorstellingen van het terrein als de digitale modellen ervan zijn drie-dimensionale representaties (Marr 1982, Shepard & Cooper 1982). Deze worden bij de weergave omgezet in twee-dimensionale voorstellingen, of zelfs, wanneer we er in tekstvorm verslag over willen doen, lineaire structuren. Er is daarbij een keuzevrijheid in het *weergaveperspectief*: het standpunt, de richting, de afstand waarmee je de terreinvoorstellingen of -modellen aan de lezer toont. Dit perspectief kan zowel in letterlijke zin als in meer figuurlijke zin worden opgevat (Iser 1990). Wanneer de grafische voorstelling manueel wordt vervaardigd bepaalt de zender het perspectief (meestal de blik van boven); bij het gebruik van digitale landschapsmodellen kan de ontvanger, net als bij het gebruik van maquettes, zelf zijn of haar standpunt (point-of-view) kiezen (Schaub 1992:52). Dit weergaveperspectief moet wel worden onderscheiden van het *opnameperspectief* van waaruit het terreinmodel wordt geconstrueerd (denk bijvoorbeeld aan een fotogrammetrische opname). Net als tussen de mentale of digitale modellen van terrein en kaart zijn er veel overeenkomsten te constateren tussen de structuur van opnameperspectief en weergaveperspectief. Dit is een complexe materie die nog nader onderzoek vraagt (Van der Schans, in voorbereiding).

Wat in de mentale voorstelling van het terrein als een eenheid (object) wordt opgevat, bijvoorbeeld een stad met haar plaatsnaam, kan in de grafische voorstelling uiteenvallen in afzonderlijke delen: naast het symbool voor de stad komt de plaatsnaam te staan als

afzonderlijk grafisch element (figuur 2-8a). Binnen zekere marges is die getekende plaatsnaam beweeglijk, zodat in de mentale voorstelling van de kaart stadssymbool en letterpatroon samen toch weer als een, zij het flexibel, object moeten worden opgevat. Wanneer de relatie door grafische problemen niet meer direct duidelijk is (wanneer is dat?) moet soms een speciaal hulpmiddel, zoals een pijltje (index), in stelling worden gebracht (figuur 2-8b). Dit pijltje geeft dan niet een object weer, maar een semantische relatie binnen een terreinobject.



Figuur 2-8 Een complex kaartobject: plaatsymbool plus plaatsnaam, met soms een pijltje.

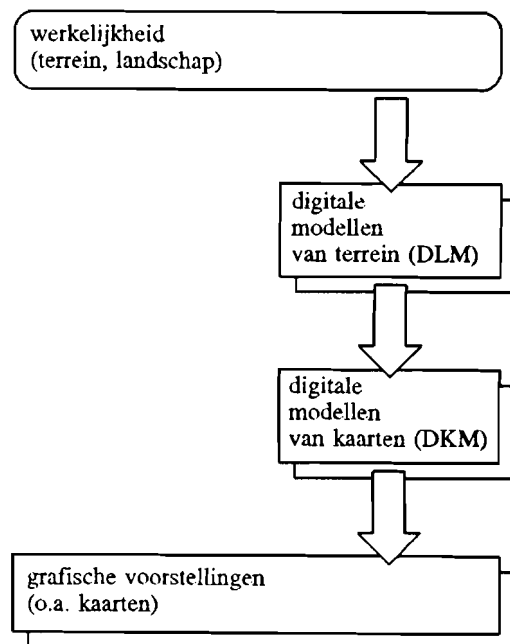
We kunnen dus concluderen dat het omzettingsproces van gedachteninhoud naar uitdrukingsvorm zonder meer complexer is dan het op het eerste gezicht, dwz. voor grootschalige kaarten met weinig thematiek, lijkt. Kartografen beseffen dit beter dan geodeten, doordat de laatsten hun aandacht vooral richten op de geometrie van terrein en kaartbeeld, die bij grootschalige kaarten weinig verschilt. Alle keuzemogelijkheden zijn overigens nooit eens systematisch uitgewerkt, in de literatuur tref je slechts grotere (Bertin 1967) of kleinere (Hearnshaw e.a. 1994) fragmenten aan. Op basis van die keuzemogelijkheden kunnen weer criteria worden geformuleerd voor de uitvoering van de keuze. Deze criteria hangen samen enerzijds met de structuur van de weer te geven gedachteninhouden (denk bijvoorbeeld aan aantal, domein en meetniveau van de attributen), anderzijds met allerlei waarnemingseigenschappen van het beeldvlak en met de handelingssituatie van de kaartgebruiker. Onderzoek hiernaar zou een kartografische theorie kunnen opleveren, als onderdeel van een meer omvattende geografische informatieverwerkingstheorie.

Het digitale traject

Hiervoor werd kort geschetst, welke mentale voorstellingen en processen er nodig zijn om van een bestaande of bedachte werkelijkheid een kaart te produceren. Wanneer we nu het geautomatiseerde kaartvervaardigingsproces analyseren, zoals zich dat in de praktijk heeft ontwikkeld, blijkt dit een volledig vergelijkbare structuur gekregen te hebben. Daarom kan ik er kort over zijn. De mentale voorstelling van het terrein wordt vervangen door een (in principe 3-dimensionaal) digitaal landschapsmodel (DLM), en de mentale voorstelling van de kaart wordt een 2-dimensionaal digitaal kartografisch model (DKM). Voor de processen tussen de vier lagen is instrumentarium en programmatuur beschikbaar, zodat in principe zonder tussenkomst van mensen, en dus van mentale voorstellingen, volautomatisch kaarten kunnen worden vervaardigd. Het woord "vervangen", twee zinnen terug, is dus niet misplaatst. Zelfs kan de mens, als kaartlezer, terzijde worden geschoven door een kaartlezende robot. We schieten ons doel dan echter duidelijk voorbij: een robot is direct aan te sturen vanuit het digitaal landschapsmodel, anders dan een mens die zijn aanwijzingen (gelukkig nog altijd) in een talige of grafische uitdrukingsvorm moet ontvangen om die vervolgens om te zetten in mentale handlingsvoorstellingen en handelingen (zie ook figuur 4-1).

Het digitaal kartografisch model is, net als de mentale kartografische voorstelling, niet alleen een theoretische constructie, maar ook fysiek, als ladingen en stroompjes in chips in het geheugen van de computer, aanwezig. Wanneer we een penplotter gebruiken wordt deze aangestuurd door een in het geheugen geconstrueerde plotfile, waarin met bijvoorbeeld HPGL (Hewlett Packard Graphical Language) de exacte vorm van de kaart is beschreven, en niet de werkelijke betekenis van de verschillende grafische elementen. Bij weergave op beeldscherm is er een apart *videogeheugen* (!), waarin de vorm van het plaatje op het scherm als displayfile ter voortdurende uitlezing is opgeslagen tot er vanuit het model in het hoofdgeheugen wijzigingen worden doorgegeven. Dit is mij vooral duidelijk geworden bij het werken aan het beeldbewerkingspakket BEITEL (Van der Schans 1988).

Naast overeenkomsten tussen de structuur van het mentale proces en die van het digitale proces zijn er natuurlijk ook verschillen. Waar en hoe de digitale modellen in het geheugen van de computer zijn vastgelegd is bekend, althans voor deskundigen te achterhalen. Ook is duidelijk hoe ze aan elkaar worden gekoppeld: via tabellen en algoritmen. Bij de mentale voorstellingen ligt dit veel moeilijker: alles speelt zich af in een netwerk van neuronen, als een nog steeds ondoordringbaar, uiterst complex correlatieproces. Een ontroerend wonder, elke dag weer. Mentale voorstellingen van de uitdrukkingsvormen (taal, plaatjes) ondersteunen bij het denken onze mentale voorstellingen van de wereld ("inner speech", zie Vygotsky 1934/1986), wat niet het geval lijkt te zijn voor de overeenkomstige digitale modellen. Nog een ander verschil is, dat mentale voorstellingen niet direct overdraagbaar zijn aan anderen, maar eerst in een materiële vorm (kaart, geluid) moeten worden uitgedrukt, en daarentegen digitale modellen, zowel van het terrein als van de kaart, in principe direct kunnen worden gekopieerd naar andere computers.



Figuur 2-9 Het digitale traject van terrein naar kaart, volledig geautomatiseerd zoals bijvoorbeeld voor de regenbeelden van Meteoconsult.

Geografische en kartografische syntheses

In het Kartografisch Woordenboek van de Nederlandse Vereniging voor Kartografie wordt, onder het hoofdje syntheseskaart, onderscheid gemaakt tussen een geografische en een kartografische synthese. Dit onderscheid is uitstekend in te passen in de theorie van landschapsmodel en kaartmodel. In het eerste geval worden gegevens over verschillende thema's en uit verschillende bron eerst begripsmatig geïntegreerd en het resultaat daarna kartografisch weergegeven; in het tweede geval worden twee of meer groepen van gegevens elk afzonderlijk in een kaartmodel afgebeeld waarna de kaartmodellen dan digitaal en/of reprobotechnisch worden gecombineerd. Een voorbeeld van een geografische synthese is de overlayoperatie zoals die in diverse GIS-pakketten aanwezig is en waarbij nieuwe landschapsobjecten ontstaan, een voorbeeld van een kartografische synthese is superimpositie bij het digitaliseren op beeldschermen: de gedigitaliseerde lijnen (die in een vector-DLM zijn opgeslagen) worden (in het videogeheugen, DKM) geprojecteerd over de weergave van de te digitaliseren luchtfoto of gescande kaart.

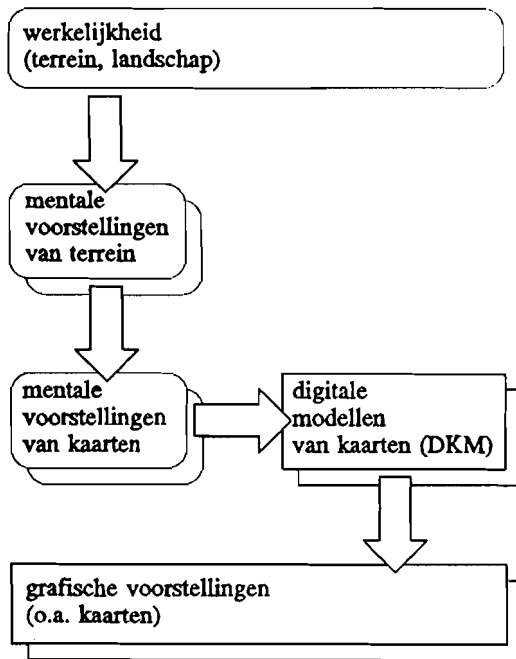
Integratie van mentaal en digitaal proces

In het voorgaande kon de kaart langs twee trajecten met de werkelijkheid in verband worden gebracht: een puur mentaal (uiteraard aangevuld met allerlei handmatige activiteiten!) en een puur digitaal (aangevuld met diverse mechanische en elektrische processen). In de praktijk zien we echter allerlei mengvormen optreden, waarvan ik er hier twee wil schetsen omdat ze het begrip van de relatie tussen mentale en digitale voorstelling van terrein resp. kaart verder versterken. De twee mengvormen komen overeen met de structuur van Computer-Aided Drafting of Computer-Aided Mapmaking enerzijds, waarbij alleen een digitaal model van een tekening wordt aangemaakt, en die van Computer Aided Design of GIS anderzijds, waarbij digitale modellen van objecten in de wereld worden gevormd. Het zijn twee principieel verschillende processen die er op beeldscherm nagenoeg hetzelfde uitzien, maar wel een heel andere instelling van de man of vrouw achter de computer vragen (Colloque 1986, Rabardel & Weill-Fassin 1987).

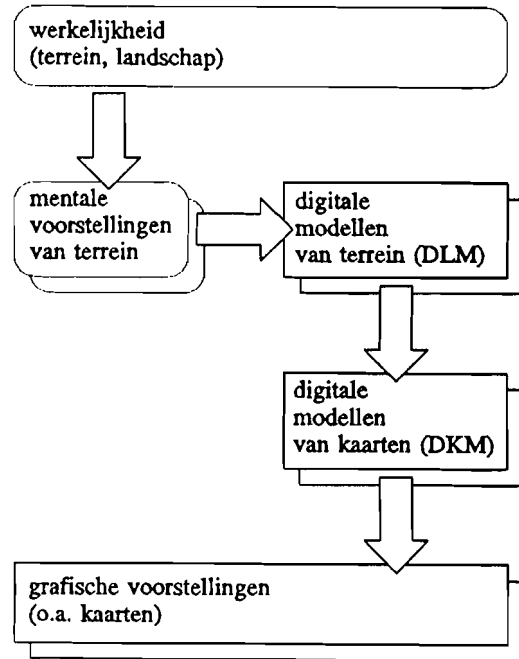
In *figuur 2-10* wordt een proces getoond, waarin vanuit een mentaal model van een kaart een DKM wordt geconstrueerd, zonder dat daarbij een digitaal landschapsmodel aanwezig is. Dit is mogelijk met pakketten als DrawPerfect, CorelDraw of Adobe Illustrator. Deze hebben geen andere functie dan de interactieve constructie van digitale modellen van tekeningen mogelijk te maken. Zie voor zo'n toepassing bijvoorbeeld Gosney 1990:75-81 of Bove 1991:31-52. De constructie geschiedt vanuit een mentale voorstelling van de (gewenste) kaart, want de tekenaar moet bij het interactieve werk toch al een zekere voorstelling hebben hoe de tekening er uiteindelijk moet uitzien. Wat de verschillende elementen in het beeldvlak betekenen is nergens expliciet digitaal vastgelegd, want slechts als mentale voorstelling van het terrein aan de tekenaar bekend. Zelfs de interactief geconstrueerde legenda is, als deel van het beeldvlak, niets anders dan een verzameling fosforpuntjes. In de digitale beschrijving daarvan wordt immers nergens de relatie met de betekenis gelegd.

Figuur 2-11 daarentegen toont het proces, waarbij iemand vanuit zijn mentale voorstelling een digitaal model van het terrein construeert. Geometrie, attributen en relaties van objecten worden daarbij expliciet vastgelegd, het terrein wordt begripsmatig beschreven, zodanig dat een robot op basis van die beschrijving correct in dat terrein zou kunnen handelen. In principe zou de constructeur "blind" kunnen werken, maar in verband met de terugkoppeling maakt de computer automatisch een DKM en een kaart aan die de constructeur dan (via een niet in de figuur getoonde mentale voorstelling van de kaart) kan confronteren met zijn of haar mentale voorstelling van het terrein. Doel is hier niet,

zoals bij het proces in *figuur 2-10*, de vervaardiging van een kaart, maar de vervaardiging of mutatie van een digitaal model van het terrein. Dit stelt speciale eisen aan de weergave en aan de algoritmische en databasetechnische koppeling tussen de onderdelen van het DLM en die van het DKM, want de constructeur moet via selectie op het scherm op een eenduidige manier terug kunnen naar de objecten in het DLM. Wanneer er alleen maar kaarten worden geproduceerd, zoals in *figuur 2-10*, is er "slechts" een psychologische koppeling nodig.



Figuur 2-10 Tekenen met de computer (Computer-Aided Drafting). Het digitale landschapsmodel ontbreekt; betekenissen zijn alleen in het hoofd van de tekenaar aanwezig, zelfs wanneer hij of zij volgens een tekensleutel werkt. Doel is hier uitsluitend het maken van een grafische voorstelling.



Figuur 2-11 Construeren van een Digitaal Landschaps-Model met de computer, bijvoorbeeld in een ontwerpproces (Computer-Aided Design). Het terrein wordt begripsmatig beschreven en met programmatuur wordt uit deze beschrijving, via een DKM, een (karto-)grafische voorstelling gemaakt. Op beeldscherm dient deze grafische voorstelling vooral als terugkoppeling naar de constructeur van het DLM. Hoofddoel is het DLM en niet het plaatje.

Beide constructieprocessen vinden plaats in een interactie tussen mens en machine. Naast de verschillende DLMs en/of DKMs bevinden zich in het geheugen van de computer ook programma's voor het uitvoeren van allerlei bevestigingen en bewerkingen op de gegevens. Deze programma's worden in een grafische vorm op het scherm hanteerbaar gemaakt, via windows, views, menu's, invulformulieren, commando's, pointers. Dit leidt tot allerlei, uiterst complexe en voor een leek moeilijk te doorziene, verbanden tussen wat zich intern, begripsmatig, afspeelt en wat er op het scherm verschijnt (Van der Schans 1994, IBM 1992, Microsoft 1992). Voor de kartografie levert dit een geweldige uitdaging op: de organisatie van het beeldscherm zodanig dat het zicht op de wereld en op de bewerkingen die je op de beschrijvingen daarvan kunt uitvoeren optimaal is.

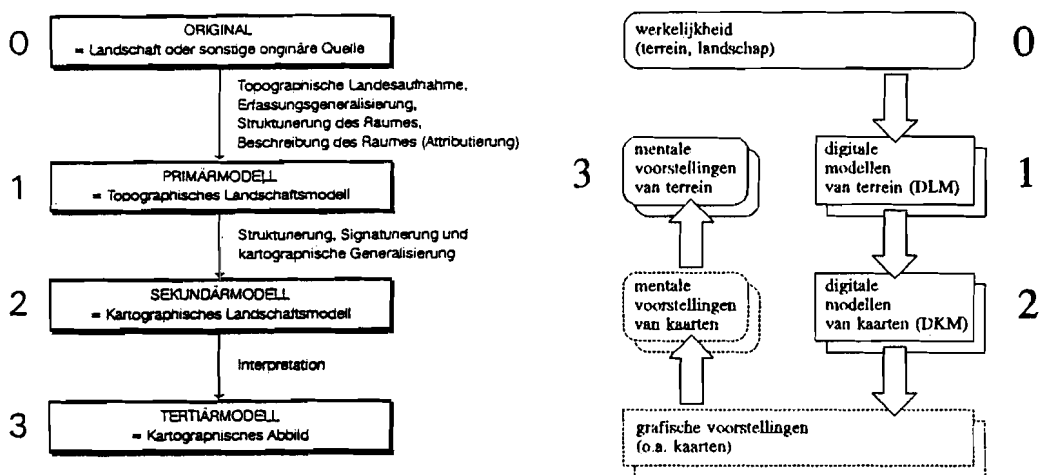
3. DLM en DKM in het Duitse ATKIS

Theoretische overwegingen

Het voorgaande berust eigenlijk op maar één gedachte: omdat een kaart deel is van de materiële werkelijkheid, kunnen we van dat materiële produkt als zodanig mentale en digitale modellen vormen, naast de modellen die we van de werkelijkheid buiten die kaart ontwikkelen. Deze theoretische gedachte wordt door de dagelijkse praktijk empirisch bevestigd.

Het is merkwaardig, dat met name in de Angelsaksische en daardoor ook de Nederlandse theoretische literatuur het onderscheid tussen beide typen modellen niet wordt gemaakt. Men spreekt van "cartographic data" en "maps" zonder dat duidelijk is of het gaat om terreinbeschrijvende gegevens of om kaartbeschrijvende gegevens. Gelukkig raakt de structuur van diverse GIS-pakketten steeds vaker in overeenstemming met het geschetste theoretische model (kijk bijvoorbeeld naar Arc/Info), maar theorie en terminologie hobbelen daar helaas nog sterk achteraan.

In Duitsland daarentegen is de twee-eenheid van DLM, een "topographische Modellierung", en DKM, een "kartographische Modellierung", het fundament van het ATKIS-systeem voor de topografische kaartering van de verschillende deelstaten (AdV 1989, Van de Ven 1990, Grünreich 1990, Vickus 1994). "Wichtig ist an dieser Stelle noch einmal zu erwähnen, dass die ATKIS-Modellierung bisher die einzige in der Literatur veröffentlichte Modellierung ist, die eine getrennte topographische und kartographische Modellierung als Grundlage für fachbezogene Geo-Informationssysteme beinhaltet" (Vickus 1994:66). De uitwerking is gebeurd zoals je op grond van de hiervoor gegeven theoretische overwegingen mag verwachten, maar het merkwaardige is dat in de geraadpleegde literatuur theoretische argumenten of onvindbaar zijn, of (althans op mij) een weinig overtuigende indruk maken. Zo schetst Vickus (1994) rond het in *figuur 3-1* overgenomen schema een "kartographische Modelltheorie", die de theoretische grondslag vormt voor zijn beschouwingen. Op het eerste gezicht komt dit schema overeen met het mijne, maar toch zijn er fundamentele verschillen.



Figuur 3-1 De "Kartographische Modelltheorie" volgens Vickus 1994:13 vergeleken met het vierlaagsmodel uit *figuur 2-1*. Vickus slaat een paar essentiële stappen over.

Het "Original" komt overeen met mijn "werkelijkheid". Het "Primärmodell" kan zowel een analoge (grafische?, in elk geval geen mentale) representatie zijn van het terrein ("Das Primärmodell ist konventionell ein Darstellungsentwurf des Topographen", p. 14), als een digitale in de zin van een DLM. Het "Sekundärmodell" is òf de (analoge) topografische kaart, òf de digitale vervanging daarvan. Het "Tertiärmodell" is het "kartographische Abbild", en dat is niet de materiële kaart, maar volgens de geciteerde Ogrissek "eine Form der Widerspiegelung der Erscheinungen und Prozesse der Wirklichkeit im Bewusstsein des Kartenlesers", dus een mentale voorstelling van het terrein die via het lezen van de kaart ontstaat. Het schema van Vickus eindigt dus niet in de kaart, maar gaat nog een paar stappen verder. Dat de kaartgebruiker wordt opgevoerd is natuurlijk zeer lovenswaardig (een hoeraatje voor de NVK die kortgeleden een werkgroep Kaartgebruik heeft ingesteld!), maar in de beschrijving van het kaartproductieproces zijn de stappen te groot. Vickus slaat, hier althans, onmisbare onderdelen over.

Wat in het schema van Vickus ontbreekt zijn de mentale voorstelling van de kaart en, wanneer het "Sekundärmodell" als DKM wordt opgevat, de materiële, *zichtbare*, kaart zelf! De gebruiker kan zich zeker geen voorstelling van het terrein maken, wanneer hem of haar een digitaal kaartbeschrijvend bestand of een uitlijsting daarvan (zie *figuur 1-1*) wordt voorgelegd. In het schema van Vickus wordt de kaart niet beschreven door een DKM, maar *vervangen* door een DKM en dat kan toch niet de bedoeling zijn (een zelfde tendens valt ook te bespeuren in de ATKIS-documentatie). Ook onderkent Vickus niet de *symmetrie* van werkelijkheid en kaart, resp. DLM en DKM en voert hij dus ook geen enkel argument aan voor de in ATKIS gerealiseerde symmetrische datastructuren voor DLM en DKM.

Datastructuren voor DLM en DKM

Want het meest opmerkelijke van de in ATKIS ontwikkelde DLM/DKM-structuur is, dat voor beide modellen nagenoeg de zelfde datastructuren zijn gedefinieerd. Zie *figuur 3-2*. Waarom is onduidelijk. AdV 1989 constateert alleen de symmetrie en bouwt er ook op voort bij de definiëring van een gemeenschappelijk logisch/fysisch intern vastleggingsformaat:

"Das DLM-Datenmodell und das DKM-Datenmodell weisen grosse Ähnlichkeiten auf. Es entsprechen sich:

DLM-Object ... DKM-Object

DLM-Objektteil ... DKM-Objektteil

DLM-Vektorelement ... DKM-Vektorelement

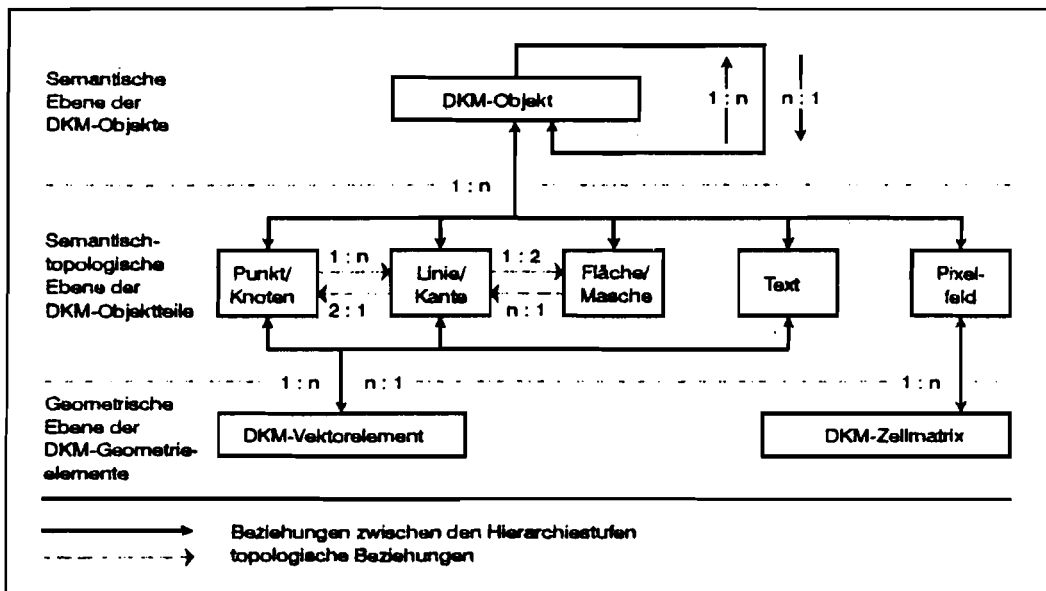
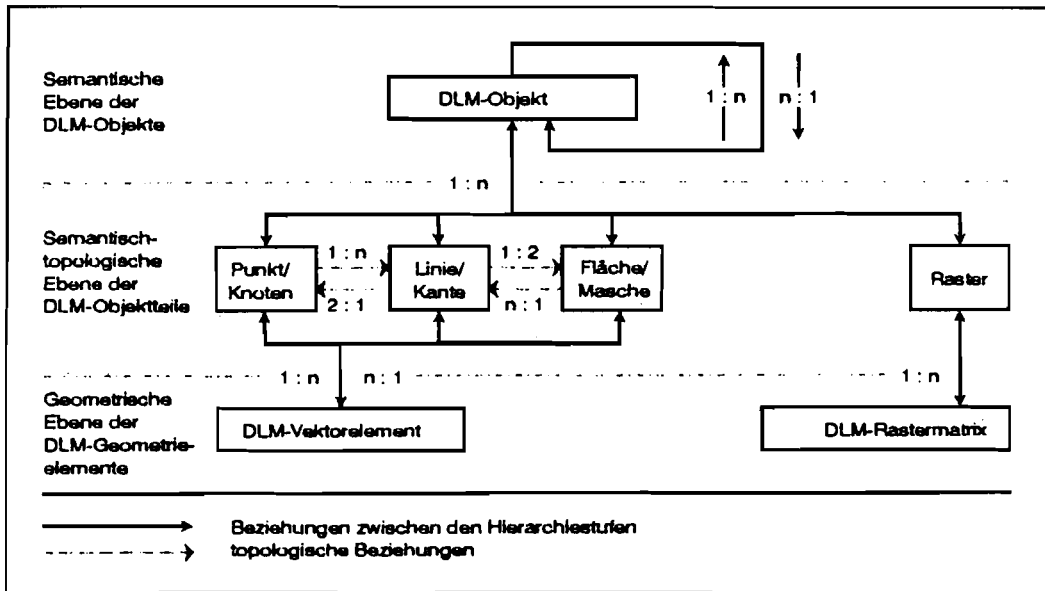
DLM-Rastermatrix ... DKM-Zellmatrix.

Das DLM-Datenmodell und das DKM-Datenmodell werden in einer Struktur abgebildet. Diese Struktur umfasst beide Anforderungen."

(AdV 1989, deel C, p. 41).

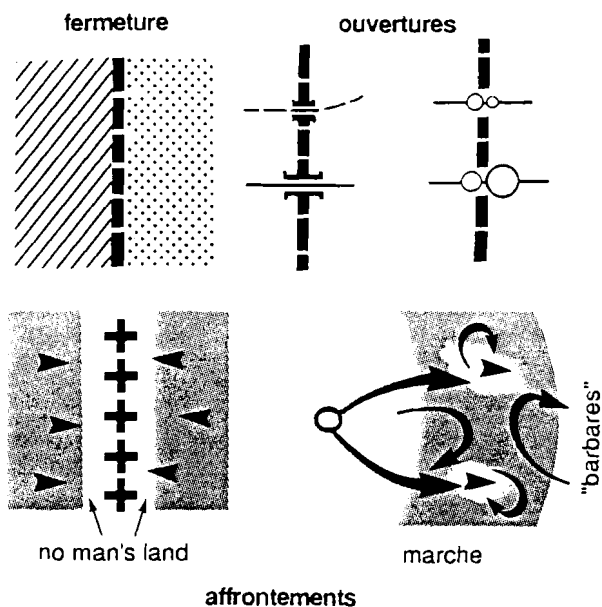
Het zou kunnen, dat de ontwikkelde gegevensstructuur van het DKM geïnspireerd is door een analyse van de datastructuren in tekenpakketten of van tekeningbeschrijvende talen zoals PostScript of, ouder, GKS. De daar aanwezige structuren kennen immers *grafische objecten*, die weer zijn te ontleden tot hun primitieven en ook kunnen worden geaggregeerd tot complexe objecten (zelfs in WP Presentations, waarmee o.a. *figuur 2-1* is gemaakt). In dat geval zou de gelijkenis puur toeval zijn. Maar de in tekeningbeschrijvende datastructuren meestal ontbrekende *topologische betrekkingen* zijn in het ATKIS-DKM wel expliciet gedefinieerd, zodat de analogie misschien toch op een bewuste keuze berust. Of die topologische betrekkingen in het beeldvlak in de praktijk echt nodig zijn (je voert daar toch geen ruimtelijke analyses in uit?) wordt helaas ook nergens

verantwoord. Misschien spelen ze een rol bij "inkleuren" of bij de nog te bespreken kartografische generalisatie, maar hoe is niet duidelijk. Het lijkt me een mooi onderwerp voor nader kartografisch onderzoek.



Figuur 3-2 Datastructuren voor Digitaal Landschaps-Model en Digitaal Kartografisch Model. Uit: AdV 1989. De structuren komen nagenoeg overeen. Tekst bestaat (als grafische structuur!) uitsluitend in het beeldvlak. Eigenlijk hoeft deze niet apart gedefinieerd te worden, aangezien ze een samenstelling van punten, lijnen en vlakken is. Maar in de praktijk wordt er voor de vormgeving van tekst (en van allerlei andere symbolen) vaak teruggegrepen op kant en klare bestanden, zodat een speciale behandeling in de datastructuur wel te verantwoorden is.

Op de precieze definitie van beide datastructuren wil ik hier niet ingaan, deze wordt uitvoerig besproken in AdV 1989 en Vickus 1994. Het zijn gelaagde structuren, met een semantische, een semantisch-topologische en een geometrische laag. Zoals te verwachten is, kunnen terrein en kaart beide zowel in vector- als rasterformaat worden beschreven. In het DLM kunnen voor kwaliteiten (modaliteiten) van attribuutwaarden aparte attribuuttypen worden gedefinieerd. Het DKM-Object kent, in tegenstelling tot het DLM-Object, geen attributen; de *grafische attributen* (kleur, lijndikte, e.d.) zijn aan de DKM-Objekteile gekoppeld. In beide modellen zijn *complexe objecten* te beschrijven. Dit vanuit het gezonde besef, dat niet de geometrische primitieven van het DLM op de geometrische primitieven van het DKM moeten worden afgebeeld, maar dat er voor een complex terreinobject als geheel een, vaak complexe, grafische voorstelling moet worden geconstrueerd, op basis van terreingeometrie en attributen. Een goed voorbeeld hiervan zijn de choremen van Brunet (1987). Zie *figuur 3-3*.



Figuur 3-3 Enkele choremen, uit Brunet 1987:201. Choremen zijn complexe ruimtelijke organisatiestructuren, die op veel plaatsen in de wereld te onderkennen zijn. De grafische uitdrukking van deze (begripsmatige!) organisatiestructuren wordt, ietwat verwarrend, ook met de naam choremen aangeduid.

De datastructuren van ATKIS verschaffen ook de mogelijkheid, aan een DLM meerdere DKMs te koppelen: evenzovele verschillende "views" op het zelfde model. Het omgekeerde lijkt niet mogelijk: de integratie in één beeld van gegevens uit verschillende landschapsmodellen.

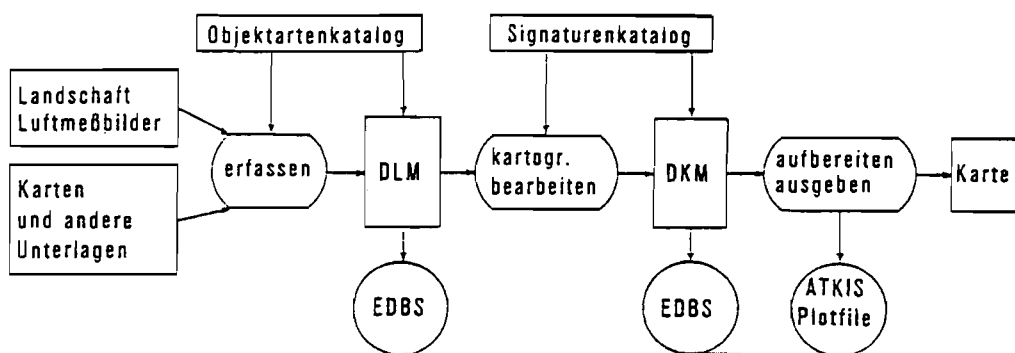
Gezien de complexiteit van DLM en DKM valt te verwachten, dat bij de definitie en uitwerking daarvan inconsistenties optreden. Vickus gaat daar in zijn proefschrift uitvoerig op in en doet voorstellen voor verbetering, zowel in de algemene structuur (de plaats van het Karten-Objekt in de gegevensstructuur) als in de omschrijving van afzonderlijke objektclassen.

Gegevensstroom in ATKIS

De gegevensstroom in ATKIS is kort samengevat in *figuur 3-4*. Gelukkig ontbreekt hier de materiële kaart niet, zoals in het theoretische schema van Vickus. Het DLM wordt opgebouwd vanuit een "Objektartenkatalog" (OK), die uitvoerige omschrijvingen geeft van

alle toegestane terreinobjekttypen, en het DKM wordt geconstrueerd met behulp van een "Signaturenkatalog" (SK), die vastlegt welke grafische uitdrukkingvormen beschikbaar zijn. Beide catalogi zijn afgestemd op het toepassingsveld, te weten topografische kaartering.

De gegevens uit DLM en DKM zijn in digitale vorm aan andere gebruikers te leveren, onder andere opdat deze er eigen thematische gegevens aan kunnen koppelen. Dit geschiedt voor zowel DLM als DKM met de EDBS (Einheitliche Datenbankschnittstelle). Van elk object wordt daarbij expliciet aangegeven of het tot het DLM of tot het DKM behoort; daardoor kan er geen verwarring ontstaan (zat SUF-2 ook maar zo in elkaar!). Het DKM kan daarnaast ook als plotfile (voor een bepaald uitvoerapparaat) beschikbaar worden gesteld; de weergave ligt dan volkomen vast in tegenstelling tot bij toepassing van het eigenlijke DKM, waar tussen DKM en kaart op papier of scherm nog de nodige vrijheidsgraden voor de uiteindelijke vormgeving aanwezig zijn.



Figuur 3-4 Gegevensstroom in ATKIS. Uit: AdV 1989.

ATKIS is gedefinieerd voor de opbouw van topografische (dwz. in de klassieke zin terreinbeschrijvende) en van daaruit afgeleide kartografische (dwz. kaartbeschrijvende) bestanden. Daardoor ligt in het systeem toch nog vrij sterk de nadruk op de geometrie en komt de in het vorige hoofdstuk geschetste principiële vrijheid van de afbeelding van elk onderdeel van het landschapsmodel (tijd, geometrie, attributen, en hun complexe samenstellingen) in elk onderdeel van het kartografische model (sequentie, kaartgeometrie, kleur, en hun complexe samenstellingen) niet goed tot uiting. Er wordt beseft, dat de beeldgeometrie niet alleen afhangt van de terreingeometrie, maar daarnaast ook van de attributen (er is bijvoorbeeld onderscheid gemaakt tussen een "Kartenobjektgeometrie" en een "Darstellungsgeometrie", *figuur 3-5*). Tot een volledige, haast kunstzinnige, bevrijding van de kartografie komt het echter niet; dit lijkt toch meer weggelegd voor de visualisering van thematische gegevens (Hearnshaw e.a. 1994).

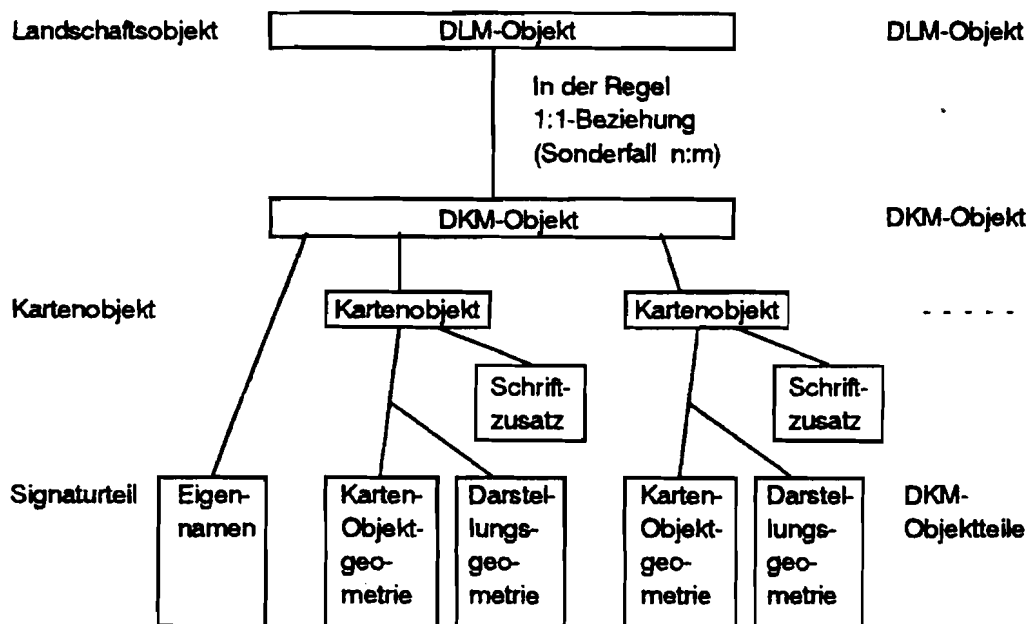
Binnen deze beperkingen schetsen zowel AdV 1989 als Vickus 1994 het omzettingsproces van DLM naar DKM. AdV 1989 is er erg kort over en onderscheidt in feite alleen een aantal, vaag omschreven en kennelijk nogal door elkaar heen lopende, hoofdactiviteiten:

"Bei der Erstableitung eines DKM aus einem DLM treten folgende Massnahmen auf:

- a. Selektion von Teilinhalten des DLM nach qualitativen und geometrischen Kriterien und Änderung der Abbildungsart des DLM.

Kartographische Sicht

Dv-technische Sicht

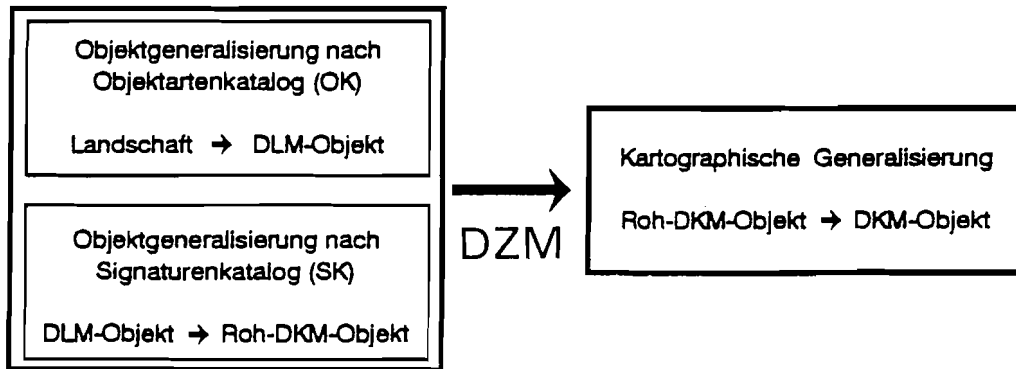


Figuur 3-5 Kaartobjecten zijn opgebouwd uit schrift, "kartenobjektgeometrie" en "Darstellungsgeometrie". De laatste omvat, volgens AdV 1989:C17, "Objektteile zur graphischen Ausgestaltung eines Objektes".

- b. Automatische Generalisierung des DLM durch Vereinfachung, Auswahl, Verdrängung und Zusammenfassung.
 - c. Interaktive Überarbeitung des Ergebnisses von b.
 - d. Erzeugung der Signaturteilnummern des DKM aus den Objektarten und Attributen des DLM nach dem ATKIS-SK.
 - e. Bildung der DKM-Objekte."
- (AdV 1989, deel C, p. 28)

Generalisatie via een digitaal tussenmodel (DZM)

Vickus werkt in zijn dissertatie de omzetting van DLM in DKM veel gedetailleerder en systematischer uit. Hij brengt een en ander terecht in verband met de *generalisatie*, te weten een "Objektgeneralisering" en een "Kartographische Generalisering" (figuur 3-6). Objektgeneralisering is dan niet, zoals je verwachten zou, een keuze en samenvoeging van topografische objecten in een nieuw, afgeleid, DLM (nog steeds een *terrein*-beschrijving), maar het met behulp van de Signaturenkatalog (dus van digitaal beschreven grafische uitdrukkingsvormen!) aanmaken van een proto-DKM: een *DZM* of *DKZM* (Digitales (Kartographisches) Zwischen-Modell). Dit *DZM* moet dan verder kartografisch worden nabewerkt of, in de terminologie van Vickus, kartografisch worden gegeneraliseerd.



Figuur 3-6 Het proto-DKM ("Digitales ZwischenModell", DZM) tussen DLM en DKM, hier als pijl afgebeeld. Dit bevat een "collage" van de uit de afzonderlijke DLM-Objekten geconstrueerde kaartobjecten ("Roh-DKM-Objekte"). Uit: Vickus 1994:26, met toevoeging van "DZM" bij de pijl.

Ik vind de term "Objektgeneralisierung" wat ongelukkig. In feite gebeuren er in de hiermee benoemde stap twee zeer verschillende dingen. Beschrijvingen van terreinobjecten ("DLM-Objekte") worden omgezet in beschrijvingen van grafische objecten in de kaart ("DKM-Objekte" of ook wel "Kartenobjekte"). Er komt geen nieuwe terreinbeschrijving voor de oude in de plaats; de objecten die nu worden gegenereerd hebben, extreem gesteld, niets meer met het terrein te maken, ze zijn van een geheel ander type. Dit mag je naar mijn mening geen generalisering noemen. De term is wel van toepassing op het tweede onderdeel van de activiteit, nl. het weergeven van verschillend geclassificeerde terreinobjecten door middel van precies dezelfde signatures. Er vindt dus meteen een herclassificatie plaats naar meer omvattende categorieën, en dat is (ook in filosofische zin) wel generalisatie.

Met zijn invoering van het DZM introduceert Vickus meteen de grootst denkbare kartografische uitdaging, zowel bij de handmatige kaartvervaardiging als bij de geautomatiseerde: de *beperkte ruimte in het beeldvlak*. Je kunt voor elk enkelvoudig of samengesteld terreinobject wel een grafische uitdrukking vinden waarmee je de verschillende kenmerken van dat object visueel en psychologisch verantwoord goed kunt weergeven, maar elke uitspraak kost ruimte die ook door naburige objecten wordt opgeëist. Individuele in plaats van een globale behandeling van de DLM-objecten leidt vaak tot een *collage* van elkaar overlappende elementen (figuur 3-7). Misschien valt er voor diverse toepassingen mee te leven (mensen kunnen ook leven met de verschuivende panelen van MS-Windows), maar we verlangen meestal een wat helderder beeld. Dit is te bereiken door grafische prioriteiten te stellen (welk object wordt het laatst afgebeeld en komt daarmee bovenop te liggen?), door verplaatsen van grafische objecten, door sommige te vergroten en andere te verkleinen (zie het briljante pleidooi voor anamorfosen van Dorling 1994!), door indices toe te voegen (figuur 2-8b) of door objecten toch maar weg te laten. Dit kan geautomatiseerd gebeuren (volgens welke regels?) of vooralsnog handmatig, omdat mensen beter dan computers het geheel kunnen overzien. Het probleem is vergelijkbaar met dat van de "hidden lines" bij perspectieftekeningen geconstrueerd uit digitale modellen van gebouwen, maar dan veel ingewikkelder door de sterke contextafhankelijkheid.



Figuur 3-7 Een collage van kaartobjecten, verkregen door de terreinobjecten onafhankelijk van elkaar weer te geven. Op zo'n collage moet kartografische generalisatie worden toegepast om een leesbaar beeld te krijgen. Deze generalisatie lukt niet zonder weer naar de betekenis van de beeldelementen te kijken: "Elke klodder verf is tot betekenis gedwongen".

Verwijzingen vanuit het DKM naar het DLM

Het geautomatiseerd construeren van het definitieve, grafisch verantwoorde, DKM uit het proto-DKM (DZM) wat een collage beschrijft moet gebeuren volgens regels. Deze zullen samenhangen met psychologische en gebruiksfactoren, maar daarnaast ook met de structuur en betekenis van het DLM waaruit het (proto-)DKM is afgeleid. Zowel Adv 1989 als Vickus 1994 maken er op attent, dat het laatste leidt tot datastructuren die van het proto-DKM, resp. DKM, terugverwijzen naar het DLM:

"Die Informationen des DLM und des DKM sind durch die Ableitung des DKM aus dem DLM inhaltlich einander zugeordnet. Diese Zuordnung spielt in zwei Bereichen eine besondere Rolle:

- Fortführung des DKM (...)
- Gemeinsame Nutzung des DLM und DKM (...)"

(Adv 1989, deel C, p. 30)

Ook bij interactieve raadpleging van het DLM via het beeldscherm speelt dit probleem. Algoritmen voor de "Objektgeneralisierung" moeten dus niet alleen een collagebeschrij-

ving aanmaken, maar daarnaast ook datastructuren waarmee de onderdelen van het proto-DKM - voorlopig althans - verbonden zijn met de onderdelen van het DLM. Hoe die datastructuren in elkaar moeten zitten is kennelijk niet vanzelfsprekend getuige het woordje "jedoch" in de volgende passage:

"Bei der Ableitung des DKM aus dem DLM können Verknüpfungen auf Objekt- und Objektteilebene aufgebaut werden. Wegen der globalen Betrachtungsweise bei der Generalisierung wird jedoch allein die Verknüpfung zwischen DLM- und DKM-Objekten als sinnvoll angesehen".

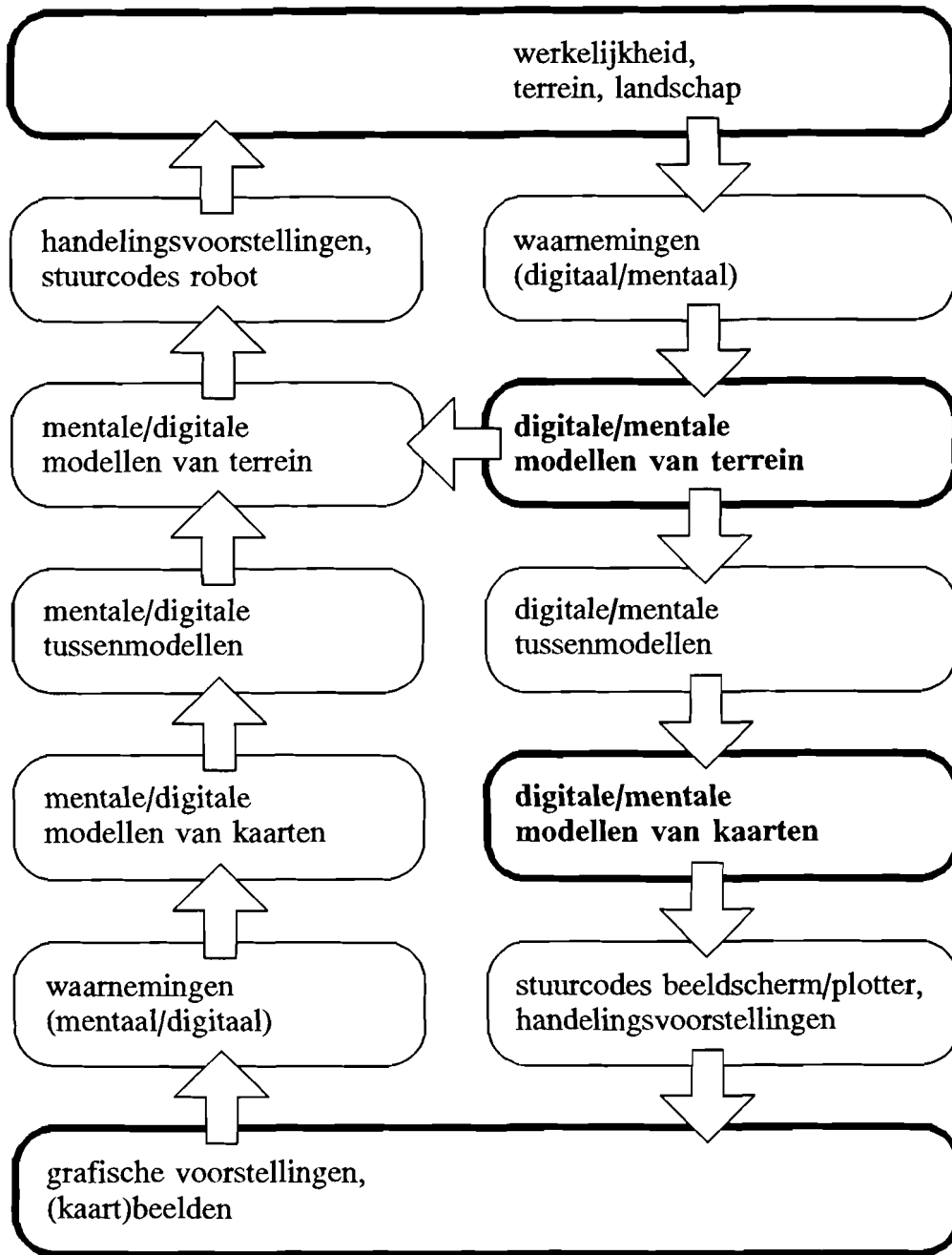
(ADV 1989, deel C, p. 30).

In de tekst wordt dit standpunt verder niet verantwoord. Wel blijkt er een n:m-structuur uit te kunnen voortvloeien voor de betrekkingen tussen DLM-Objecten en DKM-Objecten. Dat is lastig bij zowel algoritmische als interactieve bewerkingen.

Bijhouding

Het een keer aanmaken van een DKM uit een DLM vormt al een groot probleem, nog lastiger is wanneer beide moeten worden bijgehouden. De ATKIS-documentatie suggereert twee oplossingen, een voor het geval er wel verwijzingen (Referenzen) tussen DLM en DKM zijn aangebracht, en een voor het geval deze ontbreken. Aan de eerste oplossing wordt de voorkeur gegeven. Vickus (p. 168-174) bespreekt de verschillende problemen voor de verschillende kartografische generalisatieactiviteiten die bij toevoeging of verwijdering van objecten of verandering van attribuutwaarden kunnen optreden. Hij pleit voor het consequent volhouden van een eerder gevolgde generalisatiestrategie.

Van terrein naar kaart, en terug



Figuur 4-1 Kaartproductie- en kaartgebruikproces. Een uitgebreid schema met 7 in plaats van 4 lagen. Het kaartproductieproces is in hoofdzaak digitaal, het kaartgebruikproces voornamelijk mentaal. De hele omweg via de kaart wordt gemaakt met het oog op het oog: "But how inefficient it all seemed! I pitied the ancients who did not know how to encode information into ideoplasts and directly superscribe the various sense and cognitive centers of the brain. ... To read with the eyes, it's so ... clumsy." (D. Zindell, Neverness; geciteerd in Norman 1992:212).

4. Theoretische verbreding, praktische inperking

In het voorgaande is de Duitse DLM/DKM-aanpak besproken in het kader van een meer algemeen model voor de relatie tussen gedachteninhouden over de (ruimtelijke) werkelijkheid en de uitdrukkingsvormen van het dynamische beeldvlak. De veelheid van ideeën is nu verder uit te werken in twee richtingen: een vooral conceptuele voor de uitbouw van de kartografische wetenschap (zie bijvoorbeeld de zeer recente druk van Hake & Grünreich 1994), en een meer technische voor de dagelijkse praktijk van de topografische kaartering. In het eerste geval treedt er een theoretische verbreding op, in het tweede een beperking tot meer praktische zaken. In beide gevallen echter moet de getoonde *symmetrische structuur* van terreinbeschrijving en kaartbeschrijving het theoretisch en praktisch uitgangspunt vormen.

In *figuur 4-1* is het volledige veld nog eens in schema gebracht, uiteraard met diverse symmetrieën, en zodanig gedetailleerd dat theorie en praktijk hierin tot hun recht komen. Er zijn verschillen met het schema van *figuur 2-1*: mentale voorstellingen en digitale modellen zijn steeds in één vakje gestopt (waarin ze interactief kunnen samengaan); er zijn naar aanleiding van de beschouwingen van Vickus "tussenmodellen" toegevoegd (die soms nog terreinbeschrijvend en soms al kaartbeschrijvend zouden kunnen zijn, of omgekeerd); ook zijn er dynamische waarnemingen en handelingsvoorstellingen (motor images) aangebracht voor de koppeling tussen werkelijkheid of grafische voorstelling met de, relatief meer statische, mentale of digitale modellen van werkelijkheid of kaart; en de processen lopen nu in één richting, waardoor er duidelijker onderscheid komt tussen een kaartproductieproces en een kaartlees- en kaartgebruikproces. Het laatste gaat verder dan door Vickus (*figuur 3-1*) is aangegeven: het eindigt in de wereld, niet in het hoofd! (zie het pleidooi tegen "leunstoelkartografie" in Van der Schans 1991). Wanneer dit schema een digitale invulling krijgt zijn de overgangen tussen de verschillende onderdelen wel duidelijker aan te geven dan bij de mentale invulling. In ons "neurale netwerk" vloeit alles, als vanzelf, geleidelijk in elkaar over, terwijl we bij de digitale gegevensstroom alle stappen exact moeten organiseren.

Theoretische verbreding

Het is aan GIS-deskundigen en kartografen om het hier geschetste kader verder in theoretische zin in te vullen, steeds vanuit het besef dat de werkelijkheid van het terrein en de werkelijkheid van het beeldvlak elk hun eigen structuur en complexiteit hebben. De grafische voorstelling zit ongetwijfeld eenvoudiger in elkaar dan de overige ons omringende werkelijkheid, maar zij is nog altijd veel complexer dan nu, ook in de kartografische theorie, wordt beseft. Daardoor is ook het omzettingsproces van gedachteninhoud in uitdrukkingsvorm ingewikkelder dan we nu kunnen vermoeden. Bertin heeft vele goede aanzetten gegeven vanuit de fundamentele tweedeling inhoud - vorm, maar ik denk dat Nederlandse kartografen in hun centrale positie tussen verschillende kartografische culturen goed werk zouden kunnen doen door de theorie verder uit te bouwen voor het digitale tijdperk. Er is voldoende bouw materiaal beschikbaar! Ik zal hierna een aantal aandachtspunten opsommen, zonder verdere toelichting en in een vrij willekeurige volgorde.

1. Weergave van alle semantische categorieën van de terreinbeschrijving in alle syntactische categorieën (waaronder beeldsequentie) van het beeldvlak.
2. Definiëring van complexe terrein- en kaartobjecten vanuit de praktijkervaring en vanuit formele gegevenstructuren beide.

3. Combinatie van kaarten met andere grafische voorstellingen (multimedia, document-informatiesystemen).
4. Meerdere views op eenzelfde DLM vanuit verschillende perspectieven (in zowel letterlijke als figuurlijke zin).
5. Datastructuren voor de koppeling van (karto)grafische objecten aan terreinobjecten, indexering van beeldinhouden.
6. Geografische syntheses (in DLM) versus kartografische syntheses (in DKM).
7. Combinatie van meerdere DLMs in één DKM.
8. Verdeling van een DKM in meerdere "lagen", vergelijkbaar met de vroegere deeltelingen of drukplaten.
9. Weergave van mutatie-, analyse-, ontwerp- en bevragingshandelingen op objecten en hun delen in zowel DLM als DKM, door middel van menu's en pointers (zie Van der Schans 1994).
10. Weergave, in het beeldvlak, van meta-informatie bij de processen die in *figuur 4-1* zijn weergegeven: o.a. modaliteiten, gegevenskwaliteit, legenda's, lineage, status-informatie. Dit zijn Droste-effecten: doordat het om processen in de werkelijkheid gaat zijn alle processen uit *figuur 4-1* weer beschrijfbaar met alle processen uit *figuur 4-1*, en zo voort.
11. Welke rol spelen mentale voorstellingen van kaarten bij kaartproductie en kaartgebruik?
12. Hoe kijkt de gebruiker tegen de huidige, zeer complexe, grafische voorstellingen op het beeldscherm aan?
13. Hoe analyseren we de handelingssituaties van de kaartgebruiker, en stemmen we de inhoud en vorm van de kaart (eventueel automatisch) daarop af?

Praktische inperking

Of de praktijk om onderzoek naar de hiervoor genoemde theoretische punten vraagt laat ik hier in het midden. Ik vind dit onderzoek ook van praktisch belang, maar kan me voorstellen dat er niet direct behoefte aan bestaat. Wel zou de praktijk er naar mijn mening goed aan doen, in denken, terminologie, software-ontwikkeling en definiëring van uitwisselingsformaten aansluiting te zoeken bij het werk van de Duitse collega's. Zeer belangrijk acht ik de structurering van het omzettingsproces van DLM naar DKM, omdat een goed doordacht volledig geautomatiseerd of interactief proces grote besparingen kan opleveren. In dit proces zullen meestal een of meer digitale "tussenmodellen" (DZM) moeten voorkomen, omdat elk terreinobject in eerste instantie wordt afgebeeld zonder dat rekening kan worden gehouden met andere objecten. Door te werken vanuit de reeks DLM - DZM - DKM komen ook conceptuele generalisatie en grafische generalisatie in een helderder verband te staan.

5. Vraagpunten

Aan de verschillende inleiders van de studiedag zijn de volgende vragen voorgelegd ter beantwoording. Ze zijn van praktische aard en vallen dus eigenlijk uit de toon in dit theoretisch bedoelde betoog, maar ik zal vanuit mijn ervaring toch trachten er een antwoord op te formuleren.

Vraag 1: Is het theoretisch onderscheid tussen DLM (als abstractie van het terrein) en DKM (als beschrijving van het kaartbeeld) in de praktijk wel zo scherp te maken?

Antwoord: Er zijn situaties, waarin de weergave uit het DLM kan gebeuren, zonder tussenkomst van een DKM. Bij beeldbewerkingssystemen worden de terreinbeschrijvende gegevens vaak direct in het videogeheugen opgeslagen en dan, via kleurentabellen, gebruikt voor de aansturing van het beeldscherm. Hier vallen DLM en DKM dus samen. Ook zullen er voor de productie van een kaart vaak meer tussenmodellen nodig zijn dan het door Vickus geïntroduceerde DZM en vindt er mogelijk een geleidelijke overgang plaats van een meer terreinbeschrijvende naar een meer kaartbeschrijvende structuur. Toch zal ergens in dat proces de sprong moeten plaatsvinden van "weiland" (DLM) naar "groene vlekjes" (DKM).

Vraag 2: Zijn er in de toekomst nog DKMs nodig, of kunnen kaarten en andere grafische voorstellingen dan op afroep uit DLMs worden geconstrueerd?

Antwoord: Door toenemende rekensnelheden en meer betrouwbaar werkende visualisatiealgoritmen zal steeds vaker een volledig nieuw DKM kunnen worden geproduceerd. Een zeer complexe mutatieprocedure, waarbij in een permanent bewaard DKM periodiek wijzigingen vanuit een DLM worden verwerkt, lijkt dan niet meer nodig. De beschikbaarheid van niet te veel aan verandering onderhevige DKMs als ondergrond voor de weergave (vanuit een DLM) van analyses of bevestigingen is waarschijnlijk wel een goede zaak. Wanneer deze DKMs in rasterformaat (als bitmap) aanwezig zijn is de tijd benodigd voor het op het scherm zetten onafhankelijk van het aantal weergegeven objecten.

Vraag 3: Moeten er in de toekomst nog afspraken (normen) worden gemaakt over inhoud en vorm van de kaart, of is het beter aandacht te besteden aan de constructieregels voor de afleiding van een (tijdelijk) DKM uit een of meer DLMs?

Antwoord: Gezien de ontwikkeling in de richting van uitwisseling van DLM-gegevens en de kaart naar maat, met een inhoud en vorm afgestemd op de gebruiker in een specifieke handelingssituatie zou ik vooral energie steken in de ontwikkeling van semantisch en pragmatisch verantwoorde constructieregels, en wel zodanig dat vergelijkbare gebruikers in vergelijkbare handelingssituaties een vergelijkbaar kaartbeeld (kunnen) krijgen. Door de aandacht te richten op de constructieregels wordt beter duidelijk waarom een bepaalde uitdrukkingvorm wordt gekozen, dan wanneer (vaak zonder verantwoording!) uitdrukkingvormen in een normblad worden vastgelegd. Deze stelling komt overeen met die van Molenaar (1992), die pleit voor onderzoek naar de regels volgens welke terreinobjecten kunnen worden geklassificeerd in plaats van een classificatie voor eens en altijd vast te leggen. Normering moet zich verder vooral richten op de wijze van terreinbeschrijving, vergelijkbaar met de digitale produktbeschrijving ten behoeve van CAD/CAM.

6. Conclusies

1. Er zijn voldoende filosofische, psychologische, taalkundige en technische argumenten aan te voeren voor het onderscheiden van minstens twee typen modellen tussen terrein en kaart: modellen die het terrein beschrijven en modellen die, onafhankelijk daarvan, de kaart (als materieel produkt) beschrijven.
2. Doordat terrein en kaart beide deel vormen van de werkelijkheid, zijn ze volgens vergelijkbare datastructuren, met topologische relaties en hiërarchieën, te beschrijven.
3. Landschapsmodellen en kartografische modellen moeten zoveel mogelijk als zelfstandige systemen worden gedefinieerd. Alleen op deze wijze wordt duidelijk, wat hun relaties zijn en welke keuzemogelijkheden er bij de afbeelding bestaan.

4. De semantische categorieën van het terreinmodel (tijd, geometrie en thematische attributen, met hun complexe samenstellingen) kunnen in principe in elke syntactische categorie van het kartografisch model (sequentie, kaartgeometrie, kleur, met hun complexe samenstellingen) worden afgebeeld.
5. De afbeelding vindt in het algemeen niet plaats op het niveau van de geometrische primitieven, maar op dat van (complexe) objecten.
6. Door de beperkte ruimte op het beeldvlak en de onmogelijkheid van een globale aanpak lijkt het onvermijdelijk, dat bij de afbeelding van individuele terreinobjecten in eerste instantie een collage van elkaar overlappende kaartobjecten ontstaat, te beschrijven in een digitaal (kartografisch) tussenmodel (een proto-DKM). Op dit tussenmodel moeten dan, in tweede instantie, verdere kartografische bewerkingen plaatsvinden als verplaatsen, verkleinen of weglaten.
7. Het bijhouden, kartografisch nabewerken, of als interactiemedium gebruiken van een DKM vraagt in het algemeen om terugverwijzingen vanuit de kaartobjecten van het DKM naar de terreinobjecten uit het DLM. Deze terugverwijzingen moeten bij de DLM-DKM-omzetting worden aangemaakt.
8. Door de introductie van het DLM/DKM-begrip wordt het onderscheid tussen conceptuele generalisatie (in het DLM) en grafische generalisatie (in het DKM) aanzienlijk duidelijker.
9. Door de introductie van het DLM/DKM-begrip, parallel aan dat van mentale voorstellingen van zowel het terrein als van de kaart, wordt een betere aansluiting verkregen bij ontwikkelingen in de psychologie en de taalkunde, die van belang zijn bij de optimale inrichting van een (karto)grafische mens-machine-interactie.

7. Aanbevelingen

1. Voor de verdere ontwikkeling van de kartografie in het digitale tijdperk dient de theorievorming en het terminologiegebruik gebaseerd te worden op het fundamentele onderscheid tussen mentale en digitale modellen van het terrein enerzijds en mentale en digitale modellen van het kaartbeeld anderzijds.
2. Onderzocht moet worden, in welke elementen en samenstellingen daarvan het terrein beschreven kan worden, en welke operaties daarop kunnen worden uitgevoerd.
3. Daarnaast moet worden onderzocht, in welke elementen en samenstellingen daarvan het kaartbeeld of een reeks van kaartbeelden kan worden beschreven, en welke operaties daarop zijn uit te voeren.
4. In het onderzoek moet de aandacht worden verlegd van de meer elementaire onderdelen van terrein en beeldvlak naar de complexe objecten.
5. Er moet worden onderzocht hoe handelingen en bewerkingen in de verschillende modellen zo goed mogelijk zichtbaar en toegankelijk kunnen worden gemaakt.
6. Voor zowel DLM als DKM moeten datastructuren worden gedefinieerd, die optimaal zijn afgestemd op het gebruik van beide modellen. Bij deze definitie moet de, filosofisch te verantwoorden, structurele overeenkomst de uitgangspositie aangeven.
7. Er moet gewerkt worden aan het opstellen van regels voor de overgang van DLM naar DKM, gebaseerd op de semantische structuur van de gegevens in het DLM, op

de waarnemingseigenschappen van de objecten van het beeldvlak, en op de verschillende vormen van gebruik van de kaart.

8. Kijk eens wat vaker naar beeldschermen vanuit de vraag: "Naar welke objecten en bewerkingsmogelijkheden verwijzen al deze grafische elementen?" (zie Jacob 1992).

8. Slotopmerking

Tot slot een opmerking, die binnen dit pleidooi, deze "vingerwijzing", voor meer aandacht voor de structuur van uitdrukkingvormen en van het visualisatieproces misschien paradoxaal voorkomt. Hij is waarschijnlijk van Wittgenstein (mijn bron is daar niet helemaal duidelijk over):

"Don't look at my finger, look in the direction at which it is pointing."

Literatuur

- AdV** (1989), Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS), Gesamtdokumentation. Hannover: Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV).
- Bal, M.** (1990), De theorie van vertellen en verhalen. Muiderberg: Coutinho.
- Bertin, J.** (1967), Sémiologie graphique. La Haye: Mouton.
- Bove, T., F. Davis & C. Rhodes** (1991), Adobe Illustrator 3.0. The official handbook for designers. New York: Bantam.
- Bruner, J.** (1990), Acts of Meaning. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Brunet, R.** (1987), La carte, mode d'emploi. Paris: Fayard-Reclus.
- Colloque** (1986), Actes du colloque "Espace graphique, Dessin Technique, C.F.A.O.", Aix-en-Provence, 23-24 oktober 1985. Technologies, Idéologies, Pratiques, vol. V no. 4 & vol. VI no. 1, 1986.
- Dantzig, C.M.** (1990), Design Dimensions. An introduction to the visual plane. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Dijkstra, A., R. Schreuder & G. Wolters** (1989), Spreken. In: J. van Leyden Sr., Psychologische functieleer. Deventer: Van Loghum Slaterus, p. 221-247.
- Dijkstra, A. & G. Kempen** (1993), Taalpsychologie. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Dorling, D.** (1994), Cartograms for visualizing human geography. In: H.M. Hearnshaw e.a. (1994), pp. 85-102.
- Droste, F.G.** (1974), Het taaldier mens. Bilthoven: Ambo.
- Eco, U.** (1977), Zeichen. Einführung in einen Begriff und seine Geschichte. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Genette, G.** (1980), Narrative Discourse. An Essay in Method. Ithaca: Cornell University Press.
- Gombrich, E.H.** (1960), Art and Illusion. A study in the psychology of pictorial representation. Oxford: Phaidon.
- Gosney, M., L. Dayton & J. Ashford** (1990), The Verbum Book of Postscript Illustration. New York: Prentice Hall.
- Grünreich, D.** (1990), ATKIS - Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem der Landesvermessung. GIS 4/1990, pp. 4-9.
- Guiraud, P.** (1955), La sémantique. Paris: PUF. Que sais-je? Vol. 655.
- Hake, G. & D. Grünreich** (1994), Kartographie. Berlin: De Gruyter.
- Hardy, W.** (1987), The history and techniques of the great masters: Van Gogh. REXdale: Mitchell.

- Hearnshaw, H.M. & D.J. Unwin** (ed.) (1994), *Visualization in Geographical Information Systems*. Chichester: Wiley.
- Hootsmans, R.** (1994), Naar een kartografische monitoring van kwaliteit in GIS. In: P.G.M. Mekenkamp (red.), *Kartografie in het GIS-tijdperk*. NVK Publikatiereeks nr. 11.
- IBM** (1992) *Objekt-Oriented Interface Design*. IBM Common User Access Guidelines. Carmel (IN): Que.
- Iser, W.** (1990), *Der Akt des Lesens*. München: Fink.
- Jacob, C.** (1992), *L'empire des cartes*. Paris: Albin Michel.
- Johnson-Laird, P.N.** (1983), *Mental Models*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kleint, B.H.** (1980), *Bildlehre. Der sehende Mensch*. Basel: Schwabe.
- Levelt, W.J.M.** (1989), *Speaking. From intention to articulation*. Cambridge MA, MIT Press.
- Lurija, A.R.** (1982), *Grondslagen van de neuropsychologie*. Deventer: Van Loghum Slaterus.
- MacEachren, A.** (1994), Time as a cartographic variable. In: Hearnshaw, H.M. & D.J. Unwin 1994, pp. 115-130.
- Magalhaes, A.** (1974), *Topografische analyse van een bedrukt oppervlak*. Hilversum: De Jong.
- Mark, D.M. & A.U. Frank** (ed.) (1991), *Cognitive and Linguistic Aspects of Geographic Space*. Dordrecht: Kluwer.
- Marr, D.** (1982), *Vision*. New York: Freeman.
- McCloud, S.** (1993), *Understanding comics. The invisible art*. Northampton MA: Kitchen Sink Press.
- Microsoft** (1992), *The Windows Interface. An application design guide*. Redmont: Microsoft Press.
- Molenaar, M.** (1992), Objekt-hiërarchieën en onzekerheid in GIS, of waarom is standaardisatie zo moeilijk? *NGT Geodesia* 34(1992)5, pp. 199-205.
- Muehrcke, P.C. & J.O. Muehrcke** (1992), *Map Use. Reading, analysis and interpretation*. Madison, JP Publications.
- Norman, D.A.** (1993), *Things that make us smart. Defending human attributes in the age of the machine*. Reading MA: Addison-Wesley.
- Ormeling, F.J.** (1992), Structuren voor traditionele en digitale atlassen. *Kartografisch Tijdschrift* 1992.XVIII.3, pp. 35-42.
- Pander Maat, H.** (1994), *Tekstanalyse. Een pragmatische benadering*. Groningen: Martinus Nijhoff.
- Polenz, P. von** (1988), *Deutsche Satzsemantik*. Berlin: De Gruyter.
- Preece J. e.a.** (1994), *Human-Computer Interaction*. Wokingham: Addison-Wesley.
- Rabardel, P. & A. Weill-Fassina** (ed.) (1987), *Le dessin technique. Apprentissage, utilisations, évolutions*. Paris: Hermes.
- Saussure, F. de** (1915/1969), *Cours de linguistique générale*. Paris: Payot.
- Schans, R. van der** (1989), Weergave van remote-sensing-beelden op een personal computer. *Kartografisch Tijdschrift* 1989.XV.1, pp. 59-65.
- Schans, R. van der** (1991), Naar goede grondslagen voor een kartografisch onderzoeksmodel. *Kartografisch Tijdschrift* 1991.XVII.4, pp. 16-18.
- Schans, R. van der** (1992), In plaats van kaarten I: digitale modellen. *Kartografisch Tijdschrift* 1992.XVIII.1, pp. 34-43. Zie ook de reactie van F.J. Ormeling in *KT* 1992.XVIII.4, pp. 17-19.
- Schans, R. van der** (1994), Denkbeelden bij kartografische interactie, een handelingsgerichte benadering. In: P.G.M. Mekenkamp (red.), *Kartografie in het GIS-tijdperk*. NVK Publikatiereeks nr. 11.

- Schans, R. van der** (in voorbereiding), "De landmeter heeft een hoog standpunt ingenomen". Over opnameperspectief en weergaveperspectief bij GIS.
- Schaub, M.** (1992), *Code_X. Multimediales Design*. Köln: DuMont.
- Shepard, R.N. & L.A. Cooper** (1982), *Mental images and their transformations*. Cambridge MA: MIT Press.
- Thomas, G.V. & A.M.J. Silk** (1993), *De psychologie van kindertekeningen*. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Trabant, J.** (1976), *Elemente der Semiotik*. München: Beck.
- Uspensky, B.** (1973), *A Poetics of Composition. The Structure of the Artistic Text and Typology of a Compositional Form*. Berkely: University of California Press.
- Ven, M.P.J. van de** (1990), Het topografisch/kartografisch informatiesysteem ATKIS. NGT Geodesia 1990, no. 5, pp. 206-210.
- Vickus, G.** (1994), *Digitale topographische und kartographische Modelle sowie Entwicklung ihrer Überführungsstrukturen am Beispiel von ATKIS*. Schriftenreihe des Instituts für Kartographie und Topographie der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Vol. 20. Bonn: Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen.
- Vygotsky, L.** (1934/1986), *Thought and Language*. Cambridge MA: MIT Press.
- Vygotsky, L.** (1978), *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Weisgerber, J.** (1974), *Proefvlucht in de romanruimte*. Amsterdam: Athenaeum.
- Wijdeveld, P., H. Jaanus & W. van Hoorn** (1990), *Cognitieve psychologie*. Amsterdam: Swets en Zeitlinger.
- Witte, A.J.J. de** (1970), *De functie van de taal in het denken*. Utrecht: Spectrum.
- Wolffers, I.** (1989), *Op zoek naar het paradijs. De topografie van de verbeelding*. Amsterdam: Contact.

Dankzegging

Op deze plaats wil de auteur Sylvia de Hoop, Frans Rip en John van Smaalen bedanken voor hun kritische kanttekeningen bij eerdere versies van dit artikel.

DLM/DKM bij landelijke kaarteringen

ir. E. Kolk
hoofd Afdeling Topografie
Topografische Dienst, Emmen

Summary

The process of analogue mapping to digital database creation is described in terms of technological changes and as a mental process leading to a culture change. The Topographic Service of the Netherlands creates databases ranging from 1:10.000 to 1:500.000. In each case the database consists of two parts, a topographical base and a cartographical one. Aspects of building and maintaining the databases are discussed. The datastructure is explained. Interactive generalisation is established. What next?

1. Inleiding

Een Digitaal Landschaps-Model (DLM) is een gestructureerde digitale vastlegging van het terrein. Een DLM is geschikt voor rekenkundige bewerkingen. Een Digitaal Kartografisch Model (DKM) is een grafische weergave van de in coördinaten en attributen vastgelegde werkelijkheid.

In dit artikel over DLM/DKM bij landelijke kaarteringen speelt de Topografische Dienst (TDN) op de achtergrond een hoofdrol. De ontwikkelingen bij TDN, gerelateerd aan het onderwerp DLM/DKM, wil ik daarom als eerste behandelen.

De onderwerpen, die voor bespreking in aanmerking komen (op grond van het feit dat ik er op een of andere manier mee te maken heb), zijn gegroepeerd in enkele hoofdstukjes.

2. De ontwikkeling van DLM/DKM bij de Topografische Dienst

Historisch gezien is TDN een bedrijf dat kaarten maakt. De automatisering, in 1974 op gang gekomen, had tot doel langs automatische weg kaarten te vervaardigen, de puurste vorm van DKM. (Zonder dat het begrip toen overigens bekend was). Dit was geheel in lijn met de ideeën die toentertijd werden uitgedragen op nationale en internationale congressen van kartografen, geodeten en fotogrammeters.

Onze eerste grote exercitie dateert van 1977 en betrof het DLMS-project (DLMS = Digital Landmass System). Het is een internationaal defensieproject, uitgevoerd door een tiental NAVO-landen. DLMS beoogt het exploiteren van een database ten behoeve van radarsimulatie. Gedigitaliseerde kaartinformatie wordt gecombineerd met een alfanumerieke database. Objectgewijs wordt per punt-, lijn-, of vlak-object een tiental attributen

opgeslagen. Op basis van diverse parameters zoals geografische positie, zon, regen, ijs, wel of geen blad aan de bomen worden beelden gegenereerd.

Voor de verdere ontwikkeling van het automatiseringsproces in de jaren tachtig heeft het DLMS-project een nuttige pilotfunctie vervuld. De Sectie DLMS was tot voor enkele jaren binnen het bedrijf HET expertisecentrum voor de praktische beoefening van het opbouwen van bestanden.

De jaren tachtig hebben qua produktie relatief weinig opgeleverd. De apparatuur was duur en de mogelijkheden van de aangeboden hardware en software waren beperkt. Eigen software-ontwikkeling was onontkoombaar om de gewenste produktie te realiseren. Terugblikkend vind ik het pluspunt van die periode dat er ervaring werd opgebouwd. Die ervaring moet ons nu helpen om valkuilen te voorzien en te ontwijken.

In de loop der jaren zijn voor kaarteringsdoeleinden diverse bestanden opgebouwd. Sommige waren gestructureerd, zoals gemeentegrenzenbestanden, omdat oppervlakten berekend dienden te worden. Andere bestanden zaten minder degelijk in elkaar. De bestanden waren onderworpen aan de beperkingen van het vervoltraject.

In de volgende alinea's wordt de ontwikkeling van het bestand 1:250.000 geschetst. Het bestand is rond 1985 ontstaan. Sindsdien zijn twee nieuwe edities uitgebracht. Binnenkort verschijnt de vierde editie.

De eerste editie werd gegraveerd met een automatische tekentafel. Dit betekende onder meer dat contouren van wegen en kartografische symbolen expliciet in coördinaten bekend dienden te zijn. Alle vlakken moesten met de hand gepeelcoat worden.

De volgende editie werd geplot op een automatische tekentafel met fotokop. Wegvlakken konden worden geplot op basis van hartlijnen en symbolen konden met één lichtflits in hun geheel worden afgebeeld.

Voor beide edities vervaardigde de tekentafel het lijnenbeeld van de kartografische deeltukken (zwart, blauw, rood, etc). Het vervoltraject werd geheel volgens de traditionele kartografische technieken uitgevoerd.

Bij de derde editie kon voor het eerst gebruik gemaakt worden van een volledig automatisch produktieproces. Een gestructureerd bestand was nu noodzakelijk. Alle tinten werden per kleurseparatie op film geplot. Peelcoaten en het combineren van deelfilms, tien per kleur was eerder regel dan uitzondering, waren verleden tijd. Wanneer editie vijf het levenslicht ziet, wordt het bestand wellicht direct op de drukplaat afgebeeld. Voor het bestand zijn er geen consequenties. Voor het eerst een rustpunt in de opzet van de datastructuur.

Sinds 1990 is de automatisering echt van de grond gekomen [1]. In drie jaar tijd is het aantal werkstations gegroeid van 5 naar 60. Het produktieproces is nagenoeg geheel digitaal. Een reorganisatie heeft plaats gevonden om beter op de toekomst te kunnen inspelen.

3. Ontwikkelingen in het buitenland

Bij het opzetten van geografische bestanden zijn er in hoofdlijnen drie opties:

- a. Creëer een DLM. Leid er een DKM uit af.
- b. Maak een DKM. Destilleer er een DLM uit of maak een afzonderlijk DLM.
- c. Bouw een DLM en DKM gelijktijdig.

Toevallig vertegenwoordigen de Topografische Diensten in de Duitse deelstaten, België en Nederland de drie genoemde opties. Ik wil daarom niet verder Europa intrekken.

Duitsland heeft gekozen voor optie a. Het ATKIS-concept is helder omschreven met duidelijke doelstellingen [1]. Het is bepaald niet eenvoudig om met vele deelstaten, die elk hun eigen kartografische traditie en ontwikkeling kennen, tot één produktspecificatie te komen. De uitgangspunten dienden daarom vooraf grondig omschreven te worden.

Het ATKIS-concept staat in feite heel dicht bij de opvattingen van TDN. De hoofdlijnen zijn hetzelfde. In Duitsland is het concept verder uitgewerkt. Het grote verschil zit in de realisatie. Wanneer je je beperkt tot een DLM, zoals dat in Duitsland het geval is, blijft het analoge proces van kaartvervaardiging nog bestaan. Pas wanneer uit het DLM een DKM wordt afgeleid, kan het analoge proces worden opgedoekt. Daardoor blijven geruime tijd twee productieprocessen naast elkaar bestaan.

In Nederland worden binnen het kader van de Defensie-opdracht aan TDN tegelijkertijd een DLM en een DKM opgebouwd (optie c). De metrische component wordt betrokken van het kaartmateriaal 1:10.000, terwijl de attribuutwinning plaats vindt op grond van de bestaande kaartlegenda. De opbouw van het bestand wordt gecombineerd met de herziening van de topografische kaartseries 1:10.000, 1:25.000 en 1:50.000.

Het Nationaal Geografisch Instituut van België heeft voor het digitale productieproces van de kaartserie 1:50.000 gekozen voor optie b. Er is een ingenieus systeem ontworpen, gebaseerd op een mixture van vector- en rasterbestanden. De gelegenheid is aangegrepen om ook de inhoud aan te passen aan de huidige wensen. Deze aanpak, het vervaardigen van een DKM, heeft tot consequentie dat bij de opbouw van een DLM uit datzelfde DKM problemen te verwachten zijn. Het alternatief is om onafhankelijk van de kaartvervaardiging een DLM te produceren. Economisch gezien is deze optie niet aantrekkelijk. Maar wie weet leidt deze aanpak wel tot een nieuw soort DLM, onverwongen door kartografische ballast.

4. Analooq naar digitaal: een cultuuromslag

Het ontwerpen van een digitaal productieproces houdt ook in een analyse van het bestaande analoge proces. Omdat door een andere bril naar de produktielijn wordt gekeken, komen gebreken aan het licht. Ook als het doel geweest zou zijn het bestaande proces te optimaliseren, zouden al ingrijpende maatregelen genomen kunnen worden. Ik ben er daarom van overtuigd dat de veranderingen, die gepaard gaan met de overgang van analooq naar digitaal, in aanzienlijke mate bepaald worden door de denkbeelden van de bedrijfsleiding over de maatschappelijke taak van het bedrijf. Door de policy van de Rijksoverheid is er de laatste jaren veel veranderd in de manier van denken over het functioneren van overheidsbedrijven. Het productieproces is een afgeleide van de manier waarop je met dit soort ontwikkelingen omgaat.

Het maakt verschil of automatisering wordt ervaren als het automatiseren van de analoge kaartproductie of dat het gevoel bestaat dat een nieuw produkt wordt vervaardigd. In het eerste geval blijft de doelstelling van het bedrijf gelijk en zal de gedachte, om opnieuw na te denken over de maatschappelijke taak van het bedrijf, niet zo gauw opkomen. Anders ligt het wanneer het besef aanwezig is dat er sprake is van een nieuw produkt. Een nieuw produkt betekent een nieuwe markt. Een nieuwe markt moet veroverd worden. Die markt bestaat deels uit oude en deels uit nieuwe klanten. De nieuwkomers zijn sowieso niet belast met het analoge kartografische verleden, terwijl de oude klanten hun best doen zich er aan te ontworstelen. DE opgave voor geodetische en kartografische bedrijven is een cultuuromslag te realiseren die past bij deze nieuwe situatie.

In het analoge tijdperk waren in Nederland de taken van kaartvervaardigingsbedrijven duidelijk. Ze waren aangepast aan de markt die voor de produkten bestond. Nu is er een nieuwe markt. De vanzelfsprekendheid in de begrenzing van een ieders werkterrein is niet meer.

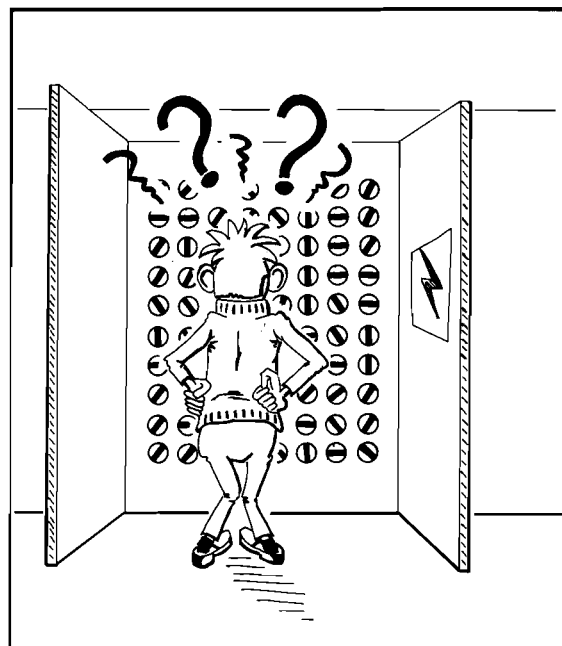
De belangrijkste gebruikers van digitale geografische informatie hebben hun wortels in het analoge tijdperk. Zij hebben zelf te maken met een conversie van analoog naar digitaal. Het tijdpad dat daarvoor nodig is, is aanzienlijk. De gebruiker heeft tijd nodig. Die tijd kan de producent benutten voor zijn eigen conversieproces.

Anders ligt het bij de nieuwe gebruikers. Neem autonavigatie als voorbeeld. Commerciële mogelijkheden voor een nieuw produkt werden gesignaleerd door marktontwikkelaars. Het bleek mogelijk op commerciële basis geld aan te trekken voor de ontwikkeling van een nieuw produkt. Veel, zeer veel geld was nodig voor het vervaardigen van de data voor de databases. De overheid had kennelijk genoeg geld en vertrouwen om de voorgespiegelde toekomstbeelden te ondersteunen door fors te subsidiëren.

Achteraf kun je vaststellen dat er een kans gemist is. De traditionele bedrijven zijn naar mijn mening onvoldoende op de nieuwe ontwikkelingen ingesprongen. Misschien was de cultuurkloof te groot. Het voert te ver om daar nu de oorzaken van te analyseren. Ik denk dat een grotere betrokkenheid van die bedrijven bij de nieuwe ontwikkelingen twee voordelen zou hebben opgeleverd. In de eerste plaats zou de inwinning van data eenmalig hebben kunnen plaats vinden. Nu gebeurt het twee of drie keer. Voor Nederland zou de besparing miljoenen (5?, 10?) hebben bedragen. Ten tweede zouden de bedrijven sneller hebben kunnen inspelen op de nieuwe markt. Een beter zicht op toekomstige behoeften zou daarmee eerder tot stand zijn gekomen.

Management

Het digitale tijdperk stelt hogere eisen aan de leiding. Ik stel dit op grond van mijn ervaringen uit de praktijk van alledag. Digitaal werken betekent dat de werkwijze onderworpen is aan een strakker regime. In het analoge tijdperk waren alternatieven gemakkelijker



Figuur 1 Cultuuromslag: welke knoppen moeten om?

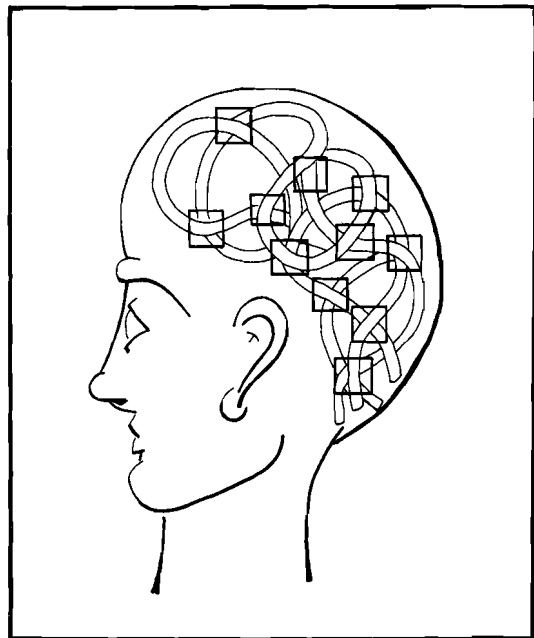
voorhanden. Nu zijn er "work arounds". Het beste is, er voor te zorgen dat er niets onvoorziens gebeurt. Dat bereik je door goed management; tot op zekere hoogte, want perfectie is een fictie.

Mijn ervaring is dat een digitaal productieproces alleen draait wanneer de mens, de produktiemedewerker en zijn chef, anticipeert op de gebeurtenissen van morgen. De souplesse van de menselijke geest is vervangen door de rigide bits van de computer. Ook hoger in de organisatie is het noodzakelijk vroegtijdig op ontwikkelingen in te spelen. Het tijdpad dat nodig is om veranderingen te realiseren is langer en gecompliceerder geworden. Het tankertje van vroeger is nu een mammoettanker geworden. Het beleid moet tijdig op koers gebracht worden. Hiervoor is inzicht nodig. De eisen aan managementkwaliteiten zijn daarmee toegenomen. Opleidingsinstituten doen er goed aan hier aandacht aan te besteden.

5. Van kaartgericht naar bestandsgericht

Kaartgericht denken is gebaseerd op de normen van de kartografie. De kaartgebruiker is in staat op grond van perceptie verbanden te leggen die impliciet in de kaart aanwezig zijn. De kaartlezer herkent een wit vlak als weg, zelfs als bospad wanneer het witte vlak een groen vlak doorsnijdt. In de legenda zul je dergelijke informatie vergeefs zoeken. Bevraagtaalen van GIS-systemen zijn niet in staat dergelijke relaties te vinden. Impliciete relaties moeten in bits en bytes expliciet gemaakt worden. Er ligt nog een interessant wetenschappelijk terrein braak om de menselijke perceptie door computertechnieken te vervangen.

In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat op topografische kaarten de topografie ondergeschikt is aan de kartografie. Neem bijvoorbeeld bermsloten. De kaartlezer treft ze niet aan. Bermsloten worden namelijk afgebeeld als wegcontouren. Zo bestaan er meer voorbeelden van "kartografische kaarten". Aan een bestand wordt de eis gesteld dat een topografisch element wordt opgeslagen MET attribuutgegevens.



Figuur 2 Bestandsmatig denken

De overgang naar bestandsgericht denken hebben de topografen bij TDN heel treffend meegemaakt. Topografen sporen de veranderingen in de topografie op. Daartoe interpreteren zij luchtfoto's en trekken ze het veld in. Zij zijn gewend de nieuwe topografie in te tekenen op luchtfoto's. Dit gedeelte van de werkzaamheden is onveranderd gebleven. Toch gaan ze anders om met hun werk.

Elk object wordt gecodeerd. Het begin- en eindpunt van een (lijn)element moet aangegeven worden. Elk vlak moet gesloten zijn. Tunnels en bruggen zijn kruisingen van objecten geworden. De topograaf moet zich er tijdens de verkenning rekenschap van geven dat hij ook de aanwijzingen voor de bestandsopbouw moet noteren.

De topograaf loopt bij de verkenning tegen nog een aspect aan van bestandsgericht denken. Achteraf de puntjes op de i zetten, zoals in het analoge proces gebruikelijk was, past niet meer in het productieproces. Tijdens het digitaliseren moet duidelijk zijn wat de topograaf bedoeld heeft. De computer dwingt hem tot een systematische werkwijze tijdens de verkenning. De topograaf controleert, in principe net als vroeger, zijn eigen verkenning met behulp van plots van het bestand. Het verschil is dat hij nu de digitalisatie controleert en in veel mindere mate dan voorheen in staat is zijn eigen werk te completeren. Bestandsgericht denken in plaats van kaartgericht betekent voor de topograaf het inleveren van een stukje vrijheid terwille van de consistentie van de bestanden.

Kaartgericht denken levert in het digitale tijdperk per definitie een DKM op. Een DLM is het resultaat van bestandsgericht denken. Hier is sprake van een wezenlijk onderscheid. In mijn opvatting zijn er twee soorten DKM's. Het hier beschreven soort behoort tot de klasse der geautomatiseerde kartografie. Digitalisatie heeft kaartvervaardiging tot doel. Het tweede soort DKM heeft een DLM als basis. Het DKM is de visualisatie van het DLM.

Het is zeer wel mogelijk om een "kartografische" kaart te maken. TDN doet het. De kaarten zien er eender uit als voorheen. De benadering is echter anders. Het is tijd voor een kartografisch revival: "willen we nog de kaarten die we wilden?"

6. Opleiding

Het informaticatijdperk stelt hogere eisen aan de organisatie. Know-how op informatica-gebied is een must. De mogelijkheden van hard- en software bepalen in hoge mate de effectiviteit van de applicatie, of dat nu een productieproces is of een GIS-toepassing. Het inhuren van know-how heeft als nadeel dat bij vertrek van de huurling de kennis weg is. Huur een nieuw iemand in, en je zult te horen krijgen dat het een wonder is dat het huidige systeem draait. De aanbeveling zal zijn de zaak maar eens goed op poten te zetten. Wat doe je dan als je zelf geen verstand van de materie hebt?

Eigen know-how heeft het voordeel van continuïteit. De kennis gaat niet verloren. Belangrijk is ook mensen in de organisatie te hebben die in staat zijn het verband te zien tussen de bedrijfsapplicatie en informatica. Kennis van beide (verenigd in individuen) stelt de organisatie in staat om te anticiperen op toekomstige ontwikkelingen.

De opleiding van topografen moet vanuit een ander perspectief benaderd worden. Handmatig vectoriseren is geen ambacht zoals kartografisch tekenen. Voor een ambacht is een betrekkelijk lange opleiding nodig om vaardigheden eigen te maken. Voor het opbouwen van bestanden is wiskundig inzicht nodig. Het bedienen van een werkstation wordt betrekkelijk snel aangeleerd. Ongeacht leeftijd!

De omschakeling van analoog naar digitaal is hoofdzakelijk van mentale aard. Hier zijn geen cursussen voor. Onze policy is de werknemers duidelijk te maken wat de toepassingen zijn van de bestanden en waar de gebruikers om vragen. Zo worden topografen en kartografen ingezet als standbemanning op beurzen. Verder wordt achtergrondinformatie gegeven over het hoe en waarom. Dit gebeurt niet systematisch maar is afhankelijk van de gelegenheden die zich voordoen (bedrijfsdemonstraties, interne studiedagen, bijeenkomsten op vaktechnisch gebied).

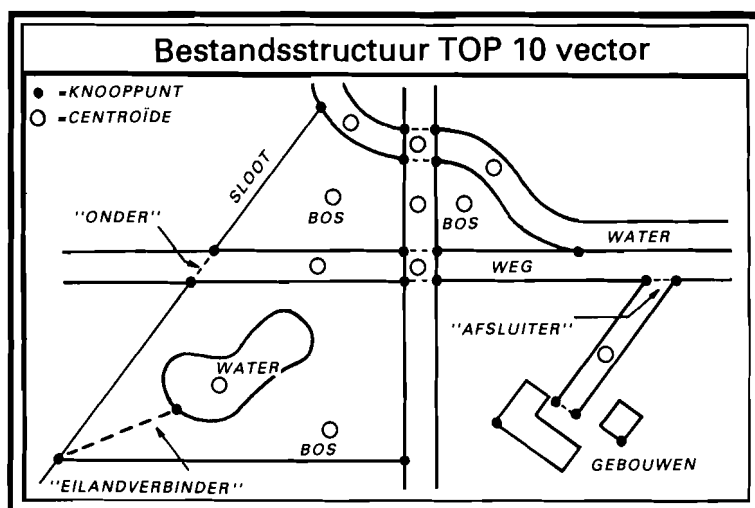
7. Datastructuren

De keuze van een structuur voor geografische data hangt af van de complexiteit van de relaties tussen de objecten in een database. Hoewel er uitwisselingsformaten bestaan die zijn voorbereid op datastructuren met een grote complexiteit, zijn de meeste topografische bestanden toch vrij simpel van aard. De bestanden van TDN vormen daar geen uitzondering op.

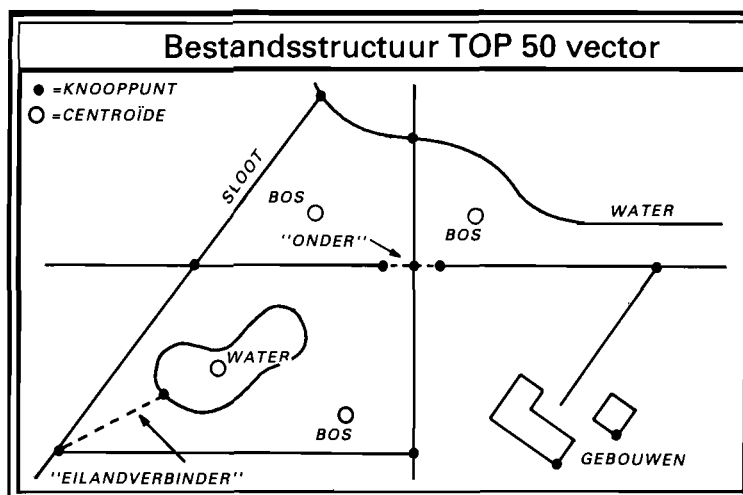
Bij het ontwerpen van een datastructuur is ons belangrijkste uitgangspunt geweest, dat de bestanden bruikbaar moeten zijn voor een zo groot mogelijk aantal gebruikers, werkend met verschillende software-pakketten. De bestanden voldoen aan de voorwaarden die gelden om uit het bestand een topologisch gestructureerde database te bouwen. Topologie is impliciet aanwezig. Beter kan niet omdat topologie systeemgebonden is. Elk systeem legt de onderlinge relaties op eigen wijze vast. Dat is de reden waarom in de folders van TDN de term "topologisch voorbereid" wordt gebezigd.

De geometrie bestaat uit puntelementen, cirkels en lijnelementen. Elk lijnelement begint en eindigt in een knooppunt. Een knooppunt is het snijpunt van twee of meer elementen. Wanneer een knooppunt ontstaat uit twee elementen, is er sprake van een code-overgang. Andere typen elementen (cirkelsegmenten, splines etc.) komen niet voor.

Een verzameling lijnelementen (of puntelementen) met gemeenschappelijke kenmerken vormt een object. Een vlakobject wordt bepaald door een centroide omsloten door lijnelementen. Zowel vlakobjecten als lijnobjecten zijn softwarematig afleidbaar uit TOP10-vector.



Figuur 3 De structuur van TOP10vector



Figuur 4 De structuur van TOP50vector

Per element kunnen de volgende typen attribuutgegevens worden onderscheiden:

- broncode. De broncode geeft informatie over de herkomst van de metriek, bijvoorbeeld verkregen uit digitalisatie, stereokaartering of uit een plan. De broncode geeft impliciet een maat voor de metrische nauwkeurigheid van een element.
- alfanumerieke verwijzing naar een attribuutrecord in een ander bestand. De verwijzing geeft de mogelijkheid een onbeperkt aantal attributen te relateren aan het element.
- jaartal. Het jaartal is het jaar van aanmaak van het element.
- één of meerdere hoofdcodes
- één of meerdere bijcodes voor elementen links gelegen van het element
- één of meerdere rechter bijcodes.

Het totaal aantal hoofd- en bijcodes bedraagt negen en is uitbreidbaar. Bijcodes komen voor in de vorm van vlak- of lijninformatie. In het laatste geval is er sprake van een lijnelement als bijcode aan een ander lijnelement. De zin hiervan is uit te leggen met een voorbeeld: links langs een weg bevindt zich een bomenrij, een talud en een weiland d.w.z. twee lijnelementen en één vlakelement. De lijnbijcodes kunnen in een DLM worden opgevat als attributen. Wij gebruiken de lijnbijcodes voor de constructie van een DKM. Het DKM ligt ten grondslag aan de topografische kaartseries.

Elke code bestaat uit vijf posities. De belangrijkste kenmerken van een element die in de code tot uitdrukking komen, zijn:

- het type bestand waartoe het element behoort: TOP10vector, TOP50vector of TOP250-vector.
- het topografisch kenmerk van hoofd en bijcodes (wegtype, weiland, etc.).
- behoort het element tot het DLM of het DKM. Beide typen elementen komen in hetzelfde bestand voor.
- is het element zichtbaar of onzichtbaar. Delen van lijnobjecten gelegen onder bruggen en viaducten krijgen deze code. De code draagt er zorg voor dat objecten, die onder andere objecten doorlopen, toch als één geheel herkend kunnen worden.
- tekst. Deze optie is nog niet gerealiseerd.

Bestanden zijn in drie verschillende structuren beschikbaar voor de gebruiker:

- a) in een structuur gebaseerd op punt- en lijnelementen. Vlakken zijn door middel van een centroïde aangegeven. De centroïde draagt de attributen van het vlak.

- b) Als punt- en lijnelementen. De vlakcodes zijn in de vorm van bijcodes aan de lijnen aangebracht.
- c) Als punt- en lijnelementen. Alle vlakobjecten zijn als losse gesloten polygonen beschikbaar. Elk lijnelement komt dan in principe drie keer voor, nl. als onderdeel van een lijnobject en tweemaal als onderdeel van een vlak.

In [3] wordt een gedetailleerde beschrijving van de bestandsstructuur gegeven.

8. Gegevensinvoer

TDN heeft in de loop der jaren drie technieken toegepast voor het vectoriseren, nl. blind digitaliseren, interactief digitaliseren met een digitiser en interactief digitaliseren op een beeldscherm (heads up). Dit zijn de drie fasen in de ontwikkeling van het handmatige digitaliseerproces. Heads up digitaliseren is de (bij ons) gebruikelijke wijze van digitaliseren. We zijn zeer tevreden over heads up digitaliseren. Het kaartorigineel en het bestand zijn op het beeldscherm geïntegreerd. De operateur kan meteen ingrijpen wanneer hij ergens een fout ontwaart. De digitaliseernauwkeurigheid is hoog. Allemaal pluspunten.

Hoe leuk is digitaliseren? Voormalige technisch kartografen ervaren digitaliseren als een vooruitgang ten opzichte van het graveren van weleer. Ergonomische aspecten spelen een rol, ook het feit dat een werkstation een stuk technisch vernuft is en digitaliseren meer variatie biedt dan graveren. De belangrijkste drijfveer is dat de medewerker in 4 weken vanuit het niets een volledig kaartbeeld opbouwt.

Scannen en automatisch vectoriseren is diverse keren uitgeprobeerd [4]. Het is voor de analoog-digitaal conversie nooit een succes geworden. Eén van de redenen is gelegen in de aard van topografische kaarten die relatief veel detail bevatten. Lijnelementen worden geflankeerd door puntjes en lijntjes voor bomerijen en taluds. De software weet er geen raad mee.

De meest serieuze poging tot automatische vectorisatie is ondernomen voor de Hoogtekaart Nederland. Het herkennen van een punt en de cijfers nul tot en met negen lijkt niet zo moeilijk. Er is echter een probleem. De hoogtecijfers zitten onlosmakelijk geplakt op een topografische ondergrond. Het kaartbeeld is gerasterd en kan worden weggefilterd op de rasterpuntjes na die vastgeklonterd zitten aan de cijfers. De software liep er op stuk. De twee of drie beproefde softwarepakketten waren gebaseerd op het herkennen van rasterpatronen. We hebben op het punt gestaan om zelf de patroonherkenning te programmeren door de cijfers te ontleden in vectoren. Kort daarop werden we betrokken bij het initiatief van de Meetkundige Dienst om de Hoogtekaart handmatig te laten digitaliseren. Het project is toen gestopt.

Wel succesvol is het automatisch vectoriseren van hartlijnen uit wegvlakken. De wegen in TOP10vector zijn opgebouwd uit vlakelementen. Softwarematig worden de hartlijnen uit de wegvlakken gegenereerd. Interactieve completering is vervolgens nog wel nodig.

9. Generalisatie

TDN bouwt databases op rond de schalen 1:10.000/1:25.000, 1:50.000 en 1:250.000. Dat zijn de spilschalen. Daarnaast ontstaan databases gerelateerd aan de schalen 1:100.000 en 1:500.000. De generalisatie gebeurt op twee manieren: handmatig en interactief. De handmatige generalisatie wordt uitgevoerd volgens het analoge proces. Het resultaat, een generalisatiemodel, wordt gevectoriseerd.

Interactief generaliseren wordt sinds kort toegepast voor het bestand 1:50.000. In opzet is er geen verschil met handmatige generalisatie, alleen de middelen verschillen. Tijdens het vectoriseren ontstaat het bestand zodat de digitaliseerslag wordt bespaard. Regelmatig terugkerende standaardhandelingen worden softwarematig ondersteund. Het proces is nog in ontwikkeling.

Automatische generalisatie wordt niet toegepast. Uitsluiten met behoud van vorm is een simpel generalisatieprobleem maar nog steeds een topic. Het generaliseren van vlakken tot lijnen of punten is een kaliber zwaarder. De weg te gaan is derhalve nog lang. Als het zover komt, lijkt het mij van belang dat een DKM automatisch gegenereerd kan worden. Anders is het nut van automatische generalisatie te beperkt.

Interactieve software voor semi-automatische generalisatie biedt perspectieven. De resultaten zien er goed uit. De handelingen om de parameters van de software in te stellen, vergen nog teveel tijd waardoor de winst weer verloren gaat.

Het DLM van het te generaliseren bestand moet alle informatie bevatten die nodig is voor de creatie van het DLM en DKM van de kleinere schaal. (Het DKM doet niet terzake.) Niet alleen de coördinaten maar ook de attributen moeten een generalisatieslag ondergaan. Neem als voorbeeld een talud langs een weg. Het talud is een attribuut in de DLM-database. Na generalisatie kan het attribuut verdwenen zijn omdat het weggegeneraliseerd is. Wanneer het de generalisatieslag heeft overleefd, kan het attribuut zichtbaar gemaakt worden door het als grafisch element in het DKM op te nemen.

Hier betreden we het voorportaal van de conceptuele generalisatie. Geautomatiseerde kartografische generalisatie staat in de kinderschoenen. Conceptuele generalisatie van topografische bestanden is een stap verder. Te ver voorlopig om voor de praktijk van belang te zijn.

10. Bijhouding

Enkele jaren geleden is de herzieningscyclus van de topografische kaartseries 1:10.000, 1:25.000 en 1:50.000 teruggebracht van 5, 7 en 10 jaar naar 4, 6 en 8 jaar. Het is een reële optie dat, mede onder invloed van de huidige ontwikkelingen binnen de civiele gebruikerswereld, de cyclus (van het DLM) van TOP10vector teruggaat tot bijvoorbeeld 4 jaar. Een verdere inkorting is mogelijk. Een andere manier om aan de vraag naar een kortere cyclus te voldoen, is de belangrijkste topografie vaker te herzien dan de rest. Zo heeft Defensie TDN belast met de taak om vanaf 1995 een wegenbestand van doorgaande wegen in Nederland jaarlijks bij te houden. De bijhouding zal, zo is de intentie, plaats vinden in samenwerking met de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Een korte cyclus is gebaat bij een snel update-proces. De gebruiker heeft weinig profijt van een jaarlijkse update als het productieproces een jaar in beslag neemt. Voor korte cycli is het daarom raadzaam, nog los van het kostenaspect, tijdrovende bewerkingen als fotogrammetrie en terreinverkenning achterwege te laten. Het DLM zal dan twee typen elementen moeten gaan onderscheiden, te weten de verkende, metrisch correcte objecten en de objecten met een lagere nauwkeurigheid van attributen en ligging.

Een versnelde update van het DLM van TOP10vector, betekent niet dat ook de kaartseries van cycli moeten veranderen. Bij een cyclus van vier jaar voor het DLM, zal de 6-jarige kaartcyclus verdwijnen. De kaartcycli van 4 en 8 jaar kunnen gehandhaafd blijven. Als gevolg van voornoemde ontwikkelingen, zullen het DLM en DKM binnen de kaartcyclusperiode onderling gaan afwijken.

TDN buigt zich nu over het inwinningsproces voor de bijhouding na 1997. In principe zijn er vier mogelijkheden:

- het huidige proces handhaven (het is al een herzieningsproces).
- het inwinnings- en digitalisatieproces combineren wanneer de ontwikkeling in werkstations doorstoot naar draagbare pc's. In dat geval kan de topograaf het DLM in het terrein vervaardigen (figuur 5).
- het huidige proces van voorverkenning vervangen door naverkenning. Interpretatie en digitalisatie worden gecombineerd uitgevoerd met behulp van stereoworkstations.
- via samenwerking externe bestanden verwerven (bijv. GBKN) voor het muteren van TOP10vector.

De toekomst is opwindend genoeg, maar voor DLM en DKM zie ik geen consequenties van genoemde toekomstbespiegelingen.



Figuur 5 Topograaf Menno de Jong aan het werk in het jaar 2000. (fotografie: Harry van der Veen)

11. Visualisatie van grafische bestanden

De fysieke mogelijkheden tot visualisatie worden bepaald door de resolutie van het medium dat het beeld draagt. In de loop der tijd zijn vier media in gebruik geraakt:

- a) fotografisch materiaal met een oplossend vermogen van 6000 dpi.
- b) rasterplotters met een maximale resolutie tot 2000 dpi.
- c) kleurenplotters met een resolutie van 300 tot 1800 dpi.
- d) grafische beeldschermen met een resolutie van 50 à 100 dpi.

Een simpele conclusie op grond van de resoluties, is dat de resolutie van betaalbare kleurenplotters slecht is en die van beeldschermen ronduit beroerd.

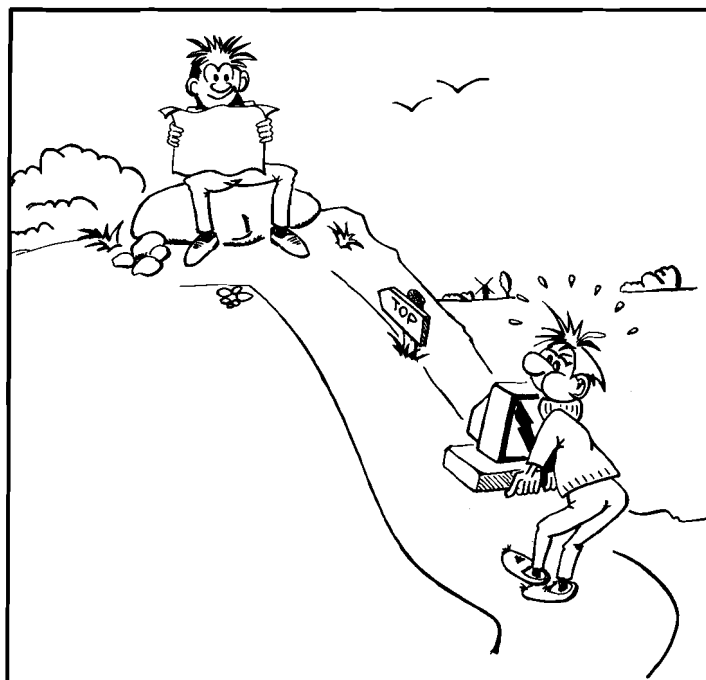
De grafische presentatie op een beeldscherm heeft te lijden onder de beperkte afbeeldingsmogelijkheden. Kartografische symbolen op kaarten zijn vaak kleine kunstwerkjes die niet tot hun recht komen op een beeldscherm. Eén (gestandaardiseerde) presentatievorm van symbolen voor kaarten en beeldschermen zal voorlopig niet goed kunnen omdat de resolutie van beeldschermen nog in ontwikkeling is. Het alternatief is symbolen aan te passen aan de mogelijkheden van het medium. Kartografie gericht op beeldschermpresentatie verdient de aandacht.

Zijn permanente DKM's nodig voor visualisatie?

De huidige topografische kaarten worden gekenmerkt door een ingewikkelde kartografische weergave. Softwarematig kunnen deze symbolen slechts voor een deel gegenereerd worden. Ongeveer 20% van de opbouw van TOP10vector wordt besteed aan kartografie. Dit percentage kan aanzienlijk teruggebracht worden door de kartografische weergave te vereenvoudigen. De keus is die tussen een sterrenrestaurant en McDonalds.

TDN heeft haar DKM's gebaseerd op de vormgeving van de analoge kaart. Het lijkt me alleszins gerechtvaardigd om dit DKM als permanent te beschouwen. De gebruiker is namelijk gebaat bij één presentatievorm van het kaartbeeld op beeldscherm en papier.

Wellicht wordt het in de toekomst mogelijk automatisch een kaartbeeld te genereren. In dat geval is het voortbestaan van het huidige DKM op economische gronden niet meer verdedigbaar. De rollen worden dan omgedraaid: de kartografie op de papieren kaart wordt gebaseerd op de kartografische presentatie op het beeldscherm.



Figuur 6 Gaat het kaartgebruik bergafwaarts?

12. Is kaartproductie nog nodig?

De koppeling van grafische data aan attributen en administratieve gegevens legt een gigantisch nieuw veld open voor grafische presentaties. Tabellen en dorre overzichten zullen vervangen worden door thematische kaarten. Er is een nieuwe dimensie toegevoegd aan niet-grafische plaatsgerelateerde gegevens. Het huidige gebruik is nog maar een aarzelend begin. Naarmate databases gevuld raken, zullen meer grafische presentaties nodig zijn. Ik verwacht een grotere diversiteit aan kaarten. Aangezien het gebruik specialistisch zal zijn, zullen de oplagen klein blijven.

In het analoge tijdperk waren de kaartproducten calques en kaarten. Door komen nu bestanden bij. Zullen de bestaande calques en kaarten voor professioneel gebruik verdrongen worden door bestanden? De overstap van analoge naar digitale toepassingen is nog maar net op gang gekomen. Het is nog niet te zeggen hoeveel professionele kaartgebruikers zullen overstappen naar beeldschermpresentatie omdat de toepassingen nog onvoldoende zijn uitgekristalliseerd.

Tenslotte is er de bestaande markt van kaarten in de recreatieve sfeer. Ziet u zich in de vakantie al rondfietsen met een beeldscherm op het kinderzitje? (U bent al blij dat uw kind er niet meer op zit!) Die markt blijft, en is zich nog steeds aan het uitbreiden.

Aanbevelingen

1. Het analoge tijdperk is definitief voorbij. Kartografen en geodeten worden met een ingrijpende cultuuromslag geconfronteerd. Managementvaardigheden en klantgericht denken moeten verder ontwikkeld worden.
2. Leken kunnen nu ook DLM's en DKM's maken. De professionals moeten de leken ondersteunen (nieuwe markt!) en niet proberen tegen te houden ("ze zitten op mijn stoel"). Alleen op die manier kan een nieuw, maatschappelijk verantwoord beroepsveld worden ontgonnen.
3. Er dient onderzoek verricht te worden naar het automatisch genereren van (gestandaardiseerde) DKM's uit DLM's. Als automatische generalisatie van de grond komt, is hier behoefte aan.
4. Het beeldscherm is een primitief medium voor grafische presentatie. DKM's voor beeldschermgebruik dienen aangepast te zijn aan de beperkingen van het beeldscherm. Onderzoek is gewenst.

Literatuur

- [1] Kolk E., Topografische Dienst nieuwe stijl, ontwikkelingen van het basisbestand [1:5000-1:25000]. NGT-Geodesia november 1992.
- [2] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland, Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem, 1988.
- [3] Topografische Dienst Nederland, Produktspecificaties TOP10vector, 1994.
- [4] Kolk E., Gebruik van raster- en vectordata door de Topografische Dienst (febr 1991), NVK publicatiereeks nr. 3.

DLM/DKM bij gemeentelijke kaarteringen

ir. L.M. Murre
Stedelijk Beheer Amsterdam
Sector Landmeten en Vastgoedinformatie

1. Inleiding

Om een beschouwing te geven over de ervaringen met het DLM/DKM-begrip bij gemeentelijke kaarteringen, zal in de hierna volgende inleiding de situatie beschreven worden bij de gemeente Amsterdam. Het geeft dus geen algemeen beeld van ervaringen van gemeenten, maar een beschrijving van de specifieke ervaringen en ontwikkelingen bij de gemeente Amsterdam.

In Amsterdam worden al vanaf de twintiger jaren grootschalige en kleinschalige kaarten gemaakt. Van de laatste, de Kaart van Amsterdam 1:5.000/1:10.000, zal eerst de ontwikkeling worden geschetst tot op heden, daarna die van de grootschalige basiskaart 1:1.000. Per kaart zal zo mogelijk antwoord worden gegeven op de vragen die in het kader van de studiedag per inleider zijn voorgelegd om deze vanuit de eigen ervaringen te beantwoorden.

2. De Kaart van Amsterdam 1:5.000/1:10.000

Voor velen van u wellicht bekend. De kaart bestaat al heel lang als analoog produkt, van origine gemaakt op schaal 1:5.000. De schaal 1:10.000, de meerkleurige wandkaart in negen panelen, wordt vervaardigd door verkleining van de 1:5.000, zonder verdere generalisatie of aanpassing van het kaartbeeld. Aan de verkleining wordt alleen kleur toegevoegd en de tekst wordt aangepast. Voor het bijhouden van de kaart wordt jaarlijks een fotovlucht uitgevoerd. Door vergroting van de foto's en grafisch inpassen ervan op het kaartbeeld wordt de kaart bijgewerkt. Het interpreteren van de foto's en het kartografisch verantwoord weergeven is vastgelegd in een uitgebreide instructie. Hierin is van allerlei terreinobjecten aangegeven hoe deze afgebeeld dienen te worden en welke generalisatieregels gehanteerd dienen te worden. Tot voor kort was het productieproces een volledig analoog handmatig proces. De laatste twee bladen op deze wijze vervaardigd zullen binnenkort verschijnen.

Ongeveer twee jaar geleden is gestart met het invoeren van digitale grafische technieken bij het productieproces. De eerste stap was het converteren van de bestaande kaarten naar een digitaal bestand, de tweede stap was het ontwikkelen van een bijhoudingsproces op basis van de verkregen digitale bestanden en via digitale technieken.

Het kaartbeeld van de 1:10.000 bestaat feitelijk uit kleurvlakken met daarop bepaalde lijnelementen en teksten. Digitaal is in feite hierin niets veranderd, de meerkleurige kaart is met behulp van scannen, vectoriseren en vlakvorming omgezet in een kleurvlakken/-objecten bestand. Lijnelementen zijn apart gedigitaliseerd en toegevoegd evenals de tek-

sten. Door het vormen van de kleurvlakken ofwel kleurobjecten is een objectgericht bestand ontstaan, de Digitale Kaart van Amsterdam (DKA).

Het digitale bijhoudingsproces is nagenoeg overeenkomstig het analoge proces. Alleen worden nu de luchtfoto's gescand, het rasterbeeld op schaal gebracht en onder het bij te werken bestand geprojecteerd. Kartografisch gezien vindt dan dezelfde bewerking plaats als voorheen alleen nu met behulp van digitale gereedschappen en via veel minder reproductieve tussenstappen. Door toepassing van de genoemde diverse digitale technieken lijkt de bijhoudingscyclus teruggebracht te kunnen gaan worden van 7 jaar naar 3 jaar.

Het gehele productieproces blijft hiermee nog steeds gericht op kaartvervaardiging ofwel het afbeelden van het terrein of werkelijkheid volgens bepaalde kartografische regels resulterend in een meerkleuren-kaart.

Voor toepassing van deze bestanden in eenvoudige GIS-en bleken de bestanden echter te gedetailleerd en te omvangrijk en daarmee teveel gericht op het kartografisch verantwoord afbeelden van het terrein. Er bleek behoefte aan een abstractie uit het bestand, een abstractere weergave van het terrein, een ijler kaartbeeld.

Na onderzoek is een bestand gedefinieerd, de Kleinschalige Standaard Topografie (KST), bestaande uit bouwblokken (administratieve eenheden) en lijnsegmenten als een abstracte weergave van wegen en waterlopen. Uitgangspunt bij de definiëring is geweest de koppeling van administratieve gegevens aan de bouwblokken en/of lijnsegmenten.

De KST kan voor een groot deel uit de DKA worden afgeleid, dat wil zeggen handmatig overnemen van vlakken. Verwacht wordt niet dat dit via bepaalde algoritmen digitaal kan gebeuren. Bijhouding van de KST zal dan ook parallel aan die van de DKA plaats gaan vinden. Nader onderzoek met betrekking tot dit punt is overigens nog gewenst.

De te behandelen aspecten overziend aangaande het DKM/DLM-begrip resteren een drietal aspecten die nog niet zijn behandeld:

- relatie DKM - DLM:

Er is niet echt sprake van het naast elkaar bestaan van een DKM en een DLM of de DKA moet beschouwd worden als DKM en de KST als DLM. De onderlinge relatie hangt wel samen met de objectgerichtheid van beide bestanden, meerdere objecten uit de DKA vormen één object (bouwblok) in de KST.

- scholingsprobleem:

De kartografen hebben zich de digitale technieken snel eigen gemaakt en uiteindelijk komt het toch weer neer op kartografisch inzicht bij het interpreteren van de luchtfoto's en afbeelden van het terrein volgens de instructie.

- diensten leveren alleen geodata, visualisatie door de gebruiker zelf:

In Amsterdam blijft een kaart gedrukt worden, dus het blijft niet alleen bij leveren van geodata door de producent. Op basis van de twee bestanden kan de gebruiker wel zelf keuzes gaan maken in de wijze van afbeelding via eigen systemen.

3. Het Digitaal Topografisch Basisbestand 1:1.000 (DTB)

Ook de grootschalige basiskaart 1:1.000 kent in Amsterdam al een lange geschiedenis. Vooral door de enorme woningbouwprojecten in de jaren dertig was er grote behoefte aan grootschalige kaarten voor beheer van de openbare ruimte. Zo ontstond de grootschalige basiskaart 1:1.000. Was de hiervoor besproken kaart 1:5.000/1:10.000 bedoeld voor ruimtelijke planning, ontwerp en beleidsontwikkeling, deze kaart was vooral bedoeld voor beheer. Met recht kan deze kaart een grootschalige topografische kaart ge-

noemd worden, daar de werkelijkheid nagenoeg 1 op 1 werd afgebeeld, met zeer geringe generalisatie. Toch werd bij de grafische presentatie aandacht besteed aan de kartografische aspecten. Zo werden diverse vlakken zoals water, woningen en pleinen van een arcering voorzien met als doel de leesbaarheid van de kaart te verhogen. De kaart bevatte zeer veel topografische elementen, zodat het bijhouden van de kaarten zeer tijdrovend was.

De vervaardiging van een digitaal bestand gebaseerd op de analoge grootschalige kaart 1:1.000 startte in 1983. Het ontstaan van het Digitaal Topografisch Basisbestand is te danken aan de wens van de nutsbedrijven om snel en eenduidig via digitale weg topografische gegevens uit te wisselen en om de ligging van kabels en leidingen aan de digitale topografie te kunnen koppelen.

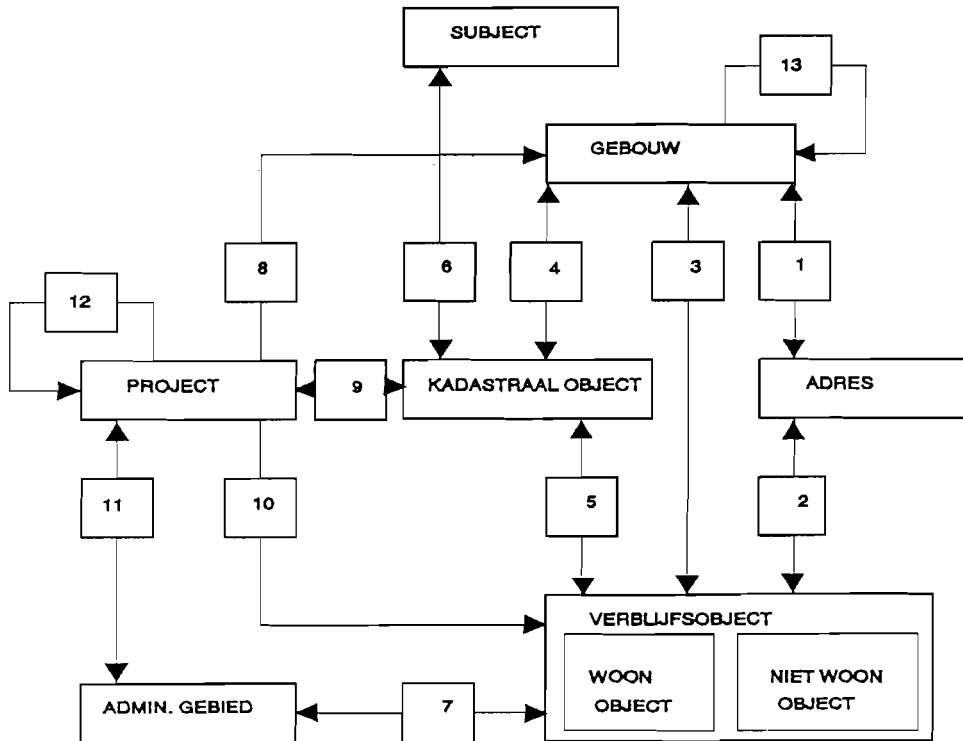
Het basisbestand bevat nagenoeg geen intelligentie en is slechts een digitale verzameling van punten en lijnen. Doordat het bestand in zogenaamde lagen is opgebouwd is er door het "aan" of "uit" zetten van lagen een mogelijkheid om bepaalde topografische elementen te selecteren. Elke laag bevat een bepaalde klasse van topografie zodat op deze wijze toch een beperkte intelligentie aan het bestand is toe te kennen. Het afbeelden van het bestand of plotten levert een grafische presentatie op die nauwelijks afwijkt van de analoog vervaardigde voorganger, alleen de rasters zijn vervallen. Verder is de inhoud soberder geworden, uitgangspunt hierbij was dat het bestand een basisregistratie moest vormen. Bij de eindcontrole wordt echter nog steeds op het aspect gelet of "de kaart er wel goed uit ziet".

De conversie van de analoge kaarten in digitale bestanden zal overigens nog voor het eind van dit jaar zijn afgerond. Hiermee komt een einde aan een conversieproces dat meer dan 10 jaar heeft geduurd.

Vanaf 1990 is ook de grafische automatisering bij de Stadsdelen op gang gekomen. Het digitaal bestand werd daarmee tevens een digitale basisregistratie voor onder meer het beheer van de openbare ruimte (wegen en groen). De ontwikkelingen staan echter niet stil. Tegenwoordige softwarepakketten op het gebied van groen- en wegbeheer veronderstellen het aanbod van zgn. objecten ofwel een object-gerichte bestandsopbouw. Zowel vanuit de grafische afbeelding op het scherm als vanuit de administratieve beschrijving in een database kunnen de objecten met bijbehorende attributwaarden dan worden geselecteerd en gemuteerd. Dit veronderstelt een eenduidige identificatie en koppeling van grafische en administratieve gegevens van de beheerobjecten met behulp van sleutelgegevens.

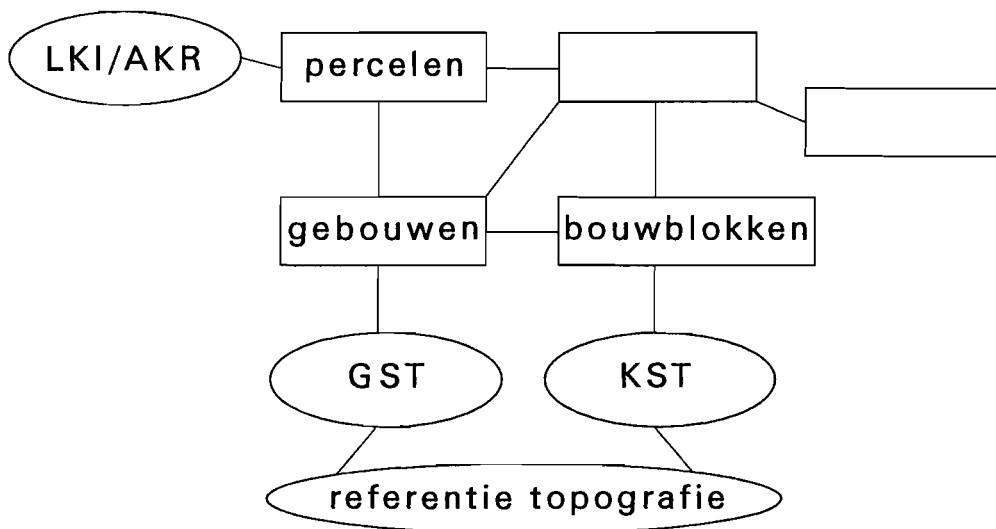
Gezien deze toepassingsmogelijkheden worden thans in Amsterdam plannen ontwikkeld om over te gaan tot vorming van objecten. Dat wil dus zeggen het omvormen van het huidige digitale bestand naar een objectgerichte structuur.

Gezien de samenhang tussen de administratieve en geometrische gegevens van objecten is allereerst een onderzoek gedaan naar de inhoud van het gegevensmodel van de Basisregistratie Vastgoed in Amsterdam (BVA). In bijgaand logisch gegevensmodel (*figuur 1*) zijn de relaties weergegeven zoals die in Amsterdam tussen de diverse objecten bestaan. Het model is thans in concept gereed en dient nog door de diverse gebruikers van vastgoedinformatie in Amsterdam vastgesteld te worden. Op basis van dit model wordt thans de produktbeschrijving opgesteld van de Grootschalige Standaard Topografie (GST), de nieuwe standaard in Amsterdam voor grootschalige digitale topografische bestanden en als zodanig ook onderdeel van de BVA samen met de KST. De GST en de KST vormen hierin de referentie-topografie (*figuur 2*).



Figuur 1 Logisch gegevensmodel Basisregistratie Vastgoed Amsterdam.

BASISREGISTRATIE VASTGOED AMSTERDAM



Figuur 2 Grootchalige en Kleinschalige Standaard Topografie in de BVA, en de relatie daarvan met kadastrale informatiesystemen.

Bij het opstellen van deze produktspecificatie wordt gebruik gemaakt van de landelijke standaard zoals het Terrein Model Vastgoed en wordt aansluiting gezocht bij de definitie van de nieuwe zgn. minimale norm-specificatie van de GBKN. Een en ander betekent dat het huidige DTB getransformeerd zal moeten worden naar de GST ofwel naar een object-gerichte structuur. In de praktijk betekent dit dat niet samenhangende lijnen gestructureerd moeten worden tot vlakken of objecten en voorzien moeten worden van een classificatie en identificatiesleutel. Reeds in een vooronderzoek naar de wijze van aanpak van deze transformatie is aangetoond dat dit nog een enorme inspanning zal vergen. Met name de huidige bestandskwaliteit staat automatische generatie van vlakken niet toe. Daarnaast ontbreken soms gegevens voor een juiste classificatie van lijnen en vlakken.

Het probleem is echter geen specifiek Amsterdams probleem. In veel gemeenten bestaan digitale bestanden met dezelfde spaghetti-structuur zonder veel intelligentie. Nader onderzoek voor het ontwikkelen van gereedschappen voor het object-gericht maken van dit soort bestanden is dus gewenst.

Daarnaast ligt er ook nog het vraagstuk van de bijhouding van objectgerichte bestanden. Tot op heden is mij nog geen goede oplossing bekend voor bewaking van de consistentie van de relatie tussen de geometrische en administratieve gegevens van objecten bij het aanbrengen van mutaties in objectgerichte bestanden.

Kort wil ik nog stil staan bij de aspecten die nog niet zijn belicht vanuit het DKM/DLM-begrip met betrekking tot het grootschalige basisbestand:

- relatie DLM - DKM:

In feite zullen de beide bestanden niet afzonderlijk naast elkaar voorkomen. Wel wordt uit het huidige DKM het objectgerichte DLM gevormd.

Afnemers van dit bestand zullen wel de mogelijkheid hebben om het bestand te gebruiken zonder gebruik te maken van de objectgerichte structuur.

- scholingsprobleem:

De overgang van analoog werken naar digitaal werken is al een tijd geleden gemaakt. Een tweede overgang komt er echter aan bij het gaan werken met objecten. Naar mijn mening zal deze overgang een minder moeilijke zijn dan de eerste.

- diensten leveren alleen geodata, visualisatie door de gebruiker zelf:

Deze trend is zich al langere tijd aan het voltrekken. Afdrukken van de digitale bestanden worden via de Kaartverkoop steeds minder verkocht. Daartegenover staat een stijging van de afname van de digitale bestanden. Het plotten wordt dan veelal in eigen beheer gedaan, meestal gecombineerd met een bepaalde toepassing.

U verlaat nu het gedigitaliseerde gebied!

Over het gebruik van DLM's en DKM's in autonavigatie- en verkeersinformatiesystemen en over de beperkingen van het DLM/DKM paradigma.

Luc Heres
Philips Car Systems
Eindhoven

Samenvatting

Aan de hand van een tweetal toepassingen uit de verkeers- en vervoersinformatica probeer ik de stelling te onderbouwen dat een Digitaal Kartografisch Model (DKM) in feite één van de elementen is uit een grote verzameling van Toepassings-Specifieke Modellen (TSM's). Ieder individueel TSM heeft daarbij een speciale relatie tot het Universele Landschaps-Model (ULM).

Dit Universele Landschaps-Model is een fictief model. Tot nu toe is er nog niemand in geslaagd om werkelijk een algemeen geldend ULM te definiëren. Wèl zijn er succesvolle pogingen ondernomen om voor een bepaald *deeldomein* van toepassingen een Domein-Specifiek Landschaps-Model te ontwikkelen. Een voorbeeld daarvan is het GDF-model dat in de vervoers- en verkeersinformatica wordt gebruikt en waaruit alle TSM's binnen dat domein worden afgeleid.

Waar gaat dit artikel over?

Over *autonavigatiesystemen* en *verkeersinformatiesystemen*. Iemand die regelmatig de krant inkijkt zal daar ongetwijfeld wel eens iets over gelezen hebben. Beide systemen maken gebruik van een speciaal soort geografische bestanden. De aard van deze bestanden kan een nuttige bijdrage leveren aan de DLM/DKM-discussie.

Wat ik in dit artikel ga doen is het volgende: Eerst beschrijf ik in het kort hoe navigatiesystemen werken. Daarna ga ik na welke bestanden deze systemen gebruiken en hoe men deze bestanden kan karakteriseren. Ik doe daarna hetzelfde voor Traffic Message Channel (TMC) systemen. Vervolgens ga ik na hoe deze bestanden zich tot elkaar verhouden en hoe zij alle uit een algemeen bronbestand kunnen worden afgeleid. Na deze exercities zal ik een aanzet geven tot een algemene classificatie-theorie van de modellen die gebruikt worden in het gebied van de geografische informatiesystemen.

Wat zijn de functies van een autonavigatiesysteem?

Een autonavigatiesysteem bestaat uit een aantal min of meer zelfstandige functies: adressering, routeplanning, rijadvisering en kaartdisplay.

Adressering:

de gebruiker heeft de mogelijkheid om aan te geven waar hij naar toe wil: een bepaalde straat, een restaurant met een bepaalde naam etc.

Routeplanning:

het systeem berekent de optimale route naar de bestemming.

Rijadvies:

het systeem leidt de bestuurder naar zijn bestemming met een serie korte gesproken adviezen ("einde straat rechts") ondersteund door pictogrammen.

Kaart:

bij stilstand krijgt de bestuurder de mogelijkheid om zijn positie te zien tegen de achtergrond van een topografische kaart.

Positie:

het systeem houdt voortdurend de positie van de auto bij.

Eén bestand of meerdere bestanden?

De mensen die aan navigatiesystemen werken hebben vaak de neiging om over "de database" te praten alsof het één monolithisch geheel betreft. Een nadere beschouwing leert echter dat er binnen zo'n database een aantal onderdelen te onderscheiden zijn die een geringe onderlinge wisselwerking vertonen en daarom bijna als zelfstandige bestanden kunnen worden beschouwd. Verder kan er een onderscheid worden gemaakt tussen de min of meer *permanente* bestanden die vastgelegd zijn op een medium als CD of chipkaart en de meer *efemere* bestanden die voor een korte tijd in een werkgeheugen worden vastgehouden. Laten we navigatiesystemen wat nader analyseren om te kunnen vaststellen om welke bestanden het in feite gaat.

Het ingeven van een bestemming

Een bestemming wordt ingegeven door middel van een combinatie van een plaatsnaam, een straatnaam of de naam van een faciliteit (een restaurant o.i.d.). Omdat namen vrijwel uitsluitend voor deze functie worden gebruikt en slechts sporadisch voor andere functies, is de databasestructuur geoptimaliseerd voor de bestemmingsselectie. In de eerste plaats worden namen gegroepeerd opgeslagen: plaatsnamen bij plaatsnamen, straatnamen bij straatnamen en faciliteitsnamen bij faciliteitsnamen. Verder zijn deze namen alfabetisch gesorteerd om slechts zo weinig mogelijk letters in te hoeven geven: als blijkt dat de "Beethovenstraat" de enige straat is die met "beet" begint, dan is ingave van deze vier letters voldoende. De rest vult het systeem zelf aan. Namen worden ook vaak dubbel of nog vaker opgeslagen, om de gebruiker de gelegenheid te bieden om een straat als de "Laan van Meerdervoort" zowel onder de "L" als onder de "M" te vinden. Bij elkaar vormt dit voldoende reden om het "toponymenbestand" als een apart nagenoeg zelfstandig bestand binnen de totale database te beschouwen.

De snelste route

Routeplanning is een proces waarbij veel gerekend moet worden. Om er voor te zorgen dat de rekentijd binnen acceptabele grenzen blijft, worden er een aantal, uit het hoofdbestand afgeleide, deelbestanden gecreëerd. Sommige van deze bestanden zijn in permanente vorm aanwezig, andere leiden een efemeer bestaan en worden slechts voor korte tijd in het werkgeheugen opgeslagen. Voor korte afstanden (< 10 km) maakt het systeem gebruik van een bestand dat nog wel alle objecten (weg-elementen) bevat, maar

waarvan de weergave is vereenvoudigd. Omdat voor routeplanning de *vorm* van een weg-element niet relevant is, worden alle tussenpunten niet meegeladen. In plaats daarvan wordt per weg-element een lengtefactor geladen.

Voor middellange en lange afstanden zou de rekentijd echter nog steeds te lang zijn. Daarom worden er op de CD, naast het volledig wegenbestand, uitgedunde bestanden opgeslagen. In deze bestanden is respectievelijk de laagste wegenklasse, de op één na laagste klasse etc. weggelaten. Bij het meest uitgedunde bestand blijven alleen nog de grote verbindingswegen over (autosnelwegen en de wegen die de gaten vullen). De grootte van deze bestanden wordt nog verder gereduceerd door weg-elementen die na uitdunning slechts een kop-staart-verbinding met elkaar hebben, te vervangen door één geaggregeerd element.

"Na de brug rechtsaf de ventweg in"

Een gesproken rijadvies bestaat uit een reeks zinnen. Iedere zin kan opgebouwd worden uit een kop, een romp en een achterdeel. Een romp is altijd aanwezig. Kop en achterdeel zijn niet altijd nodig.

Een kop is altijd een *bepaling van plaats*: vóór de brug, na het viaduct, aan het einde van de weg, op de rotonde, enz. Een romp is altijd een *actie*: (ga) recht door, (sla) links af, neem de 3e afslag etc. Het achterdeel geeft de *bedoeling* aan: (om) de parkeerplaats op (te rijden), (om) de snelweg te verlaten, (om) de ventweg in (te rijden) etc.

Een kleine verzameling van deze deeladviezen ligt direct opgeslagen in het geheugen. Een algoritme, ingebed in een stukje software, zorgt ervoor dat er met deze bouwstenen een bijna onbeperkte hoeveelheid zinnen kunnen worden samengesteld. Dit algoritme kijkt daarbij naar metrische kenmerken als de afstand tussen twee knooppunten en de hoek tussen lijnstukken. Maar er wordt ook gekeken naar niet-metrische kenmerken die vastgelegd zijn in "attributen" zoals: rotonde, plein, afrit, ventweg, brug, tunnel, autosnelweg enz. Zodra alle advieszinnen berekend zijn worden ze op volgorde gezet en in een buffer-geheugen geplaatst zodat ze op afroep beschikbaar zijn. Daarnaast zijn er nog een aantal berichten die meer een informatief karakter dragen en die los van de route-adviezen gegeven worden. Een van fraaiste is het bericht dat het BMW-navigatiesysteem geeft, wanneer de automobilist zich buiten de CD-kaart waagt: "Sie verlassen jetzt das digitalisierte Gebiet!" bast een mannenstem. Ik ben nieuwsgierig hoe de gemiddelde automobilist zich voelt, na van de schrik bekomen te zijn ("toch wel spannend dat niet-gedigitaliseerde gebied en nog zo ongerept").

Pictogrammen

De pictogrammen waarmee de gesproken adviezen worden ondersteund bestaan voor het grootste gedeelte uit "gestileerde kaartjes". Dit zijn gegeneraliseerde afbeeldingen van een bepaalde kruising, ingevuld met symbolen afkomstig uit een "symbolen-bibliotheek": zo wordt de geadviseerde route in een speciale kleur aangegeven en bestaan er symbolen voor wegen met een inrijverbod, bruggen en tunnels etc.

Een algoritme berekent de gestileerde kaartjes tijdens het rijden uit het hoofdbestand en voegt er de symbolen aan toe. Zodra een serie pictogrammen berekend is, worden ze in volgorde van de geplande route gezet zodat ze op afroep beschikbaar zijn.

Overzichtskaarten

De middelschalige overzichtkaartjes die bij stilstand zichtbaar zijn, worden direct uit het hoofdbestand berekend. Daarbij worden een aantal attribuutwaarden (wegklasse, landgebruik) vertaald in grafische symbolen. Een algoritme berekent de plaatsing van tekst in het beeld (straatnamen bijv.) De kleinschalige overzichtskaartjes (bijv. de sterk gegeneraliseerde kaartjes die een heel land of landsdeel laten zien) worden niet direct berekend omdat dit teveel tijd zou kosten. Deze kaartjes worden "met de hand" gegeneraliseerd en in die vorm op de informatie-drager vastgelegd.

Positiebepaling

Het systeem bepaalt zijn positie met behulp van drie sensoren: een magnetisch kompas, afstandsmeters (wielsensoren) en een GPS-ontvanger. De berekende positie bevat onnauwkeurigheden en onzekerheden. Deze kan worden verbeterd met behulp van een algoritme dat *map matching* wordt genoemd. Dit algoritme gaat uit van de veronderstelling dat de auto zich altijd op gebaande wegen bevindt. Voortdurend wordt de berekende positie vergeleken met de digitale kaart en wordt er gekeken of deze ergens op past. Bij een te groot verschil wordt de berekende positie gecorrigeerd. Dit vergelijken gaat aan de hand van de zogenaamde *detailed map* die daarom permanent ter beschikking van het systeem moet staan. Omdat het volledige bestand nooit in zijn geheel in het werkgeheugen past, wordt dit opgesplitst in een aantal deelkaartjes.

Spookrijders op de A2

Het zogeheten Traffic Message Channel (TMC) is één van de toepassingen van het Radio Data Systeem (RDS). RDS is een algemene techniek om informatie-bits op de zijband van een FM-zender mee te sturen. Wat Teletekst is voor TV-zenders is RDS voor radiozenders.

Het TMC concept is gebaseerd op de gedachte dat verreweg de meeste verkeersberichten zich in twee delen laten splitsen: een *gebeurtenis* (spookrijder, file van 3 km, aanrijding etc.) en een *locatie* (de A2, de A2 tussen afslag Breukelen en Vinkeveen, de Velsertunnel etc.) Zowel gebeurtenissen als locaties krijgen een unieke identificatiecode en het zijn deze codes die uitgezonden worden. De TMC-ontvanger kan met behulp van vertaaltabellen de codes weer omzetten in een voor mensen begrijpelijk bericht. Dat bericht kan in de vorm van gesproken zinnen zijn (een file op de A2 etc.) maar er zijn ook systemen die de voorkeur geven aan een grafische presentatie. Zo laat het Zweedse Dynaguide-systeem een kaartje van de omgeving zien waarop de files en wegwerkzaamheden met speciale kleuren en grafische symbolen zijn weergegeven.

A2, Hannover richting Dortmund, tussen Lauenau en Rehren, file 4 km

De TMC-ontvangers die gesproken berichten reproduceren, doen dit met behulp van een aantal deelbestanden en algoritmen vastgelegd in een stukje software. Er zijn drie belangrijke deelbestanden: het *gebeurtenissen-bestand*, het *locatie-bestand* en het *zin-skeletten-bestand*.

Het gebeurtenissen-bestand kan men zich voorstellen als een tabel met twee kolommen. In de eerste kolom staat de gebeurtenissen-code, in de tweede een stukje gedigitaliseerde spraak (als op een CD). Iemand heeft deze stukjes tekst (een file van 3 km, een spookrijder) ingesproken waarna ze zijn vastgelegd.

Het locatie-bestand bestaat uit meerdere kolommen. De hoofdsleutel is een voor alle locaties uniek *locatie-nummer*. Afhankelijk van het locatietype worden hier feiten geregistreerd als:

- de eigenaam (bijv. A2)
- namen van plaatsen aan het begin en eind van een wegvak (bijv. Hannover, Dortmund)
- "behoort tot" of "is onderdeel van" relaties
- "ligt naast" relaties.

Namen worden geregistreerd in twee varianten: de geschreven variant en de gesproken variant. De geschreven vorm wordt vastgelegd met de 26 letters van het Latijnse alfabet (aangevuld met de diakritische tekens). De gesproken variant wordt vastgelegd met de tekens van het fonetisch alfabet. Als een locatie een exoniem heeft, dan wordt deze ook opgenomen. Opmerkelijk is dat in de gesproken vorm veel eerder sprake is van een exoniem dan in de geschreven vorm: Engelsen en Fransen schrijven beiden "Paris", maar spreken het heel verschillend uit.

De derde tabel bevat een aantal "zin-skeletten". Men kan zich deze voorstellen als zinnen waaruit de woorden voor een *bepaalde* gebeurtenis, voor een *bepaald* locatietype en voor een *bepaalde* locatie weggelaten zijn en vervangen zijn door puntjes bijv: "..., richting, tussen en,". Deze puntjes stellen variabelen voor. Door voor deze variabelen bepaalde waardes in te vullen, bijv. "A2, Hannover, Dortmund, Lauenau, Rehren, file, 4 km", kan men de zin reconstrueren als in de kop van deze paragraaf.

Voor TMC zijn er momenteel 25 verschillende zin-skeletten gedefinieerd. Deze zijn een functie van het locatie-type en het gebeurtenis-type.

De rol van "moederbestanden"

Zowel autonavigatiesystemen als TMC-systemen maken gebruik van zeer gespecialiseerde bestanden. In beide gevallen worden deze bestanden afgeleid uit een "moederbestand" dat ook door andere afnemers wordt gebruikt. Voor navigatiesystemen is dat een GDF-bestand. GDF is een afkorting van Geographic Data Files en is de Europese standaard voor de weergave van weginformatie voor verkeer en vervoer. Alle producenten van wegendatabankgegevens werken volgens GDF-specificaties en alle Europese fabrikanten van navigatiesystemen maken er gebruik van.

Voor TMC-systemen is dat een zogeheten "Master Tabel". Deze tabel wordt zowel door de Verkeerscentrales gebruikt als door de fabrikanten van TMC-ontvangers die daaruit hun specifieke bestanden afleiden.

Welke bestanden zijn DLM en welke DKM?

Ik zou het GDF-bestand waaruit alle andere navigatiebestanden worden afgeleid beslist willen classificeren als een DLM, omdat het heel ver van een eventuele grafische voorstelling afstaat. Ook de Master Tabel die zowel door de verkeerscentrales wordt gebruikt als voor de chipkaartproductie, zou ik als een DLM willen typeren.

Moeilijker ligt dit voor het hoofdbestand zoals dat op een navigatie-CD wordt vastgelegd. Is het een DLM? Eigenlijk wel, want het is de basis van een groot aantal zeer specifieke bestanden die al rijdend worden berekend. Aan de andere kant is het ook een DKM want er kunnen razendsnel, *real time*, grafische voorstellingen mee worden geproduceerd.

Hoe zit het met de "hogere-orde-netwerkbestanden" die door de routeplanner worden gebruikt? Het zijn geen DLM's want daarvoor zijn ze te veel gericht op één bepaalde functie. Het zijn ook geen DKM's, want er kunnen geen grafische afbeeldingen uit worden afgeleid. We lopen vast. En dit komt omdat het DLM/DKM-paradigma in dit geval te kort schiet en aangepast dient te worden.

Hoe moet het DLM/DKM-paradigma worden aangepast?

Ik zou het DLM/DKM paradigma willen vervangen door een uitgebreider schema dat ik het A<->S-paradigma zou willen noemen. Hierin staat "A" voor "Algemeen", "S" voor "Specifiek". Grondgedachte daarbij is dat modellen kunnen worden gerangschikt aan de hand van hun mate van gerichtheid op een bepaald eindprodukt. Dit leidt uiteindelijk tot een piramide van modellen. Aan de top van de piramide staat het "Universeel Land-schaps-Model" (ULM) dat ook een model van de 0e orde kan worden genoemd. Het idee daarbij is dat het ULM de "bron van alle modellen" is, het model waaruit alle andere modellen op een of andere manier kunnen worden afgeleid.

Direct daaronder bevinden zich de Domein-Specifieke Modellen (DSM), die we ook modellen van de 1e orde kunnen noemen. Een Domein-Specifiek Model is niet meer universeel geldig maar bestrijkt nog altijd een breed domein aan toepassingen. Ieder DSM is op zijn beurt de bron van een aantal modellen van de 2e orde, die ook "Toepassings- Specifieke Modellen" (TSM) genoemd zouden kunnen worden. Een TSM is alweer een graad specifiekere dan een DSM en op een bepaalde toepassing toegesneden. Helemaal onderaan staan de Functie-Specifieke Modellen (3e orde): modellen die er op toegesneden zijn om een bepaalde functie zo snel en efficiënt mogelijk uit te voeren.

Is de GDF hetzelfde als het ULM?

Nee, om de eenvoudige reden dat er nog geen ULM bestaat. Dat wil zeggen, tot nu toe is er niemand in geslaagd om een model te beschrijven dat werkelijk universeel genoemd kan worden. Het ULM bestaat slechts als idee, net zoals de Universele Grammatica waar de linguïsten onder aanvoering van Noam Chomsky naar zoeken, slechts als idee bestaat, maar tot nu door niemand werkelijk gevonden en beschreven is.

Wat is de GDF dan wèl? Het is volgens mij een 1e orde TSM, d.w.z. het is een geografisch gegevensmodel dat zo algemeen mogelijk is gehouden en een breed veld van toepassingen bestrijkt.

Het hoofdbestand zoals dat op een navigatie-CD staat, kan men als een 2e orde bestand beschouwen. Het wordt namelijk in één conversieslag uit een GDF-bestand afgeleid. Ook de uitgedunde netwerken zijn 2e orde bestanden, want zij worden tijdens dezelfde conversieslag berekend.

Het bestand met rij-instructies en de pictogrammen zijn te beschouwen als 3e orde bestanden, omdat zij tijdens de rit uit de 2e orde bestanden worden berekend.

Het moederbestand dat voor TMC-toepassingen gebruikt wordt, de zogenoemde "Master Tabel" is van de 2e orde. Het is te veel gericht op één bepaalde toepassing om van de 1e orde genoemd te mogen worden. Er worden trouwens pogingen ondernomen om de GDF zo uit te breiden dat een Master Tabel er uit afgeleid kan worden, waarmee aangetoond is dat het werkelijk een 2e orde bestand is.

Is een DKM soms ook een Functie-Specifiek Model?

Inderdaad. Een DKM is in feite niet anders dan een speciaal bestand waaruit nagenoeg onmiddellijk (zogenaamd *real time*) een grafische voorstelling kan worden gecreëerd. In het bovenstaande voorbeeld zijn er twee bestanden die als DKM kunnen worden aange-merkt. Dat is in het eerste plaats het pictogrammenbestand, dat met behulp van een generalisatie-algoritme uit het hoofdbestand wordt afgeleid. In de tweede plaats is dat het hoofdbestand zelf omdat dit gebruikt wordt om er *real time* de overzichtskaartjes mee te genereren.

Wanneer spreekt men van één bestand, wanneer van twee gescheiden bestanden?

Een kritische lezer zou bij het laatste voorbeeld kunnen opmerken dat wat op het beeldscherm wordt getoond niet tot op de bit precies identiek is met wat er in het hoofdbestand staat: er dienen kleuren en andere symbolen uit look-up tabellen worden opgezocht, de positie van straatnamen moet worden berekend en *last but not least* moet dit resultaat gerasterd worden voordat de pixels op het beeldscherm kunnen worden aangestuurd. Kortom er vindt nog een vrij aanzienlijke nabewerking plaats voordat er iets op het scherm verschijnt. Is er dan geen reden om het bestand in deze ultieme vorm als een apart bestand te beschouwen?

Ik vind van niet. De tijd die er voor deze bewerkingen nodig is, is zo kort dat de gebruiker het meestal niet in de gaten heeft dat er gerekend wordt en daardoor het bestand op de CD en het fysieke oplichten van het beeldscherm gevoelsmatig als één en hetzelfde produkt zal ervaren. Maar ik geef toe, deze scheidslijn is vrij subjectief en er valt op deze manier niet haarscherp te classificeren.

Maar het geeft ondertussen wel aan wat het hoofdcriterium dient te zijn bij de beoordeling of er sprake is van twee verschillende modellen of van één: de hoeveelheid moeite die het kost om de een uit de ander af te leiden. Deze moeite laat zich het beste meten in tijd: om vanuit een GDF een navigatie-hoofdbestand te genereren vraagt vele uren rekentijd op zware machines. Hierdoor is er alle reden voor om de GDF en het hoofdbestand als twee verschillende modellen te beschouwen. Er zijn ook situaties waar het ene bestand niet geheel automatisch uit het andere bestand kan worden afgeleid, omdat een aantal algoritmes niet bekend zijn. Denk bijvoorbeeld aan conceptuele generalisatie. Hierdoor wordt de gehele omzetting een tijdrovende bezigheid en kan men daarom de bestanden als twee modellen beschouwen.

Geldt de indeling in TSM's voor altijd en eeuwig?

Beslist niet. In feite ligt deze conclusie al in het voorgaande betoog besloten. Wat tien jaar geleden nog "veel rekentijd" kostte, kan nu door toegenomen kracht van de processoren zeer snel worden berekend. Een conversie waarvoor een tijdje geleden nog geen goed algoritme voor bestond, is nu een fluitje van een cent omdat er inmiddels een goed algoritme voor gevonden is. Daardoor zal wat nu nog als twee afzonderlijke bestanden wordt beschouwd, in de toekomst als een en het zelfde bestand worden ervaren. Daardoor is de indeling in een aantal TSM's per definitie tijdgebonden en zal deze er over pakweg 10 jaar heel anders uit kunnen zien.

Wanneer zal het ULM klaar zijn?

Dat valt moeilijk te zeggen. Misschien wel nooit. Het blijkt telkens weer hoe moeilijk het is om alle geografische begrippen in één model samen te vatten dat tegemoet komt aan ieders wensen en opvattingen. Ik heb het ULM hiervoor gekenmerkt als een fictie: iets dat eigenlijk alleen nog maar in fantasie bestaat. De aanname dat er als zoiets een ULM moet bestaan berust op het idee dat het ULM het equivalent zou zijn van het *mentale model* waarmee wij ons in de wereld bewegen en dat, zo nemen we aan, één geïntegreerd model is. Wij nemen verder aan dat ieder mens hetzelfde model hanteert. Of dat zo is, is nog waar de vraag. De toekomst zal het leren.

Is er een voorbeeld van een Domein-Specifiek Model?

Ja dat is er. De GDF, de voorgestelde Europese standaard voor de weergave van geografische informatie voor verkeer en vervoer, is zo'n voorbeeld. De GDF heeft een tweevoudige modulaire opzet:

- de definitie van de concepten is losgekoppeld van de representatie door middel van logische datastructuren en van de fysieke representatie door middel van records.
- de definitie van objecten is losgekoppeld van de geometrische voorstelling van deze objecten. Op deze manier kan er uit een algemeen Domein-Model meerdere Toepassings-Specifieke Modellen worden afgeleid. In het ene sub-model kan het object "Gebouw" bijvoorbeeld worden weergegeven als een puntobject, in het tweede als een vlakobject en in het derde als samengesteld object. Omdat alle sub-modellen zich baseren op een en hetzelfde begrip "gebouw", zijn de attributen uit sub-model 1 eenvoudig door te sluizen naar die van sub-model 2 en blijft een zekere *afbeeldbaarheid* gewaarborgd.

Deze dubbele modulaire structuur is weerspiegeld in de opbouw van de standaard. Het eerste deel is een algemeen inleidend deel en definieert het basismodel. Deel 2, 3 en 4 zijn puur gewijd aan de definitie van *begrippen*, die voor dit doel onderverdeeld zijn in drie hoofdgroepen: *features* (objecten), *attributen* (eigenschappen) en *relaties* (betrekkingen). Het vijfde deel beschrijft hoe men voor een gegeven toepassingsgebied een bepaald feature geometrisch moet weergeven: punt, lijn, vlak of samengesteld. Deel 7 beschrijft de meta-informatie die samen met de geografische gegevens meegeleverd dient te worden.

Deel 8, 9 en 10 tenslotte zijn gewijd aan de afbeelding van dit alles op een 1-dimensionele gegevenstructuur. Deel 8 doet dat op een hoog logisch niveau. Deel 9 en deel 10 beschrijven de recordtypen die daar uiteindelijk voor gebruikt gaan worden.

Welke conclusies kunnen er worden getrokken?

Het DLM/DKM-paradigma is een prima middel om de beroepsgemeenschap er van bewust te maken dat de ene "digitale kaart" de andere niet is.

Het DLM/DKM-schema is echter te beperkt als basis voor een algemene taxonomie van geografische gegevensbestanden. Hiervoor is een uitgebreider schema nodig.

Het door mij voorgestelde A<->S-schema zou een mogelijke basis kunnen zijn voor zo'n taxonomie.

Voor de typering van de bestanden die worden gebruikt in navigatie- en verkeersinformatiesystemen is het A<->S-schema een nuttig middel gebleken.

Om de algemene bruikbaarheid ervan te onderzoeken zou het ook in een aantal andere domeinen moeten worden uitgetest.

Epiloog

Ik heb dit opstel de titel "U verlaat nu het gedigitaliseerde gebied!" meegegeven. Ik heb hiervoor gekozen omdat deze uitspraak zo prachtig twee betekenisniveaus in één zin verenigt: een uitspraak over de "werkelijkheid" (nl. een gebied) en een uitspraak over de weergave van dat gebied (nl. digitaliseren). Het is deze samensmelting die zo'n inspirerende bijdrage kan leveren aan onze opvattingen over de geografische werkelijkheid en de symbolische voorstelling daarvan.

Toepassing van DLM/DKM in het buitenland

ir. Henri J.G.L. Aalders
Technische Universiteit Delft
Faculteit der Geodesie

1. Inleiding

Bij het onderscheid tussen Digitaal Landschaps-Model (DLM) en Digitaal Kaart-Model (DKM) wil ik uitgaan van een algemeen referentiekader voor het gebruik van gegevens over ruimtelijke objecten.

Daarbij beschouw ik een kaart als een grafische voorstelling - in de vorm van tekst, getallen, figuren en/of foto's - van gegevens over objecten in de werkelijkheid. De afbeelding van de objecten op een kaart moet voldoen aan de (karto-)grafische wetten, die beperkingen oplegt aan de afbeeldingsmogelijkheden. Bovendien moet een kaart vaak aan te veel algemene doelen beantwoorden vanwege de hoge kostprijs voor de vervaardiging.

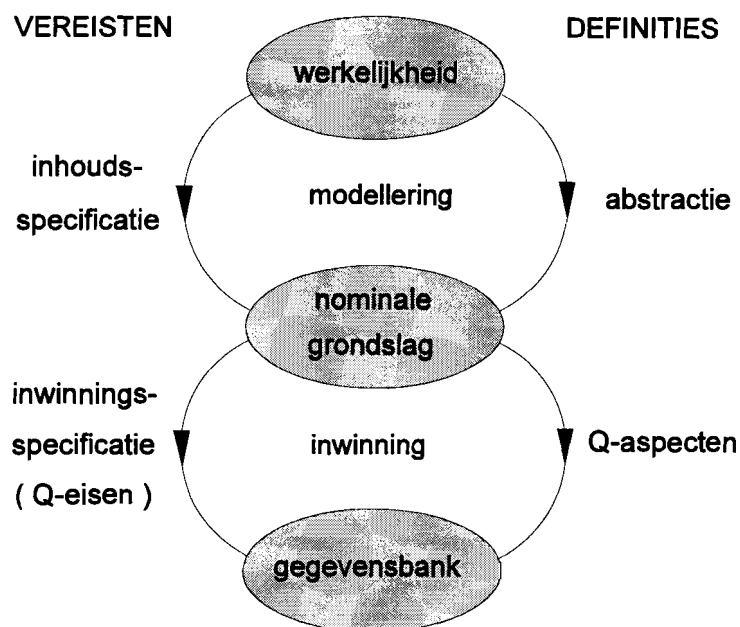
In het algemeen is men echter geïnteresseerd in de eigenschappen van de objecten en niet in hun voorstelling. Het is echter moeilijk met de objecten zelf te werken en daarom maken we tegenwoordig vaak gebruik van hun - digitale - beschrijving in een (digitaal) bestand.

Voor een gegevensbestand geldt dat het beoogde gebruik van de gegevens bepaalt welke gegevens van objecten in de werkelijkheid in een bestand opgenomen worden en hoe de toegang tot die gegevens in het bestand moet worden gerealiseerd. Belangrijk is dat de te gebruiken eigenschappen van de objecten zo goed mogelijk worden weergegeven in een gegevensbank voor het beoogde gebruik. Het verdelen van de wereld in objecten en die te abstraheren, te voorzien van attributen die informatie verschaffen over de eigenschappen van die objecten heet een *object-gerichte* bestandsopbouw.

2. Theoretisch referentiekader

Bij de opbouw van een gegevensbank is voorts de selectie van de objecten en hun eigenschappen van cruciaal belang voor de toepassing en het gebruik van de gegevens. Die selectie komt tot stand door het maken van de specificaties van de te selecteren objecten met hun eigenschappen en hun onderlinge relaties. Vervolgens worden aan de hand van die specificaties alle objecten en relaties geabstraheerd en beschreven in entiteiten en attributen. Een en ander resulteert in de "nominale grondslag" van de gegevensbank. Om de gegevensbank te realiseren worden aan de hand van de (inwinnings-)specificaties e betreffende exemplaren van alle entiteiten verzameld en opgeslagen (zie *figuur 1*).

Uit de gegevens die zijn verzameld in een gegevensbank kan ook een kaart worden vervaardigd. Zijn de gegevens in de gegevensbank een zo getrouw mogelijke weergave van de werkelijkheid (met de beperking dat de inhoud is gezien door de bril van de gebrui-



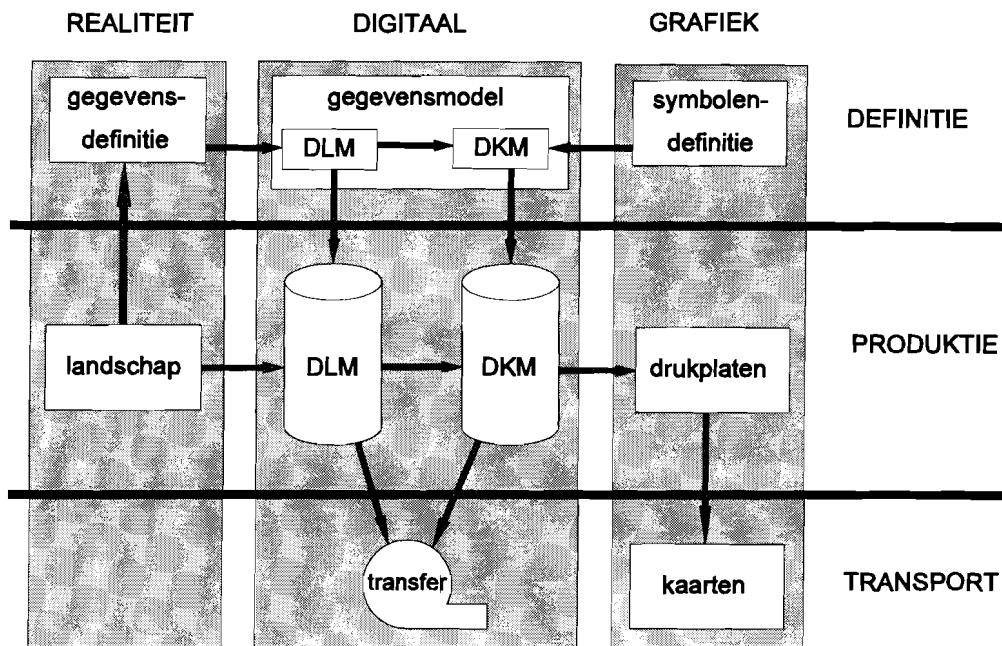
Figuur 1 Het gebruik van de nominale grondslag.

ker(s) en de gegevensbank daarom alleen die eigenschappen en exemplaren van entiteiten bevat waar de gebruiker(s) om heeft/hebben gevraagd), de uit het bestand te vervaardigen kaart is op een kartografisch verantwoorde manier tot stand gekomen en dat is vaak niet een "natuurgetrouwe" afbeelding. Om een kaart te vervaardigen wordt gebruik gemaakt van de kartografische regels en de specificaties (in een symbolencatalogus) voor de afbeelding van de exemplaren van entiteiten. In een symbolencatalogus wordt voor iedere entiteit aangegeven hoe de afbeelding moet plaatsvinden en in welke volgorde de prioriteit wordt gegeven aan de verschillende attributen, resulterend in een kaartmodel.

De opzet van een gegevensbank bij deze benadering komt sterk overeen met de ontwerptheorieën die worden toegepast bij de zogenaamde "Data Base Technology", waarin beheerstructuren worden ontworpen - zoals hiërarchische, netwerk-, relationele, semantische of object-georiënteerde modellen - om een gegevensdefinitie en een bevragsstructuur en -ruimte te definiëren voor elke beoogde toepassing van de gegevens. Dat is ook nodig, omdat de opslag van de gegevens in computer-leesbare vorm uiteindelijk alleen volgens deze modellen gebeurt.

Dit algemene referentiekader vereist een scherp gedefinieerde scheiding tussen de:

- object-gerichte benadering, waarbij in het conceptuele model de wereld wordt gezien als een verzameling van afzonderlijke exemplaren van entiteiten, met hun natuurlijke eigenschappen, gedefinieerd in attributen;
- nominale grondslag voor een landschaps-model, die een zo natuurgetrouw mogelijke weergave beoogt met een vooraf gedefinieerde inhoud voor één of meerdere vooraf bepaalde toepassingen;
- nominale grondslag voor een kaartmodel, die een grafisch verantwoorde weergave beoogt van een gebied met een vooraf bepaalde inhoud.



Figuur 2 Toepassing van de nominale grondslag bij de opzet van een gegevensbank met kaartuitvoer.

Opmerkingen hierbij:

In dit algemene referentiekader wordt gebruik gemaakt van de term "object-gericht" (Engels: "object-based"). Men moet dit vooral niet verwarren met object-georiënteerd (Engels: "Object-oriented").

Met object-georiënteerd wordt een gegevensbeheersysteem (Engels: Data Base Management System, DBMS) bedoeld dat gegevens volgens een bepaalde methode definieert, opslaat en benaderbaar maakt. Object-georiënteerdheid hoort thuis in het rijtje spaghetti/sequentiele, hiërarchische, netwerk-, relationele, semantische en object-georiënteerde gegevensbeheersystemen. Met uitzondering van de spaghetti-sequentiele gegevensstructuren worden in deze systemen de gegevens object-gericht gedefinieerd. Vervolgens worden de gegevens opgeslagen in een vooraf gedefinieerde structuur die een hiërarchisch-, netwerk- of tabellen-concept kan hebben.

De centrale eigenschappen van een object-georiënteerde gegevensstructuur zijn:

- *probleem-gerichte benadering* van gegevensopslag, in plaats van een systeem-gerichte benadering;
- alles in een object-georiënteerd systeem is een *object*: gegevens, programma's, relaties, apparatuur, attributen, enz.;
- de status en het gedrag van objecten worden *ingekapseld* in een object-georiënteerde structuur. Objecten kunnen alleen worden benaderd met behulp van boodschappen. Geen enkele operatie (ook dat zijn objecten!) kan worden uitgevoerd zonder dat controles zijn uitgevoerd (op basis van de ingekapselde gegevens) en de operatie dienaangaande geldig wordt geacht;
- alle objecten in een object-georiënteerde structuur worden *geclassificeerd*. Objecten met dezelfde eigenschappen worden in dezelfde klassen geplaatst. Bovendien bestaat

vererving. Hiermee kunnen nieuwe klassen worden gedefinieerd die de eigenschappen krijgen van bestaande klassen. Daardoor ontstaat een *hiërarchische* structuur die wordt ingepast in de reeds bestaande *relationele* structuur van object-georiënteerde gegevensbestanden.

Ofschoon object-oriëntatie reeds enkele jaren bestaat en vele gebruikers en ontwikkelaars van GIS/LIS het als een oplossing beschouwen voor alle bestaande en toekomstige problemen rondom GIS zijn er wel enkele kanttekeningen te plaatsen. Voor object-georiënteerde structuren bestaan er nog geen:

- gestandaardiseerde modellen;
- ontwerp-methodologie;
- gestandaardiseerde vraagtaalen;
- en de wereld zit niet alleen hiërarchisch in elkaar.

3. Buitenlandse toepassingen

Achtereenvolgens wil ik enkele toepassingen bespreken zoals die in het buitenland bestaan, er van uitgaande dat de Nederlandse toepassingen door anderen worden besproken.

Canada

De verantwoordelijkheid voor topografische kaartering in Canada ligt op drie verschillende overheidsniveaus. De federale regering is verantwoordelijk voor de kaartering van de 1:50.000 topografische kaart en alle andere kaartseries op kleinere schaal. In het algemeen zijn de provincies verantwoordelijk voor de middelschalige kaartering (1:10.000 en 1:20.000), terwijl de gemeenten grootschalige kaartering uitvoeren (1:500 tot 1:2.000).

Het federale topografische kaarteringsprogramma wordt voornamelijk uitgevoerd door het Canada Centre for Mapping (CCM) in de Survey and Mapping Branch van het Ministerie van Energy, Mining and Resources (SMB/EMR). Voor de 1:50.000 kaartserie is in het verleden een grootscheeps karterprogramma opgezet. Dit programma voorziet in een fotogrammetrische luchtkartering op schaal 1:35.000. Daaruit wordt een topografische gegevensbank gecreëerd (National Topographical Data Base, NTDB) met de "werkelijke" ligging van topografische details. Uit dit bestand wordt een kartografische gegevensbank vervaardigd voor kaarten 1:50.000, door automatische generalisatie, symbolisering en toevoeging van tekst. Het concept van een gescheiden en object-gerichte DLM/DKM bestaat in Canada al vanaf het eind van de 70-er jaren. Beide produkten worden door CCM ter beschikking gesteld van de GIS-markt.

De NTDB bevat topologische relaties - die door vele gebruikers worden vereist - en is gecontroleerd op kwaliteit.

Voor de grotere schalen bestaat een Land Registry Information System (LRIS) met een Basic Mapping Program. Echter de toegepaste methoden voor vervaardiging en het gebruik van de gegevens in de provincies en gemeenten, die digitaal werken, verschillen nogal van elkaar. Men kan echter niet zeggen dat in die bestanden onderscheid wordt gemaakt tussen DLM en DKM. De produkten die worden gebruikt zijn voornamelijk digitaal vervaardigd kaartmateriaal, hoewel wel onderscheid wordt gemaakt tussen digitale topografische, thematische en kadastrale gegevensbanken en de daarbij behorende thematische en statistische gegevensbanken. Overigens is in sommige provincies (bijvoorbeeld in Ontario, welke provincie veel samenwerkt met CCM) wel een topografisch

gegevensbestand opgebouwd waarbij er sprake is van de ontwikkeling van een DLM, waaraan de geografische benamingen als een attribuut aan exemplaren van entiteiten worden toegevoegd en niet als een tekstuele component in een kaart.

Duitsland

De verantwoordelijkheid voor de topografische kaartering in Duitsland ligt bij het Institut für Angewandte Geodäsie in Frankfurt a/M voor zover het de kleinschalige kaartseries betreft. Voor de kaartseries 1:25.000 en groter zijn de verschillende Landesvermessungsämter van de deelstaten verantwoordelijk.

In Duitsland wordt het ATKIS/ALK (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem/Algemeine Liegenschaftskarte) toegepast voor de topografische kaartering voor alle tussenschalen 1:5.000 tot en met 1:1.000.000.

Het ATKIS/ALK-concept gaat uit van een primair, secundair en tertiair landschapsmodel. Het primaire bestand omvat de zo natuurgetrouw mogelijke, ingewonnen topografische gegevens. Wanneer deze gegevens worden geleverd aan een gebruiker, dan ontvangt hij een secundair (afgeleid) bestand; het primaire bestand wordt ook gebruikt om een digitaal kaartbestand te genereren, dat is eveneens een secundair bestand. Nadat de gegevens uit een secundair bestand zijn bewerkt door de gebruiker ontstaat een tertiair bestand.

Dit concept beantwoordt geheel aan het concept van het referentiekader waarin onderscheid wordt gemaakt tussen een digitaal landschapsmodel en een digitaal kaartmodel.

In het DLM worden gegevens over objecten opgeslagen voor verschillende soorten gebruik, voorstelling-onafhankelijk en niet kartografisch gegeneraliseerd. Van de gegevens worden vorm en positie (in 3-D), namen, attributen en relaties vastgelegd. Nauwkeurigheid, volledigheid en detaillering worden bepaald door de modelschaal.

Uitgangspunt voor het ontwerp van ATKIS/ALK is de inhoud van de bestaande topografische kaarten 1:5.000, 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000 en 1:1.000.000. Aan de hand daarvan is een "Objektarten-Katalog" gedefinieerd en een "Signaturen-Katalog", die respectievelijk een gegevensdefinitie en een symbolendefinitie bevatten. Hier zijn dus de bestaande en nieuwe (1:10.000 en 1:250.000 i.p.v. 1:200.000) te ontwikkelen kaartseries de basis voor de nominale grondslag. Bij de opzet van elke kaartserie wordt in Duitsland principieel uitgegaan van een DLM-grondslag voor een DKM-bestand.

Engeland

In het Verenigd Koninkrijk wordt een kartografisch gegevensbestand bijgehouden voor de grote kaartschalen 1:1250, 1:2.500 en 1:10.000, bestaande uit punt, lijn en tekst, waarbij voor elk element de presentatie-gegevens als attribuut worden meegegeven. Het systeem is zeer beperkt wat logische opbouw betreft. In principe kan men zeggen dat de gegevens in een spaghetti-structuur zijn opgeslagen. Met name op verzoek van de nutsbedrijven wordt momenteel gewerkt aan een structurering van deze gegevens waarbij knooppunten, verbindingen tussen knooppunten (kettingen), polygonen (vlakken, gebieden) worden onderscheiden als constituerende elementen in het bestand. Uit deze opbouw kan dan zowel het kartografische als het topografische gegevensbestand worden vervaardigd.

Bij de kleine schalen wordt de situatie bepaald door de kosten. Kleinschalige kaartproducten vereisen meer kartografische inspanning om de kaart leesbaar te maken. Voor de 1:250.000 en 1:625.000 kaartseries bestaan nu een DKM. Voor de 1:50.000 kaart is nog geen systeem bedacht.

In het algemeen kan men constateren dat in Engeland de opbouw van digitale bestanden is ontstaan vanuit kartografisch oogpunt en dan het onderscheid DLM/DKM niet of nauwelijks van belang wordt geacht.

Finland

Het digitale topografische basisbestand (DTB) in Finland is bijna geheel gereed in raster-vorm en veel is ook in vectorvorm te verkrijgen. Het systeem omvat een gemeenschappelijke opslag voor een verscheidenheid aan produkten met een gespecificeerde gegevensdefinitie en kwaliteitsbewaking. TGS bevat twee soorten gegevens:

- basisgegevens over gebouwen, hoogte, hoogspanningsleidingen, terreinindeling en infrastructuur. Deze gegevens worden verkregen door stereo-restitutie. Meta-gegevens als nauwkeurigheid en ontstaansgeschiedenis wordt per exemplaar vastgelegd. De bijhoudingsperiode van deze gegevens is minder dan een jaar. Volledige vernieuwing en kwaliteitscontrole vinden elke vijf jaar plaats;
- overige gegevens over administratieve grenzen, meetkundige grondslag, beschermde objecten, bouwgrenzen en speciale gebieden. Deze gegevens zijn verkregen door digitaliseren van bestaande kaarten.

De bestandsopbouw in 1993 gestart en moet in 2003 geheel gereed zijn. DTB kent verschillende afgeleide produkten:

- 1:5.000 fotokaart;
- 1:20.000 basiskaart, gebaseerd op een produktmodel;
- 1:50.000 topografische kaart.

Uit deze inventarisatie blijkt dat in Finland echt gebruik wordt gemaakt van een nominale grondslag (door de gegevensspecificatie en de inwinningspecificatie) om een digitaal landschapsmodel te maken en daaruit - met een (kartografische) produkt-specificatie - verschillende kaartsoorten. Ook worden uit DTB gegevens verzonden voor verschillende andere toepassingen zoals plaatscoördinaten voor gebouwen.

Frankrijk

De opbouw van de BDTopo (Base des Données Topographique) is momenteel aan de gang met een gedetailleerdheid om een 1:25.000 kaart te kunnen vervaardigen.

Grafische gegevens komen niet voor in BDTopo en teksten, zoals plaatsnamen, straatnamen, namen van (administratieve) gebieden, namen van rivieren en bergen enz. komen alleen voor als een (soms identificerend) attribuut van een exemplaar van een entiteit.

Voor de kaartserie 1:25.000 wordt een BDCarto vervaardigd. Een kartografisch gegevensmodel is gedefinieerd gebruik makend van een symbolendefinitie. Tekstinformatie moet uit de betreffende exemplaren worden gehaald, in grootte gedefinieerd en gepositioneerd om op het kaartbeeld te verschijnen. Daarmee is BDTopo duidelijk een DLM en BDCarto een DKM. De nominale grondslag voor dit systeem is gebaseerd op een gedetailleerdheid van de 1:25.000 kaart.

Hoewel in Frankrijk een nominale grondslag wordt toegepast en een gescheiden DLM/DKM voor de 1:25.000 kaartserie is er nog zo weinig ervaring opgedaan bij andere kaartseries dat men nauwelijks kan spreken van een algehele principiële DLM/DKM-benadering.

Zweden

Het principe van een DLM waaruit DKM's kunnen worden afgeleid begint langzamerhand invloed te krijgen in Zweden, ofschoon het momenteel nog niet veel wordt toegepast in de ontwikkeling van gegevensbanken.

De nationale kaarteringsdienst in Gävle is onlangs, toen een nieuwe organisatie voor de meet- en karteerdienst werd opgezet, uitgegaan van de scheiding tussen een DKM en een DLM. Het is tengevolge van generalisatie-problemen op de volgende manier opgezet. Een DLM wordt ontwikkeld voor een zeker thema op de "grootste" schaal waarop een thema kan voorkomen. In deze schaal is het bestand geschikt voor kaartering. Voor kaartering op kleinere schalen worden nieuwe bestanden aangemaakt door automatische verwerking van het DLM-bestand of handmatig corrigeren. Deze bestanden worden dan beschouwd als een DKM.

Van het principe van een precieze scheiding tussen DLM/DKM zoals dat bij het ATKIS/ALK-concept gebeurt is in Zweden geen sprake, maar een redelijke poging om het concept te realiseren heeft consensus gekregen volgens bovenstaande werkwijze.

4. Standaardisatie

Op het gebied van GIS/LIS is standaardisatie momenteel een belangrijk onderwerp. Vele landen hebben een standaardisatie-commissie voor geografische/kartografische informatie die verbonden is met de betreffende officiële nationale normalisatie-instellingen. Vaak is een standaard reeds uitgebracht of in gebruik genomen (zie tabel 1). Daarnaast zijn nog een aantal instanties op internationaal niveau actief (zie tabel 2).

De ICA, International Cartographic Association, heeft een Standaardisatie-Werkgroep onder leiding van Prof. H. Moellering van de Ohio State University opgericht die een lijst van criteria heeft opgesteld om de kwaliteit van de verschillende standaards te kunnen beoordelen. Momenteel wordt gewerkt aan de beantwoording van de lijst door elke bestaande nationale of internationale standaard; de resultaten hiervan zullen in 1995 op de ICA-conferentie in Barcelona worden gepubliceerd.

De aspecten die van belang zijn bij de ontwikkeling van standaards zijn onder meer:

- *administratieve informatie*, die het administratieve kader vaststelt van de standaard zoals naam, afkorting, beheer en bijhouding, status, beschikbaarheid van officiële documentatie, programmatuur en opleidingsmateriaal, verplichting tot gebruik, enz.;
- de *context* van de standaard, waarin de logische en technische omgeving wordt aangegeven, zoals de gebruikte concepten, gegevenstypen, enz.;
- *specificaties*, zoals de gebruikte taal, structuur, terminologie;
- *conceptueel schema*;
- *overdrachtsproces*, waarin de structuur en de organisatie van de overdracht wordt weergegeven;
- *overdrachtselementen*, zoals (geaggregeerde) grafische, ruimtelijke- en niet-ruimtelijke primitieven en gegevensstructuren, referentie- en projectie-systemen;
- *bijhoudingsaspecten*;
- *bevragingssystemen*.

Verscheidene standaards zijn heel nadrukkelijk gericht op de standaardisatie van een gecombineerd DLM/DKM (vaak met onduidelijke scheidingen daartussen), zoals ASDTS, EDIGÉO, DFT, IEF 91, SPDFDM, NEN 1878 (hoewel hierin grafische aspecten duidelijk worden gescheiden in verschillende recordtypen), DEMTS, NES, NICCa, NOTIGEO, SDTS, DX-90 (S-57), BS 7567 (NTF). Typische DLM-voorbeelden met gescheiden DLM-

Land	Standaard	Omschrijving
Australië	AUS-SDTS	Gebaseerd op SDTS uit VS
Canada	SAIF	Pre-norm CGSB
Duitsland	ATKIS EBDS	Alleen voor ATKIS/ALK
Finland	FIGDIS (VHS-1041)	Officiële standaard JHS 116-119
Frankrijk	EDIGÉO	Officiële standaard AFNOR Z13-150
Groot Brittannië	BS 7567	Ontstaan uit NTF (1988)
Hongarije	DFT	Voor kadastrale toepassing
Israël	IEF 91	Voor gegevensinwinning en bevorderen van gebruik van digitale gegevens binnen overheidsinstanties
Japan	SPDFDM	Formaat- en codering-systeem en procedure- en kwaliteitspecificatie
Nederland	NEN 1878	Ontstaan uit SUF/SUF 2.1 (1979/1988)
Noorwegen	SOSI	Alleen DLM-toepassing
Oostenrijk	A 2260 A 2261	Transfer formaat Object catalogus
Rusland	DEMTS	Omvat inwinningsprocedures, structuur en gegevensoverdracht
Spanje	NICCa NOTIGEO	= verplicht voor bedrijven en instellingen met kadastrale toepassing = voor kaartschalen 1 : 25 000 en kleiner
Verenigde Staten	SDTS	Verplicht voor federale overheidsinstellingen
Zuid Afrika	NES V 2.0	gegevens
Zweden	KF 85	
Zwitserland	InterLIS	Omvat conceptuele model en formaat

Tabel 1 Bestaande nationale standaards.

en DKM-standaards zijn SAIF, JHS 116 (met een aparte standaard voor presentatie - JHS 117), EBDS (idem met een symbolencatalogus), SOSI, InterLIS, CERCO-ETDB, CEN TC 287 en GDF.

Bij de standaardisatie is de nominale grondslag belangrijk voor de definitie van kwaliteit. Kwaliteit moet een uitspraak doen over de verschillen tussen de beoogde en de feitelijke bestandsinhoud. De feitelijke bestandsinhoud moet dus niet worden vergeleken met de werkelijkheid, omdat in de werkelijkheid veel meer bestaat dan is opgenomen in het

Instantie	Standaard	Omschrijving
CEN/TC 287 (Comité Européen de Normalisation)	-	Momenteel in ontwikkeling sinds 1992
ISO/TC 211 (International Standardization Organisation)	-	TC in april 1994 opgericht. Nog geen verdere gegevens bekend
IHO (International Hydrographic Organisation)	SP 57 (DX 90)	Alleen voor hydrografische kaarttoepassingen
CERCO (Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle)	ETDB (European Territorial Data Base)	Ontwikkeling binnen het MEGRIN project om bestaande en toekomstige officiële bestanden te koppelen
DGWIG (Digital Geographic Information Working Group)	Digest (Digital Geographic Exchange Standard)	Voor overdracht van gegevens tussen nationale systemen en een geïntegreerde NATO structuur
Drive EDM	GDF 2.0	Ontwikkeld voor transport/weg-toepassingen

Tabel 2 Bestaande internationale standaardisatiecommissies.

bestand. De inhoudspecificatie maakt duidelijk wat de gewenste bestandsinhoud is (de nominale grondslag). Bij de overdracht van gegevens kan de beoogde bestandsinhoud voor de leverancier voldoende zijn, maar voor de ontvanger onvoldoende. De ontvanger moet dan besluiten of de kwaliteit van het bestand opweegt tegen de te maken kosten van aanschaf en overdracht en van de inwinning van de aanvullende gegevens. Bij de overdracht moeten dus ook de nominale grondslag en de kwaliteitgegevens worden geleverd, zodat de ontvanger kan bepalen wat voor hem de waarde is van de verkregen gegevens. Geen van de vervaardigde standaards is daartoe volledig in staat, deels omdat de kwaliteitgegevens niet in voldoende mate kunnen worden overgedragen. Kwaliteit zou een enkel geometrisch of niet-geometrisch attribuut, een verzameling attributen, een exemplaar van een entiteit, een verzameling exemplaren van entiteiten of een (verzameling) bestand(en) moeten betreffen. Hiervoor is een (vrij ingewikkeld) gestructureerd conceptueel model nodig waarin de meeste standaards niet voorzien. Alleen het ontwerp-kwaliteitsmodel van de CEN TC 287 bedoelt zo'n structuur te realiseren. Dit model is echter nog niet gereed.

5. Conclusie

Het begrip DLM/DKM wordt in het buitenland maar zeer matig toegepast. In Duitsland waar het begrip is ontstaan wordt zeer principieel aan deze oplossing de hand gehouden. In Canada waar de opzet van een gescheiden topografisch en kartografisch gegevensbestand reeds aan het einde van de 70-er jaren werd toegepast wordt de term DLM/DKM niet gebruikt. Bovendien vindt vaak een verwarring van terminologie plaats: onder DLM wordt vaak een DTM (Digitaal Terrein Model) verstaan, terwijl DTM weer verwarring geeft met een DHM (digitaal Hoogte Model, Engels DEM - Digital Elevation Model). Mijns inziens is het goed om onderscheid te maken tussen een DLM en DKM, maar misschien is het beter om aan te sluiten bij de Engelse en Franse terminologie: digitaal topografisch bestand - digitaal kaartbestand.

Verslag van opening en discussie studiedag DLM/DKM

opgesteld door

René van der Schans, Sylvia de Hoop en John van Smaalen

1. Opening

De dagvoorzitter, prof. *Molenaar*, vatte in zijn openingswoord het thema van de studiedag kort samen: hoe is de verhouding tussen GIS enerzijds en kaarten en kartografie anderzijds? We zijn gewend te denken in termen van kaarten en produceren ook nog veel kaarten, maar geleidelijk treedt er nu een verschuiving op naar beschrijvingen van de ruimte ongeacht de grafische voorstelling. De koppeling tussen deze beschrijvingen (DLMs, Digitale Landschaps-Modellen) aan de kartografische voorstelling en de digitale vastlegging daarvan (DKMs, Digitale Kartografische Modellen) staat centraal op deze studiedag.

De directeur van de Topografische Dienst, drs. *Geudeke*, die als gastheer voor de studiedag optrad, heette de aanwezigen welkom. Hij zag twee redenen voor genoeg: 1. dat er leven zit in de Nederlandse Commissie voor Geodesie; 2. dat er binnen de commissie discussie plaats vindt over het thema van de koppeling van ruimtelijke informatie aan de kaart. Hij wenste de deelnemers een succesvolle dag.

2. Discussie bij de voordrachten

Voordracht ir. Van der Schans

Naar aanleiding van de voordracht en de van tevoren toegezonden tekst formuleerde de referent, drs. *Boersma*, een drietal vragen:

1. Het verschil tussen tekenpakketten, zoals CorelDraw, die uitsluitend DKMs produceren, en GIS- en CAD-pakketten, die DLMs kunnen aanmaken en bewerken, lijkt technisch gezien niet zo groot. Waarom dan toch dit verschil benadrukken?
2. In ATKIS worden DKMs permanent opgeslagen als verlengstuk van de DLMs. Is dat nu altijd nodig, en is dit bij kleinschalige kaarten misschien meer van belang dan bij grootschalige?
3. Hoe groot is het bevattingsvermogen in een organisatie voor het in de voordracht aangegeven onderscheid tussen terreinbeschrijvende en kaartbeschrijvende bestanden?

De vragen 1 en 2 werden door *Van der Schans* beantwoord.

Vraag 1: Technisch is het verschil inderdaad gering, maar psychologisch maakt het veel uit of iemand werkt aan een twee-dimensionale tekening met grafische attributen als kleur en lijndikte, of dat hij of zij een drie-dimensionaal model construeert met terreinbeschrijvende attributen, waar dan automatisch een tekening uit komt rollen. In Frankrijk is

nogal wat psychologisch onderzoek gedaan naar begripsmatige problemen die optreden bij het teken- en CAD-onderwijs.

Vraag 2: Naarmate de structuur van het DKM verder gaat afwijken van die van het DLM wordt de behoefte aan permanente opslag van het DKM sterker. Bij grootschalige kaarten met weinig thematische attributen is de afleiding van een DKM uit een DLM eenvoudig (de geometrie blijft meestal hetzelfde en de thematiek wordt snel omgezet in lijnsymbool of kleur). Bij kleinschalige kaarten, met veel thematiek, moeten er nogal wat ingewikkelde transformaties plaatsvinden en treedt ook het collage-effect op (overlap, cluster), wat meestal interactief moet worden opgelost. De resultaten daarvan zal men dan min of meer permanent willen bewaren.

Vraag 3 was aan de zaal gericht. De discussie ging echter meer over het onderscheid DLM/DKM als zodanig dan hoe dit in een organisatie wordt opgepikt. *Den Boer* gaf aan dat er ook in de praktijk een groot verschil is tussen Computer-Aided Design en Computer-Aided Drafting, met belangrijke economische consequenties. *Kraak* vond het onderscheid tussen terreinbeschrijving en kaartbeschrijving vanuit de topografische invalshoek duidelijker geworden dan vanuit de thematische. *Van der Schans* stelde daarop dat in ATKIS het accent op de topografie is gelegd, maar dat de algemene theorie ook de thematiek omvat: alles is in het beeldvlak weer te geven. *Boersma* opperde, dat topografische gegevens makkelijker zijn te visualiseren dan thematische; hierop werd echter vanuit de zaal ontkennend gereageerd. Volgens *Harts* is er altijd sprake van DKM's, anders is er geen sprake van lijnen en punten en bestaat alles uit vlakken. *Van der Schans* vond dit een misverstand: al in het DLM wordt de werkelijkheid geabstraheerd tot punten, lijnen en vlakken, en hetzelfde kun je (onafhankelijk daarvan) doen met de grafische voorstelling.

Voordracht ir. Kolk

Referent bij deze voordracht was prof. *Groot*. Hij stipte drie punten aan ter discussie: het onderhoud van de gegevens, het gebruik en de financiering ervan. Het onderhoud zou kunnen plaatsvinden door het kopen van bijhoudingsgegevens van anderen (wat problemen geeft bij de bestandsuitwisseling); bij het gebruik speelt het probleem van de diversiteit: wie gaat die markt ontwikkelen, de overheid of de private sector, en wie is bereid om de bijhouding te financieren? Wat voor criteria leg je aan voor de keuze kaart-, DLM-en/of DKM-productie, bijvoorbeeld wanneer we een ontwikkelingsland willen adviseren? Of moeten we deze landen weer door onze ontwikkeling (dus van kaart via DKM naar DLM) sleuren?

Kolk schetste de problemen die de Ordnance Survey had ondervonden bij het automatisch produceren van objectbestanden (DLMs) uit de meer kartografisch gerichte DKM-bestanden. Dit mislukte. Wat betreft het gebruik van de gegevens: de Topografische Dienst heeft zelf geen toepassingen voor DLMs buiten de eigen kaartproductie. De keuze of je DLM's aanmaakt direct uit je opnamegegevens of uit kaarten hangt ook af van de revisiecyclus van de bestanden. Bij een snelle revisiecyclus zul je kiezen voor een integratie van DLM- en kaart-(DKM-)productie, bij een minder snelle cyclus zul je eerder kiezen voor het omzetten van DKM's in DLM's. De TDN heeft het maken van DLM's en kaarten momenteel gescheiden.

Bontje had gelijke ervaringen als de Ordnance Survey: hij kon uit de bestanden van de Topografische Dienst geen vlakken genereren. *Coelman* suggereerde dat dit te verklaren viel door de DKM-achtige structuur van deze bestanden, die vooral punten en lijnen beschrijven. *Harts* opperde, dat het misschien mogelijk zou zijn het DLM op te bouwen, niet uit aanwezige DKMs, maar uit de opnamegegevens zelf.

Voordracht ir. Murre

De referent bij deze voordracht, prof. De Vos, had zijn aantekeningen reeds bij de toezending van het programma ter beschikking gesteld. Deze luiden:

"In de algemene inleiding op de studiedag wordt de vraag gesteld, of DKM (digitale kaarten) en DOM (objectbestanden) naast elkaar moeten of zullen blijven bestaan. In Amsterdam is men van plan het digitaal bestand van de grootschalige basiskaart van Amsterdam om te zetten in een bestand met een objectgerichte gegevensorganisatie. Het is niet geheel duidelijk of de beide bestanden naast elkaar blijven bestaan en of dat wel handig is gezien de problematiek van de bijhouding van de bestanden.

Onder de beleidsparaplu van de Stuurgroep GBKN heeft een werkgroep van gemengde samenstelling (gemeenten, nusbedrijven, waterschappen, Kadaster), rekening houdend met het Terreinmodel Vastgoed van de RAVI (concept NEN-Norm 3610), een productspecificatie van een vlakgeoriënteerde minimale norm-GBKN opgesteld. Binnen deze werkgroep is altijd uitgegaan van de aanwezigheid van één bestand, dat tevens een kaartbeeld bevat voor "raadpleging en interactie" (zoals de organisatoren van de studiedag het beschrijven). Een objectgericht bestand met alleen een administratieve doelstelling zal te beperkt van opzet blijken.

Binnen de genoemde werkgroep is ook gekeken naar de kosten van een objectgericht bestand voor een grootschalige kaart. Het vermoeden bestaat (de proeven zijn nog niet helemaal afgerond) dat de vervaardiging van een objectgericht bestand duurder is. Ik ben van mening dat aandacht moet worden besteed aan de financiering van de conversie van de vele analoge bestanden naar digitale objectgerichte bestanden. Gezien de toepassingsmogelijkheden ligt de toekomst bij deze objectgerichte bestanden."

De referent voegde hier op de studiedag nog aan toe, dat het DKM duidelijk aan de gebruikerskant ligt. Tevens haakte hij in op de vragen van prof. Groot: objectgericht werken is prima, maar wat kost het, en waarom doe je het? Ook stelde hij met betrekking tot de objectgerichte basisregistratie: ieder voor zich of coördineren?

De discussie richtte zich nu duidelijk op het objectprobleem. *De Kruif*: wat is een object? Kunnen we dat wel definiëren, en moeten we dat wel definiëren met het oog op het gebruik? Wat is het voordeel van het werken met objecten? *Molenaar* suggereerde, het kostenaspect te koppelen aan een gebruikersspecifieke objectdefiniëring, waarop *Murre* beschreef, dat men in Amsterdam is begonnen met het definiëren van gebouwen, hoewel (omdat?) niemand daarvoor verantwoordelijk is als bronbeheerder! *Boersma* stelde, dat iedereen andere objectdefinities hanteert. *Groot*: dat is precies het probleem dat in het Chorley-rapport is gesignaleerd. In 1986 was er discussie over de tijd en kosten die het maken van een digitaal bestand met zich meebrengt. Als alles wat op een topografische kaart voorkomt wordt overgenomen is dat veel, maar uiteindelijk blijken de gebruikers te kunnen werken met maar 12 à 13 feature-codes in een multi-purpose-bestand. *Bregt*: Standaardiseren en afspraken maken is niet altijd mogelijk. Er zijn verschillende invalshoeken op informatie. Volgens *Van Oogen* wordt in het Terreinmodel Vastgoed een DLM omschreven waar meerdere partijen het over eens kunnen zijn. Dit gaat dus niet diep. *Molenaar*: ook het hanteren van algemene objectdefinities beperkt de bruikbaarheid en flexibiliteit, je spitst je toe op een bepaalde gebruikersgroep. Dit heeft een negatieve invloed op de kosten-baten-balans.

Voordracht ir. Heres

De discussie werd nu ingeleid door ir. *Van den Berg*, cultuurtechnicus en bij de provincie Utrecht werkzaam in de ruimtelijke informatievoorziening en de computerkartografie, een tweedeling waarin hij het onderscheid DLM/DKM herkende. Hij had wat problemen

met de terminologie: is het beschouwingsgebied niet breder dan de L van landschap in de term DLM? (inderdaad, maar vind maar eens een betere term!), en wat het "digitaal" aangaat: is de computertechniek bepalend? Verder vroeg hij zich af, wat we onder een DLM moeten verstaan: een logisch gegevensmodel, een terreinmodel vastgoed, een operationeel gegevensmodel of gewoon een digitaal bestand (Van der Schans: het laatste). DLM zag hij als stabiele basis voor afstemming en gegevensuitwisseling, DKM als uitvoerdefinitie, voor communicatie met de gebruiker en voor het vertellen van een boodschap. Een DKM kan uit een oogpunt van doelmatigheid, snelheid en kwaliteit permanent worden vastgelegd, maar dit mag niet ten koste gaan van klantgerichtheid, flexibiliteit en toepassingsgerichtheid. Vanuit zijn eigen ervaring bepleitte hij het toewerken naar DLMs, met daarnaast creatief aandacht voor de kartografie.

Bontje heeft de ervaring, dat nog 95% van de mensen aan DKMs werkt, en dat nog maar heel weinig lieden met DLM bezig zijn. Ook *Van Oogen* constateert, dat er nog een grote groep in het kaartenmaken zit. *Heres* stelt, dat het zo begonnen is, maar dat in het domein van verkeer en vervoer het DLM nu voorop staat, en de visualisering daarbij maar een klein onderdeel vormt. *Van den Berg*: er zijn ook GIS-toepassingen waar geen kaart uit komt, alleen tabellen. Er zijn echter maar weinig organisaties waar de analyse-mogelijkheden van GIS voorop staan. *Bregt* is het ook niet eens met de stelling, dat iedereen nog in DKM-terminen denkt. Diverse diensten, gericht op ruimtelijke analyses, werken al jaren aan DLMs.

Voordracht ir. Aalders

Naar aanleiding van deze voordracht stelde de referent, drs. *Bakker*, de vraag: doen we het wel goed? Is de relatie van de TDN met het buitenland op het gebied van gegevensuitwisseling wel optimaal (Duitsland vraagt nu nog wel analoge deeltekeningen!), kunnen de Nederlandse gebruikers wel leven met de huidige standaardisatie? En moet er op Europees niveau niet worden gestreefd naar een uniformering van schalen/resolutie?

De discussie spitste zich weinig toe op deze vragen. *Groot* ging nog even in op de historie van het DLM/DKM-paradigma, wat volgens de voordracht van *Aalders* al veel eerder (in Canada) was bedacht dan uit de Duitse publikaties blijkt. Al in 1972 heeft *Jim Linders* gewezen op de noodzaak van het onderscheid tussen gegevensdefinitie enerzijds en presentatievorm anderzijds. *Molenaar* stelde het schaalprobleem ter discussie: kun je uit grootschalige (gedetailleerde) gegevens bestanden op kleinere schaal afleiden, en wanneer is het beter om maar opnieuw te gaan waarnemen? *Groot*: als het laatste goedkoper is, moet je dat zeker doen.

3. Slotdiscussie

Door verhindering van een van de inleiders, die over "DLM/DKM bij ruimtelijke analyses" zou spreken, was een van de referenten, dr. *Bregt*, nog niet in de gelegenheid gesteld zijn discussiepunten naar voren te brengen. Hij mocht nu de slotdiscussie openen met een schema, waarin meerdere parallele DLMs werden getoond, meerdere op het probleemveld gerichte presentatiebestanden (DKMs), en daar tussenin de ruimtelijke analyse. De DLMs moeten niet alleen toestanden beschrijven, maar ook, en dat uitdrukkelijk, processen: het moeten wereldmodellen (DWMs) zijn. Hij poneerde twee *stellingen* ter discussie:

1. bij het uitvoeren van ruimtelijke analyses spelen DKMs geen enkele rol.
2. bij de toepassingsgebieden wordt het verschil tussen DLM en DKM niet als zodanig ervaren; dit leidt in de praktijk ook niet tot problemen.

Over de eerste stelling struikelden enkele deelnemers. Een niet geïdentificeerde deelnemer: "Wat versta je onder analyse? Ook het DKM speelt hierbij een rol, namelijk om resultaten te beoordelen en eventueel parameters bij te stellen.", Ook *Damoiseaux* en *Van der Schans* waren er niet gelukkig mee. *Damoiseaux* onderstreepte het belang van visuele analyses, die niet met algoritmen zijn uit te voeren. *Van der Schans* kon dit slechts beamen. *Aalders* benadrukte, dat voor algoritmische analyses heel andere gegevens nodig zijn dan voor een DKM. *Bregt* gaf nog eens aan, dat hij voor zijn werk alleen behoefte heeft aan DLMs. Hij kreeg voorheen voornamelijk DKMs aangeleverd, waar hij niets mee kon. Bij de provincie Utrecht is er volgens *Van den Berg* maar één DLM, maar *Aalders* stelde dat het vaak handiger is om meerdere DLMs naast elkaar te definiëren.

De dagvoorzitter, prof. *Molenaar*, haakte in op de tweede stelling van *Bregt*: zijn de begrippen DLM/DKM zinvol, is daarmee structuur in het veld te brengen, en is het noodzakelijk aandacht te besteden aan de visualisatie?

Heres: Kunnen we zeggen dat een DKM duidelijk is te definiëren en dat wat overblijft tot de DLM's kan worden gerekend? *Aalders*: DLMs zijn alle gegevensverzamelingen die tot een DKM kunnen leiden. *Harts* voerde de discussie echter weer terug op zijn essentie: het onderscheid ligt in een beschrijving van de werkelijkheid en een beschrijving van de kaart.

Damoiseaux ziet problemen in de relatie DLM/DKM vooral bij de kleinschalige kartografie. Moeten we niet naar andere weergavetechnieken toe, afgestemd op de digitale mogelijkheden? We hebben nu nog teveel een analoge kijk op de kartografie. *Molenaar*: komt onderscheid in schaal niet uit praktische eisen voort? Bij schaal 1:1.000.000 denken we mogelijk eerder in termen van visualisatie, en minder aan objecten. *Groot*: je moet kijken naar de toepassing. Op mediumschalen is de visualisatie een groot probleem, bij grootschalig werk weer minder. *Ormeling* acht standaardproducten voor DKMs wel wenselijk. Deze kunnen dan fungeren als uniforme referentie (ondergrond).

4. Sluiting

Hoewel diverse mensen nog wel wat naar voren wilden brengen sloot de voorzitter de discussie, met dank aan de deelnemers van de studiedag. De bijdragen zullen worden geëvalueerd door de Subcommissie GIS van de NCG, en mogelijk kunnen daar onderzoeksvoorstellen uit voortkomen.

Lijst van deelnemers studiedag DLM/DKM

Ir. H.J.G.L. Aalders	Faculteit der Geodesie TUD, Delft
Drs. N.J. Bakker	Topografische Dienst, Emmen
Ir. B.J. van den Berg	Bureau Ruimtelijke Informatievoorziening en Computer- cartografie, Dienst Ruimte en Groen, Provincie Utrecht, Utrecht
A.M. den Boer	Meetkundige Dienst RWS, Delft
Drs. F.H. Boersma	Intergraph Benelux, Hoofddorp
Ir. E.J.M. Bontje	Van Steenis, Houten
Dr.ir. A.K. Bregt	Staringcentrum (SC-DLO), Wageningen
Ir. B.H. Coelman	Bouwdienst Gemeente Enschede, Enschede
Drs. M.A. Damoiseaux	Meetkundige Dienst RWS, Delft
Drs. ing. H. Geesink	Landinrichtingsdienst, Utrecht
Prof.ir. R. Groot	ITC, Enschede
C.G.P. Guikers	BRIDGIS BV, Druten
Dr. J.J. Harts	Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht, Utrecht
Ir. L. Heres	Philips Car Systems, Eindhoven
Ir. L.A. Koen	Kadaster, Apeldoorn
Ir. E. Kolk	Topografische Dienst, Emmen
Dr. M.J. Kraak	Faculteit der Geodesie TUD, Delft
Ir. J.C.P. de Kruif	Dienst RO Gemeente Utrecht, Afdeling Landmeten en Vastgoedregistratie, Utrecht
Ir. A.J. Lalesse	Dienst der Hydrografie, Den Haag
Prof.dr.ir. M. Molenaar	Vakgroep Landmeetkunde LUW, Wageningen
Ir. M.P. Moolenaar	Kadaster, Apeldoorn
ir. L.M. Murre	Dienst Stedelijk Beheer, Afd. Landmeten en Vastgoed- informatie, Amsterdam
J.H. van Oogen	RAVI, Amersfoort
Dr.ir. P.J.M. van Oosterom	FEL-TNO, Den Haag
Prof.dr. F.J. Ormeling	Vakgroep Kartografie, Faculteit der Ruimtelijke Weten- schappen, Universiteit Utrecht, Utrecht
Ing. J. van Raamsdonk	Waterschap Regge en Dinkel, Almelo
Ir. R. van der Schans	Vakgroep Landmeetkunde LUW, Wageningen
Ir. J.F. Smeets	KLM Aerocarto, Den Haag
Ing. M.P.J. van de Ven	Gemeente Nijmegen, afd. Landmeten, Nijmegen
Ing. H.A.L.J. Voet	Provincie Noordbrabant, Den Bosch
Prof.ir. W.H. de Vos	Faculteit der Geodesie TUD, Delft

