

PDF versie van het on-line Wikibook:

HANDBOEK Geo-visualisatie Kaarten maken met een GIS

mei 2008

T.Nijeholt

WSBN nl-3-04-009-00001


Handboek Geo-visualisatie

Kaarten maken met een GIS

voor Annemarie en Tinka

Handboek Geo-visualisatie

Kaarten maken met een GIS

 **Dit boek gaat over het maken van kaarten met een GIS**, een Geografisch Informatie Systeem. Het is een uitgebreid handboek. Het doel is de (beginnend) GIS-specialist, cartograaf, onderzoeker of kaartenmaker te laten zien hoe je leesbare, professionele kaarten kan maken. Maar ook ervaren GIS-sers zullen het kunnen gebruiken als verdieping, naslagwerk of voor nieuwe ideeën. Veel aspecten komen aan bod. Welke geo-informatie kan je het beste gebruiken? Hoe moet je daar vervolgens met je GIS mee omgaan? Welke kleuren en symbolen kan je het beste gebruiken? In welk digitaal formaat kan je het beste je eindproduct voor drukwerk of een website opleveren? Na het lezen van dit handboek - met veel voorbeelden en tips - ben je op de hoogte van de belangrijkste GIS-principes, GIS-technieken, geo-informatie-kenmerken, cartografische mogelijkheden en richtlijnen. Het handboek kent twaalf modules verspreid over drie delen A, B en C. Daarnaast zijn er vragen en antwoorden, een woordenlijst en vele links voor verdere verdieping en het kunnen vinden van kaartmateriaal.

Auteur: T.Nijeholt

OVER DEZE PDF-VERSIE

Deze PDF-versie is gemaakt van de definitieve versie zoals die op/rond begin mei op Internet stond. De links, de lay-out, de positie, grootte en kwaliteit van illustraties en zelfs de volledigheid van de teksten in deze PDF kunnen door conversie problemen helaas niet gegarandeerd worden. Animated GIF's zijn uiteraard alleen op de internet-versie goed te zien, verwijzingen naar afbeeldingen (zoals 'de figuur linksboven') kunnen soms fout of vreemd zijn. Wel is er met deze PDF een redelijk uitprintbare en (dus) leesbare versie van het Handboek Geo-visualisatie beschikbaar. Van elke module is één PDF. Het gehele handboek bestaat dus uit meerdere pdf-documenten. Aan het eind van elke PDF worden per module de bij alle figuren behorende gegevens (licentie, auteur en bron) genoemd.

De literatuuropgave (de aanbevolen en gebruikte literatuur voor héél het Handboek Geo-visualisatie) wordt in deze PDF-versie aan het einde opgesomd, evenals de licentie/auteursinformatie van de illustraties.

Dit is slechts één (PDF-)deel van het Handboek Geo-visualisatie. Het handboek is in drie PDF-documenten gesplitst, deel A, B en C. Bij deel A is tevens de inleiding toegevoegd. Geadviseerd wordt bij het printen om dit dubbelzijdig en bij voorkeur in kleur te doen; de lay-out is namelijk afgestemd op het dubbelzijdig afdrukken.

Dit Handboek kent sinds 1 mei 2008 de status definitief en heeft versie 1 met zich meegekregen.

Opbouw

Het handboek is opgebouwd uit een 13 modules. De modules zijn verdeeld over drie delen A (Theorie), B (geo-visualisatie) en C (Kaartopmaak). De modules worden hieronder opgesomd. In de PDF-versie is de eerste module bij deel A gevoegd, terwijl de Vragen en Opdrachten, de Woordenlijst en de Overige informatie en Links bij deel C zijn gevoegd.

Modules Handboek Geo-visualisatie:		
Inleiding	} Inhoud van deze PDF	
<hr/>		
Deel A: Theorie		
Inleiding GIS		
Vervolg GIS		
Inleiding Cartografie		
Vervolg Cartografie		
Communicatie		
Deel B: Geo-visualisatie		
Classificatie		
Symbologie		
Deel C: Kaartopmaak		
Labels		
Oplevering van de kaart		
<hr/>		
Vragen en opdrachten		
Woordenlijst		
Overige informatie en links		
<hr/>		
WSBN nl-3-04-009-00001		

Verderop in de Inleiding van dit handboek is een leeswijzer opgenomen met een (klikbaar) figuur om de opbouw in delen helder te maken.

Hieronder een kort overzicht van de inhoud en van de modules (definitieve versie 1, 1 mei 2008).

module	inhoud	aantal pagina's ^{*)}	aantal illustraties ^{**)}
Alle modules <i>samen</i>	Handboek Geo-visualisatie	290	343
Inleiding	Beschrijft in detail het doel en aanpak van dit handboek en welke rol kaarten en GIS kunnen en moeten spelen in de informatiemaatschappij anno nu.	4	3
Deel A: Theorie	Deel A beschrijft de achtergrond die nodig is om aan de slag te kunnen. Oftewel 'wat heb je nodig?' en 'hoe kom je aan de gegevens om überhaupt aan de slag te kunnen?'	10	14
(Deel A) Inleiding GIS	De GIS en geo-informatie achtergrond (basis)	24	26
(Deel A) Vervolg GIS	Idem. Is echter uitgebreider. Nodig wanneer je de gegevens verder wilt bewerken alvorens er een kaart van te gaan maken. Het is een facultatieve module	29	20
(Deel A) Inleiding Cartografie	De cartografische achtergrond (basis)	17	20
(Deel A) Vervolg Cartografie	Idem. Is echter uitgebreider. Nodig wanneer je met projecties moet gaan werken. Het is een facultatieve module	27	35
(Deel A) Communicatie voor Cartografen	Beschrijft communicatieve aspecten en de rol daarvan bij de totstandkoming van een kaart	8	7
Deel B: Geo-visualisatie	Wanneer we eenmaal de gegevens kennen, en er dankzij de GIS-kennis mee kunnen werken, moeten deze gegevens bewerkt en geclassificeerd worden, en voorzien worden van de juiste symbologie. Deel B geeft - vanuit de data beredeneerd - aan hoe dat moet. Hierbij is deze eerste module vrij algemeen.	33	47

(Deel B) Classificatie	Over hoe we de data moeten classificeren en welke kleurenschema's er gebruikt moeten worden.	20	23
(Deel B) Symbologie	Over hoe we de data/objecten moeten symboliseren.	26	43
Deel C: Kaartopmaak	Inmiddels zijn één of meer kaartlagen met de juiste symbologie beschikbaar. Maar hoe maak daar een goede en leesbare kaart van? Deel C geeft - vanuit het eindproduct en de kaartlezer - aan hoe dat moet.	20	25
(Deel C) Labels	Gaat heel specifiek in op alles over labels, teksten op de kaart.	9	14
(Deel C) Oplevering van de kaart	Gaat over de evaluatie van de kaart, de laatste mogelijke verbeteringen en in welk formaat en met welke nauwkeurigheden de kaart dient te worden opgeleverd.	14	13
Vragen en opdrachten	Voor verdere verdieping, verduidelijking of controle kunnen deze opgaven gebruikt worden.	27	36
Antwoorden	Antwoorden op de vragen en opdrachten.	15	16
Overige informatie en Links	Hierin staan links naar sites met (informatie over) bruikbare GIS-pakketten, kaartvoorbeelden, beschikbare geo-informatie, tips en trucs, literatuur, citaten, enzovoorts	6	-
Achtergrondinformatie over dit boek	Informatie over het boek voor schrijvers, mensen die willen redigeren, mogelijk nog toe toe voegen / gewenste onderdelen, et cetera	1	-

^{*)} Het geschatte aantal pagina's indien deze module op een A4, inclusief de illustraties, zou worden afgedrukt met een normale lettergrootte, dus *inclusief* de ruimte voor de figuren.

^{**)} naar schatting 60% betreft door de auteur gemaakte afbeeldingen, 2% is op verzoek van de auteur door copyrighthouders onder de dubbellicentie geplaatst om plaatsing mogelijk te maken, de overige afbeeldingen komen van Wikicommons, Wikipedia of Wikibooks.

Deze informatie, dus dit gehele handboek inclusief illustraties is afkomstig van <http://nl.wikibooks.org> Wikibooks NL. Wikibooks NL is onderdeel van de wikimediafoundation.



- Deze pagina's / modules / dit handboek is het laatst bewerkt op 2 mei 2008, om 13:47. Voor de on-line versie wordt verwezen naar www.wikibooks.nl.
- Overname van illustraties of (delen van) de tekst kan alleen met in achtneming van en met gelijktijdige overname van de genoemde licenties.
- De tekst op Wikibooks is zonder enige vorm van garantie beschikbaar onder de GNU Free Documentation License en de CC-BY-SA licentie. Voor de illustraties kunnen andere licentievormen gelden.
- Auteurs, licentie en bron van alle illustraties worden op het eind van dit PDF-document opgesomd. Deze zijn in principe exact gelijk aan zoals die vermeld zijn op de internetversie. Bij twijfel of verschillen tussen de PDF-versie en de internetversie zijn zowel de rechten op en vermeldingen van figuren als de inhoud van het wikibook zoals die op de internetversie staan de juiste.



Doelstellingen van deze module 'Inleiding'

Na het lezen van deze module weet de lezer wat er in dit handboek behandeld wordt, hoe het is opgebouwd, hoe het 't beste gebruikt kan worden en voor wie het bedoeld is.

Inleiding

- 1 Voorwoord
- 2 Doel
- 3 Doelgroep
- 4 Opleidingsniveau
- 5 Wat staat er in dit handboek?
- 6 Wat is het niet?
- 7 Leeswijzer
- 8 "Een praktisch handboek; waarom dan ook nog theorie?"
- 9 Waarom dit handboek?
 - 9.1 GIS in het onderwijs
- 10 Onafhankelijk
- 11 Licentie
- 12 Illustraties
- 13 Vragen, opmerkingen en feedback
- 14 Referenties
- 15 Versie / Status van dit handboek

1. Voorwoord

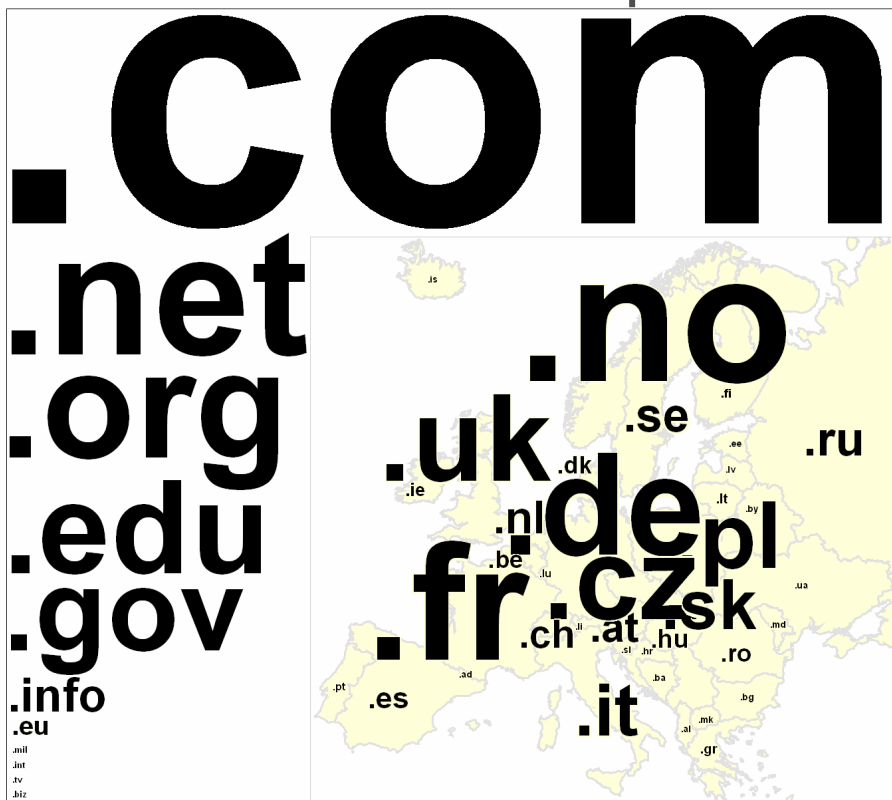
Nog geen tien jaar geleden begon een GIS-cursus ongeneerd met mededelingen als:

- 'Cartografie is een ambacht, door GIS is de cartografische wereld verslechterd' en
- 'GIS-sers en GIS-specialisten zijn geen cartografen maar hobbyisten'.

Persoonlijk houd ik niet zo van dit soort statements, maar er zit - of beter gezegd: zat - een kern van waarheid in beide uitspraken.

Over het eerste aspect kan ik duidelijk zijn. Cartografie is namelijk inderdaad géén te onderschatten wetenschap. Wanneer je niet beseft dat je met communicatie bezig bent, waarbij de 'ontvanger' van de boodschap andere kennis en

Aantal treffers 'GIS' op Internet



Het aantal treffers 'GIS' volgens Google, weergegeven voor generieke (links) en Europese (rechts) topleveldomeinnamen. De tekstgrootte van elke domeinnaam is evenredig met het aantal treffers. Via .com domeinen zijn er maar liefst 1,34 miljoen webpagina's die over GIS spreken, via .nl domeinen zijn het er 150.000.

ideeën heeft dan de kaartenmaker (zender), dan kan de kaart, of beter gezegd het bedoelde effect bij die ontvanger, flink tegenvallen. Sinds de jaren 1970 is het visuele aspect van hoe kaarten er uit moeten zien, goed onderzocht en goed beschreven. Er zijn sindsdien dan ook goede cartografische wetenschappelijke werken voor HBO-ers en WO-ers beschikbaar. Maar die zijn vaak erg dik. Of GIS-specialisten krijgen er van hun baas of door eigen vermeende drukte op het werk geen aandacht voor. Of ze worden overstelpt met zinnige en onzinnige informatie van de naar schatting 10 miljoenen sites over GIS (zie ook de afbeelding rechts). Met dit handboek is er nu een goede samenvatting van cartografische principes. Als naslagwerk, als serie tips en als oefenmateriaal.

Het tweede aspect, GIS-specialisten als hobbyisten, kan soms waar zijn. Dat blijkt helaas nog steeds uit de praktijk. Voel jij je aangesproken? Met de bagage uit dit handboek hoeft dat niet. Gelukkig besteden GIS-cursussen ook al meer aandacht aan de cartografie. En de GIS-programma's zelf begeleiden de GIS-specialist steeds beter de juiste kant op. Dat moet ook wel, want GIS-programma's kennen steeds meer opties. Eenmaal een GIS-'knoppen'-cursus gehad, kan de cartografische kennis verder weg zakken. Raadpleeg dan óf zo'n dikke cartografische pil, of lees dit handboek, om op een praktische manier jouw kwaliteit als GIS-specialist te vergroten. Of je dit nu voor de media, een onderzoeksbureau of een cartografische afdeling doet.

En als ik dan toch moet schrijven met wat uitdagende statements, om de statements uit de eerste alinea maar eens tegen te spreken, dan doe ik dat graag met:

- 'De personen werkzaam in GIS-wereld zijn de laatste 15 jaar professioneler gaan werken, met professionelere middelen' en
- 'GIS-applicaties en hun GIS-sers maken door hun flexibiliteit en snelheid veel meer, veel diversere en daarbij meer cartografisch verantwoorde producten dan de traditionele cartograaf dat ooit zonder een GIS zou kunnen; Hierdoor staan juiste deze cartografische producten dicht bij de onderzoeker, de dynamische data van vandaag en daarmee de doelgroep'.

Anders gezegd, GIS heeft cartografie herhaalbaar, flexibel, toegankelijk en goedkoop gemaakt, waardoor deze 'voorheen voorbehouden' wetenschap gedemocratiseerd is.

Veel plezier met dit handboek Geo-visualisatie!

De auteur heeft aardig wat moeite gedaan - en zal dat blijven doen - om wetenschappelijk juiste, leesbare en praktische teksten te schrijven, voorzien van juiste en relevante plaatjes. Ook zijn die plaatjes met de grootst mogelijke zorg gemaakt en vallen ze - bij plaatsing - onder de dubbellicentie GFDL/CC-BY-SA. Dit betekent dat - voorzover die figuren niet al onder deze licentie stonden en voorzover deze licenties niet door de auteur zijn gemaakt - de rechthebbende / auteur gevraagd is om die afbeelding te mogen plaatsen onder de dubbellicentie. Zijn er van uw kant opmerkingen, verbeteringen of suggesties voor aanvullingen, dan houdt de auteur zich aanbevolen..

Het boek beoogt een wetenschappelijk niveau en inhoudelijke juistheid te benaderen. De auteur heeft daarom getracht een foutloos en - binnen de gekozen doelstelling - zo compleet mogelijk handboek te schrijven. Daar waar dit volgens lezers, GIS-specialisten en cartografen net niet helemaal bereikt zou zijn, leent het gekozen platform - Wikibooks - zich uitermate om wijzigingen aan te brengen. Het ligt in de bedoeling om deze zomer ook een PDF-versie gereed te hebben. Deze versie zal dan via de inhoudsopgave (rechtsboven) als link in beeld gebracht worden.

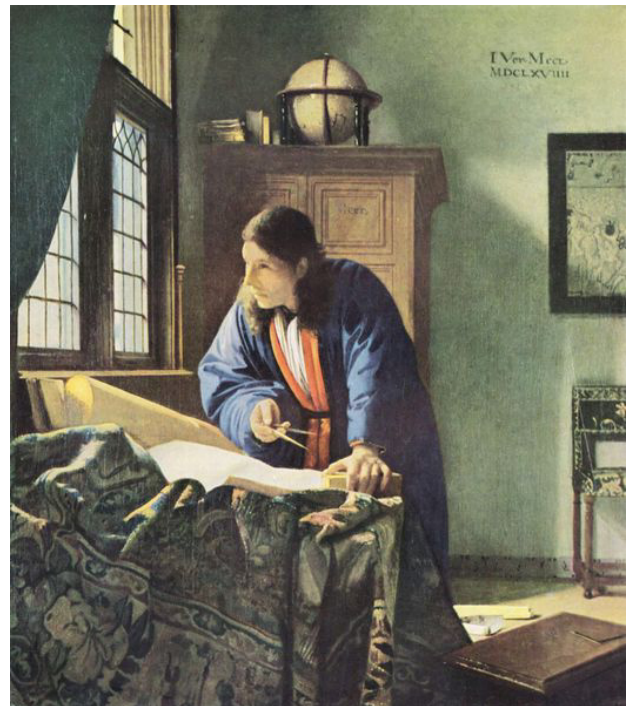
1 juni 2007 / 27 april 2008, --T.Nijeholt 27 apr 2008 20:36 (CET)

2. Doel

Doel van dit handboek is dat de lezer genoeg motivatie, tips en cartografische achtergrond heeft om:

- kaarten (door anderen) gemaakt met een GIS te kunnen beoordelen / verbeteren;
- zelf met een GIS goede kaarten te kunnen maken - aangenomen dat hij over een GIS en de bijbehorende 'knoppenkennis' beschikt. Oftewel, zelf te kunnen beslissen welke geografische principes en karteermethodes in bepaalde situaties gekozen dienen te worden.

Via praktijkvoorbeelden en - in Deel A - theorie zal dit langzaam worden opgebouwd.



De Geograaf, door Jan Vermeer van Delft

3. Doelgroep

Tot de doelgroep behoren:

- beleidsmakers en onderzoekers die zelfstandig met een GIS om moeten kunnen gaan
- kaartenmakers die werken voor webpagina's en kranten
- GIS-specialisten die meer cartografische kennis willen opdoen
- cartografen die meer GIS-kennis op willen doen
- GIS-specialisten en cartografen die zich willen heroriënteren op het maken van kaarten
- startende GIS-specialisten
- docenten die zich in GIS willen verdiepen, bijvoorbeeld docenten uit het MBO en op middelbare scholen
- CAD-specialisten die zich willen om- of bijscholen tot GIS-specialist en
- overige geïnteresseerden.

Voor alle doelgroepen geldt dat het handig is als de inhoud van dit handboek binnen niet onafzienbare tijd ook daadwerkelijk wordt ingezet. Gelijktijdig is dit handboek ook zo geschreven dat de theorie en voorbeelden kunnen worden teruggevonden op het moment dat in de praktijk de kennis en de voorbeelden weer naar voren moeten worden gehaald.

Het handboek kan zowel individueel (door 'autodidacten') worden gebruikt, als binnen een cursus of opleiding.

Hoewel de doelgroep dus breed is, wordt de lezer - wanneer hij aangesproken wordt op verantwoordelijkheid vanuit functie/beroep - in de tekst gemakshalve en omwille van de leesbaarheid vaak aangeduid met GIS-specialist. Hiervoor kan dus ook bijvoorbeeld cartograaf gelezen worden.

4. Opleidingsniveau

- MBO minimaal, HBO/WO is echter aanbevolen.
- Een beperkte basiskennis van GIS, of anders een GIS-applicatie waar direct een en ander mee kan worden uitprobeerdd is een pré.

5. Wat staat er in dit handboek?

Geo-visualisatie is een mooi woord voor het visualiseren van gegevens met een ruimtelijke (=geografische) component. Zeg maar 'kaartjes maken'. Het maken van kaarten - zo zal blijken - is er niet alleen om het kaarten maken zelf, maar is er ook om iteratief bepaalde (ruimtelijke) theorieën te toetsen. Was voorheen (zeg tot 1990) het kaarten maken het domein van cartografen, van aparte kaartenmakersbedrijven en van GIS-specialisten in ver weg gestopte GIS-afdelingen, met de komst van goede GIS-programma's - al of niet via internet - is het tegenwoordig mogelijk dat elke beleidsmaker of onderzoeker dit *zelf* zou moeten kunnen. 'Zou moeten kunnen', omdat dit niet altijd het geval is. Er dient wel even een GIS op zijn PC aanwezig te zijn. Hij dient digitaal (geografische) kaartmateriaal te hebben. Een collega heeft hem warm gemaakt, en hij gaat op een goede cursus GIS. Binnen no-time rollen er de mooist gekleurde kaarten uit zijn PC. Maar of het goede kaarten zijn is de vraag, want:

- Is de kaart snel te lezen?
- Is de kaart een antwoord op de (onderzoeks)vraag / illustratief voor het (web- of kranten-) artikel?
- Sluit de kaart aan bij de doelgroep?
- Zijn de verkregen (bron)data wel juist?
- Zijn de data wel eerlijk ('cartografisch juist') in beeld gebracht?
- Is de kaartopmaak wel volgens de regels?

Dit handboek geeft hier antwoorden op. Al deze aspecten komen aan bod:

- Hoe kan ik een kaart beoordelen?
- Welke richtlijnen zijn er voor thematische kaarten (kaarten die een kenmerk in beeld brengen, zoals bevolkingsdichtheid of vervuilingsgraad)?
- Wat zijn richtlijnen voor de kaartopmaak?

Voor onderzoekers / kaartenmakers die een nog beperkte GIS-kennis hebben, is aan het aspect GIS en geo-informatie een aardig aantal hoofdstukken gewijd. Op het einde van het handboek wordt verwezen naar een aantal veel gebruikte GIS-pakketten, handige links en verdere literatuur.

6. Wat is het niet?

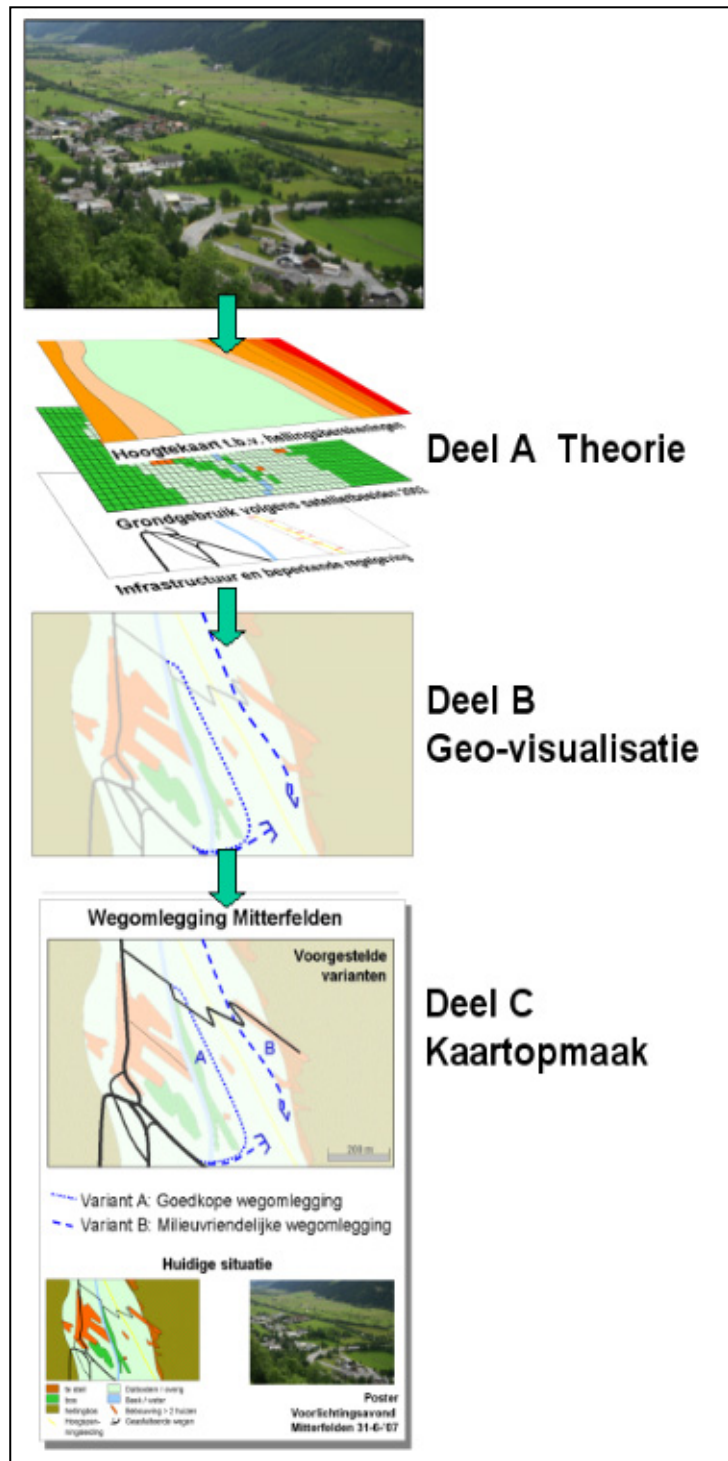
- Een 'knoppencursus' GIS; Deze kennis kan al aangeleerd worden via (commerciële) aanbieders van die GIS-pakketten en andere instituten / bedrijven.
- Informatie en tips over GIS-analyses. Dit is uiteraard wél het werkerterrein van een GIS-specialist, maar het benodigde opleidingsniveau, al bestaande professionele opleidingen en vaak in subspecialismen uitwaaiende doelen maken het op dit moment onmogelijk om hier diep genoeg op in te gaan in dit handboek.

7. Leeswijzer

De beste volgorde is eerst deel A, dan B, dan C. Deel C kun je overslaan indien het je vooral om thematische kaarten gaat voor onderzoeksdoeleinden. Op het moment van publicatie van een dergelijke kaart - of dat nu in de media is of in een onderzoeksrapport - zal het echter toch goed gesteld moeten zijn met de titel, de labels, de visuele hiërarchie van de kaart, et cetera, et cetera. Lees in die gevallen deel C op het moment dat het nodig is. Lezers die al langer met GIS werken zullen fluitend door met name het eerste deel van de theorie gaan, maar delen B en C zullen veel 'Aha-erlebnissen' opleveren.

Figuur rechts; De opbouw van dit handboek. Klik op de juiste plek op deze afbeelding en je gaat naar het juiste deel. Zweef je met je muis boven deze afbeelding, dan wordt de structuur uitgelegd.

- De boodschap van de belangrijkste hoofdstukken wordt steeds onderaan samengevat; deze is met een extra steunkleur aangezet. Ook tips worden met een extra steunkleur duidelijk aangegeven.
- Er is omwille van de leesbaarheid gekozen om consequent 'hij' en 'zijn' te gebruiken waar dat net zo goed ook 'zij' en 'haar' had kunnen zijn. Ook is er in dit handboek gekozen om te tutoyeren.
- Wanneer de lezer wordt aangesproken op zijn verantwoordelijkheid vanuit zijn functie/beroep, wordt deze in de tekst gemakshalve - en omwille van de leesbaarheid - meestal aangeduid met GIS-specialist.



- Hiervoor kan echter ook cartograaf gelezen worden, of een andere beroep waarin beroepshalve gebruik van GIS wordt gemaakt. De doelgroep is immers breder.
- Hyperlinks die naar plekken elders in dit handboek verwijzen, komen terecht bij het hoofdstuk / de paragraaf waarin het onderwerp wordt besproken, niet naar de exacte plek van dat onderwerp. In sommige gevallen betekent dit even zoeken in de tekst. Meestal zijn die onderwerpen vet gemaakt, net als de belangrijkste termen.
 - De aanbevolen schermresolutie is 1280 x 960 of 1280 x 1024. Hoger is niet noodzakelijk, maar kan. Een lager resolutie kan ook, maar levert een minder mooie beeldverhouding tussen de illustraties en teksten. Soms verschijnen dan ook hinderlijke schuifbalken waarmee tekst en figuren die *nét* niet in zicht komen in beeld gebracht kunnen worden. Kies dus voor 1280 x 960 of hoger.
 - Hoewel sommige vakgenoten er de voorkeur aan geven cartografie met een k te schrijven, is in dit boek gekozen voor de spelling met een c.
 - De term 'data' beschrijft feitelijk gezien meervoud. In dit handboek is er echter voor gekozen dit als enkelvoud te beschouwen. Dit omdat de term hier alleen als enkelvoudig begrip gebruikt wordt voor gegevensset of een kenmerk, zoals bijvoorbeeld in 'rasterdata'. Dit maakt het lezen eenvoudiger. Inmiddels is gebleken dat een aantal taalpuristen deze consequente aanpak hebben doorbroken; van "De verkregen data is niet altijd betrouwbaar" - om maar eens een voorbeeld te noemen - maken zij "De verkregen 'data zijn' niet altijd betrouwbaar".
 - Dit handboek is dynamisch; het staat immers op een open, wijzigbaar platform dat Wikibooks heet. Dit betekent dat delen uit de tekst wellicht een maand later net iets verbeterd kunnen zijn. De auteur zal zo veel mogelijk dit open principe willen handhaven, maar gelijktijdig proberen te zorgen dat het een compleet handboek blijft met een consequente schrijfstijl, structuur, inhoud en scope zoals die van origine bedoeld is.

8. "Een praktisch handboek; waarom dan ook nog theorie?"

Zoals in het voorwoord weergegeven - de auteur en de GIS-specialist kunnen er niet omheen - cartografie is een wetenschap. Een toegepaste, communicatieve, technische wetenschap. Zonder die kennis is het aantal opties in een GIS te groot. De kans op (ondoordachte) fouten in kaarten is ook te groot. De insteek is gekozen om de theorie *nét* zo zwaar te laten zijn - en *niet* zwaarder - als nodig is voor het bedenken, maken en beoordelen van kaarten met een GIS. Zou jij als GIS-specialist hier geen kennis van nemen, dan is er een grote kans dat de conservatieve cartograaf uit de eerste alinea van het voorwoord gelijk krijgt voor wat betreft jouw producten.

9. Waarom dit handboek?

- Er bestaan weinig boeken of cursussen over GIS of cartografie die zich beperken tot echt praktische tips. Vaak zijn de cartografische boeken erg wetenschappelijk, of zeer uitgebreid. Het zijn daarmee *zéér* waardevolle boeken, maar iets te zwaar als je snel wilt beginnen. Of te duur en omvangrijk als je wil kijken 'of het iets voor je is'. De echte GIS-boeken zijn juist vaak weer geschreven door een specifieke GIS-leveranciers. Terminologie en de getoonde opties zijn dan vaak ook echt voor dat GIS-pakket geschikt. Dit boek kent beide nadelen niet.
- Beleidsmakers, onderzoekers en soms zelfs kaartenmakers van bepaalde media hebben helaas niet altijd cartografische bagage meegekregen bij hun opleiding of ze hebben slechts via een cursus geroken aan een GIS. Wanneer ze eenmaal aan de slag zijn met zo'n GIS worden de mooiste voorbeelden tevoorschijn getoverd. Aan de vele kaarten die sommige bedrijven (intern) en kranten (voor al hun lezers) maken, is te zien dat dit steeds vaker gebeurt. Maar het gaat daarmee - dus - ook steeds vaker fout. Enige theoretische kennis en praktische aanwijzingen zijn echt nodig. Een zware cartografische opleiding of boek is overdreven, de belangrijkste tips en valkuilen worden in dit handboek al genoemd.
- Het is een eerste, lichtgewicht praktische cursus om relatief snel, en zo veel mogelijk toch wetenschappelijk verantwoorde kaarten te maken. Voor de echt zware GIS-onderzoeksvragen

en lastige cartografische producties zal de lezer / de doelgroep toch al vanzelf op een specialist afstappen of een dikke cartografische pil raadplegen.

9.1. GIS in het onderwijs

Sinds 2005 is in de literatuur - denk aan Geo-Info, GIS-Magazine en VI-matrix - regelmatig aandacht voor het tekort aan GIS-kennis op de arbeidsmarkt. Dit geldt voor zowel MBO, HBO als WO-niveau. Landmeetkunde klinkt niet sexy, de TU-delft biedt dit niet meer aan als hoofdstudierichting en HBO's en universiteiten werken samen om GIS en geo-informatie dan toch zoveel mogelijk nog samen aan te kunnen bieden, zowel aan studenten als aan onderzoekers (zie ook deel B, in de Module Geo-visualisatie/opleidingen). Het zijn echter vaak 'slechts' hulpvakken. Aan de kant van MBO (GIS@MBO) en het middelbaar onderwijs (EduGIS) wordt gepoogd hier weer een positieve verandering in te brengen. Het inzicht - althans in de GIS-wereld zelf - is er wel dat dit vak als tool breed onder de aandacht gebracht zou moeten worden; het is een hulpmiddel dat niet alleen voor aardrijkskundigen en cartografen is weggelegd. Het ondersteunt elke denkbare discipline. Denk hierbij aan economie, biologie en geschiedenis.

Dit handboek, al of niet langzaam groeiend, kan een bijdrage leveren aan het tekort aan kennis en kunde op dit gebied. Het kan dienen als inspiratiebron, als praktisch hulpmiddel en als opleidingsmateriaal.

Intermezzo: GIS op de middelbare school

Leerlingen op middelbare scholen blijken drie maal zo snel (Edu)GIS-opdrachten te voltooien als hun docenten^[1]. Er lijkt een IT-achterstand te zijn. Ook is er soms angst onder de docenten om voorbij gestreeft te worden door jonge (MBO-)leerlingen, bij lessen met GIS-programma's^[2]. Gewapend met de ruimtelijke kennis en GIS-achtergronden zoals bijvoorbeeld uit dit handboek, kan een (aardrijkskunde)docent dit hiaat wellicht wegwerken.

10. Onafhankelijk

Dit handboek wil voorbeelden tonen en termen noemen, die niet slechts voor een bepaald GIS-pakket of GIS-leverancier gelden, maar voor alle GIS-toepassingen. De voorbeelden zijn daarom divers en komen niet uit één branche.

11. Licentie

De inhoud van dit handboek is vrijgegeven onder de dubbellicentie GFDL/CC-BY-SA. Dit houdt ondermeer in dat (gedeeltelijke) hergebruik of druk van dit handboek mogelijk is onder een aantal voorwaarden, waaronder het noemen van de bron, de auteur(s) en de licentievoorwaarden. Wijzigingen en verbeteringen mogen worden toegepast. Ze dienen echter (daarna of gelijktijdig) onder dezelfde licentie weer te worden vrijgegeven, dus binnen dit handboek. Meer informatie staat onder Dubbellicentie. De exacte en dus rechtsgeldige tekst van deze licentie is dus op www.wikibooks.nl te vinden, onder de genoemde termen.



Dit handboek is vrijgegeven onder de dubbellicentie GFDL en CC-BY-SA (2.5 of later).

12. Illustraties

Ook de geo-informatie die via de kaarten getoond wordt is vrij verkrijgbaar, of er is toestemming voor gevraagd. Dit staat dan bij de bron van die afbeelding zelf genoemd. Veel kaarten zijn specifiek voor dit handboek gemaakt. De auteur staat niet altijd in voor de juistheid van het getoonde kaartje; die dient namelijk alleen als illustratie. Hoewel de kaarten met de grootste zorg zijn gemaakt - en dus vaak juist - is deze data soms verouderd. Of soms zelfs opzettelijk aangepast om iets aan te tonen. Sommige kaarten zijn opzettelijk (cartografisch) verkeerd of zijn bewust op een bepaalde *vreemde* wijze gemaakt. Soms staat dat dan bij het figuur, soms ook in de begeleidende tekst. Gelieve de illustraties daarom niet, of anders met de grootst mogelijke voorzichtigheid te gebruiken voor andere doelen. Naast de tekst zijn ook de illustraties binnen dit handboek vrijgegeven onder de dubbellicentie GFDL/CC-BY-SA. De meeste kaarten, foto's en overige illustraties zijn door de auteur gemaakt (zo'n 60%). Daar waar dat niet het geval is, is de bron in de meeste gevallen Wikimedia Commons of Wikipedia, en zijn deze met behoud van de daar geldende licentie en het noemen van de auteur zonder wijziging van die afbeelding overgenomen. Vragen, opmerkingen of tekortkomingen aan de illustraties, de genoemde licentie of auteurs zijn welkom op 'vragen en opmerkingen' (zie on-line versie). Dergelijke twijfels of (vermeende) tekortkomingen zullen met spoed behandeld worden.

13. Vragen, opmerkingen en feedback

Vragen en opmerkingen over dit handboek kunnen gepost worden op vragen en opmerkingen; klik op het plusje rechts van het tabblad 'Bewerk'.

Elke vorm van feedback vanuit gebruikers wordt op prijs gesteld. Dit om de kwaliteit te verbeteren. Wat zijn de ervaringen? Hoe en door wie wordt het handboek gebruikt? Is dat systematisch of alleen voor opzoekwerk? Wat zijn de sterke delen, wat zijn de minder sterke delen? Wat ontbreekt er? Ook ideeën kunnen hier worden achtergelaten. Is er bijvoorbeeld behoefte bij gebruikers voor een overlegplatform?

14. Referenties

1. ^ *GIS-magazine* nummer 8, dec. 2007, blz. 9.
2. ^ *GIS-magazine* nummer 8, dec. 2007, blz. 12.

15. Versie / Status van dit handboek

Nadat er ruim een jaar aan is gewerkt, en er nu bijna een jaar een 'draft' versie van dit handboek op Wikibooks heeft gestaan waarin zeer veel edits op zijn verwerkt, heeft de auteur per 1 mei 2008 het stempel **definitief** en **versie 1** op durven zetten.

Start met deel A, de theorie!



HANDBOEK Geo-visualisatie Kaarten maken met een GIS



Deel A: Theorie



Doelstellingen van deze module 'Deel A: Theorie'

Na het lezen van deze module kent de lezer de noodzaak van het behandelen van theorie over GIS, cartografie en de communicatietheorie. Hij kent de rol van een GIS-specialist bij de informatievoorziening en is bekend met de kracht (en het gevaar) van het maken van kaarten. Hij kan de stappen noemen om tot een goede kaart te komen. Met een aantal voorbeelden in deze module wordt de kracht van GIS en het gecombineerd in kaart brengen van gegevens geïllustreerd.

Inhoud

- 1 De rol van een GIS-specialist
 - 1.1 De informatie 'vandaag de dag'
 - 1.2 De GIS-specialist 'van vandaag'
- 2 Kaarten maken: alle stappen op een rij
- 3 De kracht van de kaart richting de kaartlezer
- 4 De kracht van het combineren van gegevens
- 5 De kracht van een kaart bij grote gebeurtenissen
- 6 De kracht en de kunst van de (juiste) visualisatiekeuze
- 7 Over het gevaar van de kaart
- 7 Wat heb ik nodig in de praktijk?
- 8 Wat kan wel, wat kan niet met GIS?
- 9 Kaarten vergeleken met foto's
- 10 Waarom de theorie hierna ruimschoots aan bod komt
- 11 Referenties

1. De rol van een GIS-specialist

1.1. De informatie 'vandaag de dag'

De huidige dynamische informatiemaatschappij kan geschetst worden met kreten als

- globalisering
- 24-uurs economie
- hevige concurrentie
- slimme marketingtechnieken
- on-line diensten
- een wereldwijde beschikbaarheid van informatie over alles en iedereen, altijd en op elke plek, thuis, op het werk, op straat, op vakantie op het strand en op PC, laptop, autonavigatiesysteem of PDA.
- een schier onuitputtelijke hoeveelheid digitale data. Schattingen hebben het over een wereldwijde hoeveelheid opgeslagen informatie gelijk aan vele exabytes (10^9 gigabytes), een aantal dat elk jaar met 50% groeit ^[1].



De informatiemaatschappij. Dagelijks bewegen we ons - bewust of onbewust - tussen veel, veelsoortige en veranderlijke informatie, van wisselende kwaliteit

Volop rijkdom en kansen dus! Bewijzen dat deze informatiemaatschappij voor de praktijk echter ook zo zijn schaduwkanten kent zijn er legio:

- lange wachtrijen bij 'service'providers
- klantketten van 'one-system-companies' - met het adagio 'one-stop-shop'- die het intern aanwezige antwoord niet kunnen vinden
- zoekmachines die met miljoenen onzinnige 'treffers' komen, zelfs bij foute spelling
- totaal verschillende sites staan door elkaar heen in de top 10 van een Google-zoekactie: gesponsord of niet, betrouwbaar of niet, van enthousiaste individuen, wetenschappers of bedrijven. Met of zonder fouten of virussen
- mailboxen vol met (cc-) mails en belangrijke mail die niet aankomt door een spam-filter of een secretaresse die iets te voortvarend de mailbox schift
- de aanstaande oprichting van het 'web 3.0' als reactie op het 'web 2.0', met zijn "onbetrouwbare user generated content"

- geen vierkante centimeter en geen seconde zendtijd wordt onbenut gelaten om reclameboodschappen af te vuren van reclamezuil tot spam, van broad- tot narrow-casting, van melkpak tot soapserie, overal strijden rode en gele kleuren om de aandacht
- beslissers willen een 'managementsamenvatting', er is geen tijd meer voor het rapport, laat staan de bijlagen.
- particulieren kunnen niet meer kiezen tussen al die verschillende ziektekostenverzekeringen, telefonieabonnementsen en energieleveranciers

Kortom, we moeten met z'n allen nog leren om te gaan met die informatiemaatschappij. Zoals de emeritus hoogleraar A. de Swaan het verwoordt: "Tegenover de onstuitbare verbreding van het aanbod [van informatie en producten] staat de onontkoombare versmalling van de aandacht".^[2] Zou een GIS hierbij kunnen helpen?

Binnen elk bedrijf, onderzoek of bij elke particulier is het juist vandaag de dag de kunst om die informatie te kiezen en over te brengen op anderen die er ook toe doet. Als informatieconsument (beslissers, onderzoekers, particulieren) hebben we immers nog maar weinig tijd. We worden gedwongen - en inmiddels ook opgeleid - om zoveel mogelijk stortvloed aan informatie en reclame naast ons te leggen.

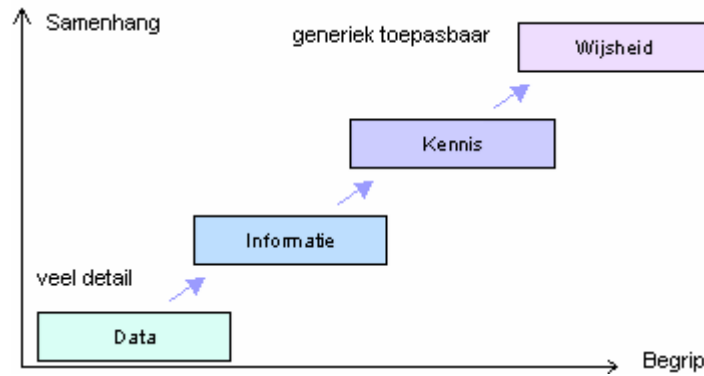
Want zonder betrouwbare informatie is geen outputsturing mogelijk. Er kan geen enkele beslissing gemaakt worden. En zonder beslissing is er weer geen productie, geen vooruitgang, geen overstap naar de concurrent. Althans, niet snel genoeg.

De informatieconsument is door de steeds verdere automatisering en specialisering afhankelijker geworden dan ooit van (andermans) informatie. Toch geldt 'kennis is macht' nog steeds. Vroeger was kennis vaak voorbehouden aan de directeur; het 'werkvolk' zei ja en amen. Maar inmiddels is vrijwel iedereen hoogopgeleid en/of gespecialiseerd. Nu lijkt het overzicht voorbehouden aan (management)adviseurs, de details kennen alleen de specialisten. Het is dan ook niet vreemd dat bij fusies en overnames het management nu grof geld moet spenderen aan extern advies over hun eigen bedrijf. Bij de overnameslag rondom ABN Amro bijvoorbeeld betaalt deze bank 100 miljoen euro voor de verklaring dat een overnamebod van Barclays adequaat is^[3].

Het gaat er in deze dynamische wereld dus om wie het eerst beschikt over de juiste informatie, onderzoeksrapporten, managementinformatie als kritische performance indicatoren, afzetvoorspellingen of de kosten van een nieuwe productielijn. Die heeft het eerste een opdracht binnen.

17:43 Vertrek van de treinen					
tijd	naar	spoor	treinsoort	via	opmerkingen
17:43	Schiphol -	7	Intercity	Amsterdam Zuid	
17:44	V-Hertogenbosch	19b	Stoptrein	Gelmerveen	
17:45	Den Haag Centraal	8	Intercity	Groede	
17:46	Rhoden	14b	Stoptrein	Wierden	
17:47	Leuswarden	11	Intercity	Amersfoort - Zele	
17:47	Rotterdam Centraal	9a	Intercity	Groede	
17:47	Amsterdam Zuid	4a	Stoptrein	Maarsse - Breda - RAI	
17:49	Zwolle	2	Stoptrein	Amersfoort - Heterenwijk	
17:50	Eerschede	12	Intercity	Amersfoort - Gennep	

Het verschil tussen data en informatie: Data is een lijst met ruwe gegevens. Informatie (zie inzet) is een selectie daarvan, afgestemd op het doel, de persoon of - in dit geval - het tijdstip.



Informatie kan gezien worden als een intelligente samenvatting van data; kennis als een slimme combinatie van informatie en wijsheid kan vervolgens weer gezien worden als door ervaring toepasbaar gemaakte kennis. De kunst is data om te zetten in kennis, en liever nog wijsheid^[4].

Echter, het vinden van de juiste informatie in de hierboven geschetste maatschappij is, hoe je het ook wendt of keert, verheven tot een kunst. Er zijn opleidingen voor. In de ICT-hoek wordt geroepen dat technieken als SOA en BI-tools (OLAP) hier verbetering in kunnen brengen. Managers laten nieuwe informatieadviseurs, informatieanalisten, informatiearchitecten, dataverkenners of gegevensbeheerders invliegen. Stuk voor stuk zijn het allemaal 'informatiedealers' of 'informatiemakelaars'.

CONCLUSIE:

Informatie is er in overvloed. Informatie *lijkt* gedemocratiseerd. Het zou iedereen moeten kunnen helpen aan snelle en juiste beslissingen. Het is eenvoudig en snel mogelijk om aan veel informatie te komen. Maar is deze betrouwbaar, relevant en to-the-point? De uitdaging zit 'm dus niet in het verkrijgen van informatie, maar in de *toegankelijkheid van die informatie waar het écht om gaat*.

1.2. De GIS-specialist 'van vandaag'

Wat heeft het hierboven geschetste beeld met een GIS-specialist te maken?

Een GIS specialist 'dealt' in een bepaald soort informatie: geo-informatie, oftewel locatie-gerelateerde informatie. Zijn rol verschilt dus niet wezenlijk van die van de eerder genoemde (niet-geo) dealers in informatie. Althans, niet als het gaat om zijn rol, misschien wel als het gaat om de technieken die hij aanwendt en de oplossingen die hij aandraagt.

Een GIS-specialist kan adviseur zijn, maar ook analist, gegevensbeheerder, functioneel beheerder, cartograaf, of onderzoeker. De rol die jij als GIS-specialist hebt - laat ik jou als lezer in dit handboek zo maar aanspreken - kent altijd het doel om anderen te ondersteunen in het verkrijgen van de juiste informatie. Maar het gaat verder. Het gaat om inzicht: kennis en wijsheid. Dit geldt zowel in het onderzoek als in de commerciële wereld. De figuur hiernaast laat dit zien.

Naarmate de data meer wordt samengevat, geïnterpreteerd en bewerkt, is er sprake van een verrijking. De samenhang wordt duidelijk en er ontstaat begrip over de materie.

Hieronder een tabel met voorbeelden, om de figuur te kunnen begrijpen ^[5].

	omschrijving	te verkrijgen door	* voorbeeld 1: windsnelheid * voorbeeld 2: erosie
data	ruwe ingewonnen gegevens	inkoop, inwinning 'in het veld'	* alle plaatsen in Nederland waarvan de gemiddelde windsnelheid bekend is * kaart met puntmetingen van bodemerosie in een bepaald gebied
informatie	geabstraheerde (samengevatte, geselecteerde, geclassificeerde) data	het begrijpen van relaties	* een kaart van Nederland met de gemiddelde windsnelheid ingedeeld in een aantal klassen; aan de kust, op het IJsselmeer en in open landschappen blijkt de gemiddelde windsnelheid hoger te zijn * kaart met puntmetingen van bodemerosie in een bepaald gebied met een bodemgebruikkaart op de achtergrond; een akker ondervindt meer erosie dan een weiland
kennis	gecombineerde informatie	het begrijpen van patronen	* een kaart met Nederland verdeeld in gebieden met windsnelheden die groter zijn dan een bepaalde drempelwaarde, en gebieden die kleiner zijn. Hiermee is direct te zien of het bouwen van bepaalde windmolen daar rendabel zal zijn of niet. Er is materiekennis toegevoegd. De kaart bevat minder informatie en is eenvoudiger te interpreteren * kaarten met puntmetingen van bodemerosie in een bepaald gebied, per soort bodemgebruik apart, met een hellingklassenkaart op de achtergrond
wijsheid	toegepaste kennis	het begrijpen van principes	* het kunnen voorspellen van rendabele windmolenlocaties elders, gezien de kennis van het landschap en windrichting * erosiegevoeligheidskartering; op basis van eerdere puntmetingen in verschillende bodemgebruiksklassen en hellingklassen is de erosie voor plekken waar niet gemeten is voorspeld. Deze voorspelde waarde is gekarteerd (dit voorbeeld wordt later uitgewerkt)

De minimum rol die een GIS-specialist moet zien te spelen is data om te zetten in goede informatie. Hoe dat kan, wordt in dit handboek zo goed mogelijk ondersteund.

Informatie alleen is niet genoeg. De ideale rol die een GIS-specialist zou moeten zien te spelen gaat verder (maar is soms lastig). De informatie die hij weet te produceren van ruwe data, moet zodanig van kwaliteit zijn, dat de kaarten(serie) of de analyses die hij heeft gemaakt, kennis opleveren, en liefst ook wijsheid.

Een GIS-specialist produceert informatie door analyses en maakt van informatie analyses en kaarten. De lezer / onderzoeker / beslisser - dat kan overigens de GIS-specialist zelf zijn! - dient aan de hand van deze kaarten patronen te kunnen herkennen. De GIS-specialist dient zich te kunnen verplaatsen in de onderzoeker en de materie. Alleen dan kan hij de juiste analyses en kaart(serie)s maken, die de juiste relaties leggen, en die absoluut een meerwaarde kennen. Niet alleen omdat hij de

cartografische technieken kent en goed kan toepassen, maar ook omdat hij steeds meer de ervaring krijgt hoe die bak data om te zetten naar méér dan informatie.

Een plaatje zegt meer dan duizend woorden. Dat geldt ook voor een kaartje. Hiertoe is een groot arsenaal aan cartografische mogelijkheden voorhanden. Dit handboek behandelt die mogelijkheden. Binnen de huidige generatie commerciële GIS-pakketten is dat hele arsenaal (op Virtual Reality na misschien) voorhanden.

Succes, je missie als GIS-specialist is bekend! Stroop de mouwen maar op!

SAMENVATTING:

Een GIS-specialist heeft met zijn GIS-tools en geo-informatiekennis in handen, een broodnodige rol als informatiemakelaar; hij dient de kracht de kaart te kunnen benutten en op die manier analyses en (geo-) data zodanig te ontsluiten dat zijn klanten niet alleen eenvoudig overzichtelijke informatie zien, maar deze liefst ook direct als kennis en zelfs wijsheid tot zich kunnen nemen.

2. Kaarten maken: alle stappen op een rij

Na het idee / de opdracht zijn dit de stappen om tot een goede kaart te komen:

1. Verken de opdracht, zorg voor terugmelding aan de opdrachtgever met behulp van eigen woorden en een voorstel voor een GIS-model / de kaart
2. Zorg voor technische **randvoorwaarden**:
 - 2.1. Selecteer benodigde geo-informatie (inkoop en inwinning), terugmelding kosten.
 - 2.2. Selecteer benodigde GIS-pakketten (gratis verkrijgbaar / commercieel pakket). Meestal is dit van te voren bepaald of al aanwezig.
3. Verzamel geo-informatie (inkoop en inwinning)
4. Controleer kwaliteit geo-informatie
5. Maak de eerste concept kaart(en). Dit gaat door deze twee stappen:
 - 5.1. Breng **geo-visualisatie** op orde. Dat wil zeggen, maak de kaart op basis van de data. Hieronder vallen: bepaling kaartsoort, juist aantal klassen, bepaling kleuren, bepaling (beter: beperking!) van het aantal informatiesoorten dat per kaart wordt gecombineerd
 - 5.2. Breng **kaartopmaak** op orde; zoals visuele hiërarchie, labels, lettertype & -grootte, legenda, titel, eventuele figuren, tabellen, eventuele huisstijl, cartografische huisstijl, et cetera
6. Houd bij dit concept al direct rekening met:
 - 6.1. het doel (digitaal? beamer? formaat A4 of A0? drukwerk, plot of rapport) en
 - 6.2. de doelgroep (inhoudelijk bekend met de materie / of een 'Spits'-lezer).
7. Verzoek om terugkoppeling opdrachtgever
8. Maak tweede concept bij opdrachtgever en doelgroep testen
9. Maak de definitieve kaart.

Geo-visualisatie en kaartopmaak komen hierna aan de orde in Deel B: Geo-visualisatie en Deel C: Kaartopmaak.

SAMENVATTING:

Het maken van een kaart is simpel door het aanhouden van een vast aantal stappen. Met dit stramien wordt onder andere geborgd dat het doel (te checken bij de opdrachtgever), de inhoudelijke juistheid (bij de vakspecialist) en de leesbaarheid (te checken bij de doelgroep / de uiteindelijke kaartlezer) van de op te leveren kaart in orde zijn.

3. De kracht van de kaart richting de kaartlezer

Kaarten zijn subjectieve voorstellingen van hoe een individu - de GIS-specialist of de onderzoeker - de wereld in beeld brengt. Gezien de kracht van een kaart en de potentie om met dit medium grote groepen te bereiken en daardoor beslissingen te beïnvloeden, mag deze subjectiviteit niet onderschat worden.

De keuze van de data, selecties daaruit, de manier waarop de data gevisualiseerd wordt met bepaalde opvallende of juist wegvallende kleuren, kleine of juist grote symbolen, de klassengrenzen die gehanteerd worden bij de legenda; dit alles beïnvloedt de kaartlezer. Deze keuze kan bewust of onbewust gemaakt worden. Misschien is het wel erger als er keuzes per ongeluk of onbewust gemaakt worden.

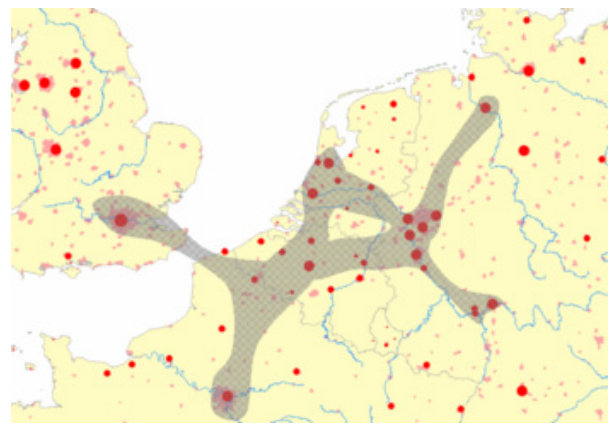
De kaart is door zijn sterke visuele kracht niet alleen een effectieve en plezierige manier van informatieoverdracht. Het is een manier om de opinie in beweging te brengen, om mensen en beslissingen te beïnvloeden. De GIS-specialist heeft de plicht om die kaart als communicatiemiddel zeer zorgvuldig samen te stellen. Verkeerde of onbewust gekozen kleuren, klassenindeling, het wel of niet toevoegen van kaartlagen en de kwaliteit van de kaartlagen kunnen tot totaal verkeerde conclusies leiden. Omdat alléén de GIS-specialist toegang heeft tot het GIS als 'kaartengenerator', en omdat de GIS-specialist - en niemand anders - geacht worden de eigenschappen van de (geo-)informatie te kennen, heeft hij de verantwoordelijkheid om goede keuzes te maken. Anders wordt het GIS een machtsmiddel. In de praktijk betekent deze verantwoordelijkheid zorgen voor veel ervaring, het testen van kaarten en - vooral - meerdere kaartseries maken, opdat de enige juiste er uit gekozen kan worden. Dit geldt zeker wanneer het om gevoelige, politieke of wetenschappelijk vernieuwende onderwerpen of inzichten gaat.

Zonder deze morele aspecten en het besef van de kracht van een kaart, verwordt een GIS-specialist en zijn GIS tot een perfect en gevaarlijk duo met als eindproduct onbetrouwbare, amateuristische, propagandistische, gekleurde of onoverzichtelijke kaarten.

Een goed (geen slecht!) voorbeeld van de kracht die een kaart in zich heeft wordt hieronder besproken.



Ruimtelijk economisch kerngebied van NW-Europa, naar de originele afbeelding



Ruimtelijk economisch kerngebied van NW-Europa, nu met meer details (zie tekst)

Links staat een kaart zoals die verschenen is in een publicatie van het NIROV^[6] over de ruimtelijke ordening in Nederland ten opzichte van Europese ontwikkelingen. Er zijn twee verschillende opmerkingen over deze kaart te noemen:

- De kaart geeft goed weer wat onder het 'ruimtelijk economisch kerngebied van NW-Europa' wordt verstaan. Het is een krachtige illustratie, omdat het *to-the-point* is. Geen overbodige details, geen labels, en alléén die steden en agglomeraties die vallen onder dit kerngebied. Gezien de doelgroep is het ook niet verkeerd dat er géén namen als Londen en Parijs in worden genoemd.
- De kaart laat geen ruimte voor discussie, sterker het zet de lezer niet aan tot nieuwe vragen. Hier kan bewust voor gekozen zijn, om het hierboven genoemde positieve punt van de kaart verder te versterken. Zouden er namelijk meer objecten (steden en agglomeraties die buiten dit kerngebied vallen) op de kaart gestaan hebben (zoals in de tweede kaart), dan hadden we kunnen oordelen of de grenzen van het kerngebied terecht zijn gekozen. En of er misschien niet andere mogelijkheden zouden zijn geweest. We zouden als kaartlezer door de extra informatie de bedenkers van de grenzen kunnen bijvallen of juist tegen spreken. Bijvoorbeeld: waarom is de Brabantse Stedenrij en Hamburg niet meegenomen? Waarom is Bremen überhaupt meegenomen, en had deze 'slurf' naar Bremen niet via andere agglomeraties kunnen lopen? (Overigens, in het origineel stonden ook verbindingswegen, voorzover deze *binnen* het kerngebied liggen, aangegeven.)

Het is de vraag of het weglaten van die (belangrijke!) details bewust door de kaartmaker gemaakt is, of onbewust. Beide is mogelijk. De keuze is niet goed of fout, maar hangt af van het doel van de kaart. Zou dit doel zuiver informatief zijn, is de uitleg bij de aangegeven grenzen in het boek inhoudelijk verantwoord, of staat er verder een uitgebreidere kaart in de publicatie, dan is er niets mis mee. Zou de illustratie de enige zijn, en wordt er niet ingegaan op de keuze van die grenzen, dan lijkt een dergelijke kaart - voor insiders althans - op een dictatuur van het beeld; de kaartlezer heeft wellicht niet door dat hem essentiële informatie onthouden wordt! De tweede versie toont aan dat het weergeven van dergelijke grenzen meer een kwestie is van het weergeven van een (niet als negatief te beoordelen) ideeënwereld, als dat deze grenzen keihard zijn! Misschien is het wel zo eerlijk (en sterker!) wanneer complete en niet halve informatie wordt overgedragen.

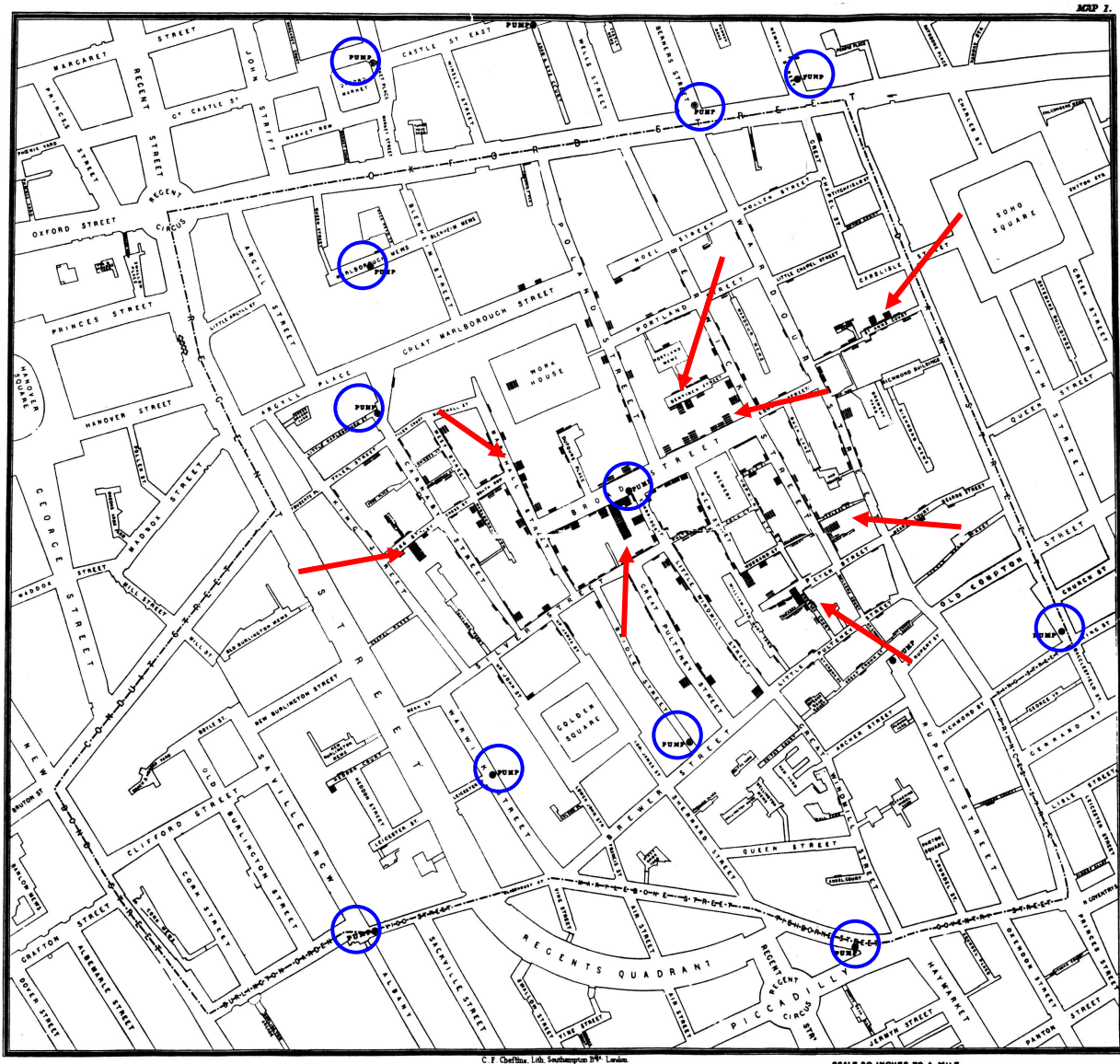


SAMENVATTING:

Door het bewust weergeven of weglaten van kaartlagen of bepaalde objecten uit kaartlagen, is het mogelijk de denkwereld van de kaartlezer te leiden. Meer informatie kan informatief zijn, en geeft meer openheid en gelegenheid tot verificatie of alternatieve denkwijzen. Afhankelijk van het doel is het soms verstandig extra informatie (zoals steden en/of verbindingswegen) toe te voegen. Minder informatie kan helderder en illustratiever zijn. Echter, het kan de kaartlezer - bewust of onbewust - beperken in zijn mogelijkheden anders, of objectief te denken. Of het beperkt bij hem de mogelijkheden om extra informatie - waar hij over wenst te beschikken bij het zien van het kaartje - wil kunnen aflezen. De kracht die de kaart heeft, geeft de kaartmaker veel macht en verantwoordelijkheid mee.

4. De kracht van het combineren van gegevens

In 1854 ontdekte John Snow, een Engelse arts, de werkelijke oorzaak van cholera. Voorheen werd algemeen aangenomen dat cholera door het inademen van 'slechte' lucht verspreid werd (Cholera betekent letterlijk dan ook 'slechte lucht'). Snow heeft dit kunnen weerleggen, waardoor cholera in de westerse wereld inmiddels vrijwel is uitgebannen. Hoe hij er toe gekomen is, kennen we nu als waarschijnlijk één van de eerste - en één van de bekendste en misschien wel belangrijkste - voorbeelden van het gebruik van ruimtelijk onderzoek^[7].



Originele kaart van John Snow, waarop de **clustering van cholera-gevallen** is te zien tijdens de Londense Epidemie van 1854 (zwarte streepjes, met rood verder verduidelijkt). Met blauw zijn de locaties van waterpompen verduidelijkt. Welke pomp besmet is, is zo visueel duidelijk te zien.

Snow begon door simpelweg de cholera-gevallen - woonplaatsen van de getroffen - in kaart te brengen. Daardoor viel het hem op dat deze gevallen geclusterd waren; de gevallen waren geconcentreerd rondom één bepaalde plek. Hij ging daarom op zoek naar een lokale bron, iets dat in die omgeving - en dan alléén die omgeving - voor de uitbraak zorgde. Door de ziektegevallen te combineren met de locaties van grondwaterpompen (zie figuur) vond hij uiteindelijk die oorzaak. De gevallen lagen exact geconcentreerd rond één pomp. Iedereen haalde meestal het drinkwater bij de

dichtstbijzijnde waterpomp. Daarnaast viel het Snow op dat bewoners die dicht bij andere pompen woonden, vrijwel géén cholera kregen. Door beide constatering kreeg hij sterke vermoedens dat die éne waterpomp de besmettingsbron was. Door de pomp vervolgens te sluiten is deze hypothese getest: er kwamen géén nieuwe choleragevallen bij. Dankzij dit systematische, ruimtelijke onderzoek is een epidemie vrijwel volledig een halt toegeroepen, en weten we nu hoe te handelen bij nieuwe uitbraken in ontwikkelingslanden.

Snow gebruikte - al bestaande - cartografische methoden, maar nieuw was dat hij nieuwe gevallen kon voorspellen en voorkomen, door - voor het eerst - onderling geografisch van elkaar afhankelijke kaartlagen (pompen en choleragevallen) te combineren en in samenhang te analyseren. Deze 'overlay-techniek' (zoals deze exercitie in hedendaagse GIS-software genoemd wordt) is in de hedendaagse praktijk van het gebruik van kaarten misschien wel de belangrijkste functionaliteit die er is. Voor het wetenschappelijk onderzoek, maar nog meer voor het simpel overdragen van hypothesen en het beschrijven van de werkelijke situatie zoals die zich ergens voordoet.



SAMENVATTING:

Het geografisch combineren van verschillende datasets levert nieuwe informatie; door geografisch van elkaar afhankelijke kaartlagen te koppelen is dit visueel (op een kaart) of middels ruimtelijke analyses (met een GIS) aan te tonen of de ontcrachten. De ontdekking van de oorzaak van cholera is hiervan een goed voorbeeld.

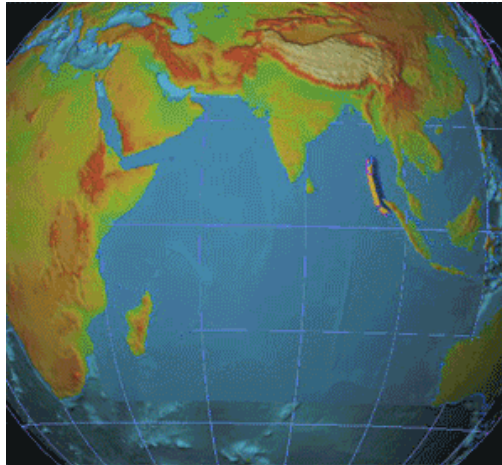


TIPS:

Met een GIS en met de huidige enorme hoeveelheid aan beschikbare (geo-)informatie is er voor een GIS-specialist een hoop werk te doen.

- Wélke kaartlaag in welk geval moet worden toegevoegd is uiteraard de uitdaging. Hiervoor is van belang het hebben van enige bekendheid met beschikbare geo-informatie én het probleem in kwestie. (Het is niet voor niets dat veel GIS-sers breed georiënteerd en over het algemeen hoog opgeleid zijn.) Denk aan het toevoegen van een kaartlaag met het aantal auto's per etmaal aan verkeersongevallenkaart. Wellicht zie je daardoor straten waar - logisch - veel ongevallen plaatsvinden waar het druk is, en weinig ongevallen waar het niet druk is. Het bijzondere is dat je op zo'n kaart ook kan zien waar veel ongevallen zijn waar het niet druk is! Wellicht moet naar die plek maar eens gekeken worden. En andersom: Op welke drukke plekken zijn weinig ongelukken? Waarom zijn daar weinig ongelukken? Misschien kan van die situaties geleerd worden. En misschien moet er een derde kaartlaag worden toegevoegd: de gemiddelde of toegestane snelheid.
- Ook op de kaart van John Snow zijn - naast het stratenpatroon - twee kaartlagen te zien: choleragevallen, en drinkwaterpompen. Wat van belang is bij deze kaart is dat óók gebieden in kaart zijn gebracht waar géén choleragevallen zijn (en wel waterpompen). Zou er zijn ingezoomd op alléén het probleemgebied, dan zou wellicht niet geconstateerd kunnen worden dat er géén choleragevallen zijn in de woonwijken rondom de andere waterpompen. Bij onderzoeksdoeleinden, zoals bij de hierboven genoemde verkeersongevallenkaart als de choleragevallenkaart, geldt dat 'géén informatie' (geen gevallen / witte gebieden) ook belangrijk zijn!

5. De kracht van een kaart bij grote gebeurtenissen



Een animatie gemaakt van de tsunami in de Indische Oceaan, tweede kerstdag 2004. Deze gebeurtenis is maandenlang wereldwijd nieuws geweest. (Op de internet-versie van dit boek is de bewegende versie van dit plaatje te zien).

Niet alleen bij moeilijke of specialistische onderwerpen kunnen kaarten als goede illustratie dienen. Juist bij belangrijke evenementen en bijzondere gebeurtenissen zie je in de krant ook prachtige (GIS) kaarten. De Olympische Spelen, de instorting van de WTC-torens in New York, de opmars van de Amerikanen in Irak, dodelijke slachtoffers in Afghanistan, een tsunami. Het zijn allemaal voorbeelden van aangrijpende gebeurtenissen. Ze krijgen vaak een (GIS) kaart als illustratie mee, of dat nu op internet is of in een krant. De illustratieve waarde is dan vaak enorm, niet alleen door de kracht van de kaart, maar ook door het onderwerp zelf. Een groot en breed publiek zal een dergelijke kaart dan zien én nodig hebben. De eenvoud van de kaart en een aantrekkelijk, visueel overzichtelijk beeld zijn dan (nog) belangrijker dan bij andere kaarten. Zo'n kaart dient dan soms als visueel lekkermakertje, maar net zo goed (zie het voorbeeld van de Tsunami) is de kaart bij die plotselinge gebeurtenis broodnodig om uit te leggen wat er gebeurd is, zonder dat daar al te veel woorden bij te pas komen. En waar al die landen nu precies liggen is ook te zien. Dankzij zo'n kaart komt de wereld plotseling veel dichterbij.

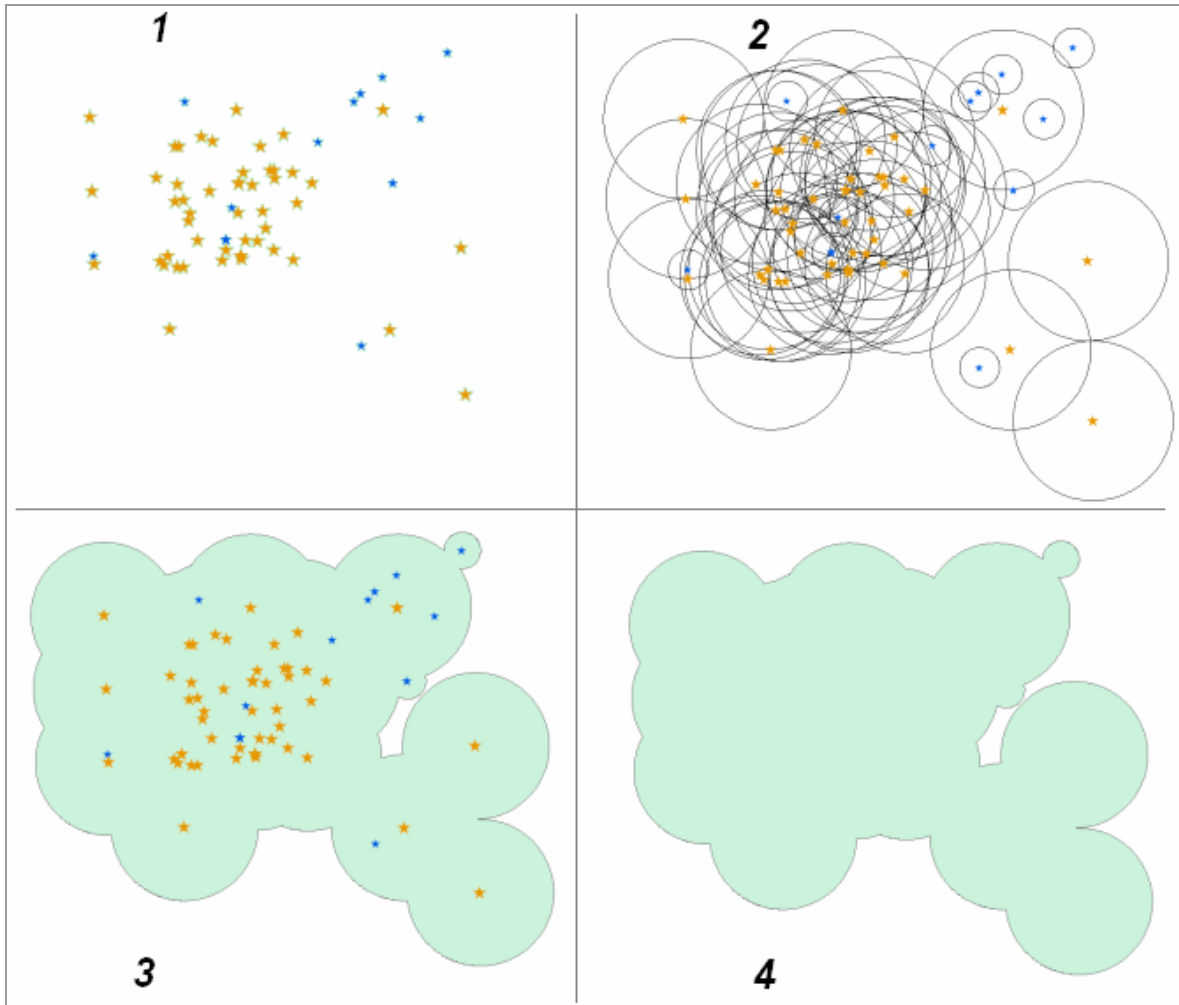
6. De kracht en de kunst van de (juiste) visualisatiekeuze

Hierboven is in algemene zin al duidelijk gemaakt dat de keuzes die gemaakt worden bij kaartvervaardiging op het gebied van zowel het selecteren van brongegevens als waarmee deze gecombineerd worden van groot belang zijn voor het maken van een effectieve kaart. In deel B en C van dit handboek zullen ook aan de orde komen keuzes omtrent kleuren, grootte van labels, classificatiemethoden, et cetera. Maar ook komt aan de orde of je gegevens als punten of als (geaggregeerde of gegeneraliseerde) vlakken in beeld gaat brengen. Hoe subtiel dergelijke keuzes kunnen uitvallen, en dat die afhankelijk zijn van het doel van de kaart bewijst het voorbeeldfiguur hieronder, over 'Incidenten uit de Luchtoorlog van 1940 - 1945'.

Een korte inhoudelijke toelichting bij deze kaart:

Tijdens en kort na de (geallieerde) bombardementen en luchtgevechten zijn luchtfoto's gemaakt. Deze foto's worden momenteel gebruikt om overlast van niet gesprongen (conventionele) explosieven bij (ver- en nieuw) bouw van (infra-)projecten zoveel mogelijk te voorkomen. Een verdachte locatie kent een bepaalde onnauwkeurigheid. (Dat komt met name door de gebruikte relatief onnauwkeurige projectieparameters van destijds.) Daardoor moet met een 'onnauwkeurigheidscirkel' rondom de mogelijke locatie rekening gehouden worden. Indien er op die plek nog steeds een (niet gesprongen) explosief aanwezig zou zijn, bevindt

deze zich dus ergens binnen die aangegeven cirkel (zwart). De locaties zelf zijn met sterren weergegeven.



Incidenten van de luchtoorlog uit 1940 - 1945, op verschillende manieren gevisualiseerd, ergens nabij Amersfoort. De nummers worden besproken in de tekst.

De zelfde gegevens zijn op vier wijzen weergegeven:

1. Locaties waarbij de voorstelling van de onnauwkeurigheid in kleuren is weergegeven: blauw=relatief nauwkeurig, geel is onnauwkeurig
2. Idem, nu is de onnauwkeurigheid weergegeven met cirkels. Het onderscheid in kleur is daardoor wellicht niet meer nodig. Het automatisch creëren van dergelijke cirkels rondom allerlei locaties, met vaste of met locatie-afhankelijke afstanden, kan met een simpele GIS-functie: bufferen (zie module vervolg GIS, deel A). Deze visualisatie levert voor de kaartlezer een grote verbetering op. De kleuren zijn veel beter vertaald naar wat die kleur betekent. De cirkel geeft aan tot waar er gevaar is. Dat is veel duidelijker dan een kleur. De interpretatie van de kaart is zo veel natuurlijker en gemakkelijker. De cirkels lopen echter bij deze ingewikkelde situatie (veel treffers / veel mogelijk niet gesprongen explosieven) erg door elkaar.
3. Idem, nu zijn echter de individuele cirkels samengevoegd. Ook dat kan met een simpele GIS-functie, namelijk dissolve (zie module vervolg GIS, deel A) Het resultaat is dat alle gebieden waar een mogelijk gevaar is, direct afleesbaar zijn. Er is ook nog steeds te zien waar de meeste treffers verwacht mogen worden, omdat de oorspronkelijke ingemeten locaties nog steeds zichtbaar zijn. Overigens, wellicht hadden voor de eenvoud deze locaties allen dezelfde kleur mogen krijgen.
4. Op deze kaart zijn alleen nog locaties te zien die volgens bovenstaande (GIS) analyse een gevaar opleveren. Daarbuiten zou een projectontwikkelaar - op basis van deze beschikbare, historische geo-informatie - géén extra maatregelen hoeven te treffen. De kaart is typisch geschikt voor een beleidsbeslissing: moet er wel of niet (nader) onderzoek gedaan worden wanneer op een bepaalde plek anno nu iets gebouwd zou moeten worden.

Deze laatste kaart is de simpelste kaart, en een mooi voorbeeld van het verschil tussen informatie en (ruwe) data, zoals eerder in dit hoofdstuk aan de orde kwam.

SAMENVATTING:

De wijze van visualisatie hangt af van het doel van de kaart. De kaart dient zo eenvoudig mogelijk te zijn. In sommige - beleidsondersteunende - kaarten is het goed mogelijk dat alleen een analyse (wel of niet subsidie, wel of geen nader onderzoek) gekarteerd wordt. De oorspronkelijke (ruwe) vakinhoudelijke data wordt dan in het geheel niet getoond. In andere gevallen, wanneer bijvoorbeeld nader veldonderzoek nodig blijkt, zijn alle data wellicht wel nodig, mogelijk met allerlei buffers. Door middel van GIS-analyses kunnen dergelijke *verschillende* kaarten makkelijk worden gegenereerd (berekend) waarna deze kunnen worden gevisualiseerd en uitgeprint.

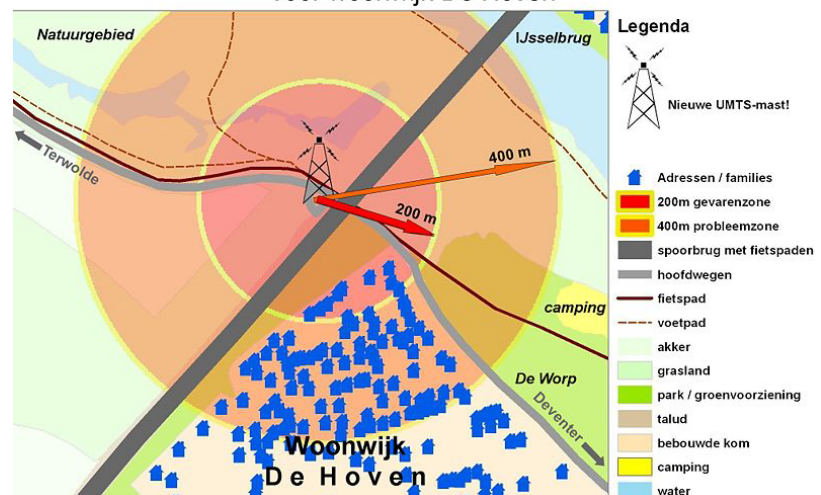
7. Over het gevaar van de kaart

"Een plaatje zegt meer dan duizend woorden", "Kennis maakt macht" en "Het is digitaal dus zal het is waar en onderzocht". We zullen in dit handboek zien hoe we de juiste doelgroep met de juiste cartografische principes en met behulp van GIS goede kaarten kunnen maken.

We kunnen deze principes en middelen te goeder trouw aanwenden. Zoals:

- lichtgroene kleuren voor bossen, en nog mooier groene bossen als die worden beheerd door Staatsbosbeheer, ook al zijn die net zo mooi als gewone bossen. Cartografisch slim, maar er wordt *niet* vals gespeeld. Niets mis mee. Een ander voorbeeld is - zie ook de figuur rechts -
- gevaar rood weergegeven
- onder een gevarezone datgene afbeelden waar het gevaar op van invloed is, huizen / adressen. Ook goed:
- er is flink ingezoomd op het probleemgebied. Alleen ontbreken de doodskoppen nog boven woonwijk de Hoven... En die rode pijlen hadden in plaats van naar het zuidoosten, misschien nog dikker moeten zijn en naar de woonwijk moeten wijzen!

STRALINGSEFFECTEN NIEUWE UMTS-MAST voor woonwijk De Hoven



De macht van een GIS-specialist / cartograaf. Hoe zou deze kaart overkomen in een nieuwsbrief aan alle bewoners van deze wijk? Dit (fictieve) voorbeeld laat zien hoe met wat verzonnen afstanden en effecten, een GIS en wat mooie cartografische principes bewoners goed op stang kunnen jagen. Zo'n kaart komt zeker niet van de gemeente...

De vraag is echter of we als GIS-specialist moeten inlaten met voorbeelden als deze. Duidelijk is dat hier op emotie wordt ingespeeld. Wanneer de GIS-specialist dit maakt voor de opdrachtgever 'Stichting weg met de UMTS-mast en wel meteen', is dit - cartografisch gesproken - een heel goede kaart. Echter, het staat bol met de inhoudelijke fouten; geen bronverwijzing, geen uitleg wat nu die 200 en 400 meter zones precies betekenen. De kaart toont géén nieuws. Sterker, dit is rechtstreeks verzonnen. Het betreft valse informatie. Door de meeste kenners, zowel daartoe door de overheid ingestelde organen, als door wetenschappers, is van problemen met UMTS niets gebleken. Er duiden toch zo af en toe onderzoeken op die het tegendeel beweren. Zelfs uit wetenschappelijke kringen. Dan nog dient - gezien de kracht van het medium kaart - een GIS-specialist deze bron te verifiëren. Is het een enkeling die dit beweerd? Misschien is het echter een doorbraak, is het de eerste onderzoeker die schade aantoont. Zelfs in dat geval geldt; noem dat in de kaart! Stem de onzekerheid die er geldt of op de symbologie. Gebruik dan geen rood, kleur de cirkels niet in. Gebruik stippellijnen voor cirkels. Enzovoort. Naast dat de bewoners onterecht bespeeld worden (zie de uitroeptekens en het woord families!), is de informatie overigens in dit voorbeeld vals! Jij als GIS-specialist dient je eigen moraal te hebben. De geo-informatie en de visualisatie ervan dienen goed en eerlijk te zijn. Dat wil zeggen dat de visualisatie in overeenstemming moet zijn met de informatie. Misbruik je kennis niet, ook als er een opdrachtgever is die er anders over denkt!

Daarom de volgende opmerkingen vooraf:

- Lezers zien een digitale kaart vaak voor 100% waar. Zorg dus voor kloppende informatie.
- Besef dat de doelgroep vaak onkundig is; soms op het gebied van 'kaartlezen'. De legenda of de locatie is onduidelijk; de boodschap zoals zij die denken te lezen wordt dan rondgebazuind!
- Soms is de doelgroep echter onkundig op het inhoudelijk vlak; zoals hier: over straling. Lezers zijn dus in staat - zeker bij mooi gemaakte kaarten - jouw kaart klakkeloos te geloven...
- Test kaarten bij het publiek. En belangrijker;
- Voor wie je de kaart dan ook maakt, welke politieke achtergrond jij hebt, en voor welke opdrachtgever jij werkt, zorg altijd voor juiste informatie. Maak geen misbruik van jouw 'machtspositie' als jij die kennis hebt en die kaart gaat maken! Besef welke rol je speelt. (In het hoofdstuk over doelgroep, verderop in dit deel A, komt dit communicatieve aspect terug).
- Produceer je een gevoelige kaart, die verkeerd kán worden uitgelegd? Zorg dan dat óp de kaart een uitleg of een conclusie staat. Een kaart wordt vaak gepubliceerd in een nieuwsbrief, krant of op een website. De kaart hoort in die context thuis, maar kopiëren zorgt er voor dat die begeleidende tekst of waarschuwing bij de kaart kan verdwijnen. Zorg in die gevallen dus voor tekst 'in' de kaart zelf, of verwijs in de kaart expliciet naar de tekst.

Ongetwijfeld zal jij bovenstaande al als vanzelfsprekend zelf goed doen. Gelukkig zijn er voor jou in dit handboek dan ook veel minder vanzelfsprekende tips en trucs.

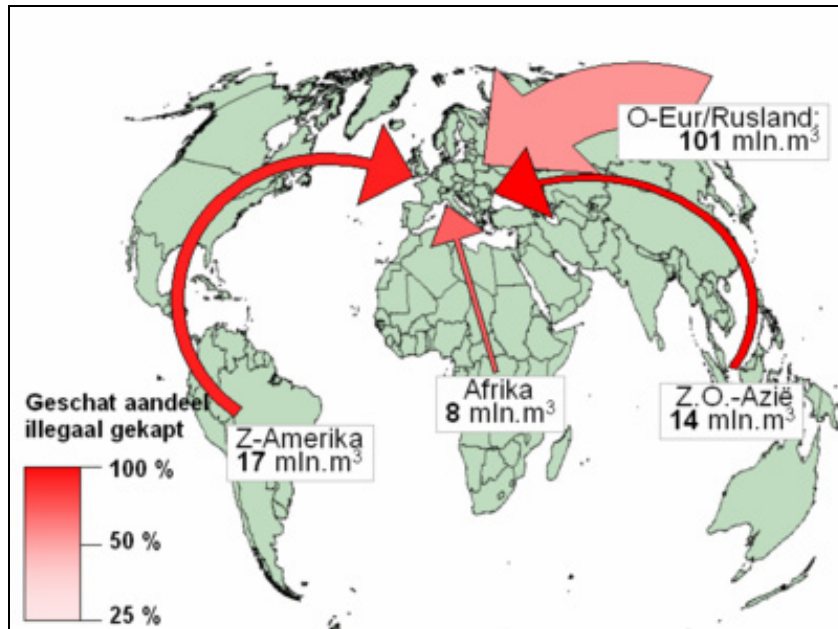


SAMENVATTING:

Een kaart maakt bij veel mensen een grote, visuele indruk, en bepaalt voor een groot deel de denkrichting van de kaartlezer; wat er niet staat, ziet hij niet, wat je laat zien is waar hij aan denkt. Daarnaast zien ze de (digitale) kaart, met alle zijn harde grenzen en mooie symbolen vaak aan voor 100% actueel, compleet en nauwkeurig. Hiervan kan bewust en onbewust, in positieve zin en in negatieve zin gebruik gemaakt worden door de GIS-specialist.

8. Wat heb ik nodig in de praktijk?

In de vorige paragraaf werden een GIS-pakket en de juiste geo-informatie als benodigde randvoorwaarde genoemd. In Deel A: Inleiding GIS is te zien hoe aan geo-informatie (betaald of gratis) gekomen kan worden. In Overige informatie en links (deel C, laatste module) worden specifieke locaties voor geo-informatie en GIS-pakketten genoemd.



Wereldhandel in hout richting de EU. Deze kaart is gemaakt met simpele hulpmiddelen, zonder GIS, in dit geval Microsoft Powerpoint. De achtergrondkaart is als plaatje (bitmap) binnen geladen, waarna alle overige lijnen/teksten er met Powerpoint in zijn gezet. De kaart is voor een brede doelgroep bedoeld, namelijk voor een website of krant.

In sommige gevallen is geen enkel GIS-pakket nodig. Voor lokale nieuwsbrieven, maar net zo goed voor professionele websites of landelijke kranten zijn zonder GIS-software goede kaarten te maken. Dit geldt in ieder geval voor die kaarten waarbij geen zware analyses of véél objecten betrokken zijn.

Hieronder een mogelijke werkwijze zonder GIS op jouw PC:

- Via on-line GIS-viewers / of rechtstreeks plaatjes zoeken op internet is de geo-informatie vaak wel te vinden. Let wel op copyright en/of juiste bronvermelding - en uiteraard de betrouwbaarheid en juistheid van de gegevens.
- Met een snapshot van het scherm, juist ingezoomd op de plek die jij nodig hebt, kan je deze in een grafisch tekenpakket (Paint, Microsoft Picture It, Adobe Photoshop, Powerpoint, et cetera) inladen.
- Alleen de details die jij nodig hebt voor je doel, dus een beperkt aantal objecten en lijnen en vlakken, neem jij over.
- Deze kan je met lokale informatie en kennis uit andere (Internet) bronnen of actuele plaatselijke ontwikkelingen verrijken.
- Je kan hierbij eigen symbolen gebruiken, zodat die symbolen die echt moeten opvallen voor jouw doel, visueel naar de voorgrond treden. Laat vooral weg wat niet relevant is.
- Plaats teksten voor de houvast van de lezer (ook wel de 'geografische context' genoemd, enkele wegen, de omtrek van de wijk of land, een plaatsnaam).
- Houd je ondertussen wel aan de cartografische regels. Dat zijn aspecten als lijndikte, volgorde van kaartlagen, visuele hiërarchie, aantal klassen, kleuren, legenda, enzovoorts (zie Deel B: Geo-visualisatie en Deel C: Kaartopmaak.)

Een voorbeeld van een kaart die op een dergelijke wijze, dus zonder GIS-pakket, gemaakt is, is het kaartje over de wereldwijde houthandel.



SAMENVATTING:

Met dit simpele, praktische voorbeeld van de 'Wereldhandel in hout richting de EU' is aangetoond dat het maken van kaarten simpel kan zijn en dat iedereen er mee kan starten. Iedereen kan het. En iedereen kan het goed, mits voorzien van de juiste kennis en ervaring.



TIP:

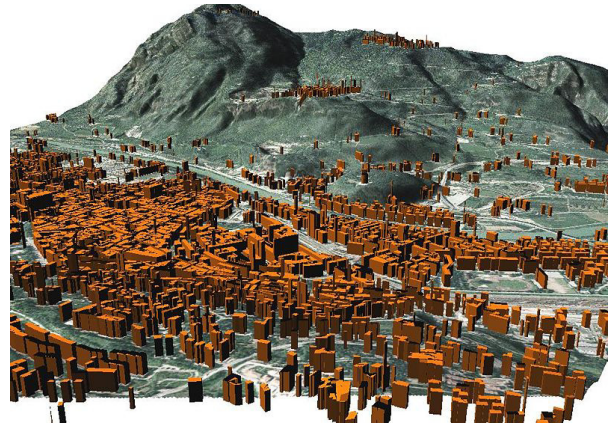
Nog één relativiserende opmerking. Er zijn véél cartografische eisen, voorkeuren en tips. Bedenk echter dat in deze snelle wereld, met internet en razendsnel veranderende informatie, interesses en meningen, misschien nog steeds te vaak gestreefd wordt naar de ideale kaart. Misschien bestaat die niet. En misschien moeten we die al helemaal niet willen produceren. Niet elke kaart hoeft perfect te zijn. Gebruik vooral GIS en geo-informatie. Dat ene 'foutje' dat er misschien nog in zit mag géén beletsel zijn om die kaart niet te publiceren. Laten we hooguit streven naar een ideale kaart. De kracht en de visuele waarde van een kaart is te groot om dit communicatiemiddel niet te gebruiken!

9. Wat kan wel, wat kan niet met GIS?

Voor veel typische cartografische toepassingen, voor analysedoeleinden, voor illustraties in kranten, op het web, in het bedrijfsleven, en of de toepassing nu statisch of zeer dynamisch is, in veel gevallen kan een GIS hier prima bij gebruikt worden. Dit handboek lijkt in sommige paragrafen het halleluja aan GIS te worden toebedeeld. Het handboek geeft gaandeweg zowel de mogelijkheden als ook de onmogelijkheden aan van een GIS.

Toch zijn er op algemeen niveau al antwoorden te geven op de vraag wat wel en wat niet met een GIS kan. Er zijn cartografische wensen die beslist niet of maar ten dele met GIS-pakketten kunnen worden beantwoord. Hier wat voorbeelden van wat sinds kort ook kan met geavanceerde GIS-pakketten, en voorbeelden die niet met een GIS-pakket kunnen worden gemaakt. Bij die laatste toepassingen zijn pakketten als Illustrator en dergelijke (zie ook 'kaartopmaak-software' onder Overige informatie en links in deel C) nodig, of deze dienen met de hand te worden getekend.

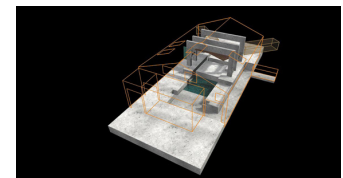
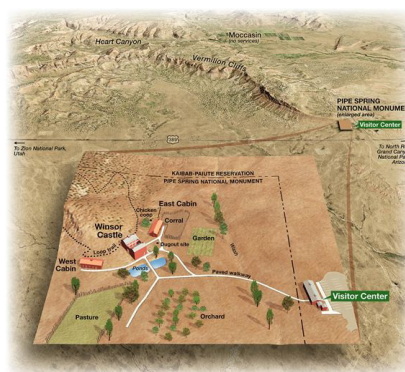
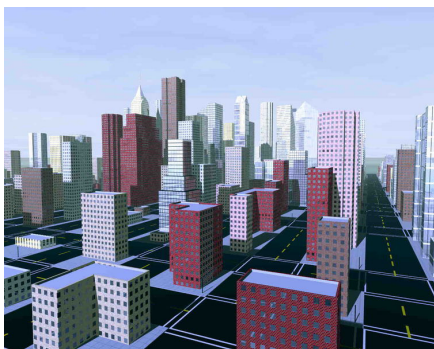
Dit kan met een GIS:



Gemaakt met GIS. Tegenwoordig worden (stads)plattegronden met GIS gemaakt. 10 jaar geleden geloofden cartografen niet dat dit goed mogelijk zou zijn. Er zijn zelfs GIS-pakketten die zowel geografische als cartografische ligging bijhouden. Ook de symbologie is cartografisch sterk verbeterd. Wel zijn nog steeds zijn nog steeds handmatige nabewerkingen nodig om wat ingewikkeldere (topografische) kaarten te perfectioneren.

Gemaakt met GIS. 3D-visualisatie van de hoogte van gebouwen. De hoogte van gebouwen - en in mindere mate ook de hoogte van de ondergrond - is overdreven weergegeven omwille van de duidelijkheid. Behalve gebouwen zou ook de mate van vervuiling of de bevolkingsdichtheid op deze wijze weergegeven kunnen worden.

Dit kan slechts gedeeltelijk / niet met een GIS:



Dit had gemaakt kunnen worden met een GIS (zie ook afbeelding hiervoor), echter het is gemaakt met een CAD/CAM (architectonische / ontwerp-) softwarepakket. Dat is te zien aan de zijkanten / raampjes op de gebouwen.

Dit soort situatie-kaarten (festivalterreinen, attractieparken) zijn zo specifiek, dat ze beter gemaakt kunnen worden met een grafische tekenpakket. Wellicht zijn delen er van met een GIS gemaakt (de 3D-kaart op de achtergrond bijvoorbeeld).

Een draadmodel waarvan de vlakken gedeeltelijk gevuld zijn. Gemaakt met CAD/CAM (architectonische / ontwerp-) softwarepakketten. Door deze pakketten zijn vaak ook direct de beschikbare hoeveelheden glas, kozijn, beton en isolatiemateriaal te berekenen. Ook direct na een kleine wijziging!

Bovenstaande kaarten / producties komen in dit handboek niet (specifiek) aan de orde. Wel is het zo dat met name de cartografische en communicatieve aspecten in dit handboek net zo goed ook voor de representaties / kaarten gelden die met andere middelen dan GIS tot stand zijn gekomen.

Wat wel vaak gebeurt bij de productie van (gedetailleerde) topografische kaarten - in hogere oplagen of ten behoeve van drukwerk - is dat het beheer van de data en de eerste kaartconcepten volledig met een GIS totstandkomen, waarna via Illustrator of een ander grafisch tekenpakket er allerlei verbeteringen plaatsvinden. Denk aan labels, het lijnenwerk, onderdoorgangen bij viaducten, generalisatie.

10. Kaarten vergeleken met foto's (facultatief)

Het fotoestel is sinds tientallen jaren voor iedereen betaalbaar. Sinds 2000 is dat ook het geval voor het *digitale* fotoestel, al of niet gecombineerd met 'het mobieltje'. Of je nu een goed fotograaf bent of niet, er zit altijd wel een gelukte foto bij een serie foto's. De foto heeft daarmee - terecht - een belangrijke positie ingenomen als illustratie voor internet en meer traditionele media als kranten. Het is gezien de aantallen foto's die we dagelijks tegenkomen de belangrijkste (grafische) uitdrukkingvorm, na tekst. De kracht van de foto zit 'm echter niet alleen in hoe makkelijk deze tot stand komt. Een foto is ook de uitdrukkingvorm die het dichtst bij de werkelijkheid komt. Van manipulatie is normaliter geen sprake. Een foto is sprekend, kent geen specifieke beeldtaal en illustreert waar een schrijver soms een hele pagina voor nodig heeft.

Een kaart is de laatste jaren steeds makkelijker te maken. De software wordt goedkoper, de bediening ervan makkelijker. GIS-software groet steeds meer richting standaard ICT-software (kantoorautomatiseringsoftware) toe. Via on-line viewers, van Google tot specialistischere, vakspecifieke web-services staan allerlei datasets die vroeger veel kennis vereisten, ons ter beschikking. De overheid staat vierkant achter deze ontwikkeling en wil hierin zelfs voorop gaan lopen; ze heeft een intentieverklaring (<http://www.bzk.nl/actueel?ActIcmdt=109786>) getekend om geo-informatie beter beschikbaar voor iedereen te krijgen en tegen zo laag mogelijke kosten. Typ een postcode in, en je weet hoe het met de vervuiling in jouw buurt zit. Door al deze technieken kunnen steeds meer mensen bij deze gegevens en dus ook een kaart maken. De kaart zou dus wel eens - net als de foto - steeds meer zijn opkomst doen gelden in kranten, bij reclame en op websites. Ook voor een kaart geldt vaak dat deze illustreert waar een schrijver anders een hele pagina voor nodig heeft. Gecombineerd met de stelling dat kaarten - op enige afstand van de foto - ook zeer goed de werkelijkheid kunnen representeren, moet deze ontwikkeling de informatie-verslindende consument van vandaag - en wie is dat niet tegenwoordig - wel erg gunstig stemmen. Maar ook de GIS- en cartografische wereld zal hier niet rouwig om zijn, integendeel...

11. Waarom de theorie hierna ruimschoots aan bod komt

Het vervolg van dit Deel A:

- Het is noodzakelijk om te weten wat GIS is. Een inleiding in de GIS is nodig voor het kunnen hanteren van een GIS-pakket en dus ook voor het kunnen maken van kaarten met die GIS. Dit wordt behandeld in de module Inleiding GIS.
- Het vervolg hierop, de module Vervolg GIS gaat wat verder op de zaken in, is grotendeels facultatief en niet strikt noodzakelijk voor het kunnen volgen van de rest van dit handboek.
- De Cartografie kent, net zoals GIS, een theoretische basis. Zonder deze basis zijn geen goede keuzes te maken bij het visualiseren. GIS-sers en kaartenmakers zonder cartografische kennis, dienen daarom de module Inleiding Cartografie te raadplegen.

- De module daarna Vervolg Cartografie bevat voornamelijk facultatieve hoofdstukken, waaronder veel informatie en tips over projecties.
- Tot slot is er in deel A de module Communicatie. Cartografie is een communicatieve wetenschap. Dat betekent dat cartografie niet alleen een bèta-kant heeft, maar ook een alfa-kant. Zonder kennis van de communicatietheorie en gevoel voor de 'ontvangende kant' zou een cartograaf of GIS-ser zijn boodschap wel eens totaal verkeerd over kunnen brengen. Vandaar dat hier extra aandacht aan moet worden geschonken.

De Delen B en C gaan vervolgens in op de daadwerkelijke geo-visualisatie- en kaartopmaaktips.

12. Referenties

1. ^ *Big Brother is watching you*; P. De Maeyer, in Geo-Info, nummer 11, 2007, pag 411
2. ^ *Hier heerst de mentaliteit van de voorstad: veilig, comfortabel, maar ook niet onbeduidend*, A. De Swaan; in het NRC, *Opinie & Debat* van 6-1-2008, over de paradox van de mondialisering: lokale cultuur komt wereldwijd beschikbaar, wereldwijde cultuur overdondert de lokale cultuur.
3. ^ *ABN Amro besteedt 100 mln aan advies* in NRC Handelsblad; , 12-7-2007, pag 1
4. ^ naar "From Data to Wisdom", *Journal of Applied Systems Analysis*, Vol.16, 1989, p 3-9, zoals dat vermeld is in "Data, Information, Knowledge, and Wisdom", 2004; G. Bellinger, D. Castro en A. Mills op: [1].
5. ^ naar "From Data to Wisdom", *Journal of Applied Systems Analysis*, Vol.16, 1989, p 3-9, zoals dat vermeld is in "Data, Information, Knowledge, and Wisdom", 2004; G. Bellinger, D. Castro en A. Mills op: [2].
6. ^ *Europa in stad en land*; NIROV (Nederlands Instituut voor Ruimtelijke Ordening en Volkshuisvesting) en NIROV-Europlan), F. Evers, B. Waterhout en W. Zonneveld (red), 1999, pag 86
7. ^ Zie [GIS] en [John Snow], beide op de Engelse Wikipedia.

Ga verder met de module 'Inleiding GIS'.



HANDBOEK
Geo-visualisatie
Kaarten maken met een GIS
Deel A / Theorie:
Inleiding GIS



Doelstellingen van deze module 'Inleiding GIS'

Na het lezen van deze module kent de lezer de belangrijkste GIS-begrippen en -principes tot op een niveau waarmee zowel een gemiddelde GIS-software-handleiding is te begrijpen, als waarmee de rest van dit handboek begrepen kan worden. De lezer kent de kracht van geo-informatie en hij kan de beperkingen van geo-informatie als input noemen, voorzover die bij het maken van analyses én kaarten van belang zijn. Het deel over digitaliseren is facultatief opgenomen.

Inhoud

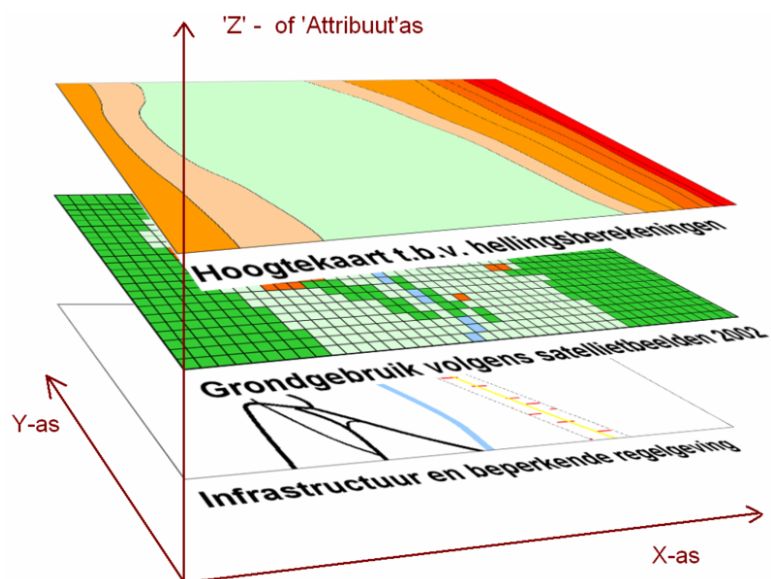
- 1 Wat is GIS?
- 2 Wat kan met een GIS?
- 3 Wat is een GIS-model?
- 4 Wat is geo-informatie?
- 5 Objectsoorten en opslag van geo-informatie
- 6 CAD-data en GIS-data
- 7 Objectgeoriënteerd
- 8 Het bijzondere van GIS-data: de attributen
- 9 Gebruik maken van attributen: over queries of 'zoekvragen'
- 10 Eigenschappen van geo-informatie
- 11 Toepassingscontext
- 12 Digitalisering (facultatief)
- 13 Referenties

1. Wat is GIS?

GIS is de afkorting van Geografisch Informatie Systeem. In een GIS kunnen diverse (informatie)lagen over elkaar worden gelegd. Met GIS-technieken kunnen ruimtelijke gegevens worden gegenereerd, gevisualiseerd, bewerkt en geanalyseerd. In het spraakgebruik, ook door GIS-specialisten zelf, wordt met GIS vaak nog in een bredere definitie bedoeld.

De visualisatie van een GIS gebeurt meestal in kaartvorm. Zo ontstaan ruimtelijke relaties tussen de verschillende informatielagen, relaties die zonder locatiecomponent niet gemaakt konden worden en die zonder gebruik van een GIS dus verborgen zouden blijven. Elke informatielaag bevat een aantal bij elkaar horende ruimtelijke objecten, zoals wegen, percelen en straatverlichting. Bij de definitie van GIS alléén aan een kaartengenerator denken, is echter veel te beperkt.

Met een GIS kunnen namelijk ook ruimtelijke analyses worden uitgevoerd met die informatielagen. Sterker, sommige cartografen vinden nog steeds dat een GIS helemaal geen goede kaarten kan maken. GIS is in de tachtiger jaren ook



Een voorbeeld van een GIS-model, hier afgebeeld als een serie op elkaar gestapelde lagen informatie. Elke locatie (met een X- en Y-coördinaat) kan zo met meerdere kenmerken (Z-waarden) beschreven worden.

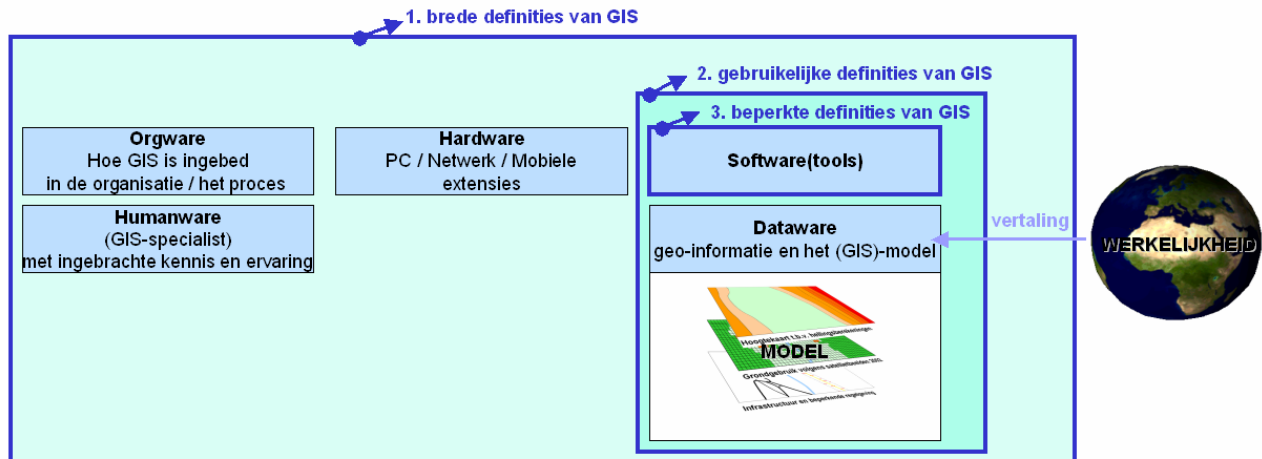
ontstaan als meer een ruimtelijk, analytisch rekensysteem dan als een 'kaartengenerator'. Een hoogtekaart kan bijvoorbeeld om worden gerekend naar een hellingpercentagekaart. En vijf kaarten bij elkaar - locaties van supermarkten, wegen, aantal inwoners, gemiddeld inkomen per adres of wijk en de grondprijs - kunnen omgerekend worden naar een geschiktheidskaart voor de beste plekken voor een nieuwe supermarkt.

In plaats van dat GIS als 'techniek' wordt gedefinieerd, wordt GIS ook vaak gebruikt voor een afdeling van een bedrijf, of een proces, inclusief 'data-, hard-, soft-, org- en humanware'. GIS wordt ook wel eens als synoniem gebruikt voor de complete geo-informatie voorziening. Daar valt dan ook onder de inwinning (het beheer) van geo-informatie en de ontsluiting met behulp van zogenaamde viewers aan werknemers of klanten. Soms worden vreemd genoeg ook landmeetkundige activiteiten, de landmeters zelf en vastgoedafdelingen van gemeentes tot GIS en de afdeling GIS gerekend.

GIS-software maakt per definitie gebruik van een geo-informatie, en als het goed is, is die geo-informatie samenhangend ingebed in een GIS-model / de processen die een GIS moet ondersteunen voor een onderzoeksdoel of organisatie ('orgware').

Volgens T. Wade en S. Sommer is een GIS het geheel van software en data om informatie te tonen en / of te beheren op basis van hun geografische locaties, ruimtelijke analyses te kunnen uitvoeren en ruimtelijke processen te kunnen modelleren^[1].

Volgens J. Maantay en J. Ziegler^[2] zou in elke willekeurige definitie van GIS nooit de GIS-gebruiker mogen ontbreken, omdat deze essentiële expertkennis toevoegt, door het bedienen ervan, door de selectie van geo-informatie, de keuze van de GIS-functionaliteit en de representatie van het resultaat.



De reikwijdte van verschillende GIS-definities
en de componenten die meestal genoemd worden (zie tekst).

Uit het voorgaande blijkt dat er geen eenduidigheid is over de definitie van GIS. Afhankelijk van de betrokkenheid, de kennis of het doel zijn de vele definities wel in drie soorten in te delen (zie figuur):

1. de ruimste GIS-definities omvatten 'alles': human-, org-, data- soft- en hardware
2. de meer gebruikelijke GIS-definities omvatten minimaal de dataware en de software
3. de meer beperkte definitie omvat alleen het aangeschafte software pakket.

Die laatste definitie is letterlijk (te) beperkt te noemen, omdat de software die de fabrikant levert niets kan zonder data en een logisch model (de gebruikelijkere definities) en iemand die het GIS kan bedienen met de juiste GIS-tools (de bredere definities).

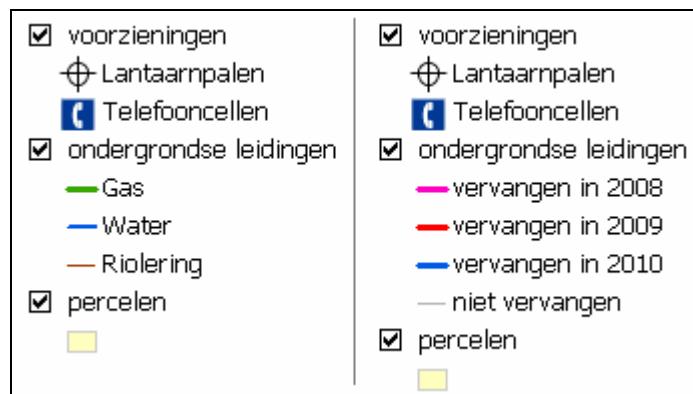
Merk op dat de werkelijkheid niet tot een GIS behoort, zoals dat met geen enkel informatiesysteem het geval zal kunnen zijn. In de module Communicatie zal hier verder op worden ingegaan, omdat daardoor kennis over het datamodel onontbeerlijk is. Conclusies over de werkelijkheid kunnen alléén getrokken worden indien men weet welk datamodel (met alle beperkingen van dien) gebruikt is om die werkelijkheid in een kaart / GIS te zetten.

2. Wat kan met een GIS?

De belangrijkste soorten toepassingsmogelijkheden van GIS-software zijn:





1. **Visualisatie** van informatie die op een locatie betrekking heeft. Dit is de bekendste bijdrage van GIS.
2. **Analyses** waarbij selecties van ruimtelijke objecten worden bepaald op basis van nabijheid, overlap of mogelijke verbindingen via een (wegen)netwerk van andere objecten.
3. **Berekeningen** waarbij - geheel geautomatiseerd - aan objecten afstanden, gebiedsbeschrijvingen worden toegekend, op basis van nabijheid of overlap met andere gebieden. Dit is te zien als verrijking van informatie, en maakt het beheer van informatie door de beherende instantie daarvan vaak veel efficiënter.
4. **Planning en voorspelling**. Bouwprojecten kunnen begeleid worden. Door kaarten van bodem, klimaat, helling, grondgebruik te combineren kan erosie voorspeld worden, en op basis van sociaal-economische thema's kunnen gunstigste locaties voor bedrijven, wegen, stations en natuurgebieden bepaald worden.
5. Het **beheer** van geo-informatie. Dat wil zeggen, de totstandkoming van geo-informatie en wijzigingen daarna verwerken.

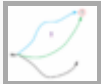

1 tot en met 4 zijn toepassingsmogelijkheden waarbij het GIS ook als zogenaamd **decision support system** (beleidsondersteunend systeem) wordt gebruikt.



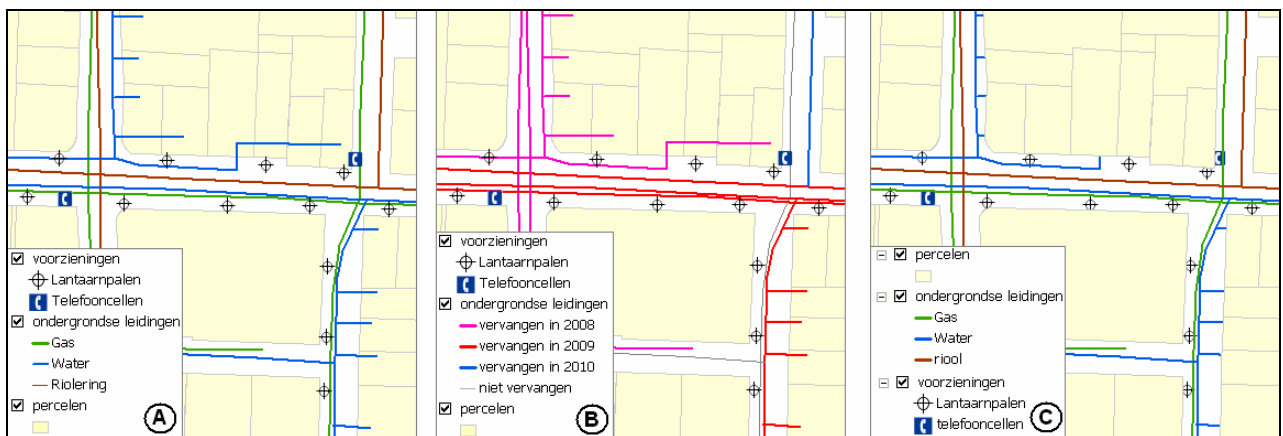
Hoe data-lagen in een GIS zichtbaar zijn en 'gestapeld' worden weergegeven; twee voorbeelden uit gemeentelijke beheertoepassingen..

Welke vragen zijn aan een GIS(-viewer) te stellen? (naar Kraak en Ormeling 2003^[3], "Understanding GIS"^[4] en Meetkundige Dienst RWS, 2000^[5]):

	functie	vraag	voorbeeld
	identificatie	Wat is daar? Wat is de naam, bouwjaar of status van dat object / plaats?	Door te klikken met een muis op het object, of door een tekst in de kaart. De informatie van alle objecten uit alle beschikbare kaartlagen op die locatie aanwezig zijn kan getoond worden.
	locatie	Waar is wat? Waar is het object met de naam ...	Door de naam in te voeren in een zoekveld, waarna er automatisch wordt ingezoomd op de ligging van het object en zijn omgeving.
	optimale route	Hoe kan ik...? 1) Wat is de kortste of snelste route van A naar B of 2) waar moet een weg worden aangelegd van de kust om of door een steil gebergte naar een plek in het binnenland...	1) Door de locaties of namen van A en B in te voeren, en door de beschikking te hebben over een netwerk van wegen met bijbehorende snelheden en bewegingen. De naam in te voeren in een zoekveld, waarna er automatisch wordt ingezoomd op de ligging van het object en zijn omgeving. 2) Door een kaart van het gebergte en zijn omgeving te maken met voor elke plek (bijvoorbeeld elke hectare) kenmerken als steilheid, ontginningskosten en aanlegkosten. Hierna kan een GIS de goedkoopste aan te leggen route berekenen.
	patroon	Hoe zijn ... en ... ruimtelijk gerelateerd? of welk patroon bestaat er tussen ...? 1) Welke relatie is er tussen de spoorlijn Zwolle - Amersfoort en de A28? 2). Welke ufo-meldingen liggen in de provincie Utrecht?	1) Door beide wegen te selecteren, kunnen onder andere de locaties berekend worden waar ze elkaar kruisen: Ze kruisen elkaar drie keer, bij Nijkerkerveen, Harderwijk en Nunspeet. En ze liggen maximaal 8,4 kilometer uit elkaar. 2) Door kaart locaties van ufo-meldingen over de provincie Utrecht te zetten, worden automatisch die meldingen geselecteerd in een lijst en op de kaart. Nog een voorbeeld: 3) Welke gebieden stromen onder water na 3 uur wachten, een gat in de dijk op die plek en een waterstand van +0,8 meter boven NAP. Het GIS berekent vervolgens op basis van ingevoerde stroommodellen, de plek van de dijkdoorbraak en de hoogtegegevens in de polder welke gebieden onder water lopen. Overigens, vaak kunnen bepaalde relaties niet door de computer / het GIS zelf worden herkend, maar door ze in beeld te brengen is snel te zien waar wat voorkomt. Of er een relatie is tussen aardbevingen en mijnbouw is vrijwel niet te berekenen. Het is wel te onderbouwen door de beide thema's (kaarten) mijnbouwlocaties en locaties van aardbevingen in ruimtelijk in beeld te brengen. Zo is door een wetenschapper te herkennen of aannemelijk te maken dat de lichte aardbevingen in Noord-Nederland

	functie	vraag	voorbeeld
			gerelateerd zijn aan mijnbouwactiviteiten (zout- en of aardgaswinning).
	trend	Wat is er veranderd sinds...? Wat is er de laatste 20 jaar gewijzigd, wat zal er over 20 jaar aanwezig zijn?	Door de beschikking te hebben over historische, huidige en geplande data (grenzen van bebouwde kommen van 1980, 2000 2020), kan getoond worden waar verschillen zich bevinden, in welke mate en in welke richting het fenomeen (in dit geval de stadsgrenzen) zich verplaatst. Via modellen is deze trend door te vertalen naar benodigde wegcapaciteit of mogelijke knelpunten.
	model	Wat als...? Wat gebeurt er als de weg hier wordt afgesloten?	Door de beschikking te hebben over een netwerk, kunnen alternatieve routes berekend worden. Of de hoeveelheid verkeer kan nu niet meer door de wijk, maar moet om de wijk, waardoor in de straat door de wijk het fijnstofgehalte onder het maximaal toelaatbare richtlijn komt, maar elders er ruim bovenkomt. Indien het GIS-model ook over aantallen inwoners beschikt, is te berekenen voor hoeveel mensen dit een vooruitgang is, en voor hoeveel mensen een achteruitgang is; misschien wonen de mensen bij de rondweg verder van de vervuilende weg vandaan dan in de wijk.

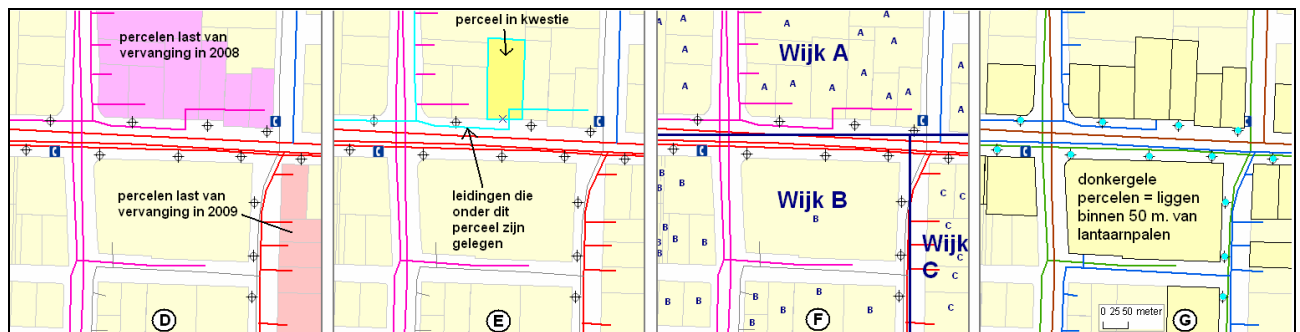
Met een aantal voorbeelden uit de gemeentelijke wereld wordt dit hieronder verder duidelijk gemaakt. Dit gebeurt zonder hierbij de indruk te willen wekken een volledige opsomming van alle mogelijkheden van een GIS te noemen. Wel zal de kracht en verscheidenheid van GIS in zijn volledige breedte duidelijk worden. Het voorbeeld komt uit de beheerstaken van de gemeente, die verantwoordelijk is voor het beheer van de openbare ruimte, zoals lantaarnpalen, de ondergrondse leidingen, en communicatie met de rechthebbenden van de percelen.



Hoe een kaart met één wijziging van de legenda kan wijzigen. De data-laag 'ondergrondse leidingen' is bij kaart A gevisualiseerd op soort, en bij kaart B gevisualiseerd op vervangingsjaar. Bij kaart C zijn de kaartlagen in de verkeerde volgorde gevisualiseerd. Vlakken dienen in het algemeen als eerste ('onderaan') getekend te worden.

Ad Visualisatie:

- In de figuur hierboven is te zien van hoe data-lagen in een GIS of GIS-model opgenomen zijn. Tezamen vormen ze een kaart. De informatie (lees: objecten) uit de datalagen wordt op het scherm getekend in een bepaalde volgorde; van onder naar boven.
- Bij **kaart A** kan de gemeente zien welke leidingsoort waar ligt en in welke straten lantaarns zijn.
- Bij **kaart B** is - dankzij een legendawijziging waarbij de data zelf niet wijzigt - te zien welke leidingen wanneer vervangen dienen te worden. De kleur staat plotseling niet meer voor een leidingsoort, maar voor een jaartal. De onderste kaartlaag - in dit voorbeeld bij kaart A en B: 'percelen' - wordt dus het eerst getekend. Datalagen met vlakken, zoals percelen, staan daarom vrijwel zonder uitzondering onderaan, lijnen daar boven en data-lagen met punten staan daar weer boven. Anders zouden de datalagen (vaak thema's of - foutief - kaartlagen genoemd) met vlakken de symbolen bedekken en onzichtbaar maken.
- Dit laatste is te zien in **kaart C**. Leuk detail: merk op dat in het GIS-model de ondergrondse leidingen 'boven' de percelen liggen... Zonder deze 'truc' - lees: zonder de werkelijkheid 'geweld aan te doen' - zouden ondergrondse leidingen nooit gevisualiseerd kunnen worden.



Vier toepassingsvoorbeelden van GIS. D = Welke percelen hebben last leidingen die in 2008 worden vervangen?; E = Welke leidingen liggen onder een bepaald perceel?; F = Bepaal de wijknummers voor alle percelen. G = Welke percelen liggen binnen 50 meter van een lantaarnpaal?

Ad Analyses:

- **Kaart D:** Wanneer een leiding vervangen moet worden, is het handig - voor het op de hoogte stellen van de betrokken bewoners - om te weten welke percelen hiermee gemoeid zijn. De betrokken percelen kunnen (per jaar of per leidingsoort) berekend worden. Met een GIS (lees: door het weten van de locaties van zowel de percelen als de leidingen) kunnen dergelijke zaken vrijwel met één druk op de knop gevisualiseerd en berekend worden. Zonder een GIS had de gemeente alle percelen aan alle leidingen moeten koppelen, bijvoorbeeld in een relationele database. Dat was veel kostbaarder en lastiger te beheren geweest.
- **Kaart E:** van één perceel kan automatisch berekend worden welke soort objecten (hier: leidingen) er onder liggen. Dat kunnen er meerdere zijn, één, of géén. Ook dat laatste is een antwoord!

Ad Berekeningen:

- **Kaart F:** Wanneer de gemaakte analyses worden weggeschreven in de database (bij de geo-informatie wordt opgeslagen) is sprake van verrijking van data. Bij kaart F is de data laag 'wijken' over de eerder getoonde kaart 'heen gelegd'. Met één 'druk op de knop' zijn alle percelen uit de database aangevuld met het 'attribuut' (kenmerk) "wijknummer". De GIS bespaart op deze wijze veel invoertijd bij de beheerders en de kans op fouten neemt af.
- **Kaart G:** Hier is te zien hoe percelen worden geselecteerd die binnen 50 meter van lantaarnpalen liggen. Wanneer hier bijvoorbeeld onderhoud bij moet worden gepleegd, of de kleur verandert van wit naar neon, dan zijn die omwonenden 'met een druk op de knop' bekend, zonder handmatige berekeningen.

Ad beheer:

- Met beheer wordt bedoeld, inwinning, controle, invoer, aanpassingen en verwerking van verkregen data tot dat deze maximaal geschikt is voor geautomatiseerde verwerking. In de paragrafen 'Objectsoorten en opslag van geo-informatie' en 'Het bijzondere van GIS-data: de attributen' wordt verder toegelicht hoe dit in zijn werk gaat. In de paragraaf hiervoor zagen we al een reden waarom beheer van data soms makkelijker in de GIS kan gebeuren dan met andere (teken- of database) systemen; door bepaalde berekeningen kunnen gegevens eenvoudiger en/of met minder fouten ingevoerd worden.

Ad planning en voorspelling:

- In de inleiding van dit handboek is eerder getoond hoe bepaald kan worden hoe varianten van een nieuwe weg om en dorp berekend kunnen worden. De GIS-specialisten (vaak van ingenieursbureaus) gebruiken daartoe hellingkaarten, kaarten met juridische beperkingen, en natuurwaardekaarten om te bepalen welke wegen en varianten mogelijk zijn, en wat de varianten kosten qua natuuroffering en qua geld. Milieueffectrapportages zijn hier een mooi voorbeeld van. Als het gaat om voorspelling: hoe snel en waar een polder het eerst onderloopt is te bepalen met een GIS, waardoor een evacuatieplan beter kan worden geoptimaliseerd. Ook erosie in Limburg kan zo goed worden voorspeld.

Dit zijn voorbeelden van een aantal zeer gangbare functionaliteiten van GIS-software. De werkelijke mogelijkheden zijn véél groter. GIS als software bestaat al sinds de 80-er jaren. De ontwikkelingen zijn met name sinds 1990 zeer hard gegaan, en zijn betaalbaar geworden. Op het gebied van beheer, 3D-visualisatie, geo-statistiek, geo-coderen, cartografie, geo-processing, netwerk-analyses zijn de functionaliteiten zeer breed en specialistisch te noemen.

GIS-toepassingen zijn onder meer te vinden in / bij:

Economie / commercie	assetmanagement , (geografische) marktpenetratie , marketing en verzekering ; zie bijvoorbeeld markt-potentie-kaarten-VS (http://www.mappinganalytics.com/gallery.html) en Geomarketing in het Openbaar Vervoer in Limburg (http://www.geo-info.nl/site/Components/FileCP/Download.aspx?id=8451a17e-ffb1-4b01-abf7-6780928c0bd5), navigatiesystemen , toerisme , delfstoffen (onderzoek, inwinning, exploitatie, distributie), transport , landbouw
Beheer / overheid	incidentmanagement , risicomanagement en risicokartering , objectbeheer , vastgoed (gemeentelijke Vastgoed Informatie Systemen of V.I.S.), kadastrale systemen , tot voor kort ook wel Land Informatie Systemen (L.I.S.) genoemd, schouwen (periodiek inspecteren van objecten, al of niet met Mobiele technieken; Location Based Services of L.B.S.), Openbare Orde en Veiligheid (O.O.V.-sector), voor het in kaart brengen van criminaliteit / onderzoek en mobiele toepassingen voor de 'agent op straat', publieksvoorlichting , (openbare) nuts-sector , landschaps- en natuurbeheer , bosbouw .
Medisch / Sociaal-geografisch	archeologie , vervoersstromen , congestieonderzoek , toegankelijkheidsonderzoek (denk aan nabijheid van parken, scholen en ander voorzieningen vanuit bepaalde (achterstands) wijken, arbeidsparticipatie , medisch onderzoek , denk aan geografische spreiding van ziekten zoals, zie onder andere Nationale Atlas Volksgezondheid (http://www.rivm.nl/vtv/object_document/o4235n21143.html) en specifiek Rode Hond (http://www.rivm.nl/vtv/object_document/o4235n21143.html), optimalisatie van locatie van ziekenhuizen, ambulanceposten.
Milieu / Fysisch-geografisch / wetenschappelijk onderzoek	geomorfologie , hydrografie , meteorologie , (landschaps)ecologie , bodemkundig onderzoek , zie erosiegevoeligheidskarteringen (http://www.rivm.nl/vtv/object_document/o4235n21143.html)
Inwinningstechnieken / ontwerp	inwinning geo-informatie , zie onder andere remote sensing (http://www.rivm.nl/vtv/object_document/o4235n21143.html), ontwerp (inclusief (schaduw-) effect op omgeving van bijvoorbeeld hoge gebouwen), milieu-effect rapportages (MER-studies), zichtlijnanalyses bij grootschalige projecten / hoogbouw, Virtual Reality (zie VR (http://www.rivm.nl/vtv/object_document/o4235n21143.html)), effectstudies van bijvoorbeeld stuwdammen; waar ontstaan stuwmeren, wat loopt onder als de dam 5 meter hoger wordt?

NB1: Uiteraard is bovenstaande tabel alleen indicatief, niet uitputtend. Meer voorbeelden van GIS-toepassingen zijn te vinden in de module met links: Overige Informatie op de on-line versie van dit boek.

NB2: Dit handboek richt zich met name op het (goed) visualiseren van geo-informatie. Analyses en (beheer)toepassingen zijn vaak én zeer specifiek, én worden als mogelijkheden vaak al in de GIS (software) boeken uitgebreid uitgelegd. Daarnaast zijn die functionaliteiten per GIS-pakket zeer verschillend en worden ze verschillend genoemd.

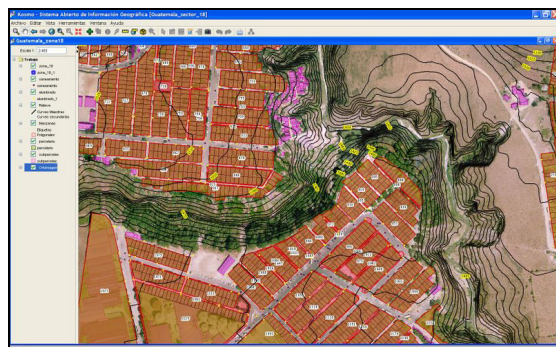
3. Wat is een GIS-model?

Voordat er een kaart gemaakt kan worden heb je - zoals eerder opgemerkt - een GIS-model nodig. Simpel gezegd is een GIS-model een verzameling (kaart)gegevens, verkregen uit metingen of berekeningen, meestal van een beperkt gebied; geo-informatie.



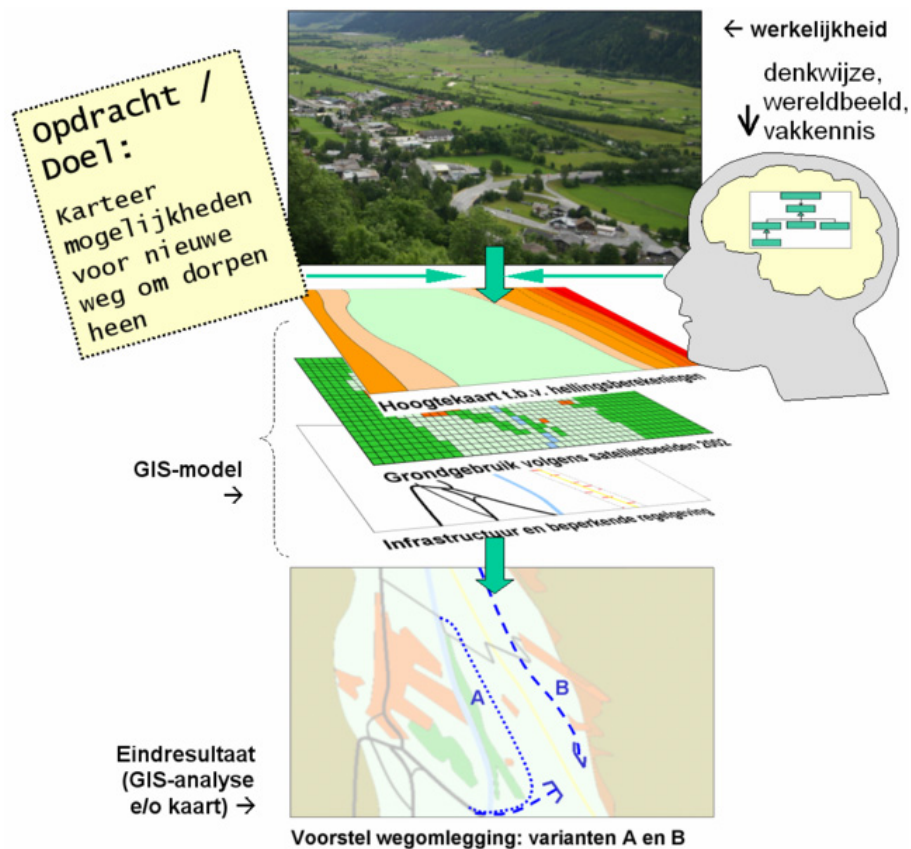
Geo-informatie is als een pop of een modelauto; het is niet de werkelijkheid, maar geeft modelmatig weer hoe over de objecten nagedacht wordt, of nagedacht dient te worden. Zo'n model lijkt een beperking, maar kan ons ontzettend goed helpen om dát te zien waar het om gaat, en niet meer.

GIS-modellen bestaan uit gestapelde, digitale lagen (geo-)informatie (datasets). De lagen liggen in één overeenkomstig assenstelsel. Elke laag bevat (de locaties) van objecten. Elke locatie of object is gelinkt aan een database met attribuut-informatie (in het figuur de Z-as). De 'Z'-as is in dit verband niet per definitie een 'hoogte'as, maar geeft - voor welke laag dan ook - de attribuutwaarde weer. Bijvoorbeeld de hoogte, het grondgebruik, de onderhoudstatus of de aanwezigheid van toekomstige infrastructuur. Op basis van overeenkomstige Z- en Y-waarden kunnen de Z-waarden in een model verder verwerkt of gebruikt worden. Het kunnen combineren van de kaartlagen geldt dus niet alleen voor het kaarten maken, maar ook voor verdere analyses. De attribuutwaarden zelf kunnen namelijk geherclassificeerd worden. Of ze kunnen samen met attribuutwaarden van andere lagen gecombineerd worden, door zogenaamde ruimtelijke analyses.



Dit voorbeeld laat goed zien hoe met een GIS verschillende kaartlagen op elkaar worden geprojecteerd, waardoor deze relateerbaar zijn, zowel visueel als rekenkundig. Meerdere soorten data (vectordata van de hoogtelijnen, een luchtfoto, punten en kadastrale percelen) liggen op elkaar. Het GIS toont op deze wijze een één op één afspiegeling van het GIS- (data-) model.

Hierboven werd al een voorbeeld genoemd waarbij een nieuwe supermarktllocatie moest worden bepaald met een GIS. Gezien de input - er werd over vijf soorten informatielagen gesproken - was er in die 'case' al een (sociaal-economisch) GIS-model bekend. GIS-modellen kennen blijkbaar niet alleen een ruimtelijke component (jouw input) maar ook een vakinhoudelijke kant.



Kartering van een smal Oostenrijks dal met te veel wegverkeer door het dorp.

Kijk eens naar het figuur met de foto van een Oostenrijks dal, hierboven. Hier is de plaats van een GIS-model te zien bij de totstandkoming van een GIS-opdracht. De GIS-opdracht was simpel; laat zien waar de mogelijkheden zijn om een weg aan te leggen om het dorp heen, gezien alle daar geldende beperkingen. Met de nodige vakkennis (het brein rechtsboven) van een planoloog of fysisch geograaf worden de benodigde informatielagen in stelling gebracht. Zoals maximaal mogelijke hellingshoeken, belemmerende regelgeving, bebouwing, enzovoort. Merk op dat al deze input (informatielagen) een ruimtelijke component hebben. Zelfs regelgeving is in een informatielaag weer te geven.

Tezamen vormen deze informatielagen het belangrijkste deel van het GIS-model. Het GIS-model wordt gebruikt als een modelmatige representatie van de werkelijkheid, op basis van hoe tegen de werkelijkheid aan wordt gekeken. Dat is dus een model met een bepaald (en beperkt) doel. De output / de kaarten die ermee gemaakt kunnen worden zijn dus ook per definitie beperkt. Merk op dat het GIS-model in de figuur niet alleen uit kaarten bestaat, maar ook uit (de mogelijkheid tot) berekeningen. In de output is namelijk ook het begrip steilheid nodig; deze wordt in het model berekend. De steilheid is door een GIS vanuit de informatielaag 'hoogte' op elk punt berekend. Dit was nodig om te kijken waar de steilheid niet te groot zou zijn.

Soms lees je dat het ontwerpen van een GIS-model (of de fysieke database ervan, of het verzamelen van een set data nodig voor een kaart) hetzelfde is als het zoeken naar de beste representatie van de werkelijkheid buiten. Eigenlijk is dat zéér fout. Omwille van kostenefficiency én om moeite te besparen ga je namelijk vooral niet 'alles wat je buiten ziet' in kaart brengen. Je zult nèt zo nauwkeurig data willen inwinnen, of die data aanschaffen, die nèt nog voldoende is voor het beantwoorden van je vraag.

Wat wél bedoeld wordt, is dat de werkelijkheid buiten - voorzover die nodig is voor het beantwoorden van vragen - zo goed mogelijk beschreven moet worden.

4. Wat is geo-informatie?

Een kaart is volgens J. Maantay en J. Ziegler een schaalmodel van de werkelijkheid, waarbij de informatie over de fysieke wereld die nodig is om die modellen op te bouwen gevormd wordt door **geo-informatie** (Engels: 'spatial data')^[5].

In dit handboek wordt geo-informatie gezien als input voor een GIS, noodzakelijk om een thema te visualiseren of een kaart te maken. Kennis over geo-informatie is nodig om voor de juiste input te kunnen zorgen, zodat de kwaliteit van het eindproduct - de analyse of de kaart - vooraf gegarandeerd kan worden richting de opdrachtgever en de doelgroep.

Hieronder volgen daarom:

- hoe geo-informatie is opgebouwd en hoe dit wordt opgeslagen
- de eigenschappen/beperkingen van geo-informatie die hier uit volgen.

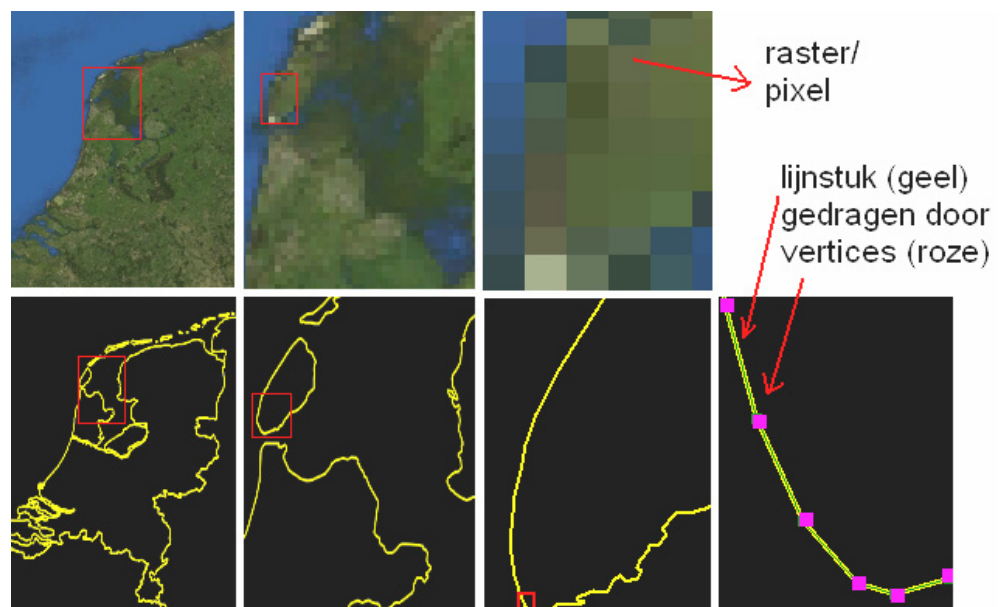
5. Objectsoorten en opslag van geo-informatie

Geo-informatie beschrijft de werkelijkheid door een beschrijving er van in drie objectsoorten:

- **punten**
- **lijnen**
- **vlakken**.

Deze objecten kunnen op twee manieren in bestanden of databases worden opgeslagen:

- als **vectordata** en
- als rasterdata.



Steeds verder inzoomen (van links naar rechts) op twee soorten geo-informatie rasterdata (bovenste rij) en vectordata. Te zien is dat door de eigenschappen en de per definitie beperkte nauwkeurigheid, er beperkingen zitten aan hoe geo-informatie kan worden gebruikt.

Bij de opslag worden de objectgegevens vaak in twee delen beschreven:

- De **geografie**, waarin de coördinaten van de objecten - de locatie ervan op aarde in een bepaald coördinatiestelsel - worden beschreven.
- De **administratieve gegevens**, waarin de 'attributen' worden beschreven. Met 'administratief' wordt bedoeld de tekstuele of numerieke classificatie of benoeming. Denk aan omschrijving, kwalificatie, status, naam, jaartal, et cetera.

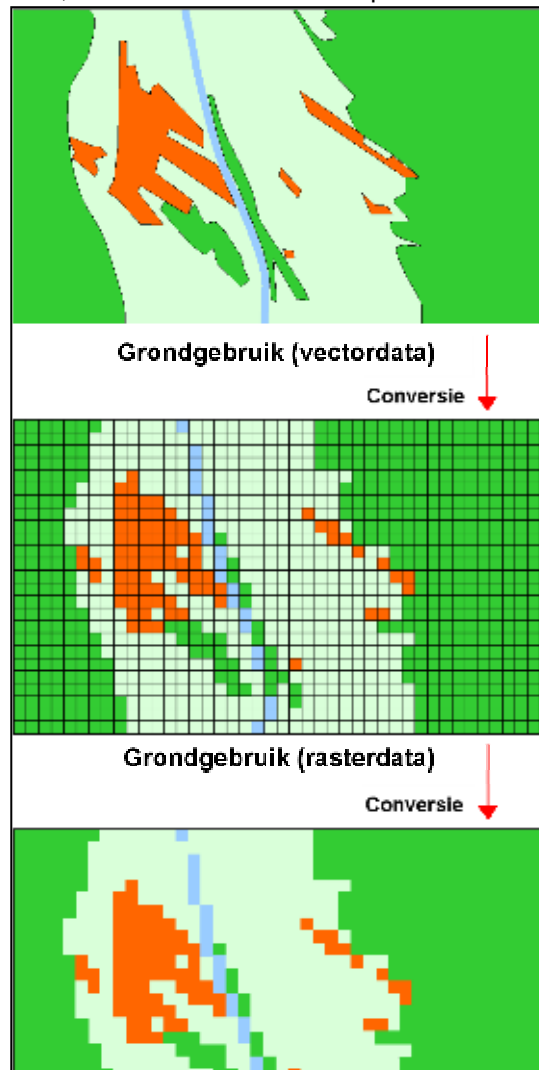
De reden dat geografische en administratieve gegevens in twee aparte delen worden beschreven, heeft te maken met het feit dat het lezen, opslaan en vooral rekenen met geografische gegevens veel efficiënter en sneller kan indien die gegevens in aparte, binaire formaten worden opgeslagen. Dit apart opslaan gebeurt zowel in bestandsgeoriënteerde opslag als bij ruimtelijke databases, ook al lijkt het soms om één bestand of één tabel in de database te gaan. Naast de geografische en administratieve objectgegevens kunnen bij de geo-informatie ook andere, extra gegevens worden opgeslagen, zoals:

- projectiegegevens
- standaardlegenda
- onderlinge relaties
- cartografische coördinaten indien die moeten afwijken van hun geografische coördinaten en
- topologische regels, waarmee onderlinge consistentie op attribuutwaarden en geografische kenmerken kunnen worden afgedwongen
- metadata.

Metadata is 'data over data', waarmee bedoeld wordt dat de gehele dataset, dus niet de individuele objecten, beschreven wordt met kenmerken als actualiteit, beheerder, betekenis van de attributen, compleetheid, geografische dekking, inwoningsschaal, enzovoort. Metadata kan zowel los, als bij het bestand zijn opgeslagen. Metadata is essentieel voor het kunnen gebruiken en interpreteren van de geo-informatie, zie onder 'toepassingscontext'. Overigens, ook bij de uiteindelijke publicatie kan het nuttig of noodzakelijk zijn om delen uit de metadata kenbaar te maken aan de doelgroep. Bijvoorbeeld door onder aan een kaart te melden: 'Het percentage CDA-stemmers per gemeente is uit een exit poll van 2006, en kent een nauwkeurigheid van plus of min 2 %'. Merk op dat er bij geo-informatie een attribuutnauwkeurigheid is en een geometrische nauwkeurigheid. Attribuutnauwkeurigheid wordt vaak vergeten door GIS-specialisten.

- Bij **vectordata** worden de locaties van individuele objecten beschreven middels punten, lijnen en vlakken:
 - Een punt(object) wordt voorgesteld door één coördinaat.
 - Een lijn bestaat uit minimaal twee met elkaar verbonden coördinaten. Zijn het er méér dan twee dan worden de tussenliggende coördinaten vertices genoemd. Hoe méér vertices, hoe nauwkeuriger de lijn kan worden opgeslagen; De omtrek van een provincie is met 100 punten te beschrijven, maar met 1000 punten is beter wanneer ook op gemeenteniveau moet worden ingezoomd.
 - Een vlak (ook wel een polygoon genoemd) bestaat uit een lijn waarvan het beginpunt gelijk is aan het eindpunt; alle coördinaten ertussen behoren tot dat vlak. Er kunnen ook vlakken met gaten en zogeheten multivlakken (multipolygonen) beschreven worden. Bij multivlakken wordt bijvoorbeeld de provincie Friesland als één object gedefinieerd, dus de vlakken van het vaste land en die van de eilanden worden als één object, een regel, opgeslagen. Dit heeft onder andere als voordeel dat de naam en de afkorting van de provincie niet voor elk onderdeel van zo'n vlak hoeft te worden opgeslagen en beheerd. Maar ook is het oppervlak van de gehele provincie met dat ene multivlak direct te berekenen in een GIS.

- Bij **rasterdata** worden objecten - onafhankelijk of het lijnen, punten of vlakken zijn - door attribuutwaarden op een (meestal) regelmatig grid (raster) opgeslagen.
 - Een rastercel wordt ook wel pixel genoemd, niet te verwarren met de pixels van een beeldscherm. Pixel is afgeleid van het Engelse 'picture element'.
 - Een object kan nooit nauwkeuriger dan de grootte van één pixel worden beschreven. Is een (punt-, lijn-, of vlak-) object kleiner dan een halve pixel, dan zal dit object niet worden beschreven, óf het object is bewust te groot afgebeeld. Een lijn bestaat uit meerdere losse pixels (zie de rivier in het middelste plaat rechts). Zoals het is opgeslagen is het geen lijn, slechts visueel is dit als lijn te herkennen, omdat de individueel opgeslagen 'lijn/rivier' pixels met dezelfde kleur zijn gevisualiseerd. Merk op dat in het voorbeeld de rivier ergens ook geen aangrenzende pixels kent!
 - In elke pixel wordt één of meerdere attributen gedefinieerd, zoals in het voorbeeld de grondgebruiksklasse. Elke pixelwaarde is onafhankelijk van waarde in de pixel daarnaast, en wordt dus ook onafhankelijk van de andere waarde opgeslagen. Rasterbestanden zijn dan ook vaak groter dan vectorbestanden, waarin de waarde van een groot vlak slechts één keer wordt opgeslagen.
 - In een GIS kunnen rasterbestanden alleen worden ingelezen als deze bestanden ook ruimtelijke context bevatten. Hierin staat meestal de celgrootte van het raster dat gebruikt is, bijvoorbeeld in meters, en de coördinaten van de linker onderhoek. Deze informatie kan in het bestand zelf staan, zoals bij een 'Geo-tiff'-bestand, of er buiten in een apart bestand worden opgeslagen, zoals bij een 'tif'-bestand'. Die aparte bestanden worden soms ook world-files genoemd. Houdt dit in de gaten als je rasters aangeleverd krijgt. Zonder deze coördinaten kan je de rasterdata nooit (of zeer onnauwkeurig) op de juiste plek in je GIS / kaart krijgen.
 - Op luchtfoto's en satellietbeelden bepaalt de grootte van de objecten of een punt- of lijnvormig object nog (goed) waargenomen kan worden, zie de afbeelding van Texel.
 - Bij topografische rasterkaarten zijn puntobjecten vaak symbolisch vergroot. Denk aan kerktorens, hunebedden, windmolens en wegwijzers.
 - Rasterdata bestaat er in:
 - een 'intelligente' vorm, waarin elke rastercel een attribuut vertolkt dat ook een fenomeen beschrijft, zoals het landgebruik in het voorbeeld rechts. Alle pixels met het grondgebruik 'bos' krijgen als attribuutwaarde in de kolom grondgebruiksklasse de code 'B' (codering van Bos). De visuele kleur is dan voor alle pixels in één actie te bepalen met GIS, waardoor het bos geheel groen wordt (of rood indien gewenst).
 - een 'niet intelligente' vorm. Hierbij beschrijft de rasterdata met kleuren rechtstreeks een luchtfoto of kaart. De cellen hebben dan géén attribuutwaarde, maar een kleur. Die kleur kan een kleur zijn zoals een satelliet- of luchtfoto die heeft waargenomen,



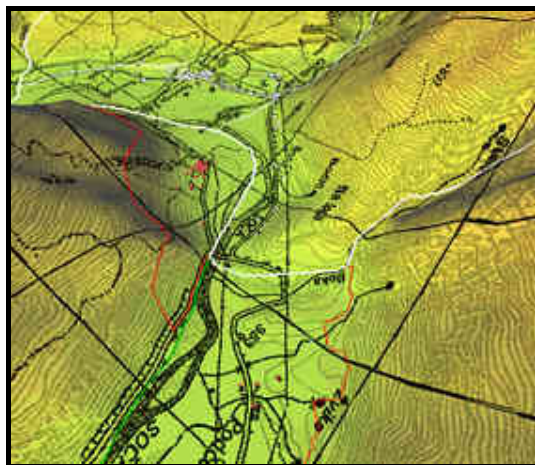
Voorbeeld van (onomkeerbare) conversies van vector- naar raster-data en weer terug

of zoals een kaartenmaker die heeft bepaald. Met een GIS zijn die kleuren slechts iets lichter of iets donkerder te maken. Een luchtfoto lichter maken kan handig zijn als die luchtfoto's letterlijk op de achtergrond moet komen, zie verder Deel C; kaartopmaak.

Hierboven een voorbeeld van hoe de kwaliteit van data achteruit kan gaan bij conversies. Hier betreft het eerst een 'vector-naar-raster' conversie, daarna een 'raster-naar-vector' conversie.

- Doordat bij de eerste conversie een grof grid is gebruikt, is de middelste rasterdata wellicht niet geschikt voor bepaalde gedetailleerde uitspraken.
- Het is ook mogelijk dat rasterdata geconverteerd wordt naar vectordata. Wanneer dat het geval is lijkt de nauwkeurigheid misschien groter geworden; er kan op worden ingezoomd zonder dat men de grootte van de originele cellen ziet. Merk op dat in dit voorbeeld de rastergrootte erg groot is, dat de rivier als vlak niet meer één gesloten vlak is en dat (veel detail bij de) bebouwing verdwenen is. Bij oppervlakte berekeningen van het bos zou een dergelijke kaart misschien nog voldoende zijn.
- Bij zowel raster- als vectordata is het ver kunnen inzoomen gelimiteerd. Bij ver inzoomen op rasterdata is de onnauwkeurigheid als snel te zien door de blokkerige structuur. Bij vectordata is de onnauwkeurigheid niet te zien: de objecten zijn in vlakken of lijnen.
- Er gaat altijd informatie verloren, deze kan beperkt worden bij een kleine celgrootte van het raster.


Hierboven hadden we het steeds over twee-dimensionale geo-informatie, waarin punten, lijnen en vlakken zowel als vectordata, als als rasterdata kunnen worden opgeslagen. Wanneer drie-dimensionale gegevens als raster worden opgeslagen, kan dat niet met 2-dimensionale (vierkante) vlakjes, maar moet dat met (rechthoekige) kubusjes. Sterk ingezoomd op zo'n model zal je die kubusjes ook kunnen zien. Deze kubusjes worden voxels genoemd. Voxels is een samentrekking van de twee Engelse woorden 'volume' en 'pixels'; oftewel een 'pixel met een volume'. Je zal deze term en dergelijke bestanden alleen tegen komen als je veel met hoogtemodellen (zie ook de figuur) gaat werken. Niet alle GIS-software-pakketten kunnen met voxels werken.



Een digitaal hoogtemodel. Deze kent ook rasterpunten. Deze rasterpunten zijn niet twee- maar drie-dimensionaal en heten daarom niet pixels (2D), maar voxels (3D). Zouden we hier ver op inzoomen, dan zouden we die zéér kleine kubusjes, allen met verschillende kleuren, en wel of niet met een hoogtelijn, kunnen zien.

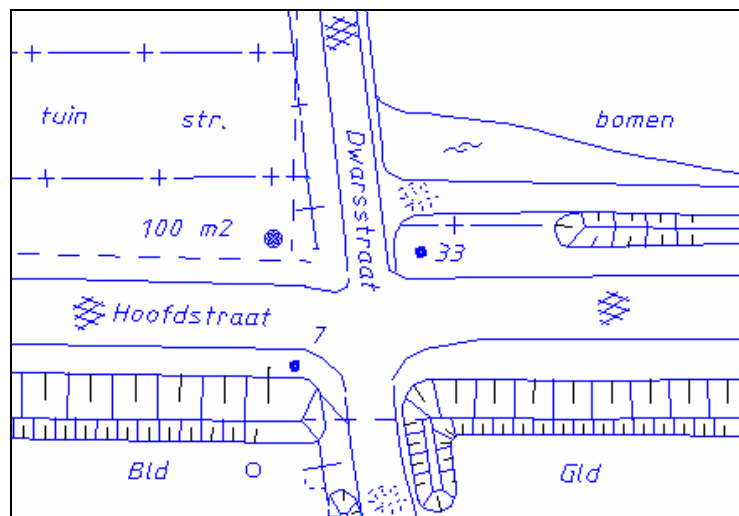
SAMENVATTING: Objecten kunnen met geo-informatie middels punten, lijnen en vlakken worden beschreven. De beschrijving bestaat meestal uit zowel hun de coördinaten van de objecten, als uit

andere objectkenmerken en -beschrijvingen. De objecten kunnen als rasters en als vectoren worden opgeslagen. Een mogelijke conversie van rasterformaat naar vectorformaat zorgt niet voor verlies van kwaliteit, maar wel verlies van kennis over die kwaliteit. Een conversie andersom, van vector naar raster formaat, zorgt bij te grote rastercellen al gauw voor verlies aan kwaliteit.

 **TIP:** In het algemeen geldt: zorg dat je kennis hebt over hoe de kaarten die jij gebruikt, tot stand zijn gekomen.

6. CAD-data en GIS-data

Vaak wordt door GIS-specialisten gesproken over de term '**GIS-data**', als verbijzondering van geo-informatie. Ze doen dat bewust, omdat niet alle soorten geo-informatie met een GIS eenvoudig tot een kaart zijn om te vormen. Geo-informatie is namelijk een verzamelterm voor alle informatie met en geografische component. Dus ook CAD-(Computer Aided Design) gegevens vallen onder geo-informatie. Het bijzondere van GIS-data is dat niet alleen de punten, lijnen en vlakken worden opgeslagen, ook de bij die objecten horende attributen. Vandaar dat GIS-data, boven CAD-data, ook wel 'intelligente' data worden genoemd. Daardoor zijn er binnen een GIS plotseling veel meer mogelijkheden, zowel op het gebied van visualisaties (zie volgende paragraaf) als op het gebied van ruimtelijke en administratieve analyses.

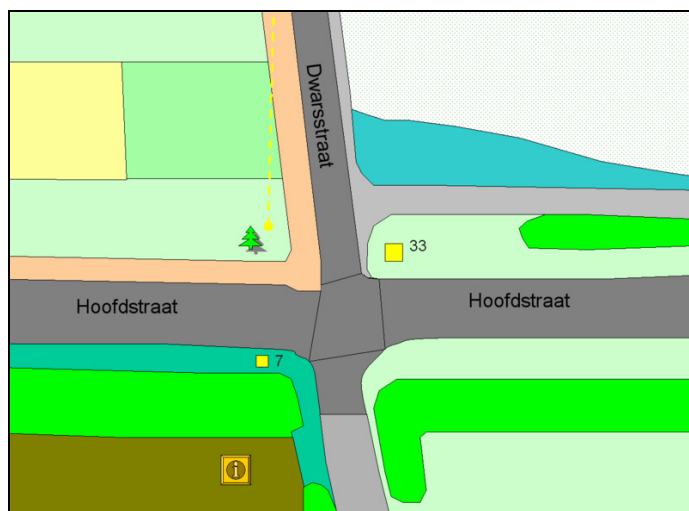


Een typisch voorbeeld van CAD-data. Teksten zijn geometrisch opgeslagen, eigenschappen van bepaalde gebieden, zoals asfaltering of gebruik, zijn met puntsymbolen en afgekorte teksten aangeduid.

Overigens, met 'administratief' wordt bedoeld niet de ruimtelijke gegevens van objecten in GIS-data, maar de tegenhanger ervan, de tekstuele en numerieke tabelgegevens.

Enkele eigenschappen van CAD-data en GIS-data:

- **CAD-data** wordt vaker voor ontwerp- en landmeetkundige toepassingen gebruikt. Bij CAD-data hangt er aan objecten meestal geen database gegevens aan. Voorbeelden van CAD-formaten die een GIS-specialist kan tegenkomen zijn Designfiles (dgn) van Microstation en Drawing-files (dwg) van AutoCad. Kleur en lijnstijl geven kenmerken weer van wat gekarteerd is. In CAD-data wordt de kleur en de lijnstijl direct in het (geografische) bestand opgeslagen. Hierdoor is nauwelijks te selecteren op kenmerken, of met de kenmerken te rekenen. In de figuur is te zien dat niet alle lijnen van een CAD-bestand per se elkaar moeten raken; het is meer een tekening van symbolen, dan dat elk individueel object is beschreven. Teksten zijn dicht bij de symbolen geplaatst, zodat visueel duidelijk is welk nummer hoort bij welk punt, of welke beschrijving (struiken, bomen) hoort bij welk vlak.
- **GIS-data** wordt meer voor beheerdoeleinden gebruikt, denk aan het beheren van de infrastructuur, transport, het gemeentelijk groen en vastgoed. In GIS-data wordt, in tegenstelling tot bij CAD-data, in het bestand meestal niet opgeslagen hoe de objecten er in gevisualiseerd moeten worden. Dat visualiseren moet nog in een GIS gebeuren en gaat geautomatiseerd voor alle objecten gelijktijdig op basis van de attribuutwaarden in de achterliggende database. Dat biedt de GIS-specialist een ongekende vrijheid om de GIS-data te visualiseren. De gekozen visualisatie wordt door zo'n GIS buiten de GIS-data opgeslagen.



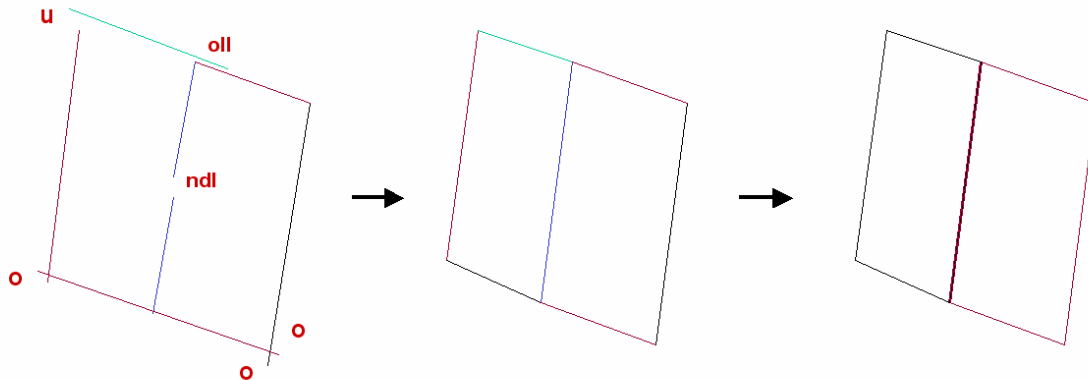
Een typisch voorbeeld van GIS-data. De teksten zijn in de attributen opgeslagen. Soms worden die gebruikt om labels te genereren, meestal worden ze gebruikt om met een kleur een eigenschap (bouwland, grasland of geasfalteerd) aan te geven. Merk op dat het kruispunt als een apart object is getekend.

GIS-specialisten hebben dus het liefst GIS-data, ook wel intelligente of 'GIS-waardige' data genoemd. Overigens, in de meeste GIS-pakketten is ook CAD-data in te lezen. GIS-pakketten hebben er echter wel vaak moeite mee. De in CAD-data opgeslagen visuele eigenschappen als lijndikte, lijnstijl en kleur en gebruikte puntsymbolen gaan dan verloren.

Is CAD-data objectgeoriënteerd, dan kan deze met wat moeite omgezet worden in GIS-data. Ontwikkelaars van CAD-software slagen er steeds meer in om ook met hun CAD objectgeoriënteerde bestanden te kunnen leveren, waar wél attribuutdata in opgeslagen zijn en die wél goed is in te lezen in een GIS. CAD en GIS groeien daarmee steeds meer naar elkaar toe. Soms lezen ze dezelfde data in. In de praktijk zal echter voorlopig nog steeds gelden: werk je met een GIS, zoek dan in eerste instantie naar GIS-data.

7. Objectgeoriënteerd

Met name bij CAD-data worden lijnen van objecten niet altijd netjes exact op elkaar aangesloten, zogeheten **undershoots**. Dat is ook niet erg wanneer deze data 'slechts' voor visualisatie wordt gebruikt, zolang er maar niet te ver op wordt ingezoomd. Het is dan ook niet erg dat de tekenaars de lijnen te ver doortrekken daar waar ze op een andere lijn hadden moeten eindigen, zogeheten **overshoots**. Met andere woorden CAD-bestanden worden lang niet altijd wat we noemen 'objectgeoriënteerd' opgebouwd. '**Spaghetti-digitalisering**' is de wat licht negatief bedoelde naam voor het 'niet objectgericht karteren of digitaliseren'. Bij verwerking in een GIS is dit objectgeoriënteerd zijn vrijwel altijd een noodzaak.



A) Niet objectgeoriënteerde data (CAD-) data met zogenaamde onder (**u**) en overshoots (**o**), niet-doorlopende lijnen (**ndl**) en overlappende lijnen (**oll**). Op deze manier tekenen wordt ook wel 'spaghetti-digitaliseren' genoemd. Een GIS kan deze CAD-data niet converteren. Dit bestand is alleen te gebruiken voor tekeningen, van lijnen, niet voor vlakken. Overigens, de onder- en overshoots zijn hier sterk overdreven getekend.

B) 'tussenvorm'
Goed gedigitaliseerde (CAD-) data. Hierin zijn de bij A) genoemde problemen opgelost. Alle lijnen sluiten mooi op elkaar aan. Betrof het 7 wegen, dan was er daadwerkelijk objectgeoriënteerd getekend. Echter, er zijn 7 lijnen getekend, en er hadden 2 vlakken getekend moeten zijn, want het betreft hier twee percelen. Een GIS kan deze goed getekende CAD-data converteren tot objectgeoriënteerde (GIS-)data.

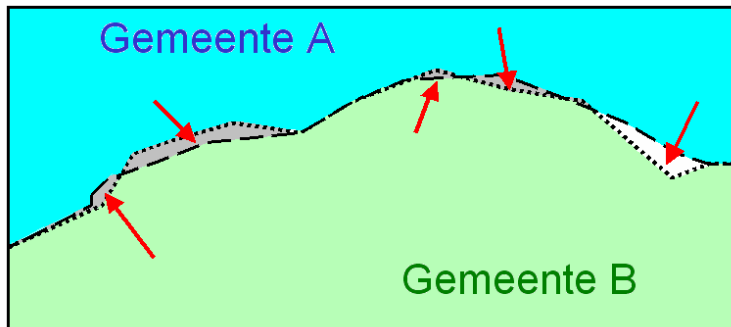
C) Objectgeoriënteerde data
objectgeoriënteerde data waarin de percelen als vlakken zijn getekend. Er zijn géén 8 lijnen, maar 2 vlakken getekend. Merk op dat de twee vlakken één lijnstuk gemeen hebben. In een GIS wordt die lijn dubbel opgeslagen. Wordt een vlak verwijderd, dan ontstaan er geen problemen. De vlakken kunnen worden ingekleurd in een GIS, waarmee het ook visueel een echt oppervlakte wordt.

*Wel of niet objectgeoriënteerd tekenen bepaalt de waarde ervan voor een GIS. In dit voorbeeld zijn twee aangrenzende kadastrale percelen op drie verschillende wijzen getekend. Links zijn **lijnen** getekend, rechts zijn **objecten** getekend (objectgeoriënteerd).*

Met **objectgeoriënteerd** (ook vaak objectgericht genoemd) wordt bedoeld dat de lijnen niet getekend zijn om allerlei grenzen aan te geven, maar om de objecten aan te geven. Begin- en eindpunten van lijnen zijn niet lukraak gekozen, maar stoppen en starten daar waar het object ook begint en eindigt. Ook voor vlakken geldt dat die niet omgeven worden door lukraak getekende lijnen, maar door één omhullende lijn. Twee rechthoekige aangrenzende percelen worden niet weergegeven door 7 of 8 lijnen, maar door 2 vlakken (zie figuur). Bovendien zijn de van een objectgeoriënteerde dataset vrijwel altijd ook meteen koppelbaar gemaakt aan beschrijvingen in andere (administratieve) databases.

Tijdens het digitaliseren met CAD-software of achteraf met een GIS is middels topologische regels af te dwingen dat lijnen en vlakken objectgeoriënteerd worden getekend of opgeslagen. Er is bijvoorbeeld in te stellen dat lijnen op minimaal twee andere lijnen moeten aansluiten, anders had die lijn één lijn moeten zijn. Of dat vlakken (in het geval van grondgebruik of percelen) elkaar niet mogen overlappen. Zie verder de toelichting bij de figuur.

Zoals je bij lijnen under- en overshoots hebt, zo heb je bij vlakken zogeheten **slivers**, ook wel sliver-polygonen genoemd. Een Nederlandse term bestaat hier niet voor. Slivers zijn polygonen (vlakken) die elkaar onterecht niet over raken - er zitten dan gaten tussen de vlakken - of elkaar onterecht overlappen. Zo dienen gemeentegrenzen (de omtrekken van de vlakken die gemeentes beschrijven) van naburige gemeente te sluiten. Er mogen nooit gebieden zijn waarvoor geldt dat die niet tot een bepaalde gemeente vallen. Ook mogen de gemeentes elkaar niet overlappen. Bij veel soorten geo-informatie mogen géén slivers vóórkomen. Denk aan bodemkaarten, hoogtezones, geluidsniveau's en allerlei bestuurlijke indelingen. Er kan namelijk op één plek altijd maar één (niet meer en niet minder) waarde van toepassing zijn; er is op een bepaalde plek maar één bodemsoort, één hoogtezone, een geluidsniveau en één provincie van toepassing. Er kan op één punt niet géén bodemsoort voorkomen, of twee bodemsoorten.



Slivers zijn niet sluitende of overlappende vlakken, daar waar dat niet het geval zou mogen zijn. Vaak zie je dit pas wanneer er sterk is ingezoomd op deze grensgebieden.

Over slivers:

- NB1: Voor sommige vlakken kunnen mogen wél overlappen en gaten voorkomen; die overlappen worden dan ook géén slivers genoemd. Denk aan stankcirkels rondom dicht bij elkaar liggende varkensboerderijen, of verzorgingsgebieden van concurrerende winkelcentra.
- NB2: Slivers ontstaan vaak door het samenvoegen (of 'mergen') van verschillende bestanden van verschillende nauwkeurigheid of beheerd door verschillende instanties. Bijvoorbeeld: meerdere, naburige gemeentes leveren de door hun beheerde of in kaart gebrachte gemeentegrenzen aan één persoon die ze wil combineren.
- NB3: Met allerlei GIS-tools zijn deze tekortkomingen (want dat zijn slivers!) op te sporen, en soms ook gedeeltelijk automatisch te verwijderen binnen een bepaalde marge en - helaas - met een risico dat de data toch gewijzigd wordt waar je dat niet wilt. Ook kunnen deze fouten handmatig verbeterd worden. Beter is het om **topologieregels** in te voeren. Bijvoorbeeld: "een (gemeente)vlak dient over de gehele omtrek aangrenzend te zijn met een ander (gemeente)vlak (of zee)". Veel, duur en intensief correctiewerk wordt zo voorkomen en analyses zullen daarna betrouwbaar zijn en geen hiaten vertonen, zoals lantaarnpalen die niet aan een beheerder of gemeente worden toebedeeld!
- NB4: Met allerlei **snapping**-tools kunnen - achteraf - of bij het tekenen zelf minieme over- en undershoots, dus ook slivers, voorkomen of verbeterd worden. Bij het gebruik van snapping tijdens het tekenen of wijzigen, wordt door het GIS-programma afgedwongen dat de punten goed worden geplaatst. Punten die je 'op zicht' ongeveer over een vertex (knikpunt) van een naburig vlak of lijn heen legt, komen zo ook daadwerkelijk exact op die ene vertex te liggen.
- NB5: Meer over slivers, mergen, topologie en het nut van objectgeoriënteerdheid, zie de module Vervolg GIS.)

SAMENVATTING: Undershoots, overshoots en slivers zijn tekortkomingen in je geo-informatiebestand, die vaak achteraf, bij wat verder inzoomen of bepaalde analyses, aan het licht komen. Erger is wanneer ze niet aan het licht komen. Voorkom deze tekortkomingen met GIS-tools als snapping en het instellen van topologieregels wanneer je bestanden zelf aanlegt of beheert. Krijg je gegevens van anderen, controleer dan of deze tekortkomingen er in voorkomen. Voor veel analyses is het namelijk zeer essentieel dat lijnen en vlakken objectgeoriënteerd zijn opgeslagen. Op kaarten kan het uiteraard ook zeer slordig staan.

TIP: Wil je verstoken blijven van problemen of conversies met je GIS om CAD-data om te zetten naar GIS-(waardige) data, zorg dan dat de CAD-data die je krijgt objectgeoriënteerd is, of, veel beter, dat je GIS-(waardige) data krijgt. Ben je toch afhankelijk van niet-objectgeoriënteerde CAD-data, dan kan je die in een GIS waarschijnlijk alleen als achtergrondkaart gebruiken. Veel berekeningen of een ingewikkelde visualisatie op basis van verschillende lijn- of vlak-soorten zullen niet lukken.

8. Het bijzondere van GIS-data: de attributen

Hieronder, om elk misverstand uit te sluiten, hoe objecten uit werkelijkheid en de attributen van die objecten worden opgeslagen in een GIS-bestand.

GEOMETRIE	PUNT NUMMER ('ID')	GEMEENTE	INWONERS	OPPERVLAK	INW DICHTHEID
BLOB/Shapef...	1	Donderadeel	2000	22312	0,089637863
BLOB/Shapef...	2	Zaventhaler	4000	44231	0,090434311
BLOB/Shapef...	3	Schalkhoven	600	10241	0,058588029
BLOB/Shapef...	4	Werkbrug	40000	15021	2,662938553
BLOB/Shapef...	5	Averloos	3000	55027	0,054518691
BLOB/Shapef...	6	Zavelo	20000	12017	1,664308896
BLOB/Shapef...	7	Gaanderveld	10000	17251	0,57967654

Kolom of attribuut. Een object heeft meerdere attributen. Hier: 5 kolommen

kolom- of veldnamen of attributen

één record / rij: vertolkt één object (vlak / lijn of punt)

attribuutwaarde / celinhoud

niet leesbare kolom; hierin wordt de geometrie bewaard; dit is wat je als punt, lijn of - in dit geval - vlak te zien krijgt op de kaart.

ID's worden vaak automatisch gegenereerd, of kunnen worden ingevoerd, kunnen gebruikt worden om andere informatie te koppelen uit andere GIS-bestanden of databases

Vakinhoudelijke gegevens dienen ingevoerd te worden, of uit een ander bestand te worden gekopieerd.

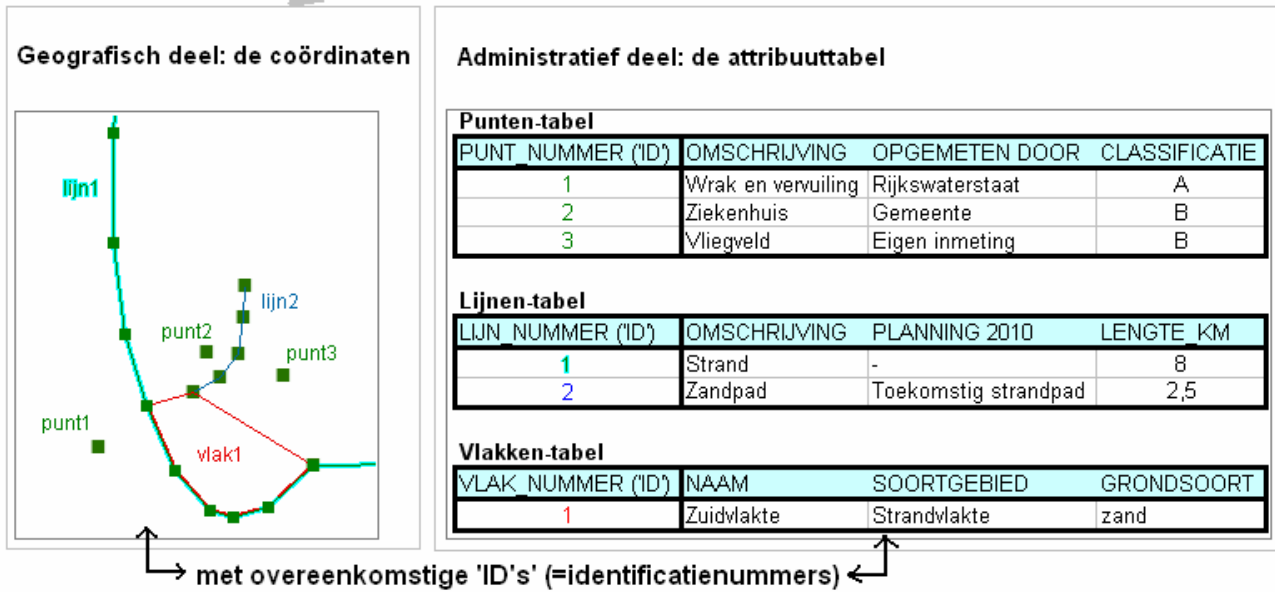
Oppervlakten van vlakken (of lengtes van lijnen) kunnen berekend worden. Ook kunnen andere berekeningen of classificaties automatische berekend worden, zoals hier het aantal inwoners per oppervlakte eenheid

Algemeen: Een GIS kan een selectie tonen, bijvoorbeeld alleen gemeentes groter dan 2500 inwoners. De data beschrijft dan alle gemeentes, maar de kaart toont alleen grote gemeentes. Naast de geometrie kunnen alle attributen kunnen getoond worden, zowel als label (tekst of getal) of als kleur.

Hoe objecten en hun attributen in rijen en kolommen worden opgeslagen in een GIS. Dit geldt voor vrijwel alle dataformaten van alle leveranciers, voor zowel file-gebaseerde bestanden als op databases. Het meeste zal de lezer logisch voorkomen. Maar wie nog onbekend is met GIS moet de opbouw kunnen begrijpen. Niet zozeer om een GIS-specialist te kunnen volgen, maar om het maximale uit een GIS te halen.

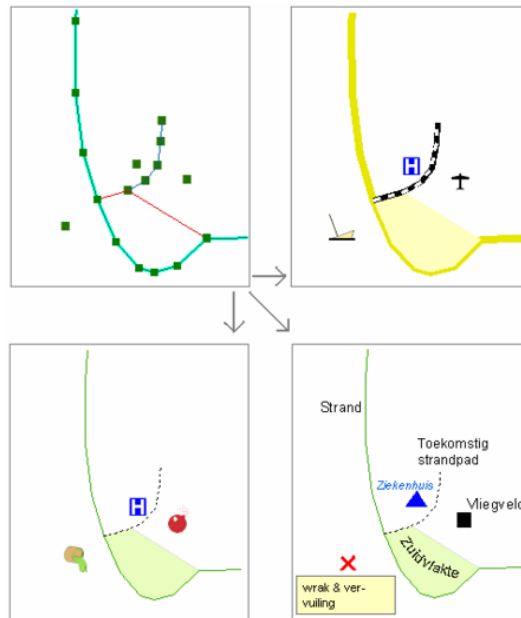
In het figuur hieronder wordt duidelijk dat GIS-data uit een geografische en een administratieve component bestaat:

OPSLAG VAN GIS-DATA



GIS-data zoals die wordt opgeslagen in een bestand of database bestaat uit twee delen, een geografisch en een administratief deel. Of het nu punten, lijnen of vlakken zijn, de objecten die in beide delen worden beschreven zijn via een 'ID' gekoppeld. In de geografische component wordt de geometrie beschreven, oftewel de bij de objecten behorende coördinaten van de punten of vertices (bij lijnen en vlakken). In de administratieve component worden alle thematische gegevens beschreven, op basis van allerlei denkbare tekstuele en getalsmatige gegevens.

Middels een ID (dit is een Engelse afkorting, spreek uit: "ai-die") oftewel een overeenkomstig 'identificatienummer', is bekend welke regel in de tabel bij welke object in de kaart hoort.



Zonder geo-visualisatie is GIS-data slechts ruwe data. Pas met een GIS komt de data tot leven en ontstaat een echte kaart. Dat gaat op basis van de attributen bij de GIS-data; voorwaarde is dat de data objectgeoriënteerd is. Te zien zijn drie voorbeelden met dezelfde GIS-data (linksboven) als uitgangspunt. Rechts onder zijn die attributen niet als symbolen, maar als teksten geplaatst.

Bij bedrijfstoepassingen of bij zeer grote hoeveelheden administratieve gegevens wordt veel attribuutgegevens vaak opgeslagen en beheerd buiten de GIS-data, in een externe database. Slechts dat éne ID is dan voldoende om de objecten op basis van attributen uit de database juist te kunnen visualiseren. Er moet dan wel een verbinding (of on-line koppeling) tussen het GIS-pakket en die externe database zijn. Is dat niet het geval, dan zijn er problemen te verwachten op het gebied van uitwisseling van gegevens, combineerbaarheid, consistentie en actualiteit en is er waarschijnlijk sprake van een onnodig hoge beheerslast voor de organisatie.

Wanneer je in een GIS-pakket GIS-data laadt, zal eerst voor alle objecten uit een GIS-bestand één willekeurige kleur worden getekend. Alle objecten (bijvoorbeeld: alle punten) hebben dan dezelfde kleuren. Op basis van de thematische / administratieve gegevens uit de tabel zijn de individuele objecten dan andere kleuren of symbolen toe te kennen. Dat is te zien in de figuur hier rechtsboven. Duidelijk is dat de attribuutwaarden van de verschillende objecten, samen met de inventiviteit van de GIS-specialist, bepalen hoe de objecten uit de GIS-data gevisualiseerd worden. De mogelijkheden zijn 'eindeloos'. Richtlijnen over hoe dat moet gebeuren staan in de delen B en C van dit handboek.

Let op: buiten deze twee bovenstaande paragrafen wordt niet specifiek over GIS-data gesproken. Gekozen is om de term geo-informatie te gebruiken, een algemeen geaccepteerde, neutrale term. Vaak zal echter wel bedoeld worden: GIS-data, omdat dit voor een GIS-specialist de meest ideale geo-informatie is.

9. Gebruik maken van attributen: over queries of 'zoekvragen'

Attributen zijn de kracht van geo-informatie. Een GIS kan hier op meerdere manieren slim gebruik van maken. Zoals gezegd, in deel B (thematische kaarten) en deel C (o.a. bij het labelen) zal op de daadwerkelijke toepassing terug gekomen worden. Hieronder nog wat theoretische achtergrond, die nodig zal zijn om er überhaupt gebruik van te kunnen maken.

Hieronder een voorbeeld hoe een goed doordacht (maar zeer simpel) GIS-model er voor zorgt dat er snel en plezierig gebruik kan worden gemaakt van de mogelijkheden die een GIS biedt. Het eerste figuur toont één tabel (gegevensbestand of geo-informatie) met grote steden van Nederland. Merk op dat er een kolom 'Status' in staat:

OBJECT_ID	PLAATSNAAM	PROVINCIE	STATUS
1	Almere	Flevoland	
2	Amsterdam	Noord-Holland	hoofdstad
3	Apeldoorn	Gelderland	
4	Arnhem	Gelderland	provinciehoofdstad
5	Assen	Drenthe	provinciehoofdstad
6	Breda	Noord-Brabant	
7	Den Helder	Noord-Holland	
8	Deventer	Overijssel	
9	Dordrecht	Zuid-Holland	
10	Ede	Gelderland	
11	Ede	Gelderland	
12	Eindhoven	Noord-Brabant	
13	Elst	Gelderland	
14	Emmen	Drenthe	
15	Enschede	Overijssel	
16	Gouda	Zuid-Holland	
17	Groningen	Groningen	provinciehoofdstad

↑ vervolg

OBJECT_ID	PLAATSNAAM	PROVINCIE	STATUS
18	Haarlem	Noord-Holland	provinciehoofdstad
19	Harlingen	Friesland	
20	Heerlen	Limburg	
21	Hoofddorp	Noord-Holland	
22	Leeuwarden	Friesland	provinciehoofdstad
23	Leiden	Zuid-Holland	
24	Lelystad	Flevoland	provinciehoofdstad
25	Maastricht	Limburg	provinciehoofdstad
26	Middelburg	Zeeland	provinciehoofdstad
27	Nijmegen	Gelderland	
28	Rotterdam	Zuid-Holland	
29	's-Gravenhage	Zuid-Holland	provinciehoofdstad
30	's-Hertogenbosch	Noord-Brabant	provinciehoofdstad
31	Tilburg	Noord-Brabant	
32	Utrecht	Utrecht	provinciehoofdstad
33	Zwolle	Overijssel	provinciehoofdstad

Tabel-representatie van een GIS-bestand van een aantal grote Nederlandse steden.

Voor die steden die een provincie-hoofdstad zijn, is dit in deze kolom 'Status' aangegeven. Met dit (gedeeltelijk getoonde) bestand zijn drie kaarten gemaakt. Door slim gebruik te maken van de attributen zijn met dit bestand verschillende soorten kaarten te maken:



Drie kaarten van steden van Nederland op basis van dezelfde hierboven getoonde data (klik op het figuur voor meer detail).

Over de kaart met steden en provinciehoofdsteden:

- De eerste kaart, links, toont alle steden uit dit bestand (ongelabeld).
- De tweede kaart toont zowel de labels als het symbool van provinciehoofdsteden anders dan de overige steden. Provinciehoofdsteden zijn bij het label apart *geselecteerd*, en hebben een aparte tekstmaak gekregen (onderstreept en met hoofdletters). Dat betekent dat het dus niet nodig was een aparte kolom te maken waarin de steden met hoofdletters zijn geschreven.
- De derde kaart, rechts, toont alléén de steden waarvan de attributwaarde 'Status' (uit in de kolom 'Status') 'provinciehoofdstad'. Hier is dus automatisch door het GIS-pakket *geselecteerd* in het bestand met alle steden.

In tegenstelling wat een beginnende GIS-ser of -eerder - een buitenstaander misschien zou verwachten, hoeven voor de drie kaarten die gemaakt zijn niet verschillende bestanden (één met hoofdsteden, één met alle steden, en misschien wel één met overige steden) te worden gemaakt. Het mag duidelijk zijn dat de opbouw van zo'n steden bestand moet aangepast zijn op basis van wat nodig is voor analyse en kaarten maken. De exacte opbouw van zo'n GIS-bestand is een simpel voorbeeld van een GIS-model. Zonder over die opbouw vooraf goed (en eenmalig) na te denken, kan je later wel eens enorm veel moeite blijken te hebben met het maken van goede analyses en kaarten.

In de tweede en derde kaart lijkt het zo in de eenvoudige legenda die linksboven is getoond, dat er sprake is van een tweetal bestanden ('lagen') die worden aan- of uitgevinkt. In werkelijkheid verwijzen ze beide naar dezelfde data: het eerder genoemde bestand met alle steden. Hoe kan het dan zijn dat de laag 'provinciesteden' niet alle objecten/steden laat zien in de kaart, maar slechts die steden die ook echt provinciehoofdstad zijn?

Hier boven is twee maal gesproken over selecteren. Het (automatisch) **selecteren** gebeurt met zogenaamde queries (Engels, spreek uit: kwèries) of in het Nederlands 'zoekvragen'. Een query beperkt het objecten dat voorkomt in een geheel databestand op basis van één of meerdere voorwaarden. Queries maken gebruik van zogenaamde SQL-statements (Standard Query Language). GIS-pakketten zorgen vaak dat je met een wizard of op een andere manier deze selecties makkelijk kan maken. Vaak heb je het snel onder de knie. Een beperkte hoeveelheid kennis over SQL kan jou effectiviteit en de functionaliteit van je GIS vergroten. Hieronder wordt alleen een zeer summier uitleg en het hierboven gebruikt voorbeeld gegeven.

Een SQL-query (of: *select-statement* in dit geval) ziet er bijvoorbeeld als volgt uit:

```
SELECT * FROM tabelnaam WHERE kolomnaam = ... voorwaarde...
```


Uitleg over deze opbouw:


- SELECT: 'selecteer'; hierachter wordt in een GIS meestal een * genoteerd: dat betekent alle velden.
- FROM: 'uit'; hierachter komt de naam van de tabel
- WHERE: 'waar voor geldt dat'; hierachter komen de veldnamen met waarden waaraan de velden moeten voldoen. Hier wordt gebruikt gemaakt van 'Booleaanse' operatoren, zoals = <>, >, <. Deze laatste regel wordt ook wel de 'where-clausule' genoemd. In sommige GIS-pakketten zal je alléén deze laatste regel te zien krijgen, waardoor het selecteren nog weer iets simpeler is gemaakt.

In het voorbeeld van hierboven is bij de 2e en 3e kaart het volgende select-statement gebruikt:

```
SELECT * FROM hetnederlandsestedendataset WHERE [STATUS] =  
'provinciehoofdstad'.
```

Dankzij deze 'select-statements' hoeven we niet twee aparte bestanden te beheren; één met provinciehoofdsteden en een ander met de overige steden. Zonder select-statements en zonder bepaalde attribuutkolommen zou je nooit de toegevoegde waarde uit een GIS kunnen halen die er in zit. Door slim gebruik te maken van attribuutkolommen kunnen bestanden bij elkaar worden toegevoegd die voorheen misschien dubbel of separaat van elkaar zouden moeten worden bijgehouden. Dit zorgt voor minder werk en minder fouten aan de kant van de beheerder.

 **SAMENVATTING:** Door vooraf te weten wat je met een GIS wilt, kan je definiëren welke attributen nodig zijn in een bestand. Door SQL (queries of zoekvragen) kan je uit GIS-bestanden beperkte subsets halen, die je vervolgens gebruikt voor visualisatie van slechts die objecten die je nodig hebt, of om slechts die objecten te labelen die voldoen aan een bepaalde voorwaarde of belangrijkheid. Voor zowel analyses, representatie als het beheer is deze techniek van waarde.

 **TIP:** De notaties die GIS-pakketten bij queries gebruiken wijken soms licht af van de officiële SQL-schrijfwijze. Doorgaans zal je daar geen last van hebben. De ene keer moet je een " vervangen door een ' of omgekeerd. Meer informatie kan je vinden op Wikipedia over SQL, of op Wikipedia over Operatoren, maar wellicht is je eigen GIS-handleiding al voldoende. Een zware wiskundige achtergrond of programmeerkennis is niet echt nodig; een GIS-specialist heeft aan een beperkte, beginnende hoeveelheid 'SQL'-kennis voldoende.

10. Eigenschappen van geo-informatie

Uit bovenstaande paragrafen zal het nu duidelijk zijn waarom geo-informatie géén kaartlaag genoemd mag worden. Geo-informatie staat in dienst van een GIS-model. Een GIS-model om analyses of kaarten te maken. Een (digitaal gemaakte) kaart bestaat uit één of meer geo-informatie bestanden / datasets, die geheel of gedeeltelijk in een kaart gebruikt of getoond kunnen worden. Zo kan een GIS-data bestand 'topografie' ook gebruikt worden om op een kaart alleen straten weer te geven.

Een GIS beschrijft de werkelijkheid - voor zover de mens die al kan kennen - met allerlei beperkingen. Jij als GIS-specialist moet die altijd in het achterhoofd houden. Een GIS beschrijft niet de werkelijkheid. Dat komt omdat de geo-informatie die er in zit (vaak onterecht dus kaartlagen genoemd; datasets is beter) een gedwongen beperking van die werkelijkheid is.

Hier volgen een aantal van die eigenschappen, die beperkingen kunnen zijn.

1. **Toepassingscontext.** De data is slechts nuttig binnen een bepaalde toepassingscontext. Elke toepassing stelt andere eisen aan data. Een voorbeeld. Een GIS-model voor de gunstigste busroutes zal een dataset 'wegen' bevatten,

maar zonder de zandpaden. Een GIS voor een volledige stratenatlas zal die zandpaden wel moet kennen. Een ander voorbeeld. De wegbreedte wordt door een beheerder die ook de berm moet maaien, anders gedefinieerd dan een automobilist dat zou doen. Een autonavigatiesysteem zal weer géén wegbreedte nodig hebben bij die dataset 'wegen', die wil van elke weg de maximale snelheid weten.



*Een kaart van de hogesnelheidslijn in Zuid-Korea. Zie de sterk **gegeneraliseerde** zee- en landsgrenzen.*

2. **Generalisatie / weglating.** De data bevat niet alle (kleinere) objecten. Een dataset 'rivieren' voor een atlas van heel Nederland zal niet de (kleine) Dortherbeek in de Achterhoek beschrijven, die een GIS-specialist die de beekdalgronden in kaart wil hebben toch echt wél nodig heeft. Hoe je zelf voor het kaarten maken van generalisatie gebruik kan maken, zie 'Generaliseren in deel B'.
3. **Nauwkeurigheid.** De nauwkeurigheid kan niet optimaal zijn. De dataset 'kust' van Groot-Brittannië voor een kaart in een atlas zal al snel nauwkeurig genoeg zijn. Maar deze geeft nooit de werkelijkheid weer zoals een strandjutter in Plymouth die ervaart. Bij geo-informatie levert het aspect nauwkeurigheid vaker een beperking of limiterende factor dan het aspect precisie. Omdat deze twee termen vaak door elkaar gehaald worden, volgt hier toch het aspect precisie. Bij geo-informatie is zowel sprake van een attribuutnauwkeurigheid als een geometrische nauwkeurigheid. Zoals eerder gezegd, attribuutnauwkeurigheid wordt vaak vergeten door GIS-specialisten. Met attribuutnauwkeurigheid wordt bedoeld de nauwkeurigheid van de gemeten thematische waarden (attributen) van de objecten in de dataset. Denk aan een bestand met locaties van vijftig steden in Afrika met het aantal inwoners. Het aantal inwoners, een attribuut, kan zeer onnauwkeurig zijn, daar waar de locatie (geometrische nauwkeurigheid) zeer groot is.
4. **Precisie.** Precisie is iets anders dan nauwkeurigheid. Precisie wordt bepaald door het aantal cijfers achter de komma waarmee een gemeten eenheid wordt opgeslagen. Laten we eens aannemen dat er een foutloze, onbetwistbare hoogtemeting van de Mount Everest is gedaan. Wellicht is de uitkomst daarvan 8850,36m plus of min een halve meter. De nauwkeurigheid is

een halve meter. Dat betekent dat in werkelijkheid (zouden we die al kunnen weten of benaderen) de berg best 8849 of als we pech hebben 8851,50 zou kunnen zijn. De precisie waarmee de waarde is opgeslagen is 0.01 meter (twee decimalen) Gezien de onnauwkeurigheid is daarom beter te spreken over een hoogte van 8850 meter, waarbij - om geen onnodige fouten te introduceren bij bijvoorbeeld verschildmetingen - wel gewoon die 8850,36m in de database blijft staan. Ook op een kaart dient dan dus 8850 te staan, en niet iets 'nauwkeurigers'. Het is daarom heel gebruikelijk bij (geo-)informatie, dat waarden schijnbaar 'te precies' zijn opgeslagen. Vooral bij interpolaties. Maak niet de fout de precisie er uit te halen - door bijvoorbeeld cijfers achter de komma weg te gooien- door de precisie te bestempelen als onnauwkeurigheid. Het kaartbeeld zou door een dergelijke actie vreemde vormen aan kunnen nemen.



*Over **actualiteit**; het Aral-meer is vrijwel opgedroogd. Grenzen van landen en - in dit geval, in geel weergegeven - meren kunnen wijzigen. Houd wijzigingen bij, zorg voor geo-informatie die actueel genoeg is en gecombineerd kan worden.*

5. **Mutaties / actualiteit.** De werkelijkheid verandert in de tijd. Wegen worden gebouwd, rivieren verleggen zich of worden wadi's, steden groeien en geluidsniveaus of bodemvervuilingscontouren veranderen snel of langzaam. Een bijzonder voorbeeld is een luchtfoto met daarop de 'kustlijn' van een gebied waar eb en vloed heerst. Je zou er verkeerde conclusies aan kunnen verbinden als de luchtfoto juist bij eb is genomen... Kaarten kunnen overigens wel helpen om (langzaam) wijzigende fenomenen helder weer te geven. Bijvoorbeeld kaartseries van bebouwde kommen of bodemvervuilingscontouren. Die zouden om de tien jaar kunnen aangeven in welke richting de stad uitdijt of hoe de vervuiling - door grondwaterstromingen - langzaam groter maar minder geconcentreerd wordt. Naast kaartseries kunnen ook verschilkaarten berekend worden op basis van twee opeenvolgende kaarten van hetzelfde gebied met hetzelfde fenomeen. In het voorbeeldfiguur is het Aral-meer te zien. Veertig jaar geleden was het een meer van formaat. Het meer droogt sindsdien tot op de dag van vandaag steeds verder op doordat rivierwater voor agrarische en stedelijke toepassingen wordt gebruikt. De geo-informatie is hier nog niet op aangepast. Het gebruik van verouderde data kan de geloofwaardigheid van de kaart aantasten, zeker wanneer de combinatie van verschillende informatielagen in de kaart dit hiaat al direct laten zien.
6. **Definities.** Definities van objecten in datasets kunnen uiteenlopen, deels misschien het resultaat van de toepassingscontext. Maar dit misschien ook het resultaat van cultuur tussen twee gebieden/landen. Of verschil van inzicht dat niet is uitgesproken. Wat de één 'bebouwing' noemt, zal de ander splitsen in 'huizen en boerderijen', waarbij de schuren in eens niet worden meegenomen. Of Wadi's worden door de één wel tot rivieren gerekend, door de ander niet.



Voorbeeld van een grens die in werkelijkheid **'fuzzy'** is: van woestijn, via savanne naar oerwoud (satellietbeeld ten zuiden van de Sahel in Afrika).

7. **Fuzzy-grenzen.** In werkelijkheid gaat een steppe langzaam over in een bos. Maar waar ligt de grens? Gaat een steppe bij meer dan 10 bomen per hectare over in een bos? En hoe nauwkeurig valt die grens dan in te winnen en vervolgens te karteren? Ook een indicatie als wel of niet vervuuld lijkt helder. Er zal immers een bepaalde drempelwaarde overschreden zijn. De kaart die vervolgens van zo'n dataset wordt gemaakt zal dus ook een haarscherpe grens opleveren. Zeker wanneer er veel en nauwkeurig is gemeten. De werkelijkheid is echter anders: er is gewoon een overgangsgebied. Dit geldt onder andere ook voor bodemkaarten. Dergelijke grenzen worden 'fuzzy-grenzen' genoemd. Fuzzy-grenzen is een ander begrip dan 'vage grenzen' (zie deel B).
8. **Classificaties.** Door classificatieverschillen zijn gegevens misschien niet goed combineerbaar / bruikbaar. Een voorbeeld. Bij de zeegraskartering (http://www.rivm.nl/vtv/object_document/o4235n21143.html), door het Rijksinstituut Kust en Zee van Rijkswaterstaat, wordt in Nederland onderscheid gemaakt in een bepaald percentage bedekking. Een andere karteerder/bioloog had misschien gedacht aan: zeegras komt wél of niet voor en weer een andere karteerder neemt als norm: pas bij meer dan 30% bedekking bestempel ik de begroeiing als 'zeegras'. Het moge duidelijk zijn dat de twee alternatieve karteringen nauwelijks verantwoord zijn te combineren met de eerste kartering. In deel B wordt verder in gegaan op meetschalen en classificaties.
9. **Compleetheid.** Waar de ene toepassing genoeg heeft aan 'de belangrijkste objecten' zal een ander ze toch echt allemaal moeten hebben. Stel iemand heeft bijvoorbeeld een bestand met zo ongeveer alle belangrijkste overwegen om een beeld te krijgen van waar die het meeste voorkomen. Dat kan dan afdoende zijn. Echter dit is beslist onvoldoende voor een beheerder van de railinfrastructuur of een gemeente. Die moeten respectievelijk de veiligheid en mogelijke verbindingroutes voor wandelaars kennen.

De genoemde beperkingen worden bij het gebruik van geo-informatie soms geconstateerd en als fout gekwalificeerd. (Hé, het klopt niet dat die monumentale boom volgens dataset/kaart BOOMLOCATIES ligt die en die plek, want het valt volgens dataset/kaart KADASTRALE_KAART op het verkeerde perceel).

Nog een leuke uitspraak (Bron: Wikipedia 2007, auteur onbekend):

- *"Er is al een statisticus verdronken in een meer dat gemiddeld een halve meter diep was."*

Wanneer dit een cartograaf was, was deze zeker niet goed gekwalificeerd!

Wanneer jij bovenstaande beperkingen kent, weet je welke kaartlagen wel of niet mogen worden gecombineerd, welke conclusies mogen worden getrokken en - eventueel - welke waarschuwingen je de gebruiker mee moet geven met de kaart. In Deel B en C zullen aan deze beperkingen cartografische principes worden verbonden. Zoals - in het geval van de boom - met welke schaal en dikte je bepaalde symbolen moet weergeven. En in hoeveel verschillende klassen classificeer je de bevolkingsdichtheid van 12 provincies of honderden gemeenten?

SAMENVATTING: De mens denkt in hokjes. Dat is nuttig; daardoor wordt immers de complexe werkelijkheid begrijpelijk, overzichtelijk en te beschrijven in datasets. Dat dit een model is, dient te allen tijde beseft te worden. Niet omdat die data niet betrouwbaar zou zijn, maar omdat die data om allerlei redenen misschien niet (her)gebruikt kan worden voor elk willekeurig doel.

TIP1: Bedenk als GIS-specialist elke keer weer opnieuw of de dataset die je krijgt of al hebt wel voldoende is voor waar je het nu weer voor gebruikt. Je opdrachtgever zal dit niet altijd voor je doen. Jij wordt geacht te weten welke kenmerken de geo-informatie heeft die gebruikt. Het kan beperkingen met zich meebrengen die de opdrachtgever en de kaartlezer dienen te kennen. Informatie over nauwkeurigheid, toepassingsmogelijkheden en mogelijke beperkingen zijn te vinden in de metadata van die dataset. Vraag daarnaar bij de bron. Zoek eventueel naar alternatieve geo-informatie zonder die beperkingen. Zoek niet naar de beste (dure) informatie, maar naar geschikte informatie.

TIP2: De beperkingen van geo-informatie staan in het ideale geval dus in de metadata die er bij hoort. Gebruikers van geo-informatie (of dat nu via een kaart of een analyse is, zijn meestal geheel onbekend met de genoemde beperkingen. Metadata en zaken als onbetrouwbaarheid zijn niet sexy. De gebruikers willen het vaak niet horen, het is te ingewikkeld, de metadata is niet vindbaar, er wordt in hun ogen onnodig moeilijk gedaan. Opmerkingen hierover vanuit de GIS-specialist landen dan ook vaak niet. Opmerkingen over de betrouwbaarheid in centimeters of de volledigheidsgraad van de attribootvelden zijn niet echt. De kaartlezer wil hooguit het belangrijkste horen: voor welk doel is de kaart (of analyse) geschikt. Houdt hier rekening mee. Beperk het aantal waarschuwingen tot een tekstuele one-liner in of bij de kaart. Het zal wel op prijs gesteld worden wanneer jij als GIS-specialist deze samenvatting kan maken; jij bent immers degene die de gebruikte geo-informatie (wel) kent.

Intermezzo: Over het gebruik van satellietbeelden en luchtfoto's

Als voorbeeld van het de noodzaak om eigenschappen van geo-informatie goed te kunnen beoordelen vóórdat er een kaart van wordt gemaakt, wordt hier een figuur getoond van Nederland. Veel mensen / leken zouden hiervan zeggen dat dit een luchtfoto zou zijn. "Ja, want dat komt toch uit Google of zo?".



Noord-Nederland vanuit de satelliet (zie tekst).

Nee dus. Op 'Google of zo' (bedoeld wordt Google Maps, Virtual Earth van Microsoft, Yahoo! Maps of Nasa World Wind) staan op kleine schalen alleen satellietbeeldkaarten, en op grotere schalen staan pas luchtfoto's. Satellietbeeld(kaart)en verschillen van luchtfoto's om verschillende redenen. Niet alleen omdat eerstgenoemde vanaf een grotere hoogte en met satellieten worden gemaakt, maar ook omdat de nauwkeurigheid vrijwel altijd lager is en omdat de kleuren een poging zijn om die op die van luchtfoto's te laten lijken. Een satelliet neemt niet met een 'fotografisch oog' (zoals een camera in een vliegtuig) waar, maar scant het aardoppervlak met verschillende golflengtes. Dit heet ook wel '**remote sensing**'. Het gaat meestal om rood, groen, blauw en ('nabij') infrarood. De intensiteiten van die gescande kleuren worden voor elk stukje aardoppervlak (pixel) opgeslagen. De intensiteiten tezamen worden vervolgens voor alle individuele pixels omgerekend tot één kleur. Deze omgerekende kleuren worden ook wel false colors (valse kleuren) genoemd. Hoe deze omrekening gaat is afhankelijk van de toepassing. Soms kunnen zo zieke en gezonde bomen voor het menselijk oog in beeld gebracht worden, of het lekken van warmte uit daken wordt zo zichtbaar. Meestal worden de gescande waarden vertaald via interpretatietabellen naar kleuren die - als het goed is - zoveel mogelijk lijken op die van luchtfoto's. In onderstaand figuur is dat laatste gepoogd.

Of deze rasterbestanden nu **satellietbeelden** zijn of 'echte **luchtfoto's**', er kleven gevaren aan. Hier onder een opsomming van enkele eigenschappen van dergelijke beelden. Het zijn die eigenschappen die al snel kunnen leiden tot foute interpretaties bij de lezer:

- **Nauwkeurigheid verwarren met de pixelgrootte.** De pixels van een originele, digitale luchtfoto zijn misschien 50 cm, maar de pixels die in beeld komen, in de kaart of op je scherm, kennen een grovere resolutie, omdat het beeld waarschijnlijk niet maximaal is ingezoomd op die nauwkeurige pixels.
- **Relatieve nauwkeurigheid verwarren met absolute nauwkeurigheid.** De leverancier van je bestand noemt misschien 50 cm als nauwkeurigheid, maar dat is de grootte van de kleinste mogelijke pixel. De absolute nauwkeurigheid is veel lager. De reden is dat de luchtfoto / het satellietbeeld is (nog) niet (goed) georeferent. (Zie eventueel 'Intermezzo Georefereren', onderaan in 'Vervolg Cartografie / Europa'.) De gehele luchtfoto kan tientallen pixels / meters verkeerd zijn geplaatst. Daarnaast zullen bepaalde objecten toch niet (goed) te zien zijn.
- **Verkeerde (letterlijk en figuurlijk: vals) kleuren.** In het voorbeeld van de satellietbeeldkaart van Nederland; het lijkt alsof het IJsselmeer inmiddels flink is ingepolderd. Algen of ondiep water zijn door het geautomatiseerde proces ontrect met een landkleur (groen) weergegeven. Gebruik deze kaarten daarom alleen als de kaartlezer bekend is met het gebied en enige ervaring heeft met kaarten en satellietbeelden.
- **Verkeerde / geen projectie.** In dit voorbeeld is het satellietbeeld onbruikbaar. Nederland is veel te uitgerekt weergegeven, waarschijnlijk omdat ingezoomd is op een wereldkaart met een Mercatorprojectie.

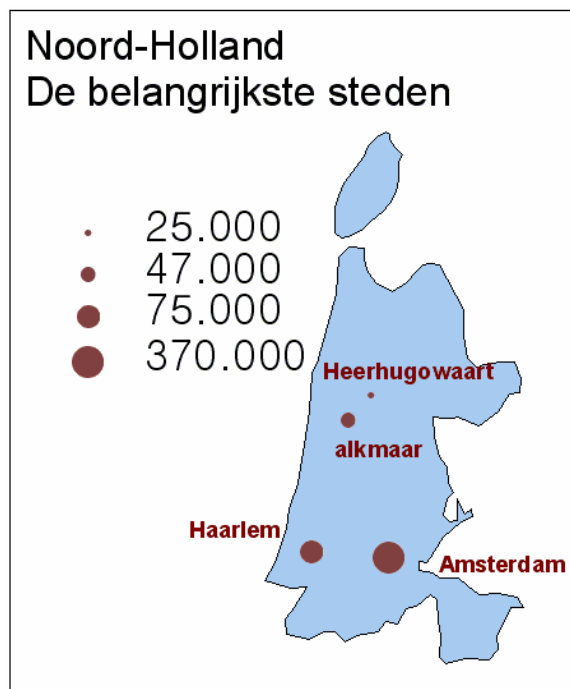
Vermijd dergelijke slechte data, zorg voor goede projecties, zoom niet te ver in op kaarten en gebruik deze kaarten niet voor (nauwkeurige) afstandsmetingen of ruimtelijke analyses waar afstanden, vóórkomen en oppervlak een rol spelen. (Meer informatie over Remote Sensing (technieken, satellietbeelden), zie met name Lillesand, Kiefer, en Chipman; Remote Sensing and Image Interpretation, 2003, 5e editie).

11. Toepassingscontext

De input die je gebruikt in een GIS is vaak niet (geheel) door jou of jouw bedrijf zelf ingewonnen. Of de data is afkomstig uit een afdeling die jij niet kent. Bekijk bijvoorbeeld eens onderstaande tabel.

Steden	Inwoners	Afkorting	Klanten
alkmaar	47000	AL	470
Heerhugowaart	25000	HH	250
Amsterdam	370000	Am	3700
Haarlem	75000	HA	750

Stel je bent redacteur van een krant in Noord-Holland. Je moet een kaartje maken van de belangrijkste steden van Noord-Holland, als illustratie bij een artikel. De data krijg je via de mail van een behulpzame collega. Die heeft de data - heel handig - van de website van het busvervoerbedrijf 'Synnexxion' gehaald. Wanneer hier snel met een GIS een kaartje van wordt gemaakt, is het volgende kaartje wellicht het resultaat:



Mogelijke GIS-output o.b.v. de tabel.


Keurig met titel. Niet gevraagd, maar toch gedaan: je hebt de grootte van de cirkels op de één of andere manier laten hangen van het aantal inwoners. En je hebt ook mooi een legenda toegevoegd. GIS is prachtig gebruikt. Of toch niet? Je mag hopen dat de redactie de klachten van de lezers voor is.


Wat is er fout gegaan? Het aantal inwoners klopt niet. Dat stond wel in de kolomnaam van die tabel, maar bedoeld werd *het aantal inwoners relevant voor Synnexxion*. Namelijk, het aantal inwoners dat binnen een straal van 500 meter woont in de omgeving van de bushaltes. Notabene, steden als Zaanstad en Den-Helder staan er niet in. Waarom niet? Omdat deze tabel alle steden bevatte in Noord-Holland waar het fictieve bedrijf Synnexxion een aanbestedingscontract heeft voor het openbaar vervoer.


Toch was de tabel voor Synnexxion vrijwel foutloos. Het aantal inwoners, zoals door Synnexxion gedefinieerd, klopte wel degelijk. Waarom mag zo'n tabel toch niet gebruikt worden? Er is sprake van een andere *toepassingscontext*. Voor het bedrijfsmodel van Synnexxion is ook de geringe

precisie van de aantallen en het tweetal spelfouten in de namen geen enkel probleem. In 'jouw' kaart staan die fouten wél te veel. De kaart binnen de muren van synnexion is goed, er buiten is die kaart fout. Blijkbaar hebben data en kaarten een toepassingscontext.

Overigens, dat er meer mis is met de kaart van Noord-Holland (symbolen, uitlijning van de elementen, ontbreken van essentiële onderdelen), wordt in Deel B en C duidelijk. Er zijn ook twee opdrachten over.

 **SAMENVATTING:** Gegevens worden ingewonnen voor een bepaalde - per definitie - beperkte toepassingscontext. Niet elke dataset die ergens voor geschikt lijkt, is dat ook. De wegendataset die in een TomTom (autonavigatiesysteem) wordt gebruikt is Nederlandsdekkend, is voor de autogebruiker je-van-het, maar is onbruikbaar voor het uitzetten van wandelroutes.

 **TIP1:** Bespreek met de bron van de dataset de betekenis van de velden, ga de bron na, raadpleeg de metadata bij deze dataset.

 **TIP2:** Ook al is de bron wél bruikbaar. Jij bent óók verantwoordelijk voor de output. In het voorbeeld zijn labels gebruikt. Labels op basis van een tabel die voorheen niet gebruikt werd voor externe communicatie. Er zitten twee fouten in de stadnamen, dus ook in de labels die jij genereert hebt. Een GIS neemt die fouten namelijk onverkort over. Controleer dus altijd de output. Ga niet klakkeloos uit van de juistheid van een bestand.

12. Digitalisering (facultatief)

Voor het maken van kaarten en analyses is dus geo-informatie nodig. Meestal hoeft een GIS-specialist als kaartenmaker niet zozeer bij het totale totstandkomingsproces van geo-informatie stil te staan. De gegevens zijn immers vaak al aanwezig. Toch is het voor sommige GIS-specialisten - zeker als er geadviseerd dient te worden bij inkoop en bij digitaliseringstrajecten - nodig om meer van digitalisering af te weten.

In het hoofdstuk hiervoor (Eigenschappen van geo-informatie) is al besproken dat niet elke soort geo-informatie *inhoudelijk gezien* zomaar gebruikt kan worden. Bijvoorbeeld omdat de actualiteit, nauwkeurigheid of toepassingscontext niet in orde is. Voor een GIS-specialist is er echter nog een beperking of geo-informatie wel gebruikt kan worden. Dat is de manier *hoe het bestand modelmatig is opgebouwd en hoe het is opgeslagen*. Kort gezegd, de manier van digitaliseren, of de 'mate van' digitalisering. Niet elk digitaal bestand is namelijk geschikt voor een elke toepassing in een GIS. Neem bijvoorbeeld een digitale, beschikbare, gedetailleerde topografische (wegen)kaart van Nederland, in een *rasterformaat* opgeslagen. Hier kan je lastig in meten en mee ontwerpen, omdat er geen vertices in zitten. Hierdoor ontbreken de juiste, nauwkeurige (hoek)punten van objecten. Je kan de objecten bovendien niet / nauwelijks geautomatiseerd laten analyseren. Selecties in dit bestand maken ("toon alleen grote steden of A- en B-wegen") kan ook niet. Laat staan dat de dataset voor bijvoorbeeld GIS-analyses, lineair refereren en routeberekeningen gebruikt kan worden. We moeten als GIS-specialist dus weten wat de **mate van digitalisering** is; de functionaliteit hangt namelijk af van de mate van digitalisering.

Het zijn bijna dogma's - beweringen die goed klinken en door niemand betwist lijken te worden - dat digitaliseren goed is en dat digitalisering vroeg of laat zijn geld wel opbrengt. We 'moeten binnen een organisatie nu eenmaal verder', want 'stilstaan is achteruitgang'.

Digitaliseren biedt inderdaad veel meer mogelijkheden dan analoge data. Maar hoever moet je gaan? Want de ene digitaliseringswijze is de andere niet! Wanneer het bedrijf een analoge gegevenscollectie of objecten buiten denkt te moeten digitaliseren, is bij te veel beleidsmakers, beslissers, managers en soms zelfs ICT-ers het credo "digitaliseren is goed en logisch" - al of niet met de benodigde *business-case* - helaas al voldoende om hen een 'GO' te ontfutselen voor dit digitaliseringstraject. Welke functionaliteit met die digitaliseringsstag bereikt moet worden, is voor de GIS-specialist / onderzoeker

vaak nog wel duidelijk, echter, dat is het meestal niet bij die beslissers. Zowel bij beslissers als zelfs bij specialisten worden termen als digitaliseren, vectoriseren, verrasteren onbewust door elkaar gehaald, waardoor bij beide groepen spraakverwarring aanwezig kan zijn en - erger - verkeerde beslissingen in een digitaliseringsproject of in het digitaliseringsbeleid worden genomen. Dit hoofdstuk brengt daarom zo simpel mogelijk de verschillende termen in beeld. Een simpel plaatje met een toelichting kan gebruikt worden om spraakverwarring te voorkomen.

Digitalisering wordt veelal omschreven als het omzetten van data van een analoog naar een digitaal medium^[6]. Echter, in de literatuur over geo-informatie, wordt óók tot digitalisering, gerekend wanneer opgemeten gegevens van objecten (zoals ligging en eigenschappen) uit de (meestal: fysieke) werkelijkheid direct digitaal worden opgeslagen - dus zonder tussenkomst van analoge vastlegging op bijvoorbeeld papier.

Digitalisering is een digitale vorm van **vastleggen** (zie figuur hierna). Waar vroeger zaken vooral analoog werden vastgelegd (voor zowel geo-informatie als 'gewone' informatie in tekstuele documenten), gebeurt dat tegenwoordig vrijwel altijd digitaal. Administratieve documenten werden in de zeventiger en tachtiger jaren van de vorige eeuw nog wel alleen analoog vastgelegd. Echter, tegenwoordig is dat nergens meer het geval. Alle administratieve data diemoet worden vastgelegd, wordt digitaal opgeslagen. Bij geo-informatie is het, begin één-en-twintigste eeuw, soms toch nog steeds zo dat er (oude) gegevens alleen analoog voor handen is. Dat zat 'm vaak in de kosten. Inmiddels is het wel een zeldzaamheid geworden; de meeste collecties zijn inmiddels gedigitaliseerd. De belangrijkste geo-informatie is nu wel digitaal, meestal zelfs gevectoriseerd. De laatste (analoge) collecties zijn nu meestal wel op zijn minst gescand. **Scannen** (onder andere in de vormen van verrasteren, **vertiffen** (omzetten in een TIF), en **ver-PDF-en**) is het proces waarbij (teksten, foto's kaarten of andere uitdrukingsvormen op) documenten via een optisch invoerapparaat ('scanner') systematisch afgetast worden in een digitaal formaat. Door dit scannen is het verstrekken en verzenden van een kopie makkelijker.

Deze vorm van digitaliseren is voor gewone documenten, regelgeving, besluiten, brieven en zelfs plattegronden, dwarsdoorsneden of projectkaarten misschien prima en genoeg. Echter, deze 'simpelste' en oudste vorm van digitalisering is voor geo-informatie meestal onvoldoende. De kaart (PDF of TIF) kan dan slechts gelinkt worden met een kaart. Klikken op een projectgebied en er verschijnt een nieuw scherm met daarin de tekening. Echt combineren, laat staan de individuele, getekende objecten aanklikken of selecteren kan niet. Geen enkele overlaytechniek is mogelijk. Geautomatiseerde bewerking (denk aan: "maak een lijst, voor elk object één regel, van in welke gebieden al deze objecten liggen") blijken onmogelijk. Terwijl de organisatie de gegevens wel in huis denkt te hebben - ja zelfs gedigitaliseerd! - kunnen deze relaties niet gelegd worden; het antwoord op deze vragen is elke keer weer handmatig uitzoekwerk. We moeten in deze gevallen dus een stap verder gaan met de mate van digitalisering.

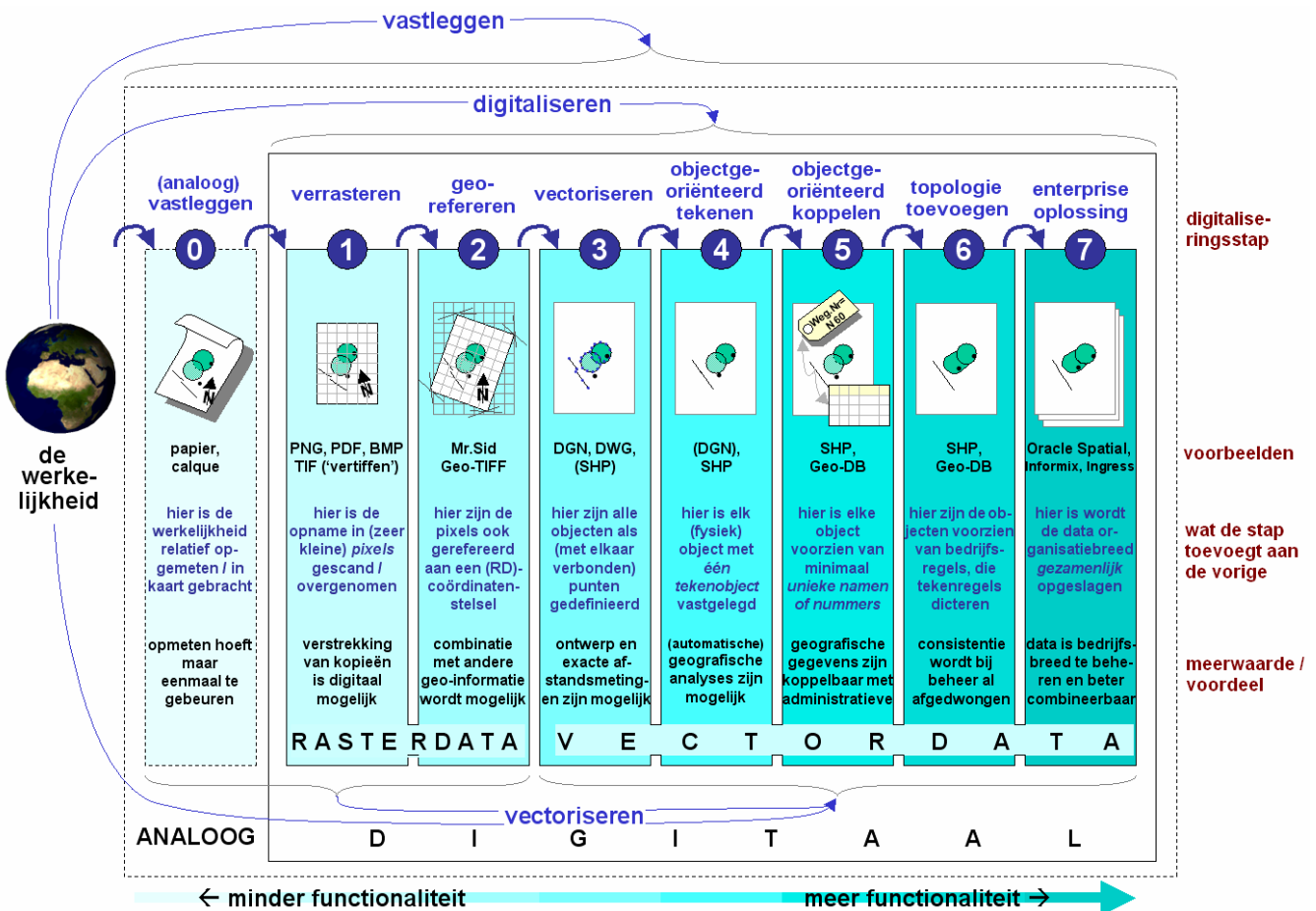
Het figuur hierna geeft - voor geo-informatie:

- van links naar recht een overzicht van welke soort digitaliseringsgradaties er zijn
- de relaties en verschillen die er bestaan in definities als vastleggen, digitaliseren, vectoriseren, verrasteren.

Algemene opmerkingen over het schema:

- Links zijn de te meten objecten te zien, zoals ze in werkelijkheid bestaan. Objecten uit de werkelijkheid kunnen zijn:
 1. 'fysiek'. **Fysieke objecten** zijn direct aanwijsbaar of meetbaar. Meestal worden vooral fysieke objecten vastgelegd en gedigitaliseerd.
 2. 'virtueel'. **Virtuele objecten** zijn objecten die strikt genomen buiten niet (direct) te zien zijn, maar daar wel degelijk gesitueerd zijn. Denk aan percelen, regio-indelingen, gemeentegrenzen, plannen, opgetreden ongelukken of een mogelijke locatie voor een ramp.

- Onder in beeld is weergegeven hoe de toepassingsmogelijkheden van de verschillende digitaliseringsgradaties naar rechts toenemen.
- Wordt een object vastgelegd, dan kan dat door te digitaliseren, maar ook door het (voorlopig) op papier te schetsen (een analoge vastlegging).
- Digitaliseren kan direct door objecten uit de werkelijkheid (buiten) op te meten, of door de (eerder analogoog vastgelegde data) te digitaliseren. Een voorbeeld van rechtstreeks digitaliseren (en vectoriseren!) is een modern, digitaal waterpasinstrument zoals landmeetkundigen dat gebruiken. Een voorbeeld van rechtstreeks digitaliseren (en verrasteren) is 'remote sensing', een inwinningstechniek waarbij het aardoppervlak - meestal vanuit een satelliet- met een bepaalde resolutie gescand wordt. Een voorbeeld van analogoog vastleggen is het op papier zetten van inspectiegegevens bij sloten tijdens het schouwen. Wanneer deze vervolgens worden ingevoerd bij geo-informatie van de sloten, zijn ook de inspectiegegevens gedigitaliseerd.
- Een GIS kan alle digitale geo-informatie uit de genoemde gradaties gebruiken / lezen, echter, bij gebruik van geo-informatie uit de stappen (1), (2) en min of meer ook (3) is de functionaliteit zeer beperkt.
- De zeven digitaliseringsgradaties worden in principe *niet* volgordelijk uitgevoerd, ook niet bij een bepaald digitaliseringsproject. Bij een bepaalde digitalisering / digitaliseringsproject wordt - vanuit de werkelijkheid of vanuit analoge documenten - één van de genoemde digitaliseringsgradaties bereikt. Bij het inrichten van de digitalisering dient vooraf bepaald te worden welke functionaliteit uiteindelijk verkregen dient te worden, en - dus - voor welke toepassingen de geo-informatie uiteindelijk gebruikt kan worden.
- Door kortzichtigheid, een niet bedrijfsbrede scope, onbekendheid of door angst voor digitaliseringsprojecten, kan het zijn dat gekozen is voor een te lage gradatie in de digitalisering.
- Door voortschrijdend inzicht, of nadat geconstateerd is dat de geo-informatie niet de juiste gradatie in digitalisering bereikt heeft bij een vorige digitalisering / vorig digitaliseringsproject, kan men besluiten om aan de gedigitaliseerde data één of meer gradaties toe te voegen. Hierdoor krijgt de digitale geo-informatie alsnog méér toepassingswaarde. De historie laat daarom zien dat - ondanks dat je zou verwachten dat er vóór de aanvang van dure digitaliseringstrajecten goed wordt nagedacht - de volgende digitaliseringstrajecten voor dezelfde geo-informatie (soort) voorkomen; het digitaliseren moet daardoor blijkbaar toch in twee stappen; pas na de eerste digitalisering is er vaak pas commitment, omdat er dan meer inzicht is verkregen in de nut en het noodzaak ervan om enkele gradaties verder te gaan. Daarmee dwingt de eerste ronde de organisatie langzaam verder te gaan.
- Van gradatie (0) naar gradatie (1), waarna 10 jaar later blijkt dat er een behoefte is aan gevectoriseerde bestanden; stap (3). Geld, aangepaste bedrijfsdoelstellingen en goedkopere technieken spelen hierbij een rol.
- Van gradatie (0) of (1) naar gradatie (3), waarna 2 jaar later blijkt dat er behoefte is aan (met bedrijfsprocessen) koppelbare bestanden; gradatie (5). Geld en een te beperkte scope of onbekendheid met mogelijke digitaliseringsstappen speelt hierbij mogelijk een rol.
- Van gradatie (5) naar nogmaals gradatie (5) komt ook voor. Soms blijkt namelijk dat erg vanuit de data is beredeneerd; objecten die digitaal zijn vastgelegd, worden middels het adagio 'ze moeten nu eenmaal koppelbaar worden gemaakt' objectgeoriënteerd gemaakt. Pas nadat de geo-informatie werkelijk met de objecten uit de andere (administratieve, al of niet bedrijfsbrede) bedrijfsdatabases wordt gekoppeld, blijkt de werkelijke koppelbaarheid; sommige objecten blijken niet koppelbaar te zijn. Het datamodel van de geo-informatie en het datamodel van de administratieve data kent blijkbaar geen bedrijfsbreed afgestemd definitiemodel (zie ook in de paragrafen 'Ruimtelijke gegevensmodellering' en 'Geo-informatie binnen bedrijven').



Definities van digitaliseren, vectoriseren en verrasteren met elkaar in verband gebracht; Gradaties in digitalisering bij geo-informatie zijn eveneens weergegeven en uitgelegd. Zie verder de tekst.

In bovenstaand schema worden per gradatie in de digitalisering weergegeven:

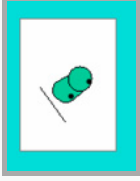

- een aantal voorbeelden;
- wat deze stap toevoegt aan de vorige en
- wat de meerwaarde is van deze stap qua functionaliteit / voor de businessprocessen.


Hoewel dit niet per definitie het geval is, ziet men vaak in de praktijk wel dat wanneer een bepaalde gradatie in digitalisering bereikt is - bijvoorbeeld gradatie 6 - dat dan de vorige gradaties / functionaliteiten bij de digitalisering ook mogelijk zijn. Vandaar dat er hier gekozen is niet alleen over zeven functionaliteiten te spreken, maar over zeven gradaties.


Meer opmerkingen over de zeven getoonde digitaliseringsstappen:


Gradatie in digitalisering	
	<p>(1): Verrasteren is een (oude) vorm van digitalisering, waarbij slechts een beperkte toepassingsmogelijkheden bereikt worden. Voor geo-informatie is verrasteren meestal niet, zeker niet op langere termijn, een goede keuze. Dat komt omdat de geo-informatie nauwelijks gecombineerd kan worden. Héél zelden zijn zijn (geografische) rasterbestanden intelligent (zie gradatie 5). Denk bijvoorbeeld aan remote-sensing beelden (zie met name Lillesand, Kiefer, en Chipman; Remote Sensing and Image Interpretation, 2003, 5e editie) van het aardoppervlak, waarbij de waargenomen golfengtes via analyses vertaald zijn naar een legenda (oordeel); braakliggend terrein,</p>

Gradatie in digitalisering	
	gezonde of niet gezonde bomen, et cetera. In de praktijk bedoelt men bij het digitaliseren met het begrip 'rasterbestanden' de niet intelligente versie zoals die het resultaat is van het 'vertiffen' van analoge tekeningen. (Meer over intelligente en niet intelligente rasterbestanden is hierboven al besproken bij Objectsoorten en opslag van geo-informatie.)
	(2): Geo-refereren , zie ook 'Georefereren'; (zie het Intermezzo, onderaan in -), is het zodanig juist verschalen, draaien en koppelen aan een coördinatenstelsel, dat het (raster)bestand in de juiste positie in de ruimte krijgt. Op deze wijze kan een rasterbestand (of het nu een tif, een pdf of een ander raster-formaat betreft) dienen als onderliggende kaart, waarna andere digitale (vector)data / geo-informatie in datzelfde coördinatenstelsel over de kaart heen kan worden gelegd. (Geo-refereren kan soms ook voor in lokale assenstelsels getekende vectordata een uitkomst zijn, al komt dit minder vaak voor.)
	(3): vectoriseren . Meestal wordt bij het digitaliseren vanuit de werkelijkheid direct de objecten als vectoren opgeslagen. Punten, lijnen en vlakken worden daarbij opgeslagen als (met lijnen verbonden) punten. Deze stap is voor ontwerp en constructie doeleinden vaak al voldoende. Het vectorbestand is vrijwel altijd noordgericht en in een (juist) coördinatenstelsel en op schaal getekend. Is dat niet zo, dan dient het bestand - om het te kunnen combineren met andere bestanden - alsnog gegeorefereerd te worden, zie gradatie (2). Meestal gaat het om CAD-tekeningen (met als opslagformaten meestal DWG en DGN. (Zie ook eerder deze module, in CAD-data en GIS-data.) Echter, voor beheerdoeleinden, GIS-analyses en het produceren van uiteenlopende cartografische afbeeldingen is de simpelste vorm van vectoriseren meestal niet voldoende. Vandaar dat bij de volgende vormen van vectoriseren, enkele extra eisen aan de opgeslagen data wordt toegevoegd, zie stappen (4), (5), (6) en (7).
	(4): objectgeoriënteerd tekenen . Bij gradatie (3) zou de manier van tekenen wel eens als spaghetti-digitalisering kunnen worden betiteld. In stap (4) wordt door de afgedwongen dat de digitalisering van één object (punt, lijn of gebied) ook als één punt, lijn of vlak wordt opgeslagen. De A50 van Zwolle naar Arnhem is dus als één lijn getekend, ook als die bij Apeldoorn door de A1 onderbroken wordt (=objectgeoriënteerd, zie ook eerder in deze module.)
	(5): objectgeoriënteerd (kunnen) koppelen . Hierbij kennen de in de vorige stap als eenduidige objecten getekende punten, lijnen en vlakken ook een identificatie (id, of sleutelveld met daarin een unieke naam, code of volgnummer), waardoor koppeling met databases nodig zijn. Stap (5) kan niet zonder stap (4). Stap (4) wordt meestal samengegaan met stap (5) tenzij het datamodel of de nummertoeiding nog niet geheel bekend is, maar men wel al weet dat men in de toekomst de objecten wil gaan koppelen. In dat laatste geval wordt (tijdelijk) alleen nog objectgericht getekend. Veel CAD-bestanden zijn daarom tegenwoordig al objectgeoriënteerd getekend - tot en met stap (4) - voorbereid op echte GIS-toepassingen. Naar stap (5) is dan eenvoudiger. Sommige CAD-bestanden kennen tegenwoordig ook al wel degelijk de genoemde koppelmogelijkheid! Digitaliseren tot en met stap (5) is voor beheertoepassingen noodzakelijk en bij GIS-specialisten vaak als minimum eis bij digitaliseringstrajecten genoemd. Wanneer deze stap bereikt wordt bij een digitaliseringstraject, dan wordt vaak gesproken over een GIS-waardig bestand en over intelligente objecten en bestanden. Een raster- of vectorbestand dat niet intelligent is wordt ook wel eens plat gedigitaliseerd genoemd. (Meer info over objectgeoriënteerdheid en het koppelen met databases, zie Het bijzondere van GIS-data: de attributen en eventueel Joinen in deel B.)

Gradatie in digitalisering	
	<p>(6) Topologie toevoegen. Onderlinge relaties tussen bestanden, maar ook (attribuut)volledigheid en het wel of niet mogen snijden van lijnen met andere lijnen of vlakken, wordt afgedwongen met (bedrijfs)regels (business rules). Zo wordt geëist dat percelen niet overlappend zijn en dat huizen binnen (woon)percelen moeten vallen, en niet op een straat gedigitaliseerd kunnen worden. De tekenregels zijn dan nog strenger dan bij stap (4) al het geval was. Met deze stap worden meestal ook - minder vaak gebruikte, maar geavanceerde (netwerk)toepassingen en berekeningen - mogelijk. (Zie ook Topologie.)</p>
	<p>(7) Een enterprise oplossing. In feite verandert hier niet (de digitalisering van) de data, maar de plek waar deze wordt opgeslagen; centraal bij andere geo-informatie (strikt genomen kon dat ook al bij de vorige stappen), maar nu ook bij andere 'gewone' administratieve data van de organisatie. Daardoor kunnen applicaties (niet alleen GIS-applicaties, niet alleen beheerapplicaties, maar ook ontsluitingsapplicaties) beter bij de data uit de verschillende databases. Het beheer, de consistentie, hergebruik van de data maar ook applicatieontwikkeling kan zo eenvoudiger. Deze laatste stap wordt het minst snel bereikt. Niet alleen omdat dit duur zou zijn, maar eerder omdat hiervoor alle bedrijfsprocessen bekend dienen te zijn en goed op elkaar dienen te zijn afgestemd.</p>

 **SAMENVATTING:** Digitaliseren is - wanneer het over geo-informatie gaat - het vastleggen van ruimtelijke objecten door deze te verrasteren (op te slaan als pixels), óf door deze te vectoriseren. Vooral bij vectoriseren kunnen een verschillend aantal gradaties in functionaliteit bereikt worden. Bij vectoriseren worden de objecten als punten, lijnen en vlakken vastgelegd. Afhankelijk van de gewenste eindfunctionaliteit worden bij het digitaliseren - zeker bij het vectoriseren - meestal ook in een coördinatensysteem getekend, waardoor de bestanden gegeoreferereerd zijn. Daardoor zijn de objecten gezamenlijk te tonen met andere kaartlagen. Voor beheerdoeleinden dienen de objecten meestal ook objectgeoriënteerd te zijn getekend én koppelbaar te zijn met databases. Dit wordt meestal 'intelligent digitaliseren' genoemd. Het bestand / de dataset wordt dan 'GIS-waardig' of 'intelligent' genoemd.

 **TIP1:** Vermijd verwarring over de term digitalisering. Benoem in discussies altijd wat exact bedoeld wordt met deze term. Geef richting beleidsmakers / managers op zijn minst aan wat de (maximale) functionaliteit is bij die vorm van digitaliseren waar het op dat moment om gaat.

 **TIP2:** Digitalisering en inwinningstechnieken van geo-informatie zelf vallen niet onder de scope van dit handboek. Meer informatie over inwinningstechnieken bij geo-informatie is onder andere te lezen in het hoofdstuk "Het verzamelen van gegevens" in "Kartografie, Visualisatie van ruimtelijke informatie", F.J. Ormeling en M.J. Kraak, Delfse Universitaire Pers. Uitgave 1990 en uitgave 1993. Meer over remote sensing is onder andere te lezen in "Remote Sensing and Image Interpretation", door T.M. Lillesand, R.W. Kiefer, en J.W. Chipman, 5e druk, 2003 John Wiley & Sons.

13. Referenties

1. ^ A to Z GIS, an illustrated dictionary of geographic information systems; T. Wade en S. Sommer, 2006 (2e editie), pag 90.
2. ^ J. Maantay en J. Ziegler; *GIS for the Urban Environment*, ESRI-press Redlands California, 2006, pag 8.
3. ^ *Cartography, Visualisation of Spatial Data*; M.J. Kraak en F.J. Ormeling; 2003, 2e editie, Pearson Education, blz 7 en 8.
4. ^ Understanding GIS; the ArcInfo Method, ESRI press, 3rd Edition, 1995, Redlands California, US, blz 1-7.
5. ^ *GIS for the Urban Environment* J. Maantay en J. Ziegler, 2006, blz 25.
6. ^ Digitalisering op de Nederlandse Wikipedia

Ga naar de opdrachten over deze module 'Inleiding GIS'.

Ga verder met de volgende module: 'Vervolg GIS'.



HANDBOEK
Geo-visualisatie
Kaarten maken met een GIS

Deel A: Theorie / Vervolg GIS



 **Doelstellingen van deze module 'Vervolg GIS'**

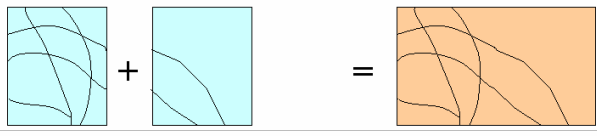
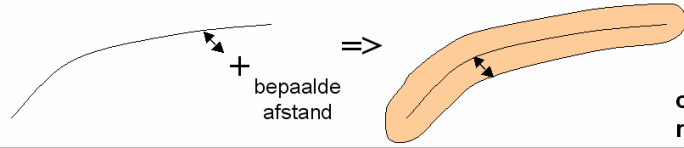
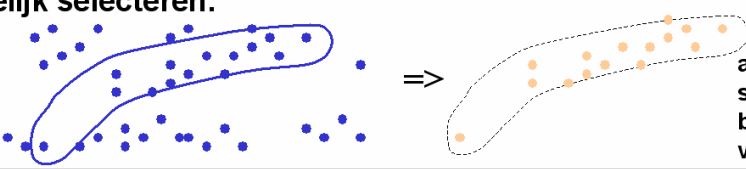
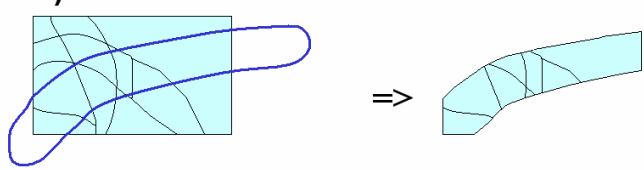
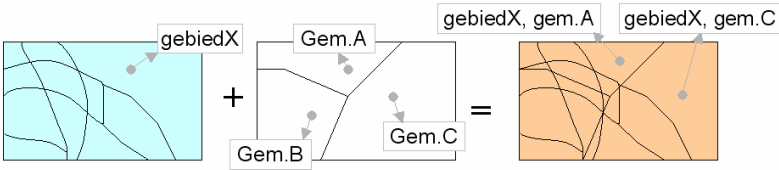
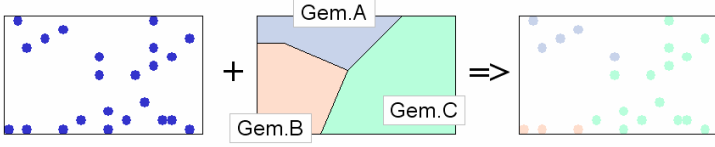

Na het lezen van deze module is de lezer bekend met diepgaandere GIS-begrippen, de belangrijkste beperkingen van GIS bij ruimtelijke analyses en kan hij verschillende bronnen van geo-informatie noemen inclusief de sterke en zwakke kanten van die bronnen. Hij kent via een aantal praktijkcases de sterke kanten van het combineren van geo-informatie bij en hij kent de belangrijkste GIS-bewerkingsstappen. Deze module is een vervolg op de basis uit de vorige module, 'Inleiding GIS'. Veel van deze hoofdstukken zijn facultatief. Deze module is *niet* strikt noodzakelijk, maar wel plezierig bij het verder lezen van dit handboek.

Inhoud

- 1 GIS-analyses / GIS-bewerkingen
- 2 GIS-analyses, de 'do's and dont's'
 - 2.1 De wet van het kleine getal
 - 2.2 Arbitrair gekozen of bestuurlijke gebiedsindelingen
 - 2.3 Te grof gekozen aggregatieniveaus en rasters met te grote cellen
 - 2.4 Het verhogen van de nauwkeurigheid (facultatief)
- 3 Coördinaten creëren met een GIS indien er geen coördinaten zijn
 - 3.1 Geocoderen
 - 3.2 Lineair refereren
 - 3.3 Reverse geocoding
- 4 Topologie
- 5 Ruimtelijke statistiek / interpolatietechnieken
- 6 De geschiedenis van GIS en een blik in de toekomst
- 7 Informatiesystemen (facultatief)
- 8 Herkomst van geo-informatie (facultatief)
 - 8.1 Geo-informatie binnen onderzoeksprojecten (facultatief)
 - 8.2 Geo-informatie binnen bedrijven (facultatief)
- 9 Gebruik van geo-informatie
 - 9.1 Gebruik van geo-informatie van belangenverenigingen en 'open geo-informatie'
- 10 Ruimtelijke gegevensmodellering (facultatief)
- 11 Cases (facultatief)
 - 11.1 Case 1: De erosiegevoeligheidskaart; GIS als voorspeller
 - 11.2 Case 2: Risicokaarten; over de meerwaarde van GIS als combinatie-tool van data
- 12 Referenties

1. GIS-analyses / GIS-bewerkingen

In de vorige module, Inleiding GIS, zijn al enkele (gemeentelijke) voorbeelden genoemd om te laten zien wat er mogelijk is met een GIS. Die mogelijkheden zitten wel of niet in een GIS afhankelijk van het aantal functies (ruimtelijke operatoren, bewerkingen of analyses) die de desbetreffende GIS kent. Een desktop-GIS is hierin véél krachtiger van web-gis-applicaties of (gratis downloadbare) GIS-viewers.

Merge (samenvoegen):	<i>bijvoorbeeld:</i>	
		samenvoeging gemeentes
Buffer:		creër een zône rondom een weg
Ruimtelijk selecteren:		achterhaal adressen omwonenden bij onderhoudswerk van een weg
Clip (snijden)		selecteer mogelijk vervuilde grond na incident
Union (het 'verenigen' / verrijken van attributen uit andere GIS-data):		voeg bestanden (natuur-gebieden en gemeenten) samen tot één bestand met attributen uit beide bestanden
Ruimtelijke join:		bepaal gemeente van boringspunten op basis van locatie
Dissolve (reclassificeren / generaliseren):		nauwkeurige (landgebruiks) kaart geschikt maken voor landelijke kartering / analyses


Enkele van de belangrijkste GIS-bewerkingen. Op basis van ruimtelijke ligging kunnen verschillende analyses en bewerkingen worden uitgevoerd. Links de input, rechts de output met voorbeelden.


GIS-desktop-software kent over het algemeen vele mogelijke GIS-analyses. Uiteraard is dit afhankelijk van de leverancier en de gekochte licentie. Een gemiddelde desktop GIS-applicatie van een gemiddelde, bekende leverancier, kent minimaal een honderdtal functies, maar waarschijnlijk veel meer. Toch zal je er vaak slechts enkele van gebruiken. Door het combineren van die functies wordt het resultaat nog krachtiger. Ook zijn die functies vaak in modellen te gieten, waardoor meerdere functies zijn te combineren, al of niet met handmatig in te voeren parameters, en al of niet in batch uit te voeren. Het is ondoenlijk en onnodig alle functies uit je hoofd te kennen, net zoals het ondoenlijk en onnodig is deze te vermelden in dit handboek. Je wordt verwezen naar de handleiding van de leverancier.

Wel wordt hier, in de figuur hierboven, getoond wat zo ongeveer de belangrijkste krachtige GIS bewerkingen zijn. Zowel de veel gebruikte Engelse termen als hun minder vaak genoemde Nederlandse vertaling worden genoemd. De voorbeelden verduidelijken de functie. Merk op dat de output, rechts in de figuur, vaak een nieuw bestand is, met op de achtergrond, in het bestand zelf, alle attributen die van toepassing zijn. De figuur legt achtereenvolgens uit:

- merge (samenvoegen)
- buffer
- ruimtelijk selecteren
- clip (snijden)
- union (het verenigen op basis van attributen)
- ruimtelijk joinen
- dissolve (generaliseren op basis van attribuutwaarden)

Door dergelijke ruimtelijke operatoren, voegen GIS-applicaties een heel bijzonder soort operatoren toe aan de operatoren die bij de meer gebruikelijke en bekendere administratieve (getalsmatige en tekstuele) databases al bekend zijn (zoals: < > = not, nor, and). Administratieve databases zijn heel goed in staat om objecten te selecteren of te combineren met deze zogenaamde Booleaanse en logische operatoren; Selecteer alle gemeentes groter dan 50.000 inwoners (de operator > wordt hier gebruikt). Een GIS voegt hier operatoren aan toe die een ruimtelijke component kennen. Selecteer alle boringen die - op grond van hun ligging (x- en y- coördinaat) vallen in de gemeente. Net zoals dat door een mens direct op een kaart te zien zou kunnen zijn, zo selecteert een GIS deze boringen op grond van hun locatie. Dat gebeurt dus niet op grond van een (lastig te beheren) koppeling in een relationele database. Andere voorbeelden zijn: selecteer boringen binnen een bepaalde afstand, combineer objecten (merge), et cetera. Zie verder het figuur.

 **SAMENVATTING:** GIS-operatoren (typische GIS-functies of GIS-bewerkingen) zijn er in meerdere soorten en smaken, en voegen - door gebruik te maken van nabijheid, overeenkomsten in locatie of onderlinge ligging - een wezenlijk nieuw soort operatoren toe aan de Booleaanse operatoren (administratieve of louter wiskundige functies) waar standaard administratieve (relationele) databases over beschikken. Alle GIS-operatoren hebben met elkaar gemeen dat ze iets met de factor 'locatie' doen, een eigenschap die niet voorkomt in administratieve databases. Voorbeelden van deze GIS-bewerkingen zijn ruimtelijk selecteren, joinen, bufferen, reclassificeren (of generaliseren), verenigen, snijden en samenvoegen.

 **TIP:** Ook bij het tot stand komen van kaarten, kunnen deze GIS-bewerkingen geo-informatie geschikt of geschikter maken. Hoe meer kennis van GIS / jouw GIS-pakket, hoe makkelijker het (goed) kaarten maken zal gaan. Raadpleeg de handleiding van jouw GIS-pakket regelmatig om ideeën op te doen. Dat kan verhelderend werken en tijdsbesparend uitkomen op het moment dat je een kaart in opdracht snel moet gaan uitvoeren.

NB: De meest gebruikte GIS-tool, de join, is strikt genomen geen analyse, maar het startpunt van het maken van een kaart of analyse; deze wordt besproken in Deel B: Geo-visualisatie, de paragraaf 'Joinen / of: hoe zet ik willekeurige informatie met één actie op een kaart).

2. GIS-analyses, de 'do's and dont's'

Er zijn vele GIS-bewerkingen waarbij geo-informatie geconverteerd kan worden, verbeterd, gecombineerd, geanalyseerd. Hoe groter en duurder het GIS-pakket of licentie, hoe meer mogelijkheden. Deze mogelijkheden worden niet allemaal uitgebreid behandeld, daarvoor is de GIS-handleiding van het softwarepakket zelf waarschijnlijk beter in. Maar er zijn altijd een aantal zaken waar je rekening mee moet houden. In de volgende paragrafen komen een aantal van die zaken aan de orde.

2.1. De wet van het kleine getal

Bij het trekken van conclusies op basis van kaarten geldt hetzelfde als bij het trekken van conclusies op basis van andere data.

Er moet voorzichtig worden omgesprongen bij onvolledige of niet juist ingewonnen data. Zeker wanneer een kaart gemaakt wordt op basis van een beperkt onderzoek, of een beperkte hoeveelheid data (zie ook de vorige paragraaf). Staat er een beperkte selectie van de werkelijkheid op een kaart, of er zijn nu eenmaal weinig voorvallen gekarteerd, dan is er de kans dat de beslissing of het inzicht die volgt uit een kaart, bepaald wordt door wat men noemt 'de macht van het kleine getal' of 'overhaaste generalisatie' (zie ook 'De Wet van het kleine getal' op Wikipedia). Zelfs wanneer de data 100% goed, actueel, compleet en nauwkeurig is, moet men met deze wet rekening houden. Een voorbeeld.

Hier rechts staan twee figuren. Hier worden daadwerkelijk plaatsgevonden meldingen van calamiteiten weergegeven van regio IJsselland. Deze vanuit het P2000 systeem van de centrale meldkamer (112) van de ambulance, brandweer en politie.

Een kaartlezer zou de volgende conclusies *kunnen* trekken:

- In de Olst, Hardenberg en Zwarte-waterland gebeurt weinig of niets; ze kunnen daar leunen op de brandweer, politie en ambulance uit de omgeving.
- Zwolle en Kampen hebben relatief meer brandmeldingen dan andere gemeenten; de brandweer moet daar dus beter uitgerust zijn dan in andere gemeenten.
- In Staphorst gebeurt veel, maar het zijn altijd onduidelijke meldingen.
- enzovoort.

Al deze conclusies berusten op één groot misverstand: er worden conclusies getrokken over een heel kleine periode én een heel klein gebied. Door de beperkte tijdspanne is de factor toeval bepalend voor het kaartbeeld. De werkelijke ruimtelijke spreiding die bij een dergelijk fenomeen hoort is niet zichtbaar. Pas wanneer een fenomeen (bijvoorbeeld brandmelding) in alle gebieden een minimum aantal keren voorkomt, en/of de meldingen gelden over grotere perioden (een jaar), dan zouden dergelijke conclusies pas te trekken zijn. Er is een grote kans dat deze conclusies dan totaal anders zijn. Het heeft dat ook geen enkel nut dergelijke kaarten als hier boven te maken. Slechts voor dagrapportages ('waar zijn de hulpdiensten vandaag opgeroepen?') is het wellicht handig.

(Overigens, wie bekend is met de vele P2000-sites die er zijn; niet alle meldingen zijn goed classificeerbaar. Een melding als 'XXX Gaarne contact opnemen met centrale', of communicatie die niet via P2000 gaat strooien sowieso roet in het eten, wanneer we toch kaarten willen maken en conclusies zouden willen trekken. Hiermee wordt maar weer eens aangegeven: Gebruik spaarzaam of voorzichtig andermans (internet) data; stap op de vakdeskundigen / kenners af alvorens zomaar zaken in kaart te brengen. Ook al is de hoeveelheid en veelsoortigheid aan informatie op internet nog zo'n verlokking, en ziet die er nog zo professioneel uit.)

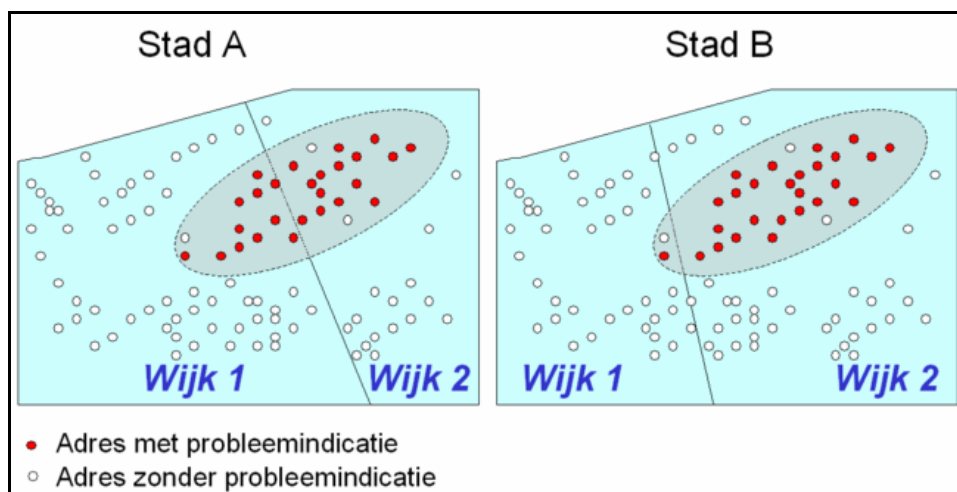
Ook op de kaart met de nieuwsmeldingen, hierboven, zijn sommige van onderstaande conclusies misschien voor de hand liggend, echter ze zijn allen toch verkeerd:

- In Oost-Nederland en Brabant gebeurt weinig.
- De meeste UFO-meldingen komen uit Groningen.

Naast de wet van het kleine getal moeten we hier ook met andere zaken rekening houden. Skoep als nieuwsmedium is wellicht populairder in de Randstad dan elders. Het zijn wellicht vooral jongere scholieren die deze site vullen, zij die hier tijd voor nemen, en in het bezit zijn van de juiste kennis en gadgets om dit te doen. Het soort onderwerpen, de aantallen en de spreiding van de nieuwsitems over de kaart wordt daar dus door beïnvloed.

2.2. Arbitrair gekozen of bestuurlijke gebiedsindelingen

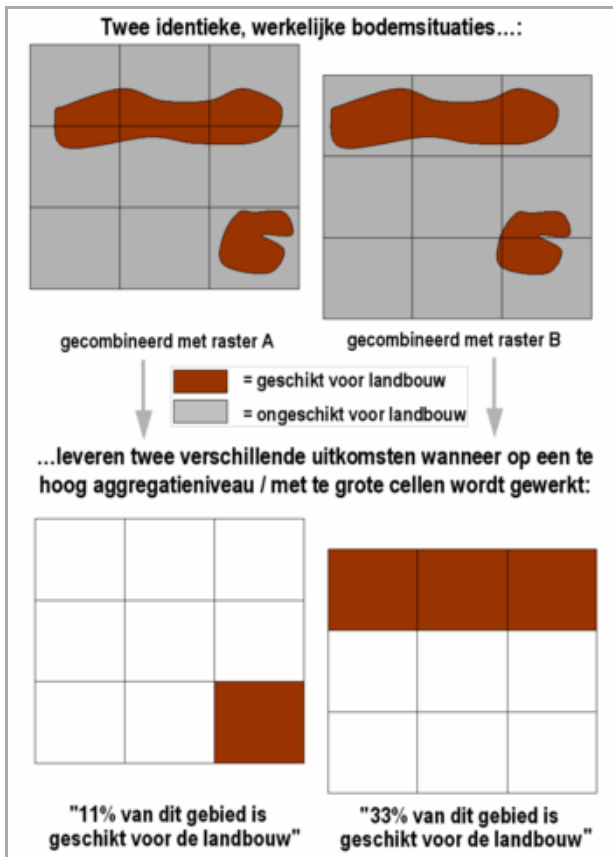
Arbitraire of bestuurlijke gebiedsindelingen kunnen een negatieve hebben invloed op (GIS-)analyses. De spreiding van een fenomeen (bijvoorbeeld armoede) komt vaak niet overeen met een administratieve of bestuurlijke gebiedsindeling. Bij analyses moet hier rekening mee worden gehouden. In de figuur wordt dit met een voorbeeld aangetoond. Het fenomeen (armoede) heeft een spreiding die niet overeenkomt met de wijken; de wijken zijn blijkbaar niet uniform; er zijn misschien wel villa's en huurwoningen.



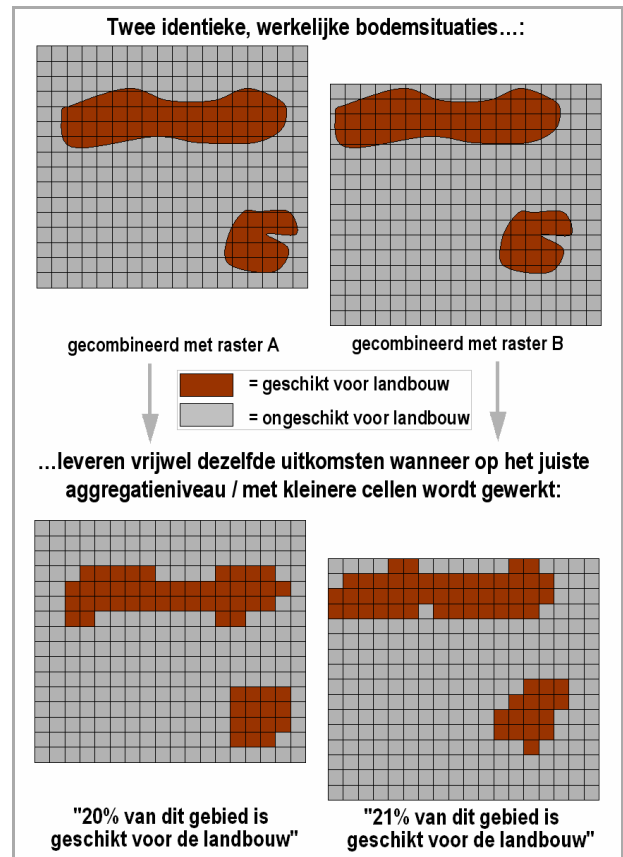
Hoe een arbitraire (slecht gekozen of bestuurlijke) grens beslissingen en GIS-berekeningen beïnvloedt. Stad A en Stad B kennen dezelfde geografische spreiding van een bepaald sociaal probleem, hier voorgesteld door adressen met een probleemindicatie. Stad B zou wel eens wél subsidie kunnen krijgen voor hun Wijk 2, omdat alléén daar het percentage adressen met een probleemindicatie boven een bepaalde (landelijke?) norm komt. De werkelijke problematiek is voor beide steden hetzelfde. Het grijze gebied geeft een véél betere grens aan van een gebied waar de aandacht van béide steden naar zou moeten gaan. Hiermee is aangetoond dat onderzoeksgebieden en rekeneenheden nooit te klein mogen zijn; ze moeten afgestemd zijn op de werkelijke spreiding. Zie verder tekst.

Het probleem is ontstaan omdat harde, politieke, of verkeerd getrokken grenzen gebruikt zijn. Wil men toch in percentages per gebied werken, omdat de besluitvorming / politici dat eisen, én een goede aanpak van de (armoede) problematiek hebben, dan dient dus een gebiedsindeling van een juist (hoger) detailniveau gebruikt te worden, bijvoorbeeld deelwijken of zogenaamde 6-punts-postcodegebieden (1234AB). Nog beter zou zijn: rekenen met het fenomeen zelf, de adressen met de (armoede) problematiek. Zouden deze gegevens niet voorhanden zijn, reken dan met de fijnere

grenzen. In dit geval de deelwijkgrenzen, aangegeven met een stippellijn rondom het probleem gebied. Deze deelwijkgrenzen geven de werkelijke spreiding van het probleem weer.




Berekening van welke gebieden gunstig zijn voor de landbouw met grof raster. De uitkomst is blijkaar afhankelijk van het toeval van waar dit raster over het gebied wordt heen gelegd. Het rechter voorbeeld geeft een hoger percentage dat geschikt is voor landbouw, en laat ook andere gebieden als geschikt zien dan het linker voorbeeld. De vraag is of een koper van één van deze negen gebieden tevreden zal zijn!



Berekening van welke gebieden gunstig zijn voor de landbouw met fijn raster. Hier is een fijner en - gezien de uitkomst - beter raster gebruikt. De uitkomst wordt blijkaar nauwelijks beïnvloed door waar het raster over het gebied wordt heen gelegd. Beide analyses (links en rechts) geven ongeveer dezelfde uitkomsten.

Statistische gegevens, zoals die van het Centraal Bureau voor de Statistiek komen, hebben achter zich (een onbekende) ruimtelijke dynamiek. Een voorbeeld is het percentage werklozen in een gemeente. Met een verdere analyse nemen we vaak zonder dit expliciet te weten of dit kenbaar te maken, aan dat deze ruimtelijke dynamiek netjes is uitgesmeerd over dat hele gebied ("Deze *hele* gemeente kent 10 % werkloosheid").

SAMENVATTING: Bestuurlijke of andere administratieve indelingen zijn niet altijd de juiste reken- en/of rapportage indelingen om bepaalde fenomenen te beschrijven die spelen in dat gebied. Dat komt omdat die fenomenen dan niet evenredig verspreid zijn in datzelfde gebied.

 **TIP:** Een GIS-specialist zal zo lang mogelijk moeten willen rekenen met de meest gedetailleerde informatie die hij heeft. Pas op het laatste moment zal de uitkomst - indien voor besluitvorming of representatie strikt noodzakelijk is - misschien doorvertaald mogen worden naar grotere gebieden, oftewel, gebieden van een hoger aggregatieniveau. De analyse zelf zal moeten aantonen of dit mag. In het voorbeeld van hierboven; zou het grijze gedeelte een derde wijk zijn, dan was de indeling op wijkniveaus een goede geweest.

2.3. Te grof gekozen aggregatieniveaus en rasters met te grote cellen

Ongeveer hetzelfde probleem kan optreden wanneer bij GIS-analyses gewerkt wordt met een raster. De reden waarom bij GIS-analyses vaak gekozen wordt voor de beschrijving van een fenomeen (verschijnsel / thema) met een raster is omdat zo makkelijk gerekend kan worden. 'Scores' van verschillende fenomenen kunnen bijvoorbeeld worden opgeteld.

Voorbeeld: willen we voor een gebied zien waar de gunstigste kansen zijn voor de landbouw, dan zullen bijvoorbeeld de thema's grondwaterstand, bodemtype en bereikbaarheid een rol kunnen spelen. Het kan zijn dat er opdracht wordt gegeven dat gebied in te delen in gebieden van honderd bij honderd meter, omdat die gebieden vervolgens goed aan geïnteresseerde boeren is aan te bieden. De thema's hebben echter allemaal eigen grenzen. Door deze te verrasteren zijn de scores per thema (1=ongunstig, 2=matig, 3=redelijk, 4=goed) optelbaar (zie vector-raster-conversie [Geo-visualisatie/Vervolg GIS Vervolg GIS]). Er zal zo een maximale score ontstaan van 12 (drie maal een goede score).


Het probleem bij deze verrastering doet zich voor wanneer de cellen van zo'n raster te groot zijn; het fenomeen wordt niet meer goed beschreven. Te grote rastercellen leveren dezelfde problemen op wanneer een te hoog aggregatieniveau wordt gebruikt. Met een hoog aggregatieniveau wordt bedoeld dat een thema / fenomeen beschreven wordt op basis van een samenvoeging van een aantal gebieden. Wanneer gerapporteerd (en gerekend) wordt op een hoog aggregatieniveau kan dit negatieve invloeden hebben op de juistheid of de nauwkeurigheid van de analyse. Voorbeelden van hoge aggregatieniveaus, daar waar ook gebruik had gemaakt kunnen worden van kleinere gebieden zijn:


- gemeentes in plaats van individuele wijken
- secties in plaats van individuele percelen
- zandgebieden in plaats van (uitgesplitst) in duinzand, stuifzand, dekzand, rivierzand, et cetera

In het voorbeeld in deze paragraaf wordt één thema verrasterd. De vraag is: welke gebieden van honderd bij honderd meter zijn gunstig voor de landbouw. In het bovenste figuur, waar direct gebruik gemaakt wordt van een raster van honderd bij honderd meter zijn de uitkomsten onbetrouwbaar. In het onderste figuur is gekozen voor een fijner raster van zo'n twintig bij twintig meter.

Merk op dat in het onderste figuur met het fijne raster zowel links als rechts ongeveer een gelijk beeld laat zien: in het noorden en in het zuidoosten is een concentratie van voor de landbouw geschikte grond. Daarentegen laat het bovenste figuur met het grove raster rechts een totaal verschillend beeld zien als links.

Duidelijk zal zijn dat de tweede analyse betrouwbaarder is. De percentages zijn vrijwel hetzelfde (21% en 20%), en de spreiding van het fenomeen komt overeen met de werkelijkheid zoals die boven in beeld staat. De analyse is twee maal uitgevoerd; de tweede maal met een verschoven raster. De uitkomst levert slechts een héél klein verschil op. Zou dit fijne raster vervolgens worden opgedeeld in het percentage landbouwgrond dat geschikt is per vak van honderd bij honderd meter, dan zou de koper een veel juister beeld krijgen dan het beeld uit de eerste analyse met het grove raster.

 **SAMENVATTING:** Wanneer gebruik gemaakt wordt van te grove rasters, of te hoge aggregatieniveaus, worden GIS-berekeningen onnauwkeuriger of onbetrouwbaarder. Met een hoog aggregatieniveau wordt bedoeld een reken- of rapportageniveau op basis van vlakken (eenheden) die bestaan uit meerdere kleinere vlakken (subeenheden).

 **TIP:** Een vuistregel is het raster vier maal zo fijn moet zijn als de lengte en breedte van de kleinste vlakken uit het thema, voor zover je die kleine vlakken nog belangrijk acht. De kleinste vlakken (bijvoorbeeld maximaal de 5 % kleinste vlakken) mogen verdwijnen als de uitkomst 95% onnauwkeurigheid mag kennen. Echter, er zijn twee redenen om toch te kiezen voor nog fijnere rasters. De snelle rekentijd van de computers en de zogenaamde 'foutenvoortplanting'. Foutenvoortplanting, een lastig te onderzoeken fenomeen, is een het proces waarbij een 'fout' (=onnauwkeurigheid in de uitkomst van één berekening) steeds groter of nadeliger wordt bij de uitkomst van een volgende stap in de berekening. Zolang je PC de analyses zonder een lange rekentijd aankan, kies dan liever voor nog fijnere rasters, minimaal tien maal zo fijn als hierboven aangegeven.

2.4. Het verhogen van de nauwkeurigheid (facultatief)

Een wat gevaarlijk onderwerp op het moment dat je er geen verstand van hebt, maar, het is mogelijk om de nauwkeurigheid van geo-informatie te verhogen.

Het komt vaak voor dat je van geo-informatie met kwantitatieve (getalsmatige) gegevens hebt die geldig zijn voor bepaalde gebieden. Deze kwantitatieve gegevens beschrijven voor een vastomlijnd gebied (bijvoorbeeld een gemeente) met één getal het fenomeen (bijvoorbeeld de bevolkingsdichtheid). Daarbij neem je meestal aan dat dit fenomeen evenredig verdeeld is over het gehele oppervlak. Dat zal echter nooit het geval zijn; bepaalde plekken kennen vast een hogere dichtheid dan andere plekken.

Stel de bevolkingsdichtheid is 1000 inwoners/km². Wanneer je alléén deze gemeente in beeld hebt, en je weet zeker dat er buiten de bebouwde kom vrijwel geen mensen wonen, dan zal uiteraard gelden dat de werkelijk bevolkingsdichtheid voor deze bebouwde kom groter is, omdat op de heide en in het bos bij deze gemeente niemand woont... Stel dat de helft van deze gemeente uit bebouwde kom bestaat, dan kan je dus voor deze gemeente stellen dat de bevolkingsdichtheid hoger is: 2000 inwoners/km². Ga je dit in een kaart opnemen voor deze gemeente (of ook omliggende gemeenten), dan moet je natuurlijk wel aangeven wat de bevolkingsdichtheid is per deelgebied: dus 2000 inw/km² in de bebouwde kom en 0 (of als je klassen gebruikt: 0 - 100) inw/km² in het buitengebied van deze gemeenten. Op deze wijze geef je een reëler beeld van de situatie. 2000 inw/km² is voor de bebouwde kom een aannemelijker getal, 0 (of 0 - 100) inw/km² is voor het buitengebied een aannemelijker getal dan 1000 inw/km². Beslissingen, analyses en vergelijkingen tussen verschillende gemeenten e/o wijken kunnen zo van een betere kwaliteit zijn.

Discussie: Let op dat je deze methode wel ergens in de kaart of begeleidende tekst moet verantwoorden; niet voor alle gemeenten zal dit zomaar toe te passen zijn. Wanneer in een dorp sprake is van lintbebouwing (huizen aan één lange straat, zonder zijstraten met wijken) en deze zijn weer niet opgenomen in de bebouwde kom, gaan er zaken fout. Voor bepaalde analyses, onderzoeken waarbij je veel data zelf moet maken en verwerken, zal je deze methode toch kunnen overwegen. Een ander voorbeeld is overigens het aantal restaurants per km² (ook weer: in bebouwde kommen of in gemeenten). Het mag duidelijk zijn dat enige kennis van zaken nodig is op het moment dat je deze techniek niet als truc maar als een verantwoord techniek wil inzetten.

3. Coördinaten creëren met een GIS indien er geen coördinaten zijn

Dankzij GIS beschikt de cartograaf over geautomatiseerde manieren om geo-informatie goedkoop en zonder dure inwinning 'in het veld' te verkrijgen. Wanneer géén coördinaten bekend zijn, kunnen namelijk op twee andere wijzen toch coördinaten toegevoegd worden aan lijsten met informatie. Door die toevoeging is die informatie plotseling geo-informatie te noemen. Voor beide methoden, geocoderen en lineair refereren, geldt dat deze geautomatiseerd (snel en 'met één druk op de knop') voor grote gegevensbestanden gerealiseerd kunnen worden.

3.1. Geocoderen


Geocoderen is het toevoegen van x- en y-coördinaten aan gegevens die die nog niet hebben op basis van een bepaalde locatieaanduiding. Die locatieaanduiding kan nauwkeurig (adres, dus postcode met huisnummer) zijn, of minder nauwkeurig (zoals alleen de postcode of een gemeentenaam). Twee voorbeelden:


- Een lijst met gemeentes waar zich een vestiging bevindt van universiteiten of andere objecten, is in een geo-informatie-bestand om te zetten door de zwaartepunten van de gemeente toe te voegen als extra kolom aan die lijst. De oorspronkelijke lijst bevatte een kolom gemeentenaamen en een kolom met de naam van die universiteit. Na het geocoderen is er een kolom x en een kolom y toegevoegd. Door deze actie is de x en de y (dus de locatie) per adres bekend, en dus kunnen al deze adressen op de kaart worden weergegeven! Voor deze actie dient de GIS-ser over een bestand met gemeentes te beschikken.
- Een lijst met adressen van restaurants is door het geocoderen om te zetten in een (geo-informatie-) bestand waarmee direct een kaart gemaakt kan worden met restaurants. Er zijn commerciële aanbieders voor geocoderen, omdat er anders grote en dure adressenbestanden zouden moeten worden ingekocht.


Intermezzo: Over geocoderen, misdaad, Google Mash-ups en Google Earth

Als voorbeeld van het geocoderen kan genoemd worden www.misdaad.nl. Misdaadmeldingen van de politie, worden automatisch op een kaart geplaatst op basis van de plaats- en straatnaam. De meldingen worden gecategoriseerd op soort melding zoals brand, moord of een steekpartij. De kaart met misdaden staat prominent op de startpagina van deze site, net zoals een lijst met de meest recente misdaden. Bezoekers van de site kunnen ook zelf misdaden aanmelden. Na controle door een redactie worden die geplaatst. Hiermee is de site een mooi voorbeeld van een combinatie tussen "user generated content" en input van de politie. (Helaas doen momenteel enkele politiekorpsen nog niet mee volgens een artikel in de GIS-magazine 2007, nr.7, pagina 46). De site is ook één van de vele voorbeelden van zogenaamde Mash-ups. Dat zijn sites die de Google Maps interface inclusief de luchtfoto's en stratenpatroon hebben geïntegreerd in een eigen toepassing. Locaties, foto's meldingen worden hiermee gegeocodeerd, waardoor deze met een puntsymbool, het bekende ballonnetje als 'huisstijl van Google Mash-ups', op de juiste x-y-coördinaat in beeld komen. Het grote voordeel is dat je de benodigde geo-informatie, de luchtfoto's en het stratenpatroon niet hoeft aan te schaffen en of te beheren. Het is technisch ook zeer laagdrempelig. Dit komt door de Maps API die Google sinds 2005 beschikbaar heeft gesteld. Een API (Application Programming Interface) is software en/of een verzameling definities waarmee een computerprogramma of site kan communiceren met een ander programma of onderdeel. Dus zonder dat de programmeur of de site Google Maps helemaal kent, kan redelijk eenvoudig de functionaliteit overgenomen worden. Is er ook een nadeel? Ja, je bent wel afhankelijk van de (begrensde) interface en koppel mogelijkheden die Google biedt en het formats dat Google eist. Maar dat waarschijnlijk géén enkel probleem voor iemand die niet op zoek is naar GIS-view- en GIS-analyse mogelijkheden.

Meer voorbeelden van geocoderen zijn terug te vinden op Geocodeervoorbeelden van Universiteit van Amsterdam (<http://mapinfoserver.fmg.uva.nl/>).

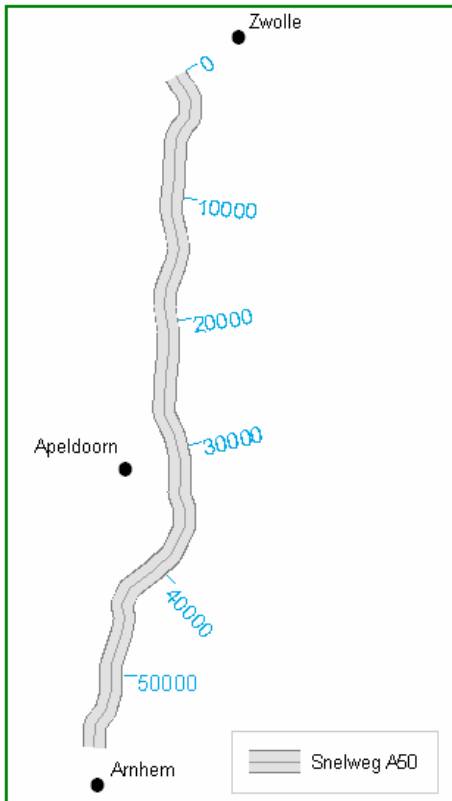
 **SAMENVATTING:** Voor het publiceren van gegeocodeerde puntlocaties op een simpele kaartviewer is Google Maps wellicht een geschikt middel. Het is voornamelijk door zijn bekendheid een gebruikersvriendelijke standaard geworden. Puntlocaties zijn eenvoudig toe te voegen voor iemand met gemiddelde technische (web-)kennis.

 **TIP1:** Wil je als sitebouwer / programmeur werken met Google Mash-ups? Zie <http://googlemapsmania.blogspot.com/> voor een (besproken) overzicht van Mash-ups. Zie <http://www.javaworld.com/javaworld/jw-01-2006/jw-0116-google.html>, <http://code.google.com/gme/docs/gettingstarted.html> of voor de techniek er achter.

 **TIP2:** Wil je zelf data-bestanden (lijnen en vlakken) toevoegen? Dat kan op Google Earth (en ook Google Maps) met KML (Keyhole Markup Language). KML is een eigen, op XML gebaseerd opmaaktaal voor geo-informatie van Google. (XML staat voor Extensible Markup Language, zie eventueel de XML op Wikipedia). KML wordt inmiddels veel gebruikt, zei het alléén voor Google-applicaties. GIS-pakketten kunnen jou eigen geo-informatie vaak automatisch omzetten naar KML, waarna deze in Google Earth is in te lezen. Daardoor hoef je niet veel van KML zelf af te weten, en kan je via Google toch veel (eigen) geo-informatie delen met derden, zonder voor een eigen GIS-viewer en server te hoeven zorgen. Én 'iedereen' kent de interface van Google al. Dat zijn mooi allerlei voordelen. bedenk wel dat je afhankelijk bent van de continuïteit van Google - ook al lijkt deze wereld erg stabiel. En je 'klanten' zien steeds reclame van of via Google. Voor KML: zie http://nl.wikipedia.org/wiki/Keyhole_Markup_Language en <http://code.google.com/apis/kml/>. Uiteraard dien je Google Earth eerst geïnstalleerd te hebben op je eigen PC, deze is gratis downloadbaar. Voor bedrijven is er een - niet gratis - enterprise editie. Overigens, GML kan gezien worden als de tegenhanger / niet commerciële versie van KML. GML (zie ook GML op de Engelse Wikipedia) staat voor 'Geography Markup Language' en is de open-GIS standaard voor het uitwisselen van geo-informatie, eveneens op XML gebaseerd. Waar KML door de enorme bekendheid spontaan een standaard is geworden, is GML door het Open Geospatial Consortium (OGC) tot wereldwijde uitwisselstandaard verklaard voor geo-informatie. Veel GIS-pakketten kunnen met beide standaarden om, al zijn beide standaarden nog in ontwikkeling. Ook geldt dat GML in de praktijk nog geen gemeengoed is; veelal wordt gewoon uitgewisseld op basis van zogenaamde gesloten formaten van de (GIS) software leveranciers.

3.2. Lineair refereren

Lineair refereren is het toevoegen van x- en y-coördinaten aan gegevens op basis van een opgegeven afstand vanaf een bepaald nulpunt op een bepaalde lijn. Stel je een snelweg voor, de A50, die begint met kilometrerings 0 (het nulpunt) bij Zwolle en eindigt bij kilometrerings 58 in Arnhem (zie onderstaande figuur)



+

Tabel met inspectiegegevens

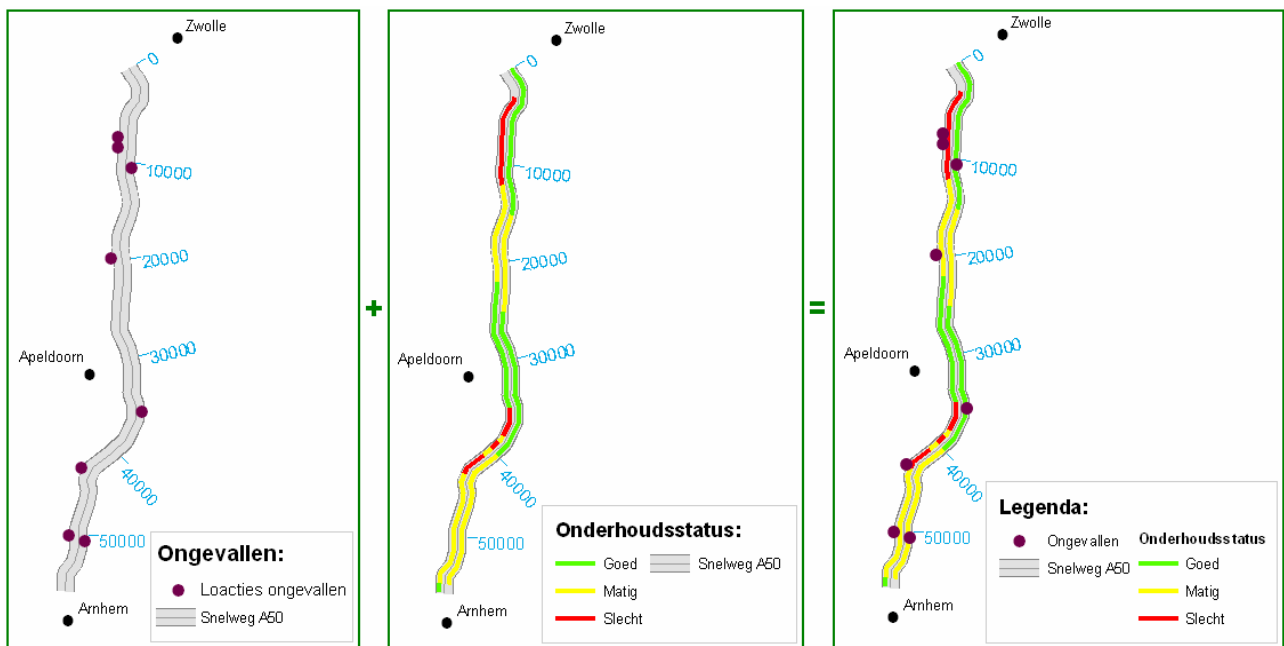
OBJECTID	Onderhoud	Wegnummer	Zijde	Km van	KM tot	Laatst gem
1	Slecht	A50	R	3000	12000	1-1-2007
2	Matig	A50	R	12000	22000	1-1-2007
3	Goed	A50	R	22000	35000	1-1-2007
4	Slecht	A50	R	35000	38000	1-1-2007
5	Matig	A50	R	38000	39000	1-1-2007
6	Slecht	A50	R	39000	40000	1-1-2007
7	Matig	A50	R	40000	41000	1-1-2007
8	Slecht	A50	R	41000	43500	1-1-2007
9	Matig	A50	R	43500	55000	1-1-2007
10	Goed	A50	R	55000	60000	1-1-2007
11	Goed	A50	L	0	15000	1-3-2007
12	Matig	A50	L	15000	25000	1-3-2007
13	Goed	A50	L	25000	40000	1-3-2007
14	Matig	A50	L	40000	55000	1-3-2007

Tabel met ongevallen

OBJECTID	Soort	Wegnummer	Zijde	Kilometrerings	Dodelijk letsel
1	Kop-staart	A50	R	7500	Ja
2	Blik	A50	R	8500	Nee
3	Blik	A50	R	19840	Nee
4	Kop-staart	A50	R	43000	Nee
5	Vluchtstrookaanrijding	A50	R	50000	Nee
6	Blik	A50	L	10505	Nee
7	Blik	A50	L	35550	Nee
8	Kop-staart	A50	L	50500	Ja

Mogelijke input bij lineair refereren. Het belangrijkste is de beschikking over een 'as' (lijn, zoals een snelweg of meetraai), waarvan het nulpunt bekend is, en hoe met de lijn mee een afstand oploopt. Administratieve tabel gegevens die refereren aan dezelfde afstandsmaat, kunnen nu op deze lijn geprojecteerd worden. In blauw zijn de benodigde kolommen die bij deze techniek gebruikt worden. (zie voor het resultaat de figuur hierna).

De locatie van kruisende infrastructuur (zoals een duiker onder de weg), ongelukken of de onderhoudstoestand van het wegdek kan nu met een afstand (kilometrerings) worden aangeduid tezamen met de naam van die weg. Is er op de A50 een ongeluk geregistreerd bij kilometrerings 7,5 (7.500 meter in de figuur), dan is exact de x- en y-coördinaat van dat ongeluk te berekenen, namelijk op exact op $(7,5/58)^e$ deel van die A50, startende bij het nulpunt in Zwolle. Noodzakelijk hierbij is uiteraard een goed gedigitaliseerde A50. Bovendien moet dat niet zomaar een lijnobject zijn, maar het moet bekend zijn in welke richting de kilometrerings oploopt. In de tabel is de blauwe pijl een aantal 'blauwe' kolommen aangegeven. Deze kolommen zijn essentieel voor het lineair refereren. Op het moment dat lineair refereren niet gebruikt wordt om puntobjecten, maar lijnobjecten weer te geven, spreekt men van **dynamische segmentatie**. Dynamische segmentatie is dus een bijzondere soort van lineair refereren. De bovenste tabel (inspectiegegevens met de onderhoudsstatus) van de figuur geeft hier een voorbeeld van. In de figuur hierna is het resultaat te zien.



Mogelijke output als resultaat van lineair refereren. Zowel puntgegevens (gebeurtenissen) als kenmerken die zich afspelen op de as (lijngegevens) kunnen zo geprojecteerd worden op een kaart, zonder dat er oorspronkelijk van een coördinaat sprake was! In dit geval worden twee verschillende tabellen visueel gecombineerd. Er kan geanalyseerd worden of het aantal ongevallen over een bepaald tijdvak een relatie heeft met de onderhoudsstaat.

Met lineair refereren worden tekeningen dus automatisch gegenereerd. Door - simpel gezegd - een GIS naar een database te laten kijken, wordt de kaart gemaakt. Het bijzondere is dat op het moment dat die database verandert, dat de kaart ook verandert. Wanneer in het bovenstaand voorbeeld een wegvak bij nader inzien als kwaliteit toch 'Goed' in plaats van 'Matig' met zich meekrijgt, dan verschiet onmiddellijk de kleur van oranje naar groen. De moeite voor het bijhouden van tekeningen is daardoor minimaal en de actualiteit en juistheid van de tekening is maximaal geborgd. Het getoonde voorbeeld toont dat GIS ook een duidelijke rol kan spelen op het gebied van assetmanagement, dat wil zeggen, het beheren (bouwen, onderhouden, gebruiken en slopen) van infrastructuur.

SAMENVATTING: Geocoderen en Lineair refereren zijn GIS-technieken waarbij aan data zonder coördinaten toch coördinaten worden toegevoegd. Bij geocoderen gebeurt dat middels adreskenmerken zoals gemeente, postcode of adres, bij lineair refereren gebeurt dat middels een afstand langs een bepaalde weg.

3.3. Reverse geocoding

Hierboven zijn geocoderen (Engels: 'geocoding') en lineair refereren behandeld. Wanneer het omgekeerde gebeurt - voor beide technieken - wordt dit 'reverse geocoding' genoemd. Hier is geen Nederlandse term voor, maar het betekent zoiets als omgekeerd geocoderen. Het wordt niet zo vaak gebruikt. **Reverse geocoding** is het omzetten van een bekende locatie (met een x- en y- coördinaat) naar een adres. Het kan op twee manieren:

1. De uitkomst is een kilometrering langs een bepaalde weg, en het juiste wegnummer. Bijvoorbeeld de locatie van een gevaarlijke tankvrachtwagen met GPS, die in een file is vast komen te zitten. Dankzij de GPS is de locatie bekend, dankzij een GIS kan deze locatie worden omgerekend naar wegnummer (A50) en de juiste kilometrering, bijvoorbeeld 32,421
2. De uitkomst is een (post)adres.


Hieronder zie je dit schematisch weergegeven.

input	ouput
(x_1, y_1)	(wegnummer = "A50", kilometrering = 32,421)
(x_2, y_2)	(straatnaam = "Stationsstraat", huisnummer = 12, plaatsnaam = "Kedichem")

Een **offset** (de minimale afstand van de locatie tot de weg) kan ook tot de ouput behoren. Bijvoorbeeld de locatie van een zendmast die zich 53 meter naast de middenberm van een snelweg blijkt te bevinden:

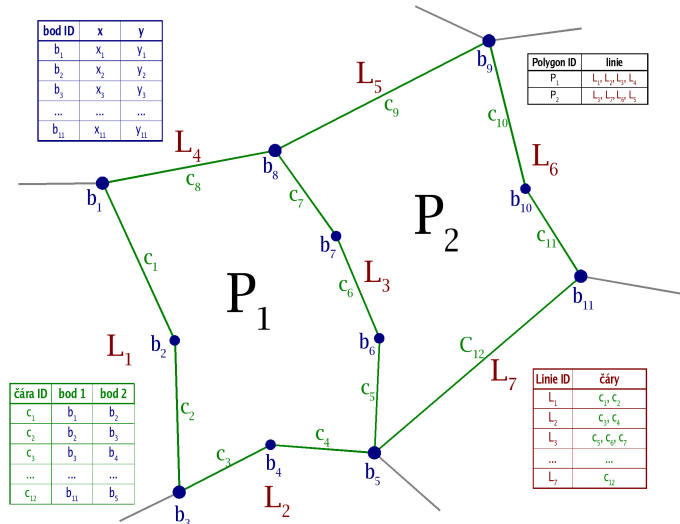
input	ouput
(x_3, y_3)	(wegnummer = "A50", kilometrering = 32,421, offset = 53 meter)

De meeste GIS-applicaties kennen deze functie, waarmee dan vele locaties gelijktijdig en automatisch kunnen worden omgezet naar dergelijke (administratieve) aanduidingen.

 **SAMENVATTING:** Met 'reverse geocoding' kan het omgekeerde van geocoderen en lineair refereren. Hiermee zet een GIS (bekende) locaties om in postadressen of wegnummers met kilometreringen.

4. Topologie

Topologie beschrijft - vanuit dataoogpunt gezien - regels over hoe objecten (punten, lijnen vlakken) onderling verbonden dienen te zijn, op elkaar dienen aan te sluiten, welke richting zij dienen te hebben en hoeveel exemplaren (nul, één of meer) van het ene in het andere mogen liggen. De simpelste menselijke definitie van topologie is echter de onderlinge ligging van objecten.



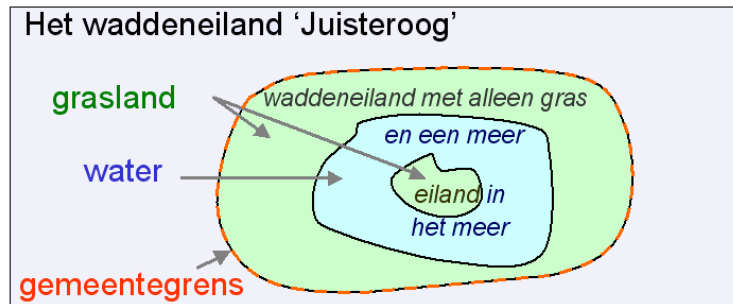
Een GIS-model gebruikt punten om lijnen en lijnen om vlakken te beschrijven. (b=punt en of vertex, c=lijnsegment, l=lijn, p=polygoon (vlak).) Dankzij deze strakke hiërarchie kunnen topologieregels worden afgedwongen, kunnen inconsistenties tussen informatielagen worden opgespoord en verbeterd. Daarnaast kunnen GIS-modellen zonder inconsistenties als netwerkmodellen worden gebruikt (zie verder tekst).

Voor een GIS kan topologie aangewend worden om bestanden te controleren, te vergelijken met andere bestanden. Dit geldt voor controle doeleinden, maar ook tijdens het tekenen zelf. Topologie gaat verder dan objectgerichtheid. Objectgerichtheid is in 'Inleiding GIS' al aan de orde geweest. Topologie beschrijft niet alleen dat de objecten (bijvoorbeeld de lijnen die wegen voorstellen) niet mogen overlappen, maar ook dat zij beginnen bij een andere weg, bij een kruispunt, dat zij wellicht eenrichtingsverkeer hebben, en dergelijke. Door topologische (controle- en of teken-) tools, is een bestand dat voor navigatiedoeleinden gebruikt wordt, van zo hoge kwaliteit dat de gebruikers 'nooit' de verkeerde kant op worden gestuurd.

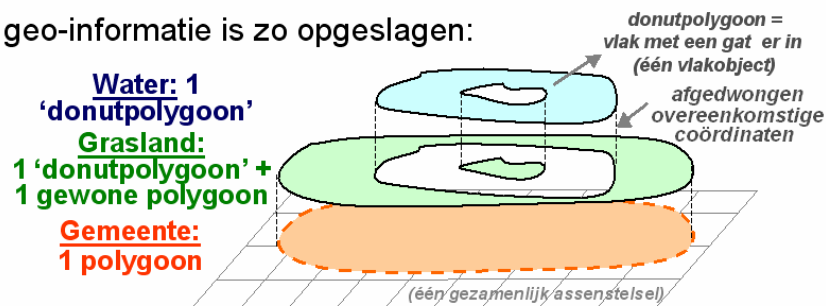
Een voorbeeld: Op het oog is het misschien duidelijk dat op een kaart een huis A, gelegen in Wijk B, via de wegen C, D en vervolgens E, naar huis F in Wijk G kan komen. Voor een GIS betekent dit dat de wegen C, D en E elkaar MOETEN raken, dat huis A in (en niet ernaast!) het vlak van Wijk B moet liggen, en dat huis F in Wijk G moet liggen. Dit kan exact worden afgedwongen door die topologische regels. Een huis ligt in een wijk, niet op een weg of in het water. Een weg raakt (of loopt langs) een wijk, kent een rijrichting en komt bij minimaal één andere weg uit. Die rijrichting is nodig om te zien of anderszins niet een andere route bereiden had moeten worden. Behalve voor navigatiedoeleinden is dit ook handig voor netwerkanalyses, het plannen van optimale busroutes, en dergelijke.

Een iets nettere definitie is 'het geheel van regels hoe onderling bij elkaar horende geografisch objecten - de punten, de lijnen en de vlakken - hun geometrie delen' (zie figuur hierna).

Visueel toont het GIS:



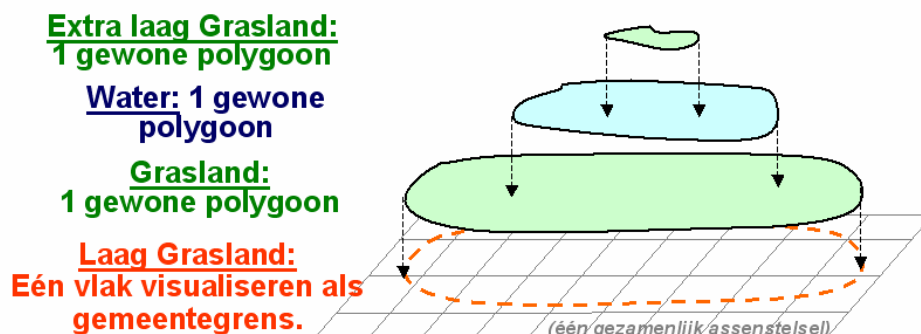
De geo-informatie is zo opgeslagen:



- topologieregels:**
- 1) Vlakobjecten 'Water' en vlakobjecten 'Grasland' mogen elkaar niet overlappen
 - 2) Vlakobjecten 'Gemeente' moeten geheel bedekt worden door vlakobjecten uit 'Grasland' en 'Water'

Donutpolygonen en nut/noodzaak topologieregels. Donutpolygonen zijn vlakken met gaten er in. Door topologieregels toe te passen wordt afgedwongen dat er geen slivers/gaten ontstaan. De gebruikte vertices voor vlakken die aangrenzend moeten zijn met andere vlakken of lijnen, zijn zo altijd en exact overeenkomstig met die van de aangrenzende vlakken of de er langslopende lijnen. Dit bespaart beheerwerk en levert consistente bestanden op die voor veelsoortige, ruimtelijke analyses geschikt zijn.

De geo-informatie had ook zo kunnen worden opgeslagen: ...



Let op:

Dit is uit den boze: cartografisch / visueel ziet het resultaat er hetzelfde uit, maar een GIS kan niets met deze bestanden; er kan niet bepaald worden hoeveel gras er is, hoeveel water er beheerd moet worden, et cetera.


Dit figuur toont hoe je niet moet tekenen / digitaliseren en hoe je de gegevens niet moet opslaan wanneer je objectgericht wil werken. Objectgericht werken is noodzakelijk indien je de gegevens (geautomatiseerd) wilt kunnen analyseren: "Hoeveel gras moet onderhouden worden?", "Is al het gras via de openbare weg bereikbaar?" et cetera.


Topologie is voor een GIS van wezenlijk belang. Wanneer we ruimtelijk onderzoek doen, of op basis van kaarten beslissingen willen nemen, dan willen we dat de objecten, patronen en hun onderlinge relaties op de juiste plek liggen, niet met elkaar in tegenspraak zijn. De hoofdstad van een provincie ligt ook daadwerkelijk in die provincie, de zijrivier eindigt ook exact in een hoofdriever, en een weg die is afgesloten met paaltjes is ook in mijn GIS afgesloten naar de hoofdweg toe. En in het tweede figuur: Een gemeentegrens gaat niet door de zee, maar komt overeen met de objecten (hier: water en grasland) van het eiland. Alleen wanneer bestanden onderling deze zekerheden hebben, kunnen we deze ruimtelijke informatie met een goed resultaat gebruiken voor:

- navigatievragen; bijvoorbeeld: hoe kan ik het kortst of snelst van A via B naar C.
- netwerkanalyses; bijvoorbeeld: berekeningen die niet gebaseerd zijn op absolute afstanden ('door de lucht') maar op relatieve afstanden ('via de weg') en capaciteitsvraagstukken (de weerstand of snelheden zijn dan bekend per lijnstuk/wegsoort).
- rijtijdengebieden weergeven; bijvoorbeeld wat is het exacte bereik vanaf verschillende ambulance- of brandweerposten na melding (binnen 12 minuten en binnen 15 minuten), en wat zijn misschien betere locaties voor deze posten, nu er een nieuwe woonwijk is bijgebouwd.
- het uitvoeren van overige ruimtelijke analyses op zowel route(lijn-)netwerken als vlakobjecten.

Over donutpolygonen:

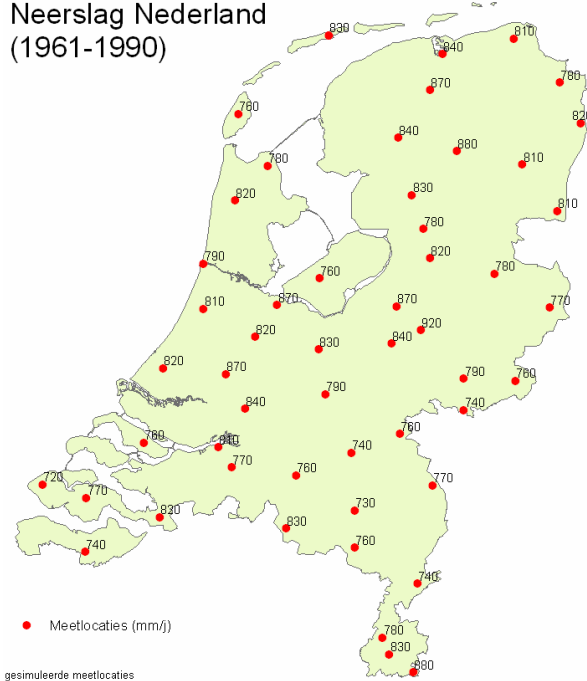
In het tweede figuur kunnen we het percentage grasland en percentage water per gemeente berekenen. We krijgen niet het probleem dat er dubbeltellingen zijn, omdat het grasland als een gemeentevullende vlak is getekend, met er overheen een meer... Dat is de reden voor het bestaan van zogenaamde **donutpolygonen**. Een typisch Amerikaanse term (GIS en de donut zijn hier beiden zo'n beetje uitgevonden!) voor vlakken waar een gat in zit. Voor cartografische toepassingen is dit principe niet altijd nodig, maarvoor analytische (GIS) toepassingen wel. Zo zijn er in Nederland kadastrale percelen die gaten kennen: Denk aan een plein, waarbinnen een Kerk staat. De kerk staat op een kadastraal perceel van een kerkelijke gemeente, het plein is vaak van een gemeente. Bij automatische, ruimtelijke (GIS-) analyses ("van wie is deze kerk?") moet de uitkomst niet zijn: twee eigenaren. Bij 'oude' GIS-software en oude geo-informatie-bestanden was de uitkomst in dergelijke gevallen nog wel eens dat er twee percelen / perceeleigenaren tevoorschijn kwamen. Sinds 15 jaar is dit geen probleem meer dankzij de donutpolygonen. Eén vlak kan één of meer gaten kennen. In het figuur zie je een meer met een gat, en een eiland met een gat. Er zijn dus twee donutpolygonen. Middels topologische regels worden onderlinge mogelijke gaten en overlaps (slivers) voorkomen.


 **SAMENVATTING:** Topologie kan gebruikt worden om inconsistentie (zoals slivers, maar ook in actualiteit) te voorkomen. Dat is weer nodig voor behoud van functionaliteit, meer mogelijkheden voor analyses en het verminderen van de beheerlast van (het bijhouden van) geo-informatie. Ook zonder topologie(regels) is een GIS vaak zodanig opgebouwd dat de verschillende lagen (punten, lijnen, vlakken) van elkaar afhankelijk zijn omdat ze bijvoorbeeld aangrenzend (moeten) zijn. De reden van die opbouw zit 'm in de noodzakelijkheid / wenselijkheid om de gegevens te kunnen analyseren / combineren. Donutpolygonen zijn vlakken met één of meer gaten.

 **TIP:** Bestaan er topologische relaties tussen bepaalde bestanden (delen uit het (geo-)informatiemodel), dan is dit vaak een reden om deze bestanden in één geo-database, of op zijn minst door één centrale organisatie of afdeling te laten beheren.

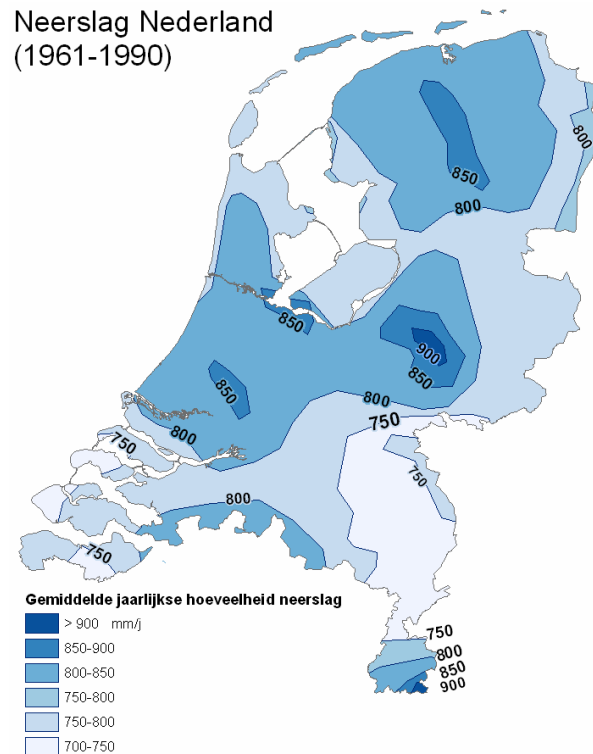
5. Ruimtelijke statistiek / interpolatietechnieken


Neerslag Nederland
(1961-1990)



 **Meetlocaties met (gelabeld) de gemiddelde neerslag per jaar in mm.**

Neerslag Nederland
(1961-1990)





 **Zelfde data, maar beter weergegeven. Door interpolatie-technieken is een neerslagkaart berekend. Isolijnen geven nu de overgangen weer.**

Ruimtelijke statistiek is een specialistisch vak, waarbij GIS bij de praktische uitvoering ervan onmisbaar is. Zowel daar waar het gaat om de statistische berekeningen, als bij het presenteren van het resultaat. Met interpolatietechnieken kunnen onder andere puntmetingen (zoals neerslagmetingen, maar ook vervuilingsgraad, geluid of criminaliteit) worden omgezet naar een vlakkenkaart. Ruimtelijke statistiek kan behalve deze voorspellende waarden berekenen, gelijktijdig aantonen hoe zeker die waarden zijn, dus hoe zeker die interpolatietechniek is, gegeven het aantal meetlocaties, de variatie van de meetwaarden en de onderlinge afstand tussen de meetlocaties. Met andere woorden, het is ook bekend hoe zeker of onzeker een berekende (voorspelde) waarde is die tussen twee meetlocaties is gelegen. Zo zijn er zogeheten "spline-technieken", waarbij de tussenliggende (voorspelde of berekende) waarden (waarden tussen twee meetpunten) zodanig worden bepaald, dat het resultaat zo geleidelijk mogelijk verloopt. Bij andere meer geavanceerdere technieken, zoals "kriging", is het zelfs mogelijk om meetwaarden te voorspellen die buiten het bereik liggen van de meetwaarden. Zonder enige kennis van en ervaring met ruimtelijke statistiek is het toepassen van deze technieken in een GIS niet altijd even verstandig.

In de twee voorbeeldfiguren wordt getoond hoe meetlocaties, waarvan de neerslag van bekend is, kunnen worden gebruikt om een neerslagkaart te berekenen. In de woorden van de bekende cartograaf Bertin (zie 'Goede geo-visualisatie' in deel B) is de eerste kaart een kaart om te lezen. En dan ook nog een van het vervelende soort. Alleen iemand die het aantal meetlocaties en hun resultaten moet controleren op volledigheid en op uitschieters heeft er heel misschien iets aan. Echter, bij een dergelijke hoeveelheid data beginnen heel veel kaarten, waaronder allerlei meteorologische kaarten. Door middel van de ruimtelijke statistiek is er de tweede kaart van te maken. Dit is nu - in de woorden van Bertin - een kaart om te zien. Plotseling wordt duidelijk waar de meeste neerslag valt. Op

een visueel aantrekkelijke manier (honderd keer zo duidelijk als de uitgangsdata?!) komen nu allerlei vragen naar boven. Waarom regent het op de Veluwe, in Zuid Brabant, bij Rotterdam en in Zuid-Limburg meer dan elders...

 **SAMENVATTING:** Ruimtelijke statistiek is de wetenschap die binnen GIS gebruikt wordt om onder andere gegevens te analyseren en door interpolatietechnieken te voorspellen. Van puntgegevens (zoals meetlocaties) kunnen vlakken geconstrueerd worden. Ruimtelijke statistiek is een specialistisch vak, de interpolatietechnieken die het biedt zijn vaak lastig in de praktijk.

 **TIP:** Een (commercieel) GIS-pakket kan vaak meerdere (standaard) GIS-analyses uitvoeren, maar sommige interpolatietechnieken gaan vaak te ver. Ga je je met dergelijke, zware technieken bezig houden, dan zal je de verschillende GIS-pakketten goed met elkaar moeten vergelijken op juist dit punt. Voor wat betreft zwaardere modelberekeningen met betrekking tot rasters is het ook nog mogelijk om te kijken of het programma PCRaster gebruikt kan worden. Dit is geen compleet GIS, maar is op het gebied van modelleren van processen waarbij rasters een rol spelen uniek in zijn soort. Wanneer rekentijd en de grootte van bestanden een rol spelen is dit pakket sneller dan andere pakketten. Het is gratis te downloaden, maar het gebruik vereist wel enige (GIS en modelleer) kennis.

6. De geschiedenis van GIS en een blik in de toekomst


Dit handboek ziet GIS als een middel om kaarten (en wellicht daarvoor ook analyses) te maken. Wil je meer over de geschiedenis van GIS weten, zie dan bijvoorbeeld Geografische Informatie Systemen in ruimtelijk onderzoek van P. Hendriks en H. Ottens. (Onderstaande indeling is door deze zelfde schrijvers voorgesteld.) Hier onder wordt daarom slechts héél algemeen de geschiedenis van GIS toegelicht, (Fase 1 t/m 3 naar: ^[1]).

- **Fase 1 / Pioniersfase (1960-1980):** De academische wereld experimenteert. Amerika en Canada lopen hierin voorop. Het zijn geen GIS-pakketten, maar eerder GIS-programma's die in staat zijn data om te zetten naar kaarten (meestal: rasterkaarten) of specifieke berekeningen kunnen uitvoeren, vaak nog sterk op een bepaald vakgebied gericht, en daarom nog niet algemeen toepasbaar voor derden.
- **Fase 2 / Institutionaliseren en commercialiseren (1980-1990):** ESRI, onder andere, komt met het eerste algemene GIS-pakket (ArcInfo, later met ArcView. De pakketten werken vaak nog met eigen (niet open) standaarden.
- **Fase 3 / Toename en verbreding gebruik en opbouw (nationale) geo-informatieinfrastructuur (1990-2000):** Terwijl de GIS-pakketten verder evalueren en GIS steeds breder wordt ingezet, worden standaarden ontwikkeld. Standaarden van andere leveranciers kunnen vaker / beter worden ingelezen, leveranciers kunnen ook - de in middelen ontwikkelde - open standaarden lezen en binnen bepaalde vakdisciplines, zoals vastgoed en ruimtelijke ordening in Nederland, worden ook standaarden ontwikkeld.
- **Fase 4 / GIS-toepassingen als geaccepteerde (geo-)IT-technologie (2000 - nu):** Door het wereldwijde web, ontwikkelingen op IT-gebied - waaronder die van ruimtelijke databases, wordt het gewenst en mogelijk de output van GIS-pakketten (voorheen kaartjes of rapportages) on-line en interactief - ook vanuit andere applicaties - te raadplegen.

Duidelijk is inmiddels dat GIS van iets exotisch / wetenschappelijks in de beginjaren, nu verworpen is tot wat sommige auteurs een mainstream-technologie noemen: geaccepteerd en op basis van meer open standaarden, open formaten en soms zelfs open software. Er is steeds meer interoperabiliteit (mogelijkheid tot uitwisseling met andere pakketten. Daarnaast kan de GIS-software steeds beter 'praten' met andere software, via technieken en standaarden als XML, GML, SOA, SOAP, en allerlei programmeertalen. Wel is nog steeds de benodigde kennis voor het goed vormgeven van GIS-modellen en het bedienen van de software nodig om er mee om te kunnen gaan. Het is daarom

wellicht op middellangere termijn schadelijk dat in Nederland het aantal op GIS en geo-informatie gerichte opleidingen steeds minder wordt. Vooral op het gebied van services zal GIS nog een flinke vlucht kunnen maken, door aanvullingen op andere software te bieden in de vorm van specifieke viewers en ruimtelijke analyses, al of niet op de achtergrond. Er zijn naast de techniek twee redenen te noemen die zich aan de 'vraagkant' van GIS bevinden:

- Ten eerste is er sprake van een toenemende **GIS-awareness**; door de toepassingen van onder andere Google Maps, Google Earth en TomTom, weet iedereen (misschien zonder de juiste 'GIS' termen te noemen) wat geo-informatie is en wat er mee moet kunnen. Zo kan iedereen 'pinpoints' ('points of interest') downloaden, zoals restaurants en flitspalen... Speciale datastandaarden ontstaan 'spontaan' (KML, Keyhole Mark-up Language) omdat Google inziet dat iedereen geografisch denkt bij het zoeken naar restaurants in zijn buurt. Het einde van de traditionele Gouden Gidsen is in zicht... Gis is in opkomst. Niet iedereen beseft wat nu al mogelijk wordt gemaakt dankzij GIS-sen... De vraag naar GIS-toepassingen en geo-informatie zal daardoor langzaam maar zeker steeds groter worden.
- Een tweede aspect is de eerder besproken 'democratisering van geo-informatie'. Door deze twee ontwikkelingen lijkt het logisch dat ook GIS steeds meer ontwikkeld zal worden. Misschien niet (nog) specialistischer, maar breder ingezet voor meer (commerciële) diensten, al of niet op via het (mobiele) web aangeboden.

 **SAMENVATTING:** Na een langzame start met voor de buitenwereld soms moeilijk toegankelijke software en formaten, gaan de ontwikkelingen sinds 2000 steeds sneller, vooral aangejaagd door toepassingen middels het www en dankzij de toegenomen 'GIS-awareness' bij een steeds breder, veeleisender publiek. Steeds meer (commerciële interessante / internet) toepassingen zullen worden ontwikkeld.

7. Informatiesystemen (facultatief)


Als GIS-specialist wil (of moet) je zo goedkoop mogelijk werken. In het voorbeeld van hierboven bleek dat al. Je maakt dus afwegingen tussen zo goed mogelijke kwaliteit en kosten. De minimale nauwkeurigheid uit de opdracht zal centraal staan. De geo-informatie die je aldus verzamelt voor een kaart bestaan al vaak. Het zelf inwinnen is duur. Data snel op straat inwinnen (via lokale bestanden, nieuwskrantjes, vrijwilligers, websites van enthousiastelingen) is gevaarlijk. In de praktijk komen de betere, beschikbare geo-informatie bestanden uit bestaande GIS-modellen. GIS-modellen zijn informatiemodellen met een geografische component / locatiecomponent. Fysiek gesproken komt (geo-)informatie uit een (geo-)informatiesysteem, maar dat vertolkt in feite een informatiemodel zoals dat is opgesteld binnen een onderzoeksproject of bedrijf. In deze paragraaf wordt verder ingegaan op de herkomst van geo-informatie.


8. Herkomst van geo-informatie (facultatief)

Jouw geo-informatie kan komen vanuit:

- **bedrijven:** die vanuit hun beheerdersrol specifieke geo-informatie bijhouden.
- **onderzoeksprojecten:** het gaat hier vaak om zeer gedetailleerde specifieke geo-informatie.
- **Internet:** dit is zelf 'te googelen' uit vrij toegankelijke (overheid)sites. Houd wel rekening met eventuele copyrights / licenties
- **commerciële bedrijven:** dat betekent inkopen van een commercieel bedrijf dat geo-informatie generiek voor meerdere, algemene toepassingen inwint en verkoopt.
- **eigen inwining / eigen beheer:** denk aan het zelf simpel plaatsen van locaties van
 - alle politiekantoren uit een plaatselijke gouden gids voor een kaart over veiligheid voor een lokale krant
 - monumentale panden uit een eigen inventarisatie

- kinderdagverblijven of parkeergarages uit een gemeentegids, stadsplattegrond, enzovoort.
- geocoderen; Adresbestanden kunnen op basis van gemeente, postcode of compleet adres voorzien worden van een coördinaat. Zie ook Geocoderen in Geo-visualisatie/Inleiding Cartografie
- **Eigen beheer:** Bestaat de geo-informatie niet, dan zal dit door het bedrijf in kwestie wellicht zelf moeten worden opgestart, inclusief een beheercyclus, om een zekere - gewenste - actualiteit te kunnen waarborgen.

 **TIP1:** Op kaarten zit een copyright. Op feiten, en dus ook de locaties van bepaalde objecten uit kaarten, zit echter géén copyright. Een (topografische) kaart mag dus niet zomaar gekopieerd worden, net zoals (delen van) luchtfoto's. Wel mag je die kaart gebruiken om een selectie van de objecten in eigen kaart te gebruiken, zolang je maar niet (delen van) de kaart gaat overnemen door digitalisering. Raadpleeg altijd de copyrightvoorwaarden, of raadpleeg de uitgever/bron. Meer over copyright op geo-informatie vind je in 'Cartography, Visualization of Geospatial Data' ^[2]

 **TIP2:** Wees voor wat betreft de kwaliteit voorzichtig met het overnemen van lokale data van de community, 'open data', data van bepaalde gebruikersgroepen, belangenverenigingen, enzovoort. Deze bestanden kunnen met een beperkte bril, scope of aandachtsgebied tot stand komen. De data is bewust, maar vaker onbewust, voor een beperkt gebied tot stand gekomen. Wanneer een school alle graffiti in een stad in kaart heeft gebracht, zullen graffiti-locaties die zich bevinden tussen de school en de huisadressen van de scholieren over vertegenwoordigd zijn... Wanneer op een dergelijke kaart beslissingen worden genomen, is dit niet bepaald wetenschappelijk verantwoord te noemen. Als GIS-specialist vervul je een bepaalde rol hierin; jij kennis van de eigenschappen van geo-informatie, jij hebt deze verzameld, jij bent de enige die de bron kan verifiëren. Vertaal dit niet zonder meer één op één over naar de kaartlezer.

8.1. Geo-informatie binnen onderzoeksprojecten (facultatief)

Bij een losstaand onderzoek geldt dat de data alléén de onderzoeksdoelstellingen dient te heiligen. Maakt het onderzoek deel uit van een breder onderzoeksprogramma of wordt deze uitgevoerd door een groter onderzoeksinstituut - zoals het CBS, Alterra, RIVM, LNV - dan is de beschikbaarheid van geo-informatie bij het opstarten van het onderzoek of project waarschijnlijk al snel geregeld. Hoe kleiner en specifieker het project, hoe groter de kans dat deze data zelf moet worden ingewonnen of speciaal moet worden aangeschaft. Bij kortdurende projecten zal de geo-informatie waarschijnlijk niet voorzien zijn van een beheercyclus; na verloop van tijd zal die data verouderen.

Onderzoeksdoelstellingen zijn vaak zo specifiek of gedetailleerd, dat hier nieuwe, al of niet geavanceerde GIS-modellen voor worden ontwikkeld. De geo-informatie binnen een dergelijk onderzoeksproject is vaak op projectbasis ingewonnen, specifiek gedefinieerd en daardoor buiten dat onderzoek niet altijd herbruikbaar.

8.2. Geo-informatie binnen bedrijven (facultatief)

Binnen een bedrijf zijn de functionaliteiten van het GIS-model en dus ook de data, idealiter afgeleid van het bedrijfsplan (zie figuur). Te zien is een zogenaamde top-down-benadering. De bovenste drie lagen uit het bedrijfsplan bestaan alleen in de hoofden van de medewerkers, of zijn beschreven op papier. De onderste laag beschrijft de werkelijk tastbare bouwstenen van een bedrijf. Dat zijn de productiemiddelen. Denk aan het gebouw, de medewerkers, de computers en het netwerksysteem, en ook de informatie. Deze productiemiddelen bestaan alleen omdat dit nodig is volgens de lagen erboven; bij een commercieel (of efficiënt gerund) bedrijf zal dus ook het informatiemodel alléén bestaan omdat het iets bijdraagt aan het bedrijfsmodel. Anders zou er sprake zijn van hobbyisme of geldverspilling op informatiegebied. Ook de aanwezige geo-informatie maakt hier deel van uit. De bedrijfsstrategie, visie, normen en waarden (bijvoorbeeld nauwkeurigheid), wijze van aansturen

(stuurparameters uit geaggregeerde (geo-)informatie, zij allen hebben dus invloed op het wel of niet voorkomen, de kwaliteit en de kwantiteit van de aanwezige geo-informatie en het gebruikte GIS.



Door een bedrijfsplan wordt het via missie, visie en strategie duidelijk wat de benodigde bedrijfsmiddelen zijn. GIS en geo-informatie staat niet los van het bedrijfsplan; het dient de missie te ondersteunen, en hoe dun of zwaar een GIS en de bijbehorende geo-informatie er uit zien, wordt bepaald door de (wellicht veranderende) strategie.

Intermezzo: GROEN VOOR GELD BV: (GIS)Bouwstenen afleiden met behulp van een bedrijfsplan

Een kort voorbeeld verduidelijkt het bovenstaande. GROEN VOOR GELD BV is een bedrijf met de missie: 'Groenbeheer uitvoeren voor gemeenten en waterschappen'.

- De **visie en missie** is 'In Noord Nederland binnen drie jaar marktleider, door het opkopen van huidige uitvoerders en netwerken bij de gemeenten. Geld en winst staan voor op, echter dit mag niet ten koste gaan van een tevreden klant (de gemeente)'.
- De **strategie** is: 'jaarlijkse klantenquêtes, cijfers moeten op het niveau van gemeenten helder zijn. Het gaat dan om inzicht in: kosten, opbrengst, tevredenheid, soort groenbeheer. Binnen 3 jaar 10% winst voor elke provincie'. Wanneer dit in detail verder wordt uitgewerkt, door terzake kundigen, blijkt uiteindelijk wat gedurende de eerste drie jaar de bouwstenen moeten zijn:
- De **bouwstenen** zijn: 1 hoofdkantoor, noordelijk gelegen, 3 accountmanagers, 6 regionale groenbedrijven, 1 centrale database, pro-actieve houding van zowel medewerkers op gemeentelijk niveau als de accountmanagers'.

Bij het inrichten van de bouwsteen 'centrale database' blijkt uit een adviesrapport dat de centrale database gegevens moet bevatten van het oppervlak dat per gemeente moet worden onderhouden, het soort oppervlak per gemeente, en welke (maai)machines hierop gebruikt kan worden. Dat is onder andere afhankelijk van het oppervlak, de steilheid daarvan (met name bij taluds) en de afstand tot de omwonenden. De afstand tot de omwonenden is nodig om overlast te voorkomen bij het inzetten van het zwaarste, lawaaijige materieel. Ook moet GROEN VOOR GELD BV afspraken die de gemeenten met bedrijven en omwonenden heeft gemaakt vastleggen in die database. Tot slot moeten de

medewerkers bij overlast of commentaar op het moment van de klacht direct met het hoofdkantoor kunnen overleggen. Het hoofdkantoor moet weten waar die klacht zich dan bevindt, moet zich kunnen verplaatsen in de situatie ter plekke.

- Uiteindelijk blijkt daarom de volgende geo-informatie nodig:


- Topografische kaarten
- Kadastrale kaarten
- Vlakken kaart met te onderhouden groengebieden / groenstroken, met daarbij de volgende kenmerken: oppervlak, groenclassificatie (grasveld, ruw gras, berm, sloot, voetbalveld, et cetera) gemiddelde helling, maximale helling, materieel dat daar ingezet kan worden, contactpersoon bij de gemeente, onderhoudsfrequentie, datum laatst gemaaid/onderhouden.


- Op (Geo)IT gebied (GIS, netwerk, hardware, software) is nodig:

- On-line verbinding met het Kadaster op het kantoor voor check op eigenaren / omwonenden, alléén bij klachten.
- Mobiele telefoon met GPS, voor medewerkers ter plaatse, in het geval er klachten zijn.
- GIS om te berekenen welk materieel op een te onderhouden gebied optimaal kan worden ingezet.

Informatiesystemen die van bedrijfsplannen zijn afgeleid, zijn vaak groot en breed opgezet en dienen gedurende langere tijd flexibel herhaalbaar of vergelijkbare output te kunnen leveren.

Echter, ook geldt dat bedrijven continu in ontwikkeling zijn. Hun visie of strategie wordt gewijzigd of er is behoefte aan andere stuurparameters. Ga er dan niet vanuit dat per direct de systemen, de data en de functionaliteit van applicaties onmiddellijk zijn aangepast. Bijvoorbeeld omdat er nog geen prioriteit voor is gegeven die database uit te breiden of te koppelen. Elke visie- of beleidswijziging heeft zijn tijd nodig om effect te hebben. De cultuur, de systemen en het resultaat hebben tijd nodig om te veranderen. Soms wordt de inwinning, digitalisering of het beheer van geo-informatie te duur geacht, terwijl er wel meer verdiend moet worden met de primaire processen. Bij bedrijven mag echter toch verwacht worden - meer dan bij projecten - dat de geo-informatie die ingekocht wordt, voorzien is van een onderhoudscontract. En dat de geo-informatie die door het bedrijf zelf wordt ingewonnen of beheerd, een bepaalde - op de bedrijfsdoelstellingen afgestemde - revisiecyclus heeft. In die gevallen is de bijdrage van GIS en geo-informatie aan de bedrijfsdoelstellingen 'als smeerolie voor de business' gewaarborgd.

 **SAMENVATTING:** Middels een bedrijfsplan kan bepaald worden welke bouwstenen noodzakelijk zijn. Voor een GIS en geo-informatie geldt dat ook deze afgeleiden zijn van missie, visie en strategie van het bedrijf. Dit kan in detail worden uitgewerkt, al zal praktijkervaring aan moeten geven 'hoe dik' dit moet worden opgepakt om het gewenste effect te bereiken. Na verloop van tijd kunnen andere strategieën, stuurparameters of acties nodig zijn die minder of juist méér GIS en geo-informatie nodig hebben dan enkele jaren daarvoor bedacht is. Bedrijven zijn flexibel, en daarmee dient de ICT (waaronder GIS / Geo-ICT) dezelfde mate van flexibiliteit te kennen.

 **TIP:** Zorg dat jouw GIS-afdeling betrokken is/wordt bij niet alleen projecten waarbij 'bouwstenen' worden gewijzigd, maar ook bij momenten waarop missie en strategie worden gewijzigd of besproken. Denk aan contacten met ICT-afdelingen, discussies over informatiebeleid, klantenwens-inventariesties, en dergelijke. GIS en de geo-informatie kan dan sneller inspelen op de nieuwe eisen, en de bijdrage die het levert kan dan direct meegenomen worden in de strategie. GIS is dan niet alleen een 'met de golven meedurende' bouwsteen, maar levert input voor de strategie.


9. Gebruik van geo-informatie

Verwacht niet zonder meer dat van elders verkregen geo-informatie gebruikt kan worden voor nieuwe, innovatieve of andere toepassingen dan oorspronkelijk bedoeld.

In de praktijk zal echter toch vaak op al bestaande geo-informatie (hieronder ook genoemd: fysieke databases) worden teruggegrepen. Bijvoorbeeld omwille van snelheid, vanwege de kosten of er is onnadachtzaamheid in het spel. Er wordt dan uit gewoonte gekozen voor een bekende, makkelijk ontsluitbare dataset. Aan jou als GIS-specialist dan dus wel steeds de vraag of deze afkomst van de data de kwaliteit van het onderzoek / de kaart in de weg staat.

Intermezzo: Synnexxion en de concurrent: over nauwkeurigheid van bestanden

Een kort voorbeeld. Denk nog eens aan het eerdere voorbeeld uit paragraaf "Toepassingscontext", over het fictieve bedrijf Synnexxion. In dat voorbeeld bleken de aantallen niet nauwkeurig in de database te staan. Dat was strikt genomen ook niet nodig. Synnexxion wil geen accurate databases, maar accuraat vervoer en vooral veel winst. Waarom zou bij een ander busbedrijf met dezelfde missie (namelijk: geld verdienen in het openbaar vervoer) de klantgegevens per stad misschien véél accurater geweest? Dat is héél goed mogelijk. Het antwoord is eenvoudig: Omdat dezelfde missie met een andere strategie wordt uitgewerkt. Wellicht worden noren en waarden als accuraat, klantgericht en professioneel vervoer bij dit tweede bedrijf ook bewust uitgedragen naar en door de databeheerders. De gedachte hierachter is wellicht de overtuiging dat niet alleen buschauffeurs, maar héél het personeel deze normen moet hebben. Job-rotation en een professionele indruk naar potentiële klanten maken voor dit tweede bedrijf misschien zelfs wel deel uit van hun marketingstrategie. NB: Géén van beide bedrijven heeft gelijk of ongelijk. Beide bedrijven kunnen met hun verschillende strategie financieel gezond zijn en blijven.

 **SAMENVATTING:** Binnen bedrijven is vaak de aanwezige geo-informatie niet afdoende voor een onderzoeksvraag / kaartverzoek. Wanneer geo-informatie van buiten het bedrijf komt, kan omwille van snelheid, eenvoud of kosten, bewust of onbewust geweld worden gedaan aan de kwaliteit van het eindproduct, de analyse of de kaart. De kaart geeft dan misschien nog wel een antwoord op de onderzoeksvraag, echter, de nauwkeurigheid, compleetheid of actualiteit ervan is misschien lager dan vooraf gehoopt. Dit kan een bewuste keuze zijn.

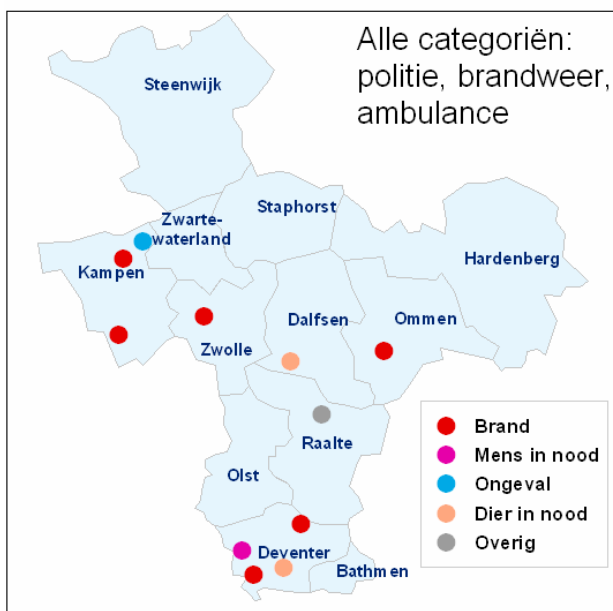
9.1. Gebruik van geo-informatie van belangenverenigingen en 'open geo-informatie'

Belangenverenigingen, lokaal en landelijk, enthousiaste individuen verzamelen steeds meer data. Onder andere doordat van het individu als burger steeds meer verwacht wordt, maar ook omdat hij steeds meer beschikt over de kennis en middelen - zoals GPS - om deze data te verzamelen. Ze proberen op deze wijze grip te krijgen op de wereld om hen heen, op specifieke objecten uit hun aandachtsgebied, hun (sub)cultuur. Ze gebruiken daarbij (bewust of onbewust) bepaalde, vaak voor de buiten wereld onbekende prioriteiten, definities en gebiedsafbakeningen. Zie onder andere www.openstreetmap.nl, of lokale belangengroepen uit jouw eigen omgeving.



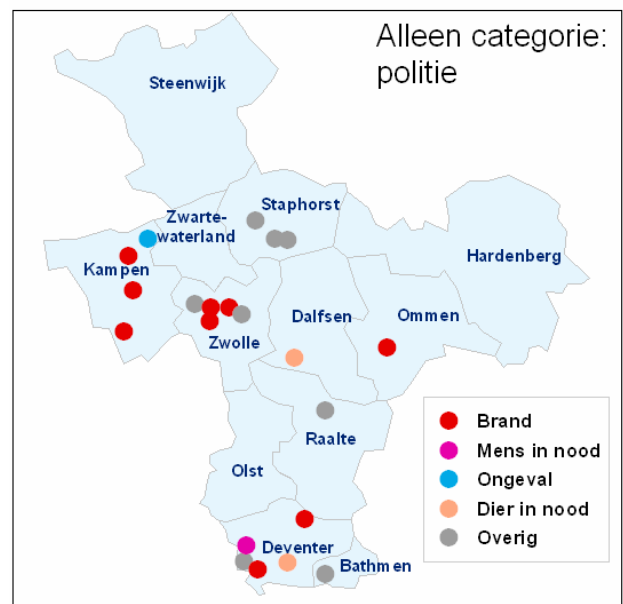
Nieuwsmeldingen van individuen in kaart gebracht. Bron: www.skoeps.nl, Nieuwscategorie 'Binnenland', 15-22 oktober 2007. Achtergrondkaart: www.openstreetmap.org.

Meldingen P2000 Regio IJsselland
periode 19 en 20 okt '07



P2000-meldingen, regio IJsselland, over 2 dagen. Bron data: P2000, via <http://www.langeleegte.net/>.

Meldingen P2000 Regio IJsselland
periode: sept-okt '07



P2000-meldingen, regio IJsselland, over 2 maanden, alleen categorie "Politie". Bron data: P2000, via <http://www.langeleegte.net/>.

De inspanning van deze organisaties wordt onder andere uitgevoerd om (lokale) overheden te voorzien van andere, nieuwe zienswijzen en om de beslissingen bij individuen en overheden te beïnvloeden. In dit verband moet ook genoemd worden het fenomeen "www 2.0", waarmee bedoeld wordt op het wereldwijde web dat steeds meer 'user generated content' bevat; elk individu kan wat voor informatie dan ook delen met wie dat dan ook maar wil gebruiken, van 'blog' tot kaart, en van 'medische site' tot complete databases. Een aardig voorbeeld hiervan is onder andere de site van

Skoeps: Skoeps 'nieuwskaart'. Hier kunnen gebruikers onder andere nieuwsitems toevoegen (ongelukken, graffiti) met minimaal een lokale betekenis. Foto's, films en commentaar worden gekoppeld aan een kaart. Via een filter is de zien welke gebeurtenissen waar plaatsvinden. Zie illustratie rechtsboven.



Andere voorbeelden van user-generated-content-sites zijn Wikipedia, Hyves, Flickr, YouTube en watvindenwijover.nl?. Meer voorbeelden en meer weten over www2.0? zie Wikipedia Web2.0.

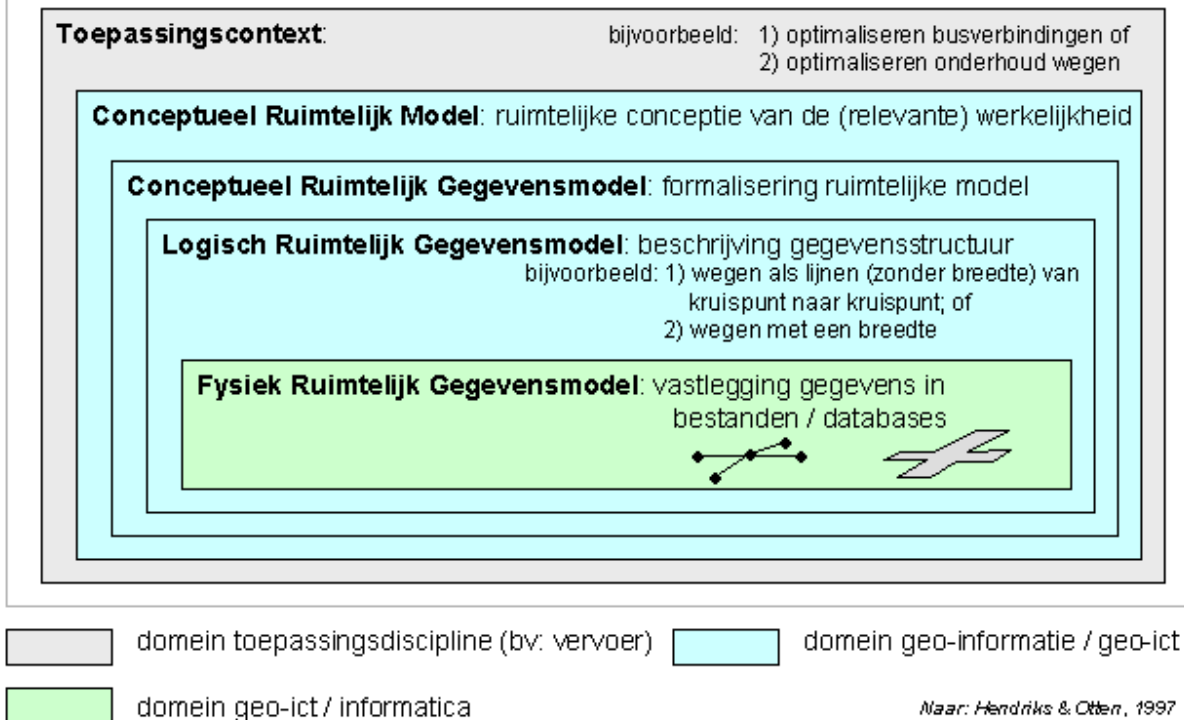
Er zitten twee interessante aspecten aan de geo-informatie die op deze wijze ter beschikking komt.

1. Voor de (lokale) belangenverenigingen is deze vorm van data verzamelen een goede ontwikkeling. Het vormt een prachtig middel om hun democratische taak praktisch in te vullen. Op een positieve wijze is het mogelijk om de overheid en de informatie die de overheid gebruikt te beïnvloeden. Het proces gaat snel. Bijvoorbeeld via een camera's op een mobieltje met GPS. Het gesproken woord en het beeld of filmpje wordt via 'bluetooth' geupload op PC en wordt dezelfde dag nog via internet of op een andere wijze gecommuniceerd met de doelgroep die de afzender wenst te beïnvloeden. Er wordt zo tegenwicht geboden daar waar de overheid te traag wordt geacht, of wellicht 'slechts' gebruik maakt van landelijke, altijd weer dezelfde misschien verouderde bestanden en (landelijk opererende) (GIS) adviesbureaus. Omdat deze belangenorganisaties wél de tijd en energie (en soms: ook meer kennis) hebben, krijgen zij - actueler en specifiek - in kaart wat anders niet zichtbaar zou zijn voor de burger en de overheid. Wanneer GIS en GIS-kennis aan deze initiatieven kunnen worden toegevoegd, hebben deze organisaties een visueel sterk middel in handen om de publieke opinie en de politiek constructief en op argumenten te beïnvloeden.
2. Er zit ook een andere kant aan deze 'democratisering' van (geo) informatie. En dat is misschien als 'keerzijde' te bestempelen volgens sommige GIS-specialisten en overheden. De vraag is namelijk of deze nieuwe manier van data verzamelen zonder meer een aanvulling kan zijn voor bestaande, vaak meer landelijke of meer gebiedsdekkende geo-informatie. Wanneer die bestanden actueler zijn, is er de neiging om die direct maar over te nemen. Echter, wanneer die nieuwe bestanden met een beperktere scope, definitie, aandachtsgebied of te verspreid tot stand zijn gekomen, moet er aan getwijfeld worden deze te gebruiken in een GIS. Zeker bij kleine aantallen; dan speelt ook nog eens "de macht van het kleine getal".

10. Ruimtelijke gegevensmodellering (facultatief)

Het ontwerpen van een model voor een (geografisch) informatiesysteem zal jij waarschijnlijk niet vaak gaan doen. Het GIS-model bestaat vaak al, zoals hierboven beschreven. Je maakt er als GIS-specialist gebruik van, of je krijgt de kans hem (mede) te ontwerpen of deze te actualiseren. Vandaar de volgende uitwijding over gegevensmodellering. Als eerste een afbeelding met wat terminologie. Zoals te zien is, is het fysieke model een beperking van de werkelijkheid; iets dat we ook al zagen in de eerste hoofdstukken van dit theoretische deel.

Werkelijkheid ('niet te beschrijven zonder concessies, is altijd ingewikkelder dan model')



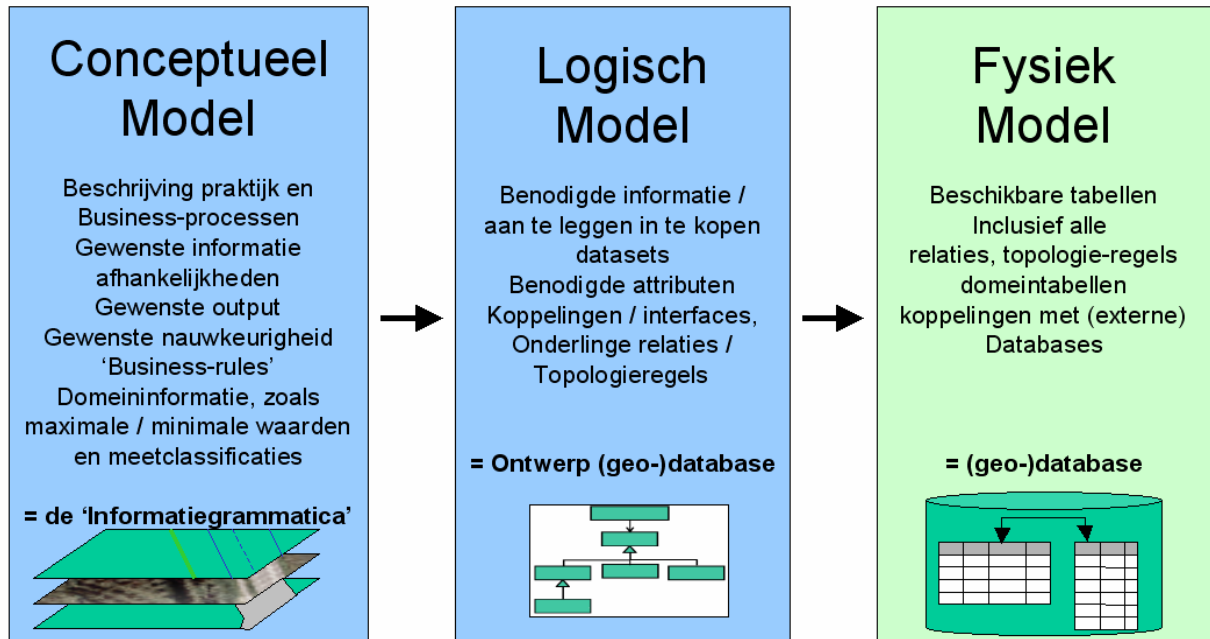
Beschrijving van en voorbeelden bij de relaties tussen de ruimtelijke logische-, conceptuele- en gegevensmodellen. Conclusie is dat goed nagedacht moet worden over het model; als de toepassingcontext wijzigt / verbreedt, zijn wellicht achteraf grote aanpassingen nodig.

In bovenstaande figuur (naar: ^[3]) een voorbeeld van hoe **Ruimtelijke gegevensmodellering** is op te vatten.

Ruimtelijke modellering wijkt in principe niet af van 'gewone' modellering, zij het dat nu met een ruimtelijke factor om moet worden gegaan. Daardoor zijn relaties, afhankelijkheden en benodigde data anders, is de functionaliteit eenvoudiger of met meer mogelijkheden in te richten. De database is eenvoudiger te modelleren, dan wanneer dit model puur relationeel en buiten een GIS om zou zijn gemodelleerd. (Dit is een rol die jij als GIS-specialist zou kunnen opnemen; adviseren over hoe dit anders / beter kan.) Het model is daarna te vertalen naar een fysiek gegevensmodel. Een fysiek gegevensmodel is in feite een verzameling (database) met tabellen (of serie bestanden) met een onderlinge, vastgelegde relatie.

Te zien is dat - afhankelijk van de toepassingscontext - verschillend naar de werkelijkheid gekeken wordt. Afhankelijk van die kijk komt een verschillend fysiek (GIS-) model tot stand. In het ene geval worden wegen als lijnen gedefinieerd (zie de figuur: met 1) aangegeven), en in het andere geval worden de wegen gezien als vlakken, omdat men de rijbanen als een te onderhouden oppervlak wil kunnen zien (zie de figuur: met 2) aangegeven).

Het ontwerpen van een Fysiek Model wordt iets eenvoudiger voorgesteld door het volgende plaatje. Is het Fysiek Model eenmaal vormgegeven, dan bestaat dit uit geo-informatie in een (fysieke) database of serie bestanden, met onderlinge relaties en afhankelijkheden.



Hoe een (geo-) database idealiter tot stand komt. De business, oftewel de primaire processen van een bedrijf, vastgelegd in een zogenaamd Conceptueel Model, bepaalt via het Logisch Model (hoe men werkt of wenst te gaan werken) welke geo-informatie nodig is ten behoeve van het Fysieke Model.

Is het Fysieke Model bepaald, dan kan de fysieke database gebouwd en vervolgens gevuld worden, met de benodigde software (GIS) er omheen.

SAMENVATTING: Een fysieke database kan alleen optimaal functioneren indien het (nog steeds) is afgestemd op het Conceptueel Model: de business. Een fysieke database kan alleen gebouwd worden (of effectief aangepast worden) als het Business Model bekend is. Voor kleinere omgevingen geldt dit ook: een fysiek GIS-model is alleen op te zetten als bekend is welke onderzoeksvragen beantwoord dienen te worden en welke kaarten geproduceerd moeten worden.

TIP: Zomaar kijken welke databases / geo-informatie je voorhanden hebt - en deze vervolgens gebruiken - is gevaarlijk. Zonder kennis van wat hierboven als *informatiegrammatica* wordt genoemd - de regels en definities die binnen het bedrijf of bij de data horen - is er een goede kaart of analyse alleen 'op goed geluk' te maken. Bespreek als GIS-specialist met de kenners van de data, het businessproces en/of de leverancier/beheerder van de data ('wat wordt verstaan onder een weg, onder een wegvak, enzovoort'). De visualisatie ervan zal dan eerder juist zijn.

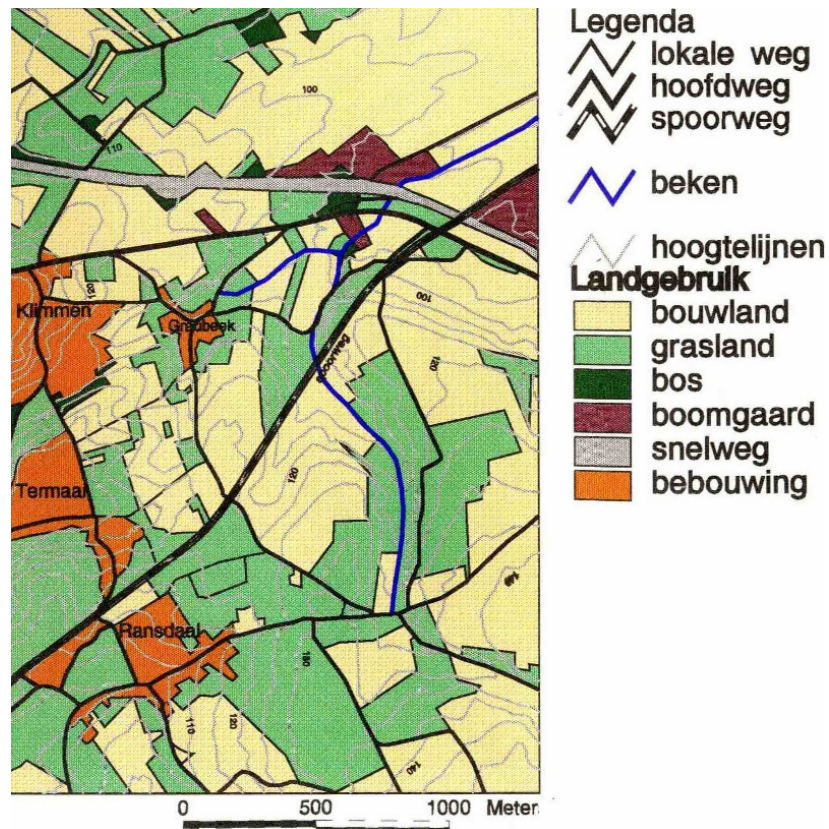
Meer weten over de ontwikkeling van GIS-modellen, het initiëren van GIS, het opzetten van GIS-gebruikersgroepen, GIS-projecten opzetten? Zie onder andere:

- GIS for the Urban Environment, J. Maantay en J. Ziegler, 2006, pagina's 248 - 264.
- Thinking about GIS: Geographic Information Systems Planning for Managers; R. Tomlinson, 2003; Redlands VS, ESRI-Press.

11. Cases (facultatief)

In dit handboek staat vooral de geo-visualisatie centraal. De meest mooie analyses van GIS blijven daarbij - helaas - buiten beeld. Een aantal voorbeelden kunnen analyses en toepassingen binnen GIS wel verhelderen en verder uitdiepen. De voorbeelden illustreren daarnaast de kracht van een GIS voor de overheid en de commercie die beslissingen moeten nemen, en de wetenschap.

11.1. Case 1: De erosiegevoeligheidskaart; GIS als voorspeller



Het gebied waarvoor de erosiegevoeligheid moet worden gekarteerd in deze case.

Hier een goed voorbeeld van hoe met een GIS én een bepaald model verrassende output berekend kan worden. Cartografisch is er op het eindresultaat wat af te dingen. Het betreft dan ook een GIS uit 1996, waarin niet elke handeling zeer gebruiksvriendelijk was en waarmee cartografisch nog niet bepaald sterke producten konden worden gemaakt. In deze module 'Inleiding GIS' is dit niet erg; het toont dat een GIS ook als voorspeller kan dienen, als een model maar goed / wetenschappelijk onderbouwd is vastgelegd^[4]. Andersom geldt gelijktijdig. Is het model (nog) niet goed / wetenschappelijk onderbouwd, dan kan een GIS de voorspelling toch in kaart brengen, waarna deze voorspelling verworpen of aangescherpt kan worden door extra metingen. Nu iets concreter.

Het doel is om te komen tot een erosiegevoeligheidskartering van een deel van het Limburgse heuvellandschap. Dat is dus geen voorspeller zoals het weer. Er kan namelijk niet mee voorspeld worden dat er binnen nu en een week op die en die plek 10 kubieke meter grond naar beneden komt. Het is meer een voorspeller zoals bij het klimaat. Gezien over een langere periode, is de kans dat er op die plekken veel grond naar beneden komt, duidelijk veel groter dan op andere plekken.

Hoe is zo'n voorspellende kaart met in dit geval erosiegevoeligheid te maken?

Hieronder - voor de lezers met weinig tijd - eerst een samenvatting van deze case, daarna het uitgebreide verhaal in zeven stappen, van de totstandkoming van de erosiegevoeligheidskartering.

SAMENVATTING

Een vakspecialist heeft onderzoek gedaan. Uit waarnemingen blijkt steeds maar weer dat de erosie op een bepaald punt, afhankelijk is van (en dus voorspeld kan worden door) het hellingspercentage en het landgebruik. Op een (vaak onbegroeide) akker spoelt de regen meer en vaker grond weg, dan op grasland. En hoe hoger het hellingspercentage, hoe meer erosie. (Dit is een vakinhoudelijk model.) Door beide aspecten - hellingspercentage en landgebruik - van een bepaald gebied in twee rasterdatabestanden te zetten, kan van elk punt (pixel) berekend worden van de erosiegevoeligheid is. (Dit is een GIS-model.)

1) HET ONDERZOEKSMODEL

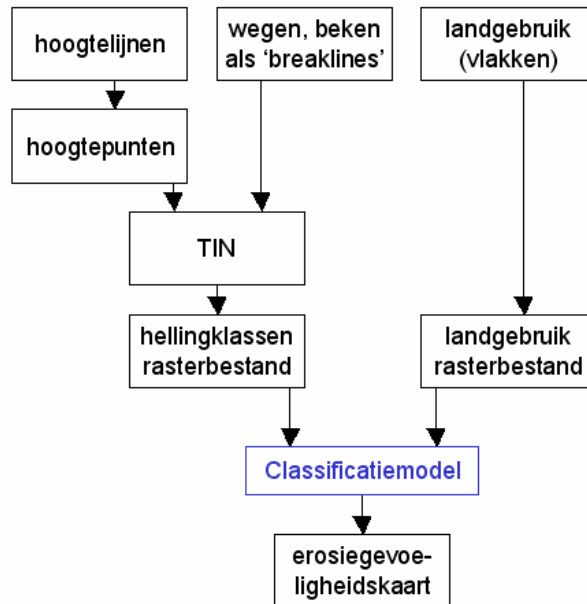
Het begint *niet* bij een GIS-specialist, maar bij een vakspecialist. In dit geval een fysisch geograaf, een geomorfoloog, een geoloog of een bodemkundige. Die vakspecialist zal een (vakinhoudelijk) model moeten hebben of maken. Laten we aannemen dat uit zijn metingen (dat zijn puntmetingen of puntwaarnemingen!) blijkt dat de hellingshoek, en het grondgebruik goede voorspellers zijn voor de erosie. Hij heeft namelijk alle waarnemingen van erosie in dit gebied bekeken, en is tot de conclusie gekomen dat vanaf bepaalde hellingshoeken, en bij bepaald grondgebruik, veel vaker erosieverschijnselen zich hebben voor gedaan. Laten we als GIS-specialist nu aannemen dat hij dit goed gedaan heeft en dat er dus geen andere 'voorspellers' zijn, zoals grondsoort. Want een grondsoort löss is erg erosiegevoelig, en een grondsoort kalksteen of klei is minder erosiegevoelig. Gelukkig stelt die vakspecialist ons gerust. Alle puntmetingen / waarnemingen die hij heeft gedaan, zijn gesitueerd in lössgebieden, en het onderzoeksgebied zelf is ook geheel löss.

2) VERKENNINGSFASE: HET OVERLEG

Nu pas komt de GIS-specialist aan bod. Samen met de vakspecialist bespreekt hij het model. 90% van de tijd is de vakspecialist aan het woord. De GIS-specialist luistert goed, vraagt indien hij iets niet begrijpt. Hij moet immers het model écht snappen en omzetten in een GIS-model. Uiteindelijk is dit het model (uit: ^[5] naar ^[6]):

erosiegevoeligheid	landgebruik met hellingspercentage (=de twee voorspellers)
zeer sterk	akkerland op >8%
sterk	akkerland op 5-8%
matig	akkerland op 2-5% én grasland op >8%
licht	akkerland op 1-2% én grasland op 5-8% én bos&boomgaarden op >8%
nauwelijks	overige categorieën (lagere hellingshoeken als hierboven genoemd, en alle bebouwde gebieden en de snelweg

Merk op dat de GIS-specialist niet het model maakt, maar bespreekt. De GIS-specialist moet namelijk nu op zoek gaan naar kaarten die bovenstaand onderscheid kunnen maken. Er is wel een landgebruiksk kaart, maar die maakt onderscheid tussen bossen en boomgaarden. Zou de vakspecialist onderscheid gemaakt hebben in erosiegevoeligheid tussen gebieden met naaldbomen en



Totstandkomingsproces / GIS-model bij de erosiegevoeligheidskartering. Het GIS-model is zwart weergegeven, de input van de vakspecialist (classificatie) is blauw weergegeven. Bovenaan staat de input, drie bestanden, onderaan de output: de erosiegevoeligheidskaart (zie verder tekst)

gebieden met loofbomen, dan zou de GIS-specialist op zoek moeten naar een andere kaart waar dat onderscheid in bos ook op wordt gemaakt. In het uiterste geval zou de GIS-specialist de vakspecialist / onderzoeker moeten teleurstellen, namelijk, het model moet worden aangepast. Let wel dat is een uiterste redmiddel. Zou de GIS-specialist niet beschikken over een kaart met onderscheid in grasland en akkerland (staat vaak zonder begroeiing!) dat zal er een waardeloze kaart uitkomen, omdat deze erosiegevoeligheid van deze twee klassen ver uiteen ligt. Zou de GIS-specialist echter niet beschikken over een kaart met de ligging van de snelweg, of hij heeft een kaart met bebouwd - waarin snelweg én bebouwing in één klasse vallen - dan is dat voor de onderzoeker waarschijnlijk geen groot probleem; het model maakt dit onderscheid niet. Merk op dat er géén categorie 'geen erosie' is. De vakspecialist heeft onvoldoende vertrouwen in de data om dit te kunnen voorspellen, óf het blijkt dat deze categorie gewoon niet waar te maken is; overal kan nu blijkbaar altijd een beperkte mate van erosie plaats vinden.

NB: De vakspecialist had ook dezelfde persoon kunnen zijn als de GIS-specialist, wanneer deze over de juiste GIS-expertise zou beschikken. Dit komt bij grotere onderzoeksinstituten vaak voor. GIS wordt dan ook vaak op meerdere opleidingen als ondersteunend vak gedoceerd.

3) GEO-INFORMATIE VERZAMELEN

De GIS-specialist moet nu op zoek naar kaarten waarin 'de voorspellers' staan. Dat is een landgebruikskaart en een hellingklassekaart. In de figuur aan het begin van dit hoofdstuk zie je het gebied waar het om gaat, in Zuid-Limburg (Bron: eigen onderzoek 1996, bij het vak 'Hands on GIS', UU, Fac.der Ruimtelijke Wetenschappen). Op basis van een kartering van wegen, het landgebruik en hoogtelijnen is deze landgebruikskaart tot stand gekomen. Het lastige is nu: de GIS-specialist beschikt niet over een hellingklassekaart.

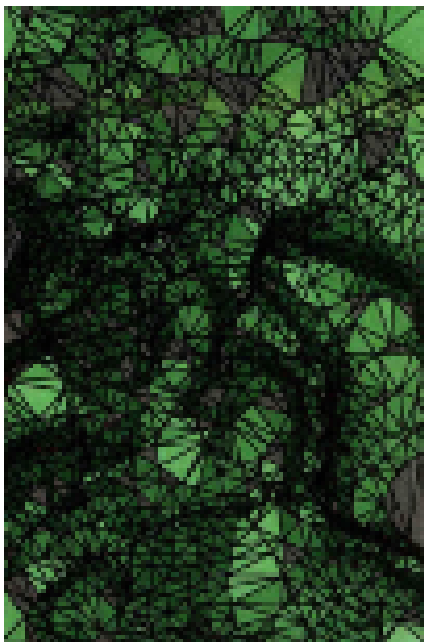
4) GIS-BEWERKING1: INPUT GENEREREN

De Hellingklassen moeten berekend worden. Dat kan op basis van de hoogtelijnen. In het gesprek met de vakspecialist was het ontbreken van de hellingklassenkaart geen probleem, omdat de GIS-specialist al wist dat zo'n kaart relatief eenvoudig te berekenen is op basis van hoogtelijnen. Gebieden tussen hoogtelijnen, en rekeninghoudend met zogenaamde breeklijnen (wegen, rivieren). Dit gaat met een tussenstap. Afhankelijk van de afstand tussen

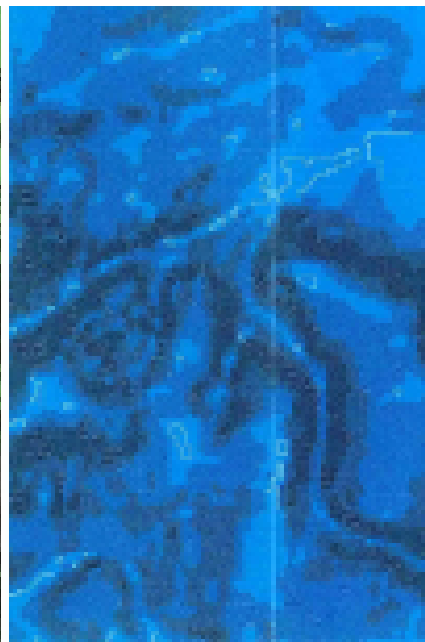
de hoogtelijnen wordt een zogeheten Triangulated Irregular Network (TIN) kaart gemaakt. Dat is een kaart met allemaal driehoeken tussen de hoogtelijnen(punten). Hierbinnen moet dan aangenomen worden dat de hoogte binnen de zo ontstane driehoeken regelmatig afneemt of toeneemt. Voor elke driehoek is dan dus ook de helling te berekenen. In de getoonde groene kaart met driehoeken is een klasse-indeling gemaakt om te kunnen bestuderen of er niet te veel of te grote driehoeken voorkomen met uitzonderlijk lage of hoge hellingsklassen. Deze GIS-bewerking vereist dus zowel GIS-kennis (wat kan er met dit pakket en hoe voer ik dat uit) als GIS-ervaring. Hoe stel in de parameters voor deze GIS-bewerking in. GIS is géén toverdoos en niet elke opmerking als 'dit is dank zij een GIS uit te voeren met één druk op de knop' mag zomaar serieus genomen worden.

5) GIS-BEWERKING2 CONVERSIE VAN VECTOR NAAR RASTER

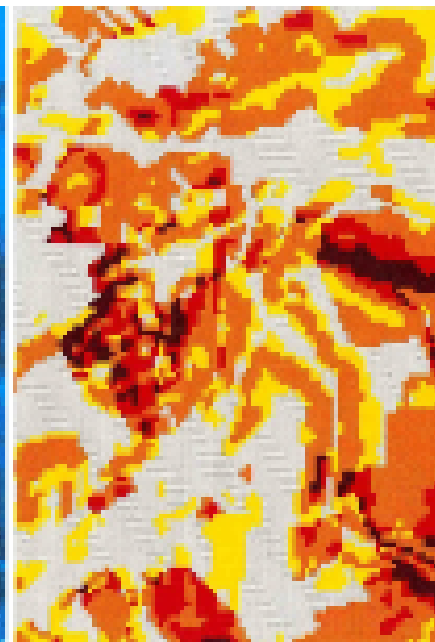
De vakspecialist heeft verteld dat er enige onnauwkeurigheid zit in zijn voorspelling. De GIS-specialist kent de onnauwkeurigheid van de landgebruikskaart. Ook de vectordata (TIN-data zijn een vorm van vectordata) is te nauwkeurig gemodelleerd. De GIS-specialist en de vakspecialist bespreken hun ervaringen op dit gebied in een tweede aanvullend gesprek. Er wordt besloten om de hellingklassekaart en de landgebruikerskaart om te zetten naar rasterdata met pixels van 25 bij 25 meter. Die hellingklassekaart is te zien in de blauwe figuur in het midden. Tevens wordt besloten het eindresultaat (de erosiegevoeligheid) niet nauwkeuriger te representeren als met pixels van 50 bij 50 meter. De vakspecialist zal overigens in zijn publicatie gaan opmerken dat het model indicatief is; de pixels die de verschillende erosiegevoeligheden zullen gaan aangeven, zijn niet heilig. Het is en blijft een voorspelling, en het model kan er voor een beperkt deel van het gebied naast zitten. Hiermee is het model niet ongeldig. De GIS-specialist hoeft in dit geval naar de vakspecialist niet zijn vrees uit te spreken dat kaartlezers dit verkeerd kunnen interpreteren. De onderzoeker publiceert richting een goed opgeleid publiek en voorziet de kaart van een voorbehoud.



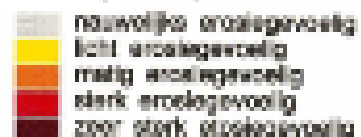
Hellingklassenkaart obv TIN's



Hellingklassenkaart obv pixels



Erosiegevoeligheidskaart



Hellingsklassekaart op basis van TIN's, o.b.v. een raster en de uiteindelijke erosiegevoeligheidskaart. Merk op dat de twee linker figuren inhoudelijk exact dezelfde data representeren! (zie verder tekst)

6) GIS-BEWERKING3: OVERLAY-TECHNIEK EN RECLASSIFICEREN

De input is gereed, dat wil zeggen, twee rasterdatabestanden: de hellingklassekaart en de landgebruikskaart. Beide rasterdatabestanden worden als het ware over elkaar heen gelegd ('overlay'-techniek), waarna van elke pixel van 25 bij 25 meter wordt 'uitgelezen' door de GIS-software, wat het landgebruik is en wat de hellingklasse is. Deze wordt vertaald naar een erosiegevoeligheid middels de eerder genoemde tabel. Deze techniek heet reclassificatie. De gemiddelde erosiegevoeligheid van 4 cellen (50 bij 50 meter) wordt weggeschreven in een nieuw rasterdatabestand met de erosiegevoeligheid.

7) REPRESENTATIE: DE KAART

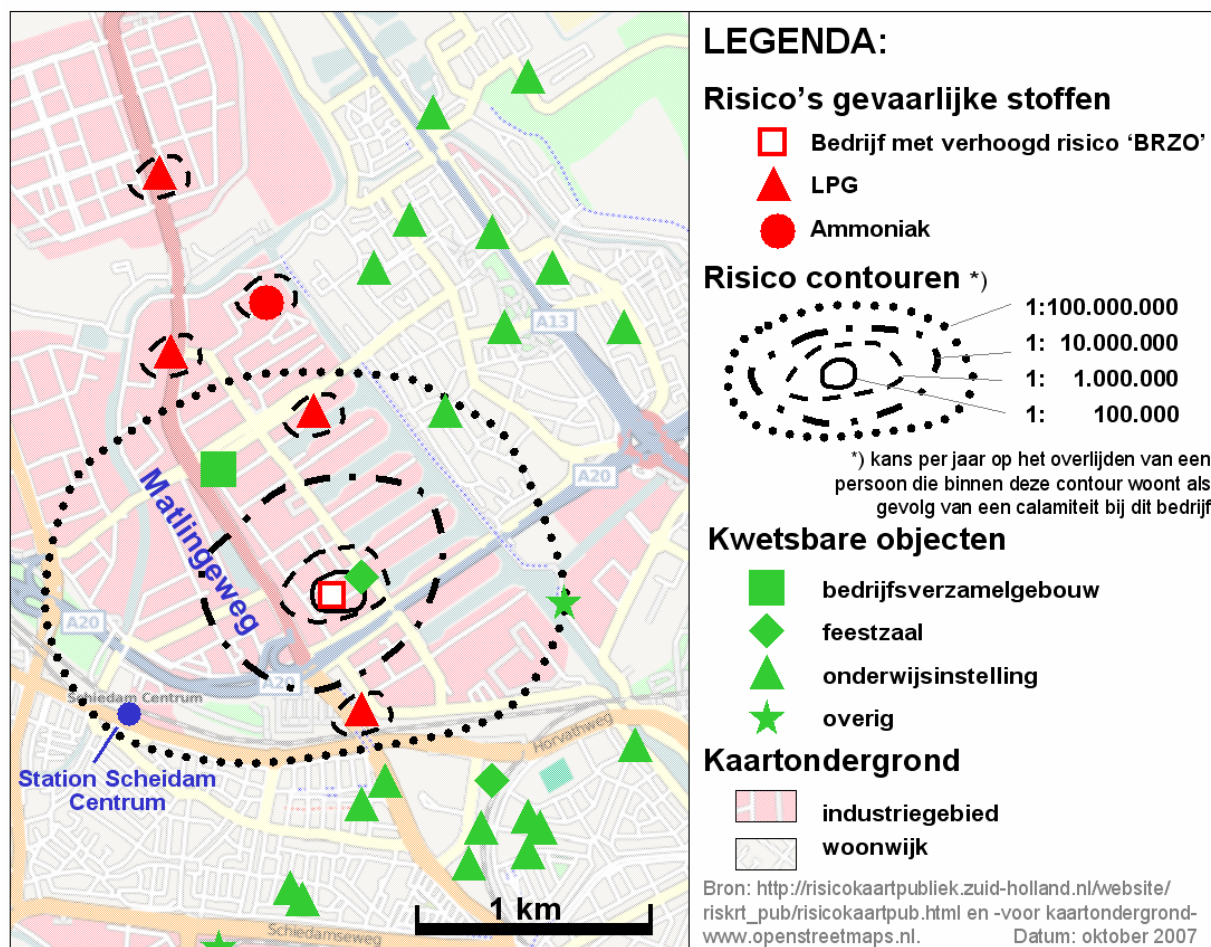
Het laatst genoemde rasterdatabestand kan direct dienen binnen een GIS om er een kaart mee te maken (zie de geel/rode kaart rechts). Voor de kleur rood is gekozen vanwege de alarmerende werking. Veel erosie betekent dat er waarschijnlijk maatregelen moeten worden getroffen, of dat er vaak problemen zijn te verwachten. Geel als lichtere tint én andere kleur vertolkt minder zware risico's. Dergelijke overwegingen komen later in dit handboek aan de orde. Aardig om te constateren. De kleur grijs staat voor nauwelijks erosie. Er kan echter wel degelijk erosie plaatsvinden! De kleur grijs had daarom beter (heel) licht geel kunnen zijn. Grijs 'als kleur' vertolkt in een goede kaart vaak de functie van 'onbepaald', 'geen gegevens bekend'. Wit vertolkt vaak de functie van 'waarde is nul' of 'niet meegenomen in de studie'. Overigens, ook al is de doelgroep niet de lokale bewoners, maar de onderzoeker, dan nog had voor de duidelijkheid een deel van de topografische kaart als referentie moeten dienen. Met andere woorden, de dorpskernen, de namen en een aantal hoofdweg hadden moeten worden toegevoegd voor de oriëntatie.

 **CONCLUSIE:** Met simpele overlay-technieken is GIS als voorspeller in te zetten. Dit gebeurt door de waarde uit verschillende thema's / datasets, al of niet op basis van een gewogen bijdrage, op te tellen per locatie. De optelsom bepaalt, een score met een minimum en een bepaald maximum, geeft dan met een relatieve score aan hoe waarschijnlijk daar iets zal voorkomen. Dit werkt voor de kans op erosie, zoals in deze case, maar dat geldt ook voor bodemgeschiktheid voor een bepaald gewas, de kans op archeologische vindplaatsen, de kans op natuurontwikkeling, et cetera.

11.2. Case 2: Risicokaarten; over de meerwaarde van GIS als combinatie van data

Zonder dat er meer informatie wordt gegenereerd, is het combineren van geografische informatie tot één kaart een - zelfs door GIS-specialisten - nog steeds onderschat fenomeen. Door het combineren van datasets krijgt een kaart per definitie een meerwaarde. Dat komt omdat zo ruimtelijke relaties te zien zijn die anders verborgen bleven. Dat zijn misschien relaties op algemeen of lokaal niveau, en misschien zijn die relaties pas nodig op het moment dat er een calamiteit is.

Risicokaart omgeving Matlingeweg Schiedam



Door het combineren van de datasets 'Risico's', 'Kwetsbare objecten' en 'woonwijken' blijkt de kaart van grote waarde voor de individuele burger, belangenorganisaties, calamiteitenorganisaties, beleidsambtenaren en vergunningverstrekkers van de gemeente. Dit figuur is op basis van gegevens van www.risicokaart.nl tot standgekomen, de ondergrond is afkomstig van www.openstreetmap.nl.

Kijk bijvoorbeeld eens naar de Risicokaart van (een deel van) Schiedam. Hiermee wordt de algemene meerwaarde zoals hierboven bedoeld aangetoond. In dit specifieke geval gaat het om het thema risico / calamiteiten. Het is meteen af te lezen waar de risico's zich voordoen en of die zich wel of niet ook over een of jouw woonwijk uitstrekken. Het is óók direct duidelijk hoe groot een risico is, niet alleen dát er een risico is. Een mogelijke overdreven reactie, wordt voorkomen. Zonder de contouren zou de kaart tot meer vragen dan antwoorden kunnen leiden. Op dergelijke kaarten is extra uitleg en een duidelijke legenda zéér belangrijk.

Overigens, vaak worden de verschillende datasets apart beheerd. In dit geval zijn dat: de verschillende woonwijken (of wellicht adreslocaties), de kwetsbare objecten en de bedrijven /

locaties die risico's veroorzaken. Deze zullen vaak op verschillende plaatsen en met verschillende deskundigheid totstandkomen. Dankzij GIS is dat géén probleem. De risicokaart (voor alle provincies is die beschikbaar) toont aan dat een zeer complexe kaart, voor zowel burgers als professionals kan bijdragen aan goede informatievoorziening. NB: Het is in feite géén kaart in de 'oude' betekenis van het woord: de bestanden worden door de provincies continu up-to-date gehouden, en de detailinformatie is alléén ingezoomd te verkrijgen.


Overigens, vergelijken we de hier getoonde kaart met de eerder in Geo-visualisatie/Deel A: Theorie besproken kaart Afbeelding:Deventer mast fictief vals voorbeeld.JPG, dan zien we dat hier de risico's voor de burger een stuk beter gecommuniceerd worden. Waarom? We lopen misschien vooruit op een aantal zaken in de delen B en C, maar de antwoorden zijn:

- de bron wordt genoemd
- de risicocontouren worden met zwart aangegeven niet met rood of geel
- het vlak dat binnen een risicocontour valt wordt niet met een rode kleur ingekleurd
- de exacte risico's worden genoemd er wordt niets gesuggereerd en - althans op de originele site van [www.risicokaart.nl] www.risicokaart.nl]:
- er staan links naar verdere verdieping, uitzonderingen, exacte definities.
- het gebied is niet beperkt tot één risico / één gebied, maar ook de omgeving is in beeld, waardoor de risico's en de spreiding in zijn gehele context (ook in andere wijken) te zien is.

Al met al kan gesteld worden dat GIS in het geval van de Risicokaart van Nederland een goed voorbeeld is va zeer gedetailleerde publieksvoorlichting. Gecombineerd met het feit dat GIS-viewers in het algemeen als ingewikkeld worden beschouwd, is déze site er aardig in geslaagd om het detailniveau van de risico's in de buurt van elk individu in gebruiksvriendelijk in beeld te brengen. Gezien de aandacht die rampen als Volendam en Enschede trekken, is dit géén overbodige luxe. GIS draagt hiermee bij aan het beeld dat de overheid wenst te hebben: een transparante, eerlijke en professionele organisatie.

Overigens op [www.risicokaart.nl] www.risicokaart.nl] wordt GIS niet alleen gebruikt om de individuele burger niet alleen goed voorgelicht. Hij wordt ook beschermd tegen zichzelf, tegen verkeerde conclusies die hij zou kunnen trekken uit onkunde, en hij wordt beschermd tegen potentieel misbruik die dergelijke nationale/provinciale datasets wellicht in zich zouden kunnen hebben. Dit is bereikt omdat op www.risicokaart.nl niet met kaarten, maar met een GIS gewerkt wordt. Hoe is dit concreet te zien? Onder andere aan:

- Er kan niet alle risico's gelijktijdig bekeken worden. Met moet inzoomen tot op lokaal niveau.
- Detail niveaus worden vermeden: er staan wél woonwijken op, maar niet: hoeveel mensen er waar en wanneer aanwezig zijn. Deze gegevens zijn er wel, echter, dat zijn gegevens die de (lokale) overheden voor zich zelf houden om bij calamiteiten, beleidzaken of vergunningen de juiste proporties te kennen. Het is niet nodig dat 'Jan en Alleman' deze details kent. Ook dit belangenorganisaties waarvan de goede naam vast staat, moeten dit vooral niet kennen; er is veel kennis en analysekracht nodig om dit goed te kunnen interpreteren.

 **CONCLUSIE:** Het combineren van geo-informatie middels kaarten en GIS-viewers heeft een grote meerwaarde in zich. Het voorbeeld van de risicokaart van Schiedam, naar analogie op de Risicokaart van Nederland, maakt duidelijk dat bij het opzetten van (geo-) portalen en GIS-viewers, zeer zorgvuldig om moet worden gegaan wat op welk niveau zichtbaar is voor wie. Een GIS ontwerpen gaat dus verder dan geo-visualisatie, cartografie en kaartopmaak!

12. Referenties

1. ^ P. Hendriks en H. Ottens; *Geografische Informatie Systemen in ruimtelijk onderzoek* , Van Gorcum Assen 1997, pag 15.
2. ^ Zie H13.5, blz 189-195 Cartography, Visualisation of Spatial Data, M.J. Kraak en F.J. Ormeling, 2003, 2^e editie, Pearson Education. Zie ook www.cartographybook.com.
3. ^ P. Hendriks en H. Ottens; *Geografische Informatie Systemen in ruimtelijk onderzoek* , Van Gorcum Assen 1997, fig 2.1, pag 21.
4. ^ Erosiegevoeligheidskartering met behulp van Geografische Informatie Systemen; B. van der Grift en T.C. Nijeholt, 1996
5. ^ Erosiegevoeligheidskartering met behulp van Geografische Informatie Systemen; B. van der Grift en T.C. Nijeholt, 1996
6. ^ 'Bodemerosie en Wateroverlast in Zuid-Limburg' (Helm, P.P.M. van der, A.P.J. de Roo en R. Huigen (1989); komt overeen met Hoofdstuk 4 uit Syllabus KIHO, Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht, Erpers Roijaards, T.van en M. Zeylmans van Emmichoven, 1996)

Ga verder met de module 'Inleiding Cartografie'.



HANDBOEK
Geo-visualisatie
Kaarten maken met een GIS

*Deel A: Theorie / Inleiding
Cartografie*



Doelstellingen van deze module 'Inleiding Cartografie'

Het doel is het leggen van een minimale theoretische, cartografische basis om kaarten met een GIS te kunnen maken. Na het lezen van deze module kent de lezer definities voor kaart en cartografie, kent hij het doel van een kaart en kan hij verschillende (algemene) kaartsoorten en verschillende thematische kaartsoorten noemen. Tevens weet hij in welke gevallen die kaartsoorten gebruikt dienen te worden.

Inhoud

- 1 Cartografie
- 2 Kaart
 - 2.1 Definities van 'kaart'
 - 2.2 Het doel van een kaart
 - 2.3 Analoge en digitale kaarten
 - 2.4 Topografische en thematische kaarten
 - 2.5 Schematische kaarten
 - 2.6 Dimensies
 - 2.7 Schaal
 - 2.7.1 De termen 'kleinschalig' en 'grootschalig'
 - 2.7.2 De impliciete betekenis van het begrip schaal: nauwkeurigheid (facultatief)
- 3 Thematische kaarten
 - 3.1 Stippenkaart
 - 3.2 Figuratieve kaart
 - 3.3 Choropleet
 - 3.4 Chorochromatische kaart
 - 3.5 Isolijnenkaart
 - 3.6 Ruimtelijk model / 3D-visualisaties
 - 3.7 Kartogram
 - 3.8 Anamorfose
 - 3.9 Bewegingskaart
 - 3.10 De samengestelde kaart
 - 3.11 Virtual Reality als cartografische toepassing
- 4 De 'mental map'
- 5 Referenties

1. Cartografie

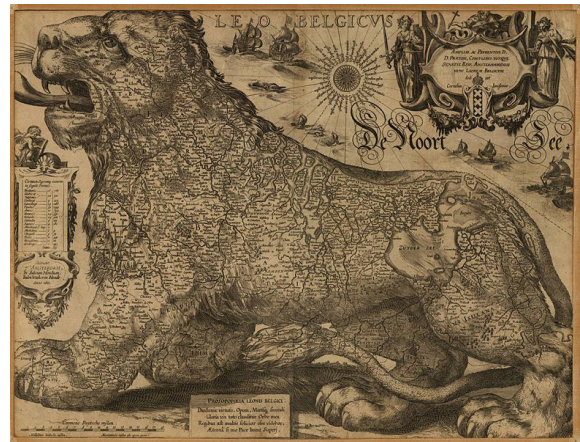
Hier volgen twee mogelijke definities van **cartografie**:

- Het vervaardigen van kaarten, waarbij de inwinning van geo-informatie als eerste stap dient, en waarbij het eindproduct voor een beperkte toepassing geldig is. Denk bijvoorbeeld aan een toeristische wegenkaart van de ANWB, of de Top10NL die voor de Topografische Dienst Kadaster wordt gemaakt.
- Het doorgeven van ruimtelijke informatie door middel van kaarten (digitaal of analoog).

Deze tweede, bredere definitie wordt in dit boek gebruikt. Er wordt van uitgegaan dat de ruwe, ingewonnen data of geo-informatie al beschikbaar is. Merk op dat het in deze definitie niet om de kaart (het middel), maar om het doorgeven van informatie gaat. Een kaart zonder boodschap of doelgroep is dus géén cartografie. In het onderdeel hierna ('Communicatie') wordt dan ook extra aandacht geschonken aan dit communicatieve aspect.



Wereldkaart uit 1572 van Ortelius. Cartografie heeft bij sommigen een stoffig imago. In werkelijkheid is dit vakgebied, onder andere door GIS-toepassingen, relevanter en moderner dan velen denken.



Kaart van de Lage Landen uit 1611 van Jodocus Hondius.

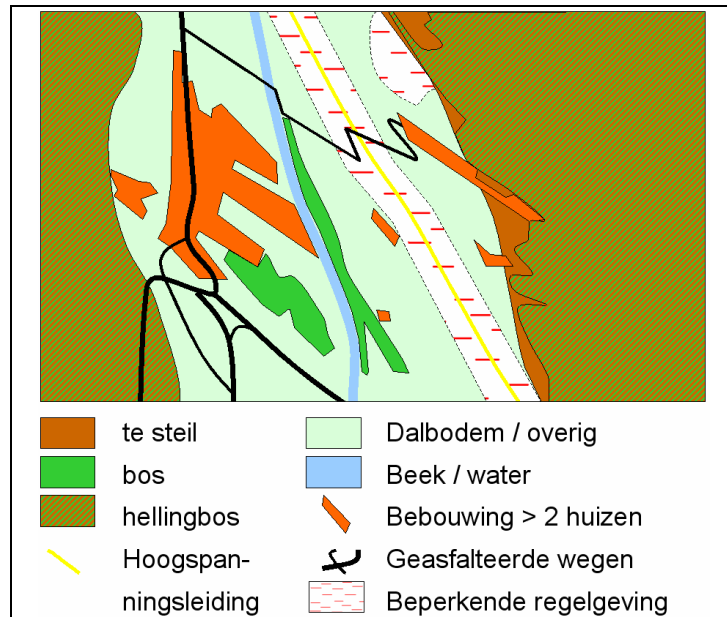
Beeldschermcartografie is een term die een aantal jaren geleden gehanteerd werd, maar nu weer in de vergetelheid is geraakt. Met beeldschermcartografie wordt bedoeld de visualisatie van ruimtelijke gegevens op een beeldscherm, wanneer er sprake is van interactieve (on-line) (GIS-) viewers. Beeldschermcartografie beschrijft onder andere regels hoe programmatuur moet worden ontwikkeld om labels (teksten bij objecten) in de kaart geplaatst moeten worden. Maar ook met welke kleuren datasets standaard moeten worden weergegeven, wanneer een gebruiker die dataset aan zet. Zo mogen labels elkaar uiteraard niet overlappen, labels moeten zo min mogelijk over punten en lijnen liggen, vlakken mogen niet interfereren, et cetera. In Google Maps of Yahoo Maps is het resultaat te zien van die dynamische wereld; labels worden netjes, met de wegen mee gebogen, weergegeven, boven op de satellietbeelden of luchtfoto's.

In dit handboek wordt ervan uitgegaan dat het resultaat (een kaart) gepubliceerd wordt, digitaal of gedrukt (analoog). Met beeldschermcartografie hebben we in dit handboek niet veel te maken. Wel wordt op het beeldscherm, meestal via een GIS, het resultaat voorbereid. De positie van labels en de kleuren van objecten zijn - door deze beeldschermcartografie - vaak al redelijk als een default instelling ingesteld. Vaak is deze instelling ook zeer slecht, of niet geschikt voor het doel dat de GIS-specialist voor ogen heeft. Achteraf moeten deze labels en kleuren dus goed beoordeeld te worden en eventueel aangepast te worden.

SAMENVATTING: Cartografie wordt doorgaans en in dit handboek gedefinieerd als 'het doorgeven van ruimtelijke informatie door middel van kaarten (digitaal of analoog)'.

2. Kaart

2.1. Definities van 'kaart'



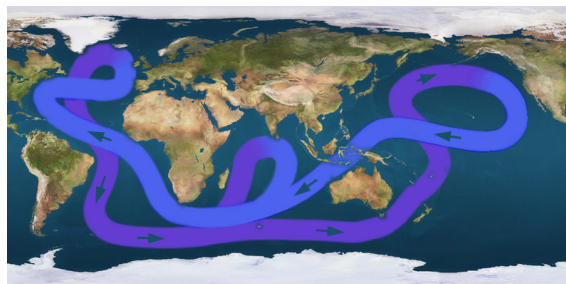
Een voorbeeld van een kaart, als resultaat van een combinatie van informatielagen.

Vijf mogelijke definities van **kaart** zijn:

- 1) een grafische weergave van ruimtelijke aspecten van de werkelijkheid
- 2) een gemodelleerde weergave van het (aard)oppervlak; meestal een geografische weergave, soms schematisch
- 3) een visuele representatie van ruimtelijke verschijnselen
- 4) een schaalmodel van de werkelijkheid^[1]
- 5) een flexibele interface op ruimtelijke gegevens. Dit is een modernere kijk op het begrip kaart en komt van M.J.Kraak.^[2]

Een toelichting bij deze laatste definitie: Het medium kaart wordt te vaak gezien als presentatiemedium voor objecten, geclassificeerde grootheden of verschijnselen op een plek. Echter, de kaart kan vervolgens ook als analytisch of exploratief middel gebruikt worden door de onderzoekende mens. Juist doordat de kaart niet meer een statisch medium is, maar een medium dat interactief via een beeldscherm door de gebruiker / onderzoeker zelf wordt gemaakt, is het verstandiger (en ruimer) om te praten over geo-visualisatie in plaats van cartografie.

De auteur van dit handboek is het 100% eens met die laatste stelling. GIS voegt hierdoor iets toe aan de cartografie. Dit handboek had dus niet moeten heten: 'Handboek Cartografie voor GIS-sers'. Dat zou te beperkt zijn geweest.



Diepzeestromen. Deze stromingen bestaan als gevolg van het verdampen van water in warme gebieden, waardoor dit steeds zouter wordende water zwaarder wordt en zakt. Koude, zoetere oceaanstromingen, minder diep, compenseren dit.

Intermezzo: De meerwaarde van kaarten

Kaarten kennen een meerwaarde naast of boven tabellen of grafieken:

- Een heel bijzonder aspect van een kaart is dat een kaart ook laat zien **waar een verschijnsel niet is**. Wanneer in een tabel 10 moorden zijn opgesomd en daarnaast in alle tien de gevallen de naam van een achterstandswijk staat, denk je al gauw dat alle moorden in achterstandswijken worden gepleegd. Worden de moordlocaties op een kaart met achterstandswijken (en overige wijken) getoond, dan is plotseling te zien dat in allerlei andere achterstandswijken helemaal géén moorden plaatsvinden. Conclusie: toon ook lege plekken; waar géén data is (maar wel gepoogd is het verschijnsel te traceren) is dus informatie! We zagen ditzelfde in een beroemd voorbeeld in de inleiding, bij de niet besmette waterpompen aan de randen van de kaart; hier waren géén getroffen van de cholera (zie de Cholera-verspreidingskaart van John Snow). Zoom dus nooit te ver in.
- Een tweede verrassend effect is de **geografische clustering** van bepaalde objecten / verschijnselen; ook iets dat een tabel of grafiek nooit zou kunnen bewerkstelligen. Op dezelfde misdaadkaart is misschien te zien dat niet de achterstandswijk bepalend is voor het voorkomen van moorden. Een slimmerd ziet misschien dat deze clustering zich bevindt bij bepaalde coffeeshops. Een 'moordkaart', nu niet met achterstandswijken als achtergrond, maar met locaties van coffeeshops erbij levert dan heel andere conclusies! Met andere woorden, een causaal (oorzakelijk) verband kan met een kaart terecht of onterecht gesuggereerd worden, versterkt worden, of aangetoond worden. Wanneer dit bewust gebeurt, is de GIS-specialist / onderzoeker goed bezig.

2.2. Het doel van een kaart

Het **doel van een kaart** is het in kaart brengen van:

- locaties van objecten en verschijnselen
- zichtbare en onzichtbare ruimtelijke verschijnselen. Geluidscontouren, zeewatertemperaturen, het aardmagnetisch veld, plannen, eigendom, armoede en de economische potentie van gebieden voor bepaalde afzetmarkten; alles is met punten, lijnen en vlakken in kleur op kaart te zetten. Het gaat hier om het wel of niet voorkomen van een verschijnsel. Een mooi voorbeeld van een kaart die voor het oog niet zichtbare verschijnselen in beeld brengt is het figuur met de 'thermohaliene oceaanstromingen', een zeer specifiek verschijnsel, bij velen onbekend. De kunst is dan om dergelijke onbekende, onzichtbare verschijnselen aansprekend in beeld te brengen.
- ruimtelijke patronen binnen één verschijnsel (clustering, spreiding) en relaties tussen verschillende verschijnselen.

Kaarten kunnen 'horizontale' relaties laten zien en 'verticale' relaties:

- Horizontale relaties zijn relaties (verschillen en overeenkomsten) tussen twee of meer gebieden, maar denk ook aan handel en migratiestromen.
- Verticale relaties zijn samenhangende relaties tussen twee (of soms meer) thema's. Denk aan de voor de handliggende relatie tussen hoogteligging en bevolkingsdichtheid. Hoe hoger het gebied, hoe minder bevolking. Bij minder voor de handliggende of onbekende relaties kunnen die relaties juist onderzocht worden (door hypothesen te ontcrachten of deze te bewijzen). Het naast, of op elkaar in kaart brengen van die thema's kan hierbij helpen.



Noord-Amerika. Dit is een klikbare kaart, oftewel: statisch en interactief; zweef je er met je cursor boven, dan verschijnt de naam van het gebied. Klik je er op, dan kan je - in theorie - naar een site over dat gebied verwezen worden (hier is die link gewijzigd in de link van deze module)



Historische ontwikkeling politiek Australië; voorbeeld van een Animated GIF (zie internet voor de bewegende versie).



Animatie van het sneeuwoppervlak, afhankelijk van het seizoen, voorbeeld van een beter (want: rustiger) toegepaste Animated GIF (zie internet voor de originele bewegende versie).

Om dit goed zichtbaar te kunnen maken moeten objecten op het gebogen vlak van de aarde met zo min mogelijk vervorming en op schaal worden weergegeven. Dit gebeurt door het toepassen van de volgende technieken:

- het op schaal tekenen
- weglating/generalisatie van zaken uit de werkelijkheid die er niet toe doen / het beeld kunnen vertroebelen (zie ook 'Eigenschappen van geo-informatie' in Geo-visualisatie/Inleiding GIS);
- het toepassen van de juiste projectie (zie de paragrafen hieronder).

Zonder de genoemde technieken zouden kaarten onverkleind en gebogen zijn; dus onhandelbaar. Bovendien zou het aantal details véél te groot zijn, waardoor geen enkel overzicht verkregen zou worden. Kaarten laten slechts een héél beperkt aantal aspecten zien van wat de gehele aarde in al zijn verscheidenheid herbergt, zowel fysiek als sociaal, al of niet ontdekt, al of niet in kaart gebracht. De gemaakte kaart betreft dan ook nog eens alléén die delen of gebieden die relevant worden geacht. Dit is tegelijkertijd zowel een beperking als een krachtige eigenschap van een kaart.

2.3. Analoge en digitale kaarten

Er zijn twee soorten kaarten wanneer naar het **medium** van de kaart wordt gekeken:

- 1) **Klassieke kaarten op papier; analoge kaarten.** Geprint, geplot of gedrukt, of ze nu met de hand (=analoog) of met een computer (=digitaal) zijn gemaakt. Dit worden ook wel analoge kaarten genoemd, zelfs als ze digitaal tot stand zijn gekomen!
- 2) **Webkaarten via het web; digitale kaarten.** (Internet, intranet of extranet). Deze categorie is weer in te delen in vier soorten (naar: ^[3]):
 - **statisch en niet interactief.** De inhoud van de kaart wijzigt niet met de tijd, en de gebruiker kan geen lagen aan of uit zetten. Voorbeeld: kaarten opgeslagen in een raster-formaat. De kaarten op Wikipedia zijn goede voorbeelden, die zijn meestal in png formaat opgeslagen.
 - **statisch en interactief.** De kaart is 'klikbaar', maar de factor tijd zit er niet in. Via de legenda kunnen lagen worden aan- en uitgezet en/of er kan op de kaart worden in- en uitgezoomd. Gegevens uit een onderliggende database (bijvoorbeeld: de benodigde vergunning voor die locatie of dat object) verschijnen na een klik. Voorbeeld1: De kaart van Noord-Amerika. Zweef je boven een land, dan komt de naam ervan onder je cursor in beeld. Klik je er op dan komt een andere site (hier: een dummy link) in beeld. Een leuke toepassing dus. Maar het tweede voorbeeld gaat een stuk verder, en is in feite bijna een complete GIS-viewer; zie Nationale Atlas Volksgezondheid (<http://www.zorgatlas.nl/>), zoals die door het RIVM wordt gemaakt met onder andere flashtechnieken. Overigens, met statisch wordt niet bedoeld dat de data niet is veranderd tussen twee momenten van het oproepen van deze internetpagina, maar dat de kaart zelf op het moment van lezen van die internetpagina geen tijdsaspect in zich heeft. Dus de onderliggende gegevens kunnen op de achtergrond door de webbeheerder / gegevensbeheerder wel worden gewijzigd.
 - **dynamisch en niet interactief.** Denk aan animated-GIF, zoals die op internet zijn te vinden van een tsunami die zich over de Indische Oceaan bewoog in 2004. Wanneer een serie 'normale' digitale kaarten achter elkaar wordt gezet, kan een bepaalde ontwikkeling in de tijd worden weergegeven. Zie ook het voorbeeld van de kolonisatie en politieke opdeling van Australië. Soms is de vraag of de kaart niet beter als een serie kaarten naast elkaar had moeten worden geplaatst... Sommige Animated GIF's worden door gebruikers ronduit irritant gevonden; ze leiden de aandacht af van de tekst. Daarnaast wordt het tempo gedicteerd, waardoor het nauwkeurige bestuderen van de verschillen en veranderingen, op het tempo van de kaartlezer, niet mogelijk is. Het tweede voorbeeld, met de uitbreiding van het sneeuwoppervlak, is simpeler van

opzet, en daardoor beter volg- en leesbaar voor een kaartlezer. Misschien dat de naam van de maand nog in het plaatje verwerkt had moeten worden. Animated GIF's kunnen eenvoudig worden gemaakt door meerdere (gif of andere raster) bestanden achter elkaar te plaatsen. Software hiervoor is eenvoudig op Internet te vinden.

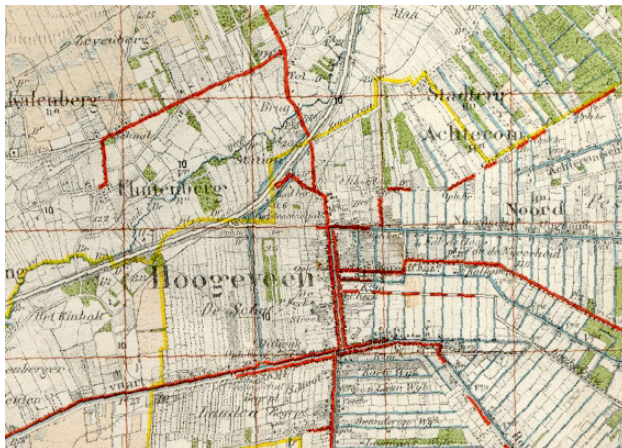
- **dynamisch en interactief.** De kaart is een animatie waarbij de gebruiker ook zelf kan bepalen wat (nog meer) getoond moet worden, hoe snel dit moet gebeuren, en welke (eigen data) moet worden toegevoegd.

NB: Eenmaal on-line maakt een GIS (dan vaak geo- of GIS-viewers genoemd) een kaart tot een communicatiemiddel voor klanten, burgers, aannemers die in opdracht werken, et cetera. Dergelijke GIS-viewers dragen daarmee dan bij aan de loketfunctie van veel bedrijven.

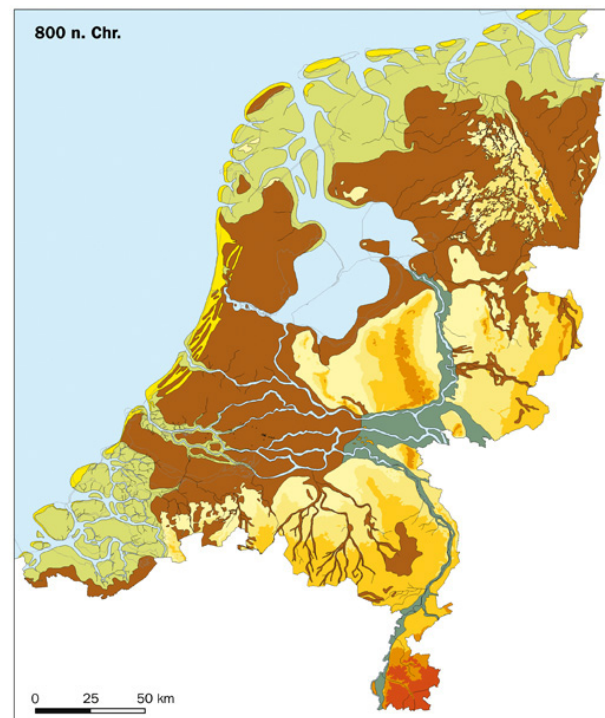
2.4. Topografische en thematische kaarten

Er zijn twee soorten kaarten wanneer naar **inhoud** van een kaart wordt gekeken:

- 1) **Topografische kaarten.** Deze geven de locaties (x- en y- coördinaten) weer van objecten, zoals rivieren, plaatsen, wegen, monumenten, administratieve grenzen, enzovoort.
- 2) **Thematische kaarten.** Deze geven een verschijnsel ('thema') weer van het aardoppervlak, of een verschijnsel dat te relateren is aan een object op het aardoppervlak, als 'derde dimensie' op het platte vlak weergegeven. Meestal gebeurt dit *geclassificeerd* en met kleuren. Het bekendste voorbeeld is een weerkaart; blauwe vlakken boven Lapland geven de koude aan, rode vlakken geven aan dat het Middellandse Zee gebied warm is.



Een topografische kaart rond Hoogeveen uit 1914



Een thematische kaart, Paleografische kaart (bodemonstaanswijze) van Nederland 800 na Christus



Een voorbeeld van een **referentiekartaart**. Een referentiekartaart is in feite een kleinschalige topografische kaart.

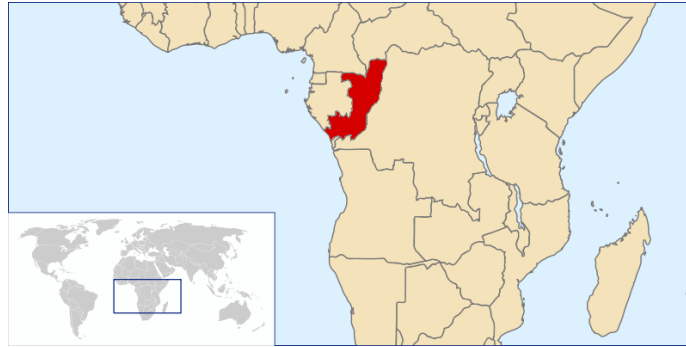
Bij topografische kaarten wordt vaak gedacht aan enkel en alleen grootschalige topografische kaarten, zoals de Topografische Kaart van 1:25.000 zoals de Topografische Dienst Kadaster die maakt. Echter, topografische kaarten met een kleinschalig karakter bestaan ook, al worden die meestal **referentiekartaarten** (Engels: reference maps), of overzichtskaarten genoemd. In de strikte zin van het woord is echter een wereldkaart met steden, rivieren en landgrenzen net zo goed een topografische kaart als een kaart van 1:25.000 waarop dorpen, beken en gemeentegrenzen staan.

NB1: Bij thematische kaarten wordt een beperkte selectie van objecten en toponiemen (namen) uit topografische kaarten gebruikt om de spreiding van de verschijnselen goed te kunnen interpreteren / lokaliseren. Alleen indien een causaal verband is aangetoond, of aangetoond dient te worden met een ander thema, is het verstandig om dat andere thema eveneens op te nemen in dezelfde kaart. Een voorbeeld is het aantal doden per snelweg (thema 1) dat op dezelfde kaart voorzien wordt van een achtergrondkaart met het aantal zijwegen (thema 2) en de drukte van de wegen (thema 3). Hier dient wel zorgvuldig mee omgegaan te worden, de kaart dient leesbaar te blijven. Dit heten polythematische of samengestelde kaarten. Bij analytisch gebruik van (GIS) kaarten is er dus al snel sprake van een samengestelde kaart.

NB2: De selectie van topografische namen en objecten op thematische kaarten is afhankelijk van: de doelgroep, de schaal, de spreiding van het thema / verschijnsel, en de relatie van het thema met die objecten. Bij een kaart met 'hoeveelheden interstedelijk watertransport' zullen de rivieren met hun namen niet mogen ontbreken. Daarbij moeten het aantal geselecteerde objecten (rivieren in dit voorbeeld) zo beperkt mogelijk zijn; het thema is immers belangrijker. De grootte van de kaart zoals die uiteindelijk wordt afgebeeld is ook van belang; alles moet (snel) leesbaar zijn. Bijvoorbeeld, is die kaart voor op een A3 formaat in een gedetailleerd rapport voor specialisten die alle tijd hebben om dit te bestuderen, of is het voor een A0-formaat dat in een zaal nog goed en snel leesbaar moet zijn? Zie eventueel de relatie tussen kaartformaat en detail in deel C.

NB3: Als GIS-specialist zal je veelal thematische kaarten maken. Topografische kaarten zullen slechts beperkte gebieden of een beperkt aantal locaties / verschijnselen tonen, om als illustratie te dienen voor een artikel of website. Een topografische kaart met een breed publiek, een lange te verwachten levensduur en van enige omvang zal toch echt door ervaren cartografische bureaus gemaakt moeten

worden. Hoewel er inmiddels zéér hoogwaardige topografische kaarten door alléén GIS-software zijn gemaakt, zijn er nog steeds genoeg redenen om de (eind) opmaak door andere grafische software te laten maken. Zie ook 'kaartopmaak-software' onder databronnen van omgevingsinformatie (laatste module deel C).



Voorbeeld van een **locatormap**, de Republiek van Congo.

Een bijzonder soort referentiekaart is de **locatormap**. Hierop worden slechts zeer beperkte referentiegegevens weergegeven, opdat de ligging van één stad, gebied of land duidelijk wordt. Andere doelen heeft een dergelijke kaart niet, waardoor dit simpele (maar zeer doeltreffende) kaarten kunnen zijn. Ze worden veelal gebruikt in kranten of op internetsites waar een breed publiek snel geïnformeerd moet worden over waar de gebeurtenis / het verhaal zich afspeelt. Zie verder Overzichtskaarten, detailkaarten en locatormaps in Deel C, waarin ook verwezen wordt naar een site met vele voorbeelden van locatormaps.

2.5. Schematische kaarten

De meeste kaarten die in dit boek besproken worden zijn geografisch. Dat wil zeggen, ze zijn in alle richtingen (in horizontale en verticale richtingen) met dezelfde schaal getekend. Daardoor zijn niet alleen onderlinge afstanden na te meten, ook de onderlinge hoeken en richtingen zijn waarheidsgetrouw.

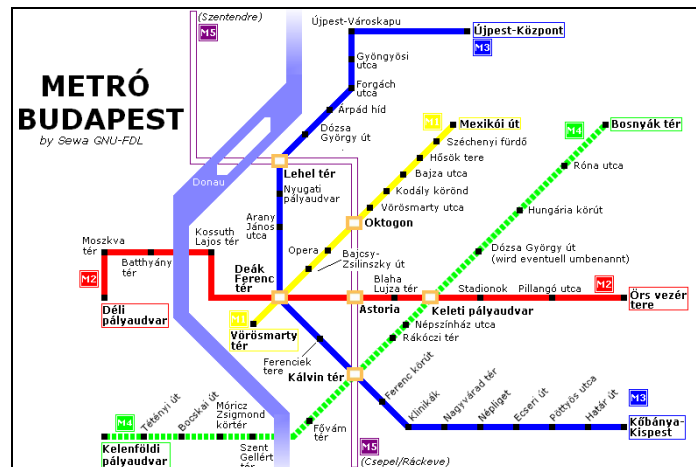
Voor sommige overzichten kan het echter handiger zijn om schematische tekeningen te maken. Schematische tekeningen hebben bovenstaande kenmerken niet. De geografische ligging van plaatsen, en daarmee de onderlinge ligging wordt genegeerd. Hooguit liggen ze qua richting nog op de juiste plaats. Onderlinge afstanden en richtingen kloppen daarmee niet meer. Tussengebieden moeten daardoor ook anders getekend worden. Vaak zijn dat rechte of hoekige lijnen.

Twee voorbeelden van schematische kaarten worden hierna getoond.

- Die van de HSL-Zuid toont alleen het noorden ongeveer juist, alle bochten zijn uit het tracé gehaald op deze kaart. Dat is géén probleem; het tracé zelf, met alle kenmerken onderweg wordt perfect weergegeven, onnodige details zijn er uitgelaten.
- Die van de metrolijn toont de metrostations uit elkaar getrokken. Lange trajecten zonder metrostations worden ingekort, korte trajecten worden uitgetrokken. Het voordeel is dat de kaartlezer alle namen van metrostations perfect kan lezen. Het is een zeer gebruiksvriendelijke kaart. De eerste dergelijke metrokaart werd ontwikkeld door Harry Beck in 1933 voor de Londense metro. Hij kende alleen maar horizontale en verticale lijnen en lijnen die onder een hoek van 45° lopen. Stations waren zwarte strepen, en de kleuren van de lijnen gaven aan welke metrolijn het betrof. Deze opzet is in vele landen, voor metro's en andere vervoerssystemen vaak gekopieerd, zoals ook in het voorbeeld van de metro van Budapest het geval is.



Schematische kaart van de HSL-Zuid



Schematische kaart van de metrolijnen van Budapest

Het doel van een dergelijke aanpak is om de kaartlezer snel een eenvoudig overzicht te geven. Zeker wanneer de kaartlezer toch al weinig kennis heeft van het gebied, is dat geen bezwaar. Denk daarbij aan metrolijnkaarten. Nadeel is vaak dat dergelijke kaarten slechts voor die ene toepassing ontworpen worden, en daarom slechts voor die ene toepassing functioneel zijn. Een dergelijke - schematische - metrolijnkaart is alleen nuttig wanneer je wilt zien welke lijn je het beste kan nemen. Wanneer je op een bepaalde plek tussen twee metrostations in staat, is het echter onmogelijk om te zien naar welke metrolijn / metrostation je moet om de dichtstbijzijnde mogelijkheid te vinden. Omdat lengtes en locaties niet meer kloppen, zijn dergelijke schematische kaarten niet geschikt voor onderhoudsdoeleinden en combinaties met andere kaarten, zoals gasleidingen en calamiteiten. Schematische tekeningen vormen daardoor een beetje een buitenbeentje in de GIS-wereld, omdat analyses en combinaties met andere datasets alleen nog maar mogelijk is op basis van koppeling via een attribuut, en niet op basis van locaties.

Dergelijke schematische tekeningen worden over het algemeen niet met een GIS gemaakt, hoewel dit wel mogelijk is.

SAMENVATTING: Er zijn verschillende definities voor en indelingen van kaarten. Belangrijk is dat een kaart op zich niet van waarde is wanneer deze kaart niet is afgestemd op de doelgroep. Een kaart is een communicatievorm en bestaat niet bij de gratie van het bestand of het papier, of wat een kaartlezer er aan zou kunnen ontleen, maar bij de kaartlezer en wat hij er aan ontleent.

TIP: In het algemeen geldt: *Karteren is de kunst van het weglaten*, net zoals men dat zegt van communiceren en schrijven!

2.6. Dimensies

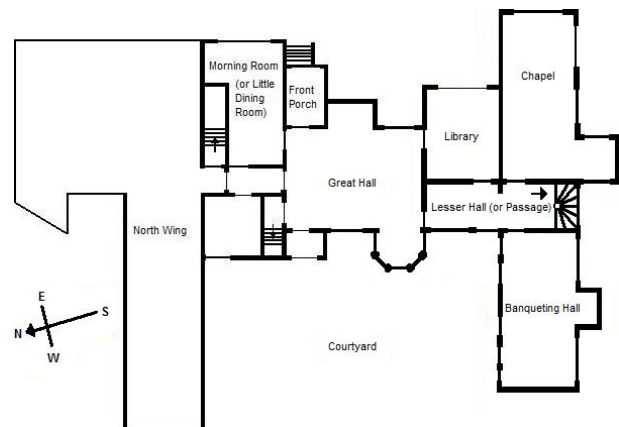
Kaarten kunnen ook worden ingedeeld op het aantal dimensies dat beschreven wordt (zie ook de vier figuren onder):

- Soms is er sprake van **één dimensie**; de X-as beschrijft dan (ligt over) een weg of route. Langs deze route kunnen bepaalde objecten of gebeurtenissen ('events') worden weergegeven. De GIS-techniek 'lineair refereren' maakt gebruik van deze één-dimensionale beschrijving, maar ook in de cartografie kan een dergelijke voorstelling van zaken zeer verhelderend zijn, omdat veel niet terzake doende informatie niet kan (en hoeft) worden weergegeven.

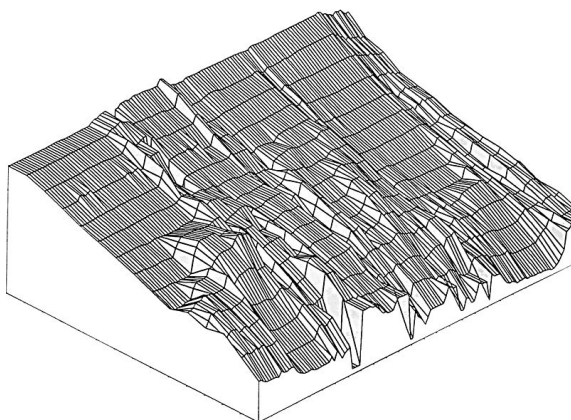
- Kaarten beschrijven meestal **twee dimensies**. Daarbij wordt bedoeld dat de werkelijkheid van bovenaf bekeken wordt, waarbij een twee-dimensionaal assenstelsel (de X-as en de Y-as) de ruimte beschrijven (zie ook Coördinatensystemen en kaartprojecties in de module Cartografie vervolg). Wanneer dat niet expliciet anders wordt genoemd, is er bij GIS, CAD en cartografie is meestal sprake van twee dimensies. Overigens, GIS-pakketten kunnen uiteraard ook één, meestal ook drie en soms vier-dimensies weergeven.
- Bij ruimtelijke modellen spreekt men van **drie dimensies**. De hoogte of de attributen zijn dan op de z-as weergegeven. Wanneer de Z-as de hoogte weergeeft, spreekt met ook wel van een hoogtemodel. Zie verder Ruimtelijk model / 3D-visualisaties.
- Tijd wordt vaak met de **vierde dimensie** aangeduid. Hierboven zagen we al een twee-dimensionale kaart met de factor tijd (zoals het figuur met de 'bewegende' Sneeuwbedekking van de aarde door het jaar heen). Maar ook een drie-dimensionale kaart kan de factor tijd bevatten: zie de figuur rechtsonder van de bewegende brug. De vierde dimensie kan overigens ook (twee dimensionaal) in kaart worden gebracht door een kaartserie met jaartallen *naast elkaar* te plaatsen, of door die situatie middels *verschillende lijnen of vlakken* in één kaart te zetten. Denk aan de positie de kustlijn 2000 jaar geleden, in de Middeleeuwen en in het jaar 2000. Deze laatste twee methoden zijn echter twee dimensionale oplossingen, geen drie of vier dimensionale karteringen; die zie je momenteel nog zelden. Of het moet om publiekvoorlichting of haalbaarheidsanalyses gaan; meer hierover wordt besproken bij Virtual Reality.



Één dimensie



Twee dimensies



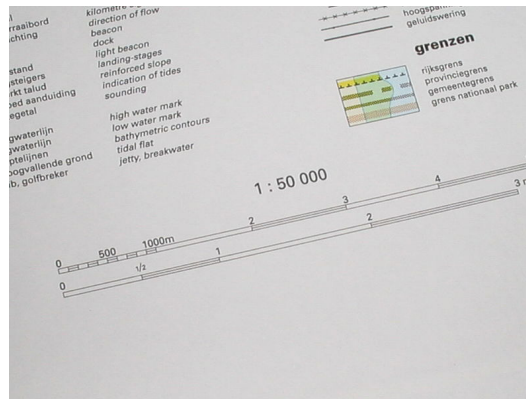
Drie dimensies



Vier dimensies
(brug beweegt bij de internet-versie; dit is een zogenaamde Animated GIF).

2.7. Schaal

De **schaal** geeft de verhouding weer tussen de werkelijke afstand en de overeenkomstige representatie ervan op de kaart.



De schaal van een kaart staat meestal onder de legenda. Vaak wordt naast de schaal ook een schaalstok weergegeven.

De schaal is dus een verkleiningsfactor. Deze wordt uitgedrukt in een wiskundige breuk. Als een kaart afstanden 1000 maal kleiner weergeeft dan de werkelijkheid, dan is de (verkleinings)factor 0,001. Of anders geschreven $\frac{1}{1000}$, of nog anders 1 : 1000. Deze laatste schrijf wijze is de meest gebruikelijke, en wordt uitgesproken als 'één op duizend'. De 'schaal' 1 : 1000 geeft aan dat 1 m op de kaart in werkelijkheid 1000 meter vertegenwoordigt.

De noemer (in bovenstaand voorbeeld 1000) wordt ook wel het **schaalgetal** genoemd.

Behalve een schaal worden op kaarten vaak ook **schaalstokken** weergegeven (zie figuur). Het voordeel hiervan is tweeledig. Ten eerste, een schaalstok is makkelijker te interpreteren; je ziet onmiddellijk welke afstand op de kaart overeenkomt met een aantal kilometers; dat is bijna niet foutloos te interpreteren, in tegenstelling tot een schaal. Ten tweede; bij mogelijke verkleiningen / vergrotingen van de kaart, zowel digitaal op het internet als analoog op papier, geldt dat een schaalstok zelfs een must is. Omdat de schaal dan namelijk verandert, zou het vermelden van een schaal zelfs fout kunnen zijn. Een schaalstok wordt mee vergroot of verkleind, en geeft daarmee altijd goed de verhoudingen weer.



TIP1: Een ezelsbrug uit de schooltijd: Stel de schaal van een kaart is 1 : 2.000.000 Dan moet je van dat grote getal 2.000.000 5 nullen weghalen en je krijgt te zien hoeveel cm op de kaart het aantal kilometer in werkelijkheid is; 1 cm op de kaart is in werkelijkheid 20 km.



TIP2: Is er een gerede kans op vergrotingen of verkleiningen van jouw kaart, kies dan niet voor het weergegeven van een schaal maar voor een schaalstok.

2.7.1. De termen 'kleinschalig' en 'grootschalig'

De begrippen klein- en grootschalig zijn bij de modules GIS en hierboven opnieuw al een aantal malen aan de orde geweest. Deze beide termen verwijzen naar de breuk, niet naar het schaalgetal! Kleinschalig betreft een (relatief) grote verkleining. Grootschalig betreft een (relatief) geringe verkleining. Een schaal van 1 : 25.000 is grootschalig en een schaal van 1 : 10.000.000 is kleinschalig. Bedenk dus dat schalen breuken zijn, dan raak je nooit in verwarring. $\frac{1}{25.000}$ is een groter getal dan $\frac{1}{10.000.000}$.

Omdat de termen - zelfs bij 'insiders' - nog vaak tot verwarring leiden, hieronder een schema om deze begrippen uit te leggen.

	schaal:	schaal- getal:	een schaalstok van enkele cm's:	reikwijdte:	geeft weer:	be- schrijft een gebied:	voorbeel- den:	in beeld:
een grootscha- lige kaart	grote schaal	klein	geeft bijvoorbeeld 500m weer	bv: 1:100 tot 1:50.000	een klein gebied	gedetail- leerd	topografische wegenatlas, stadsplatte- grond, GBKN (Grootschalige basiskaart van Nederland), kadastrale kaart	
een kleinscha- lige kaart	kleine schaal	groot	geeft bijvoorbeeld 500 km weer	bv: 1:100.000 tot 1:50.000.000	een groot gebied	alge- meen / op een overzicht	wereldkaart en een kaart met Nederlandse provincies	

Zowel groot- als kleinschalige kaarten kunnen op een groot (A0) als op een klein papier (A5) worden afgedrukt. De grootte van het papier heeft niets met de grootschaligheid te maken. Het is ook niet zo dat topografische kaarten per definitie grootschalig zijn. Thematische kaarten kunnen zowel groot- als kleinschalig zijn.

2.7.2. De impliciete betekenis van het begrip schaal: nauwkeurigheid (facultatief)

Een schaal op een kaart zegt - behalve direct over de verhouding - ook iets over de nauwkeurigheid. Een schaal, bedoeld voor en ingewonnen op een kleinschalig niveau, kent minder objecten en minder nauwkeurig geplaatste objecten dan een grootschalige kaart. Doordat kaarten tegenwoordig vrijwel allemaal gedigitaliseerd zijn, en beschikbaar via GIS-sytemen, kan zeer ver op kaarten worden ingezoomd; het schaalniveau zegt daardoor eerder iets over de nauwkeurigheid. Ook al een kaart wellicht alleen ingewonnen om te dienen voor een bepaalde schaal, gebruikers kunnen op 'onnauwkeurig' ingetekende objecten flink inzoomen. Bij grootschalig gebruik kan dat tot problemen leiden, wanneer men dit niet beseft. Gebruikers dienen dus, bij het meten in kaart(beelden), bij het printen op wat voor schaal dan ook, en bij het combineren van verschillende kaarten, rekening te houden met de oorspronkelijke schaal. Kleinschalige kaarten zouden op bepaalde grootschalige kaartniveaus feitelijk niet meer in beeld mogen komen. De schaal geeft in een GIS dus impliciet (voor een cartograaf of GIS-specialist: expliciet) de nauwkeurigheid van de objecten. De oorspronkelijke schaal of de inwinningsschaal geeft aan de gebruiker of ontwerper van een GIS dus informatie over hoe de kaart gebruikt mag worden.

Bijvoorbeeld: een wegenkaart van Europa (schaal 1:5.000.000), gecombineerd met een andere, nauwkeurige GPS-locaties van benzinstations in Nederland (schaal 1:10.000) levert vreemde effecten op in de plot, ingezoomd op één van die benzinstations; de benzinstations lijken dan aan de verkeerde kant van de weg te liggen, terwijl feitelijk gezien de weg niet verkeerd is ingetekend; op de oorspronkelijk bedoelde schaal was de nauwkeurigheid groot genoeg, en lag 'op de juiste plek'; te ver ingezoomd ligt deze weg zichtbaar toch verkeerd.

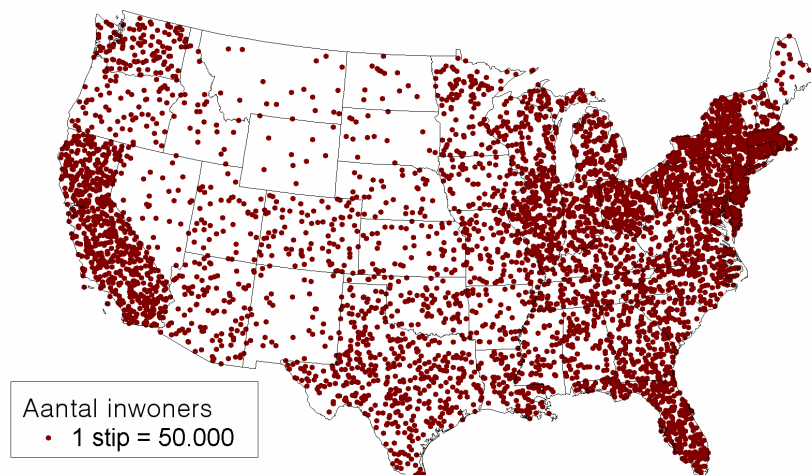
3. Thematische kaarten

Een **thematische kaart** is een kaart waarop kenmerken (grootheden of attributen) van één of meerdere thema's zijn afgebeeld. Voorbeelden zijn bodem-, bevolkingsdichtheden-, klimaat- en grondgebruikkaarten. Als extra informatie voor de oriëntatie wordt vaak een beperkte verzameling topografische objecten toegevoegd, zoals belangrijke plaatsen, rivieren, landsgrenzen en soms ook hun toponiemen (teksten met hun namen). Is een kaart niet topografisch dan is zij thematisch. Het doel van thematische kaarten is het kunnen analyseren van een verschijnsel, op spreiding en voorkomen daarvan, zowel voor beleidsondersteuning, als ook opleiding en onderzoek.

Geografische informatiesystemen zijn van origine gericht op het maken van thematische kaarten. Dat is nog steeds zo, maar topografische kaarten zijn net zo goed met GIS systemen te maken.

Hieronder zullen **acht thematische kaartsoorten** aan bod komen. Vroeger werden kaartsoorten vaak ingedeeld op onderwerp, oftewel de inhoud die zij vertolken; natuurkundig of juist politiek, fysisch-geografisch, bodemkundig, toeristisch, sociaal-economisch, et cetera. Een dergelijke indeling wordt tegenwoordig niet zinvol geacht. Zij zal immers nooit echt alle te bedenken kaartsoorten omvatten, bovendien is de onderverdeling arbitrair. Hieronder is een tegenwoordig gangbaardere indeling gemaakt, namelijk de techniek die gebruikt wordt om de thematische informatie te visualiseren. Dit is (wellicht) een eindig aantal manieren: acht. Daarnaast wordt een aantal extra 'kaartsoorten' besproken, VR en de 'mental map'.

In de voorbeelden die de revu passeren wordt vrijwel steeds één thema in beeld gebracht: de bevolking. Duidelijk zal worden dat de kaartsoorten, ook al zijn ze gebaseerd op dezelfde gegevenssoort, steeds een héél ander beeld geven van dat thema. De keuze van welke kaartsoort gebruikt dient te worden is dan ook een belangrijke keuze en hangt af van de boodschap die men heeft.

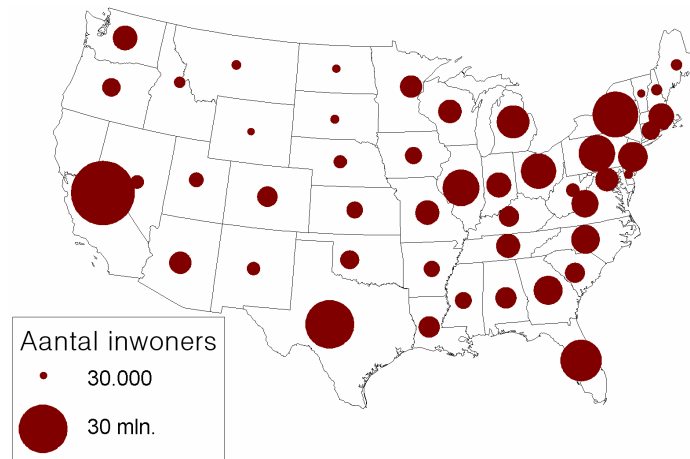


Een stippenkaart

3.1. Stippenkaart

Algemeen: Bij een stippenkaart worden statistische gegevens - aantallen/voorkomens - van een bepaald fenomeen getekend als stippen. Dat kan voor enkele locaties ('één stip is één restaurant') of dat kan gebundeld ('één stip = 100 sterfgevallen'). Administratieve gebieden, zoals gemeenten of provincies, worden hierbij weergegeven ter oriëntatie. Meestal geven die de gebieden aan waarvoor de telling geldt. Een stippenkaart is een vrij zuivere methode van representeren van de informatie. Hij geeft eerder *de spreiding* weer dan de werkelijke aantallen, omdat het voor het oog vaak erg lastig is om 'alle stippen op te tellen'. Stippenkaarten worden ook wel **dichthedenkaarten** genoemd.

In de **voorbeeldkaart** is het thema de inwoners van VS. De stippenkaart geeft veel details, is zuiver, maar geeft het verschijnsel niet geassocieerd weer. Vaak is de verdeling van stippen meer statistisch bepaald over de aangegeven gebieden, zoals ook hier in dit voorbeeld. Je ziet dat bijvoorbeeld aan Californië, waar het totaal aantal stippen voor die staat 'uitgesmeerd' is over de hele staat. In werkelijkheid horen die stippen bij de kust te liggen. Slechts zelden tref je een kaart aan waar de individuele stippen zelf ook de locatie aangeven van de bewoners. Meestal betreft het ook geaggregeerde stippen, dus 1 stip staat dan bijvoorbeeld voor 10 restaurants of 50.000 inwoners. Dat zorgt er voor dat de kaart leesbaar wordt. Het is belangrijk bij het maken van een dergelijke kaart, dat je test welk aantal per stip je uiteindelijk moet kiezen. 1 stip = 5000 inwoners en 1 stip = 1.000.000 zou in het voorbeeld van hiernaast een heel andere (slechter) leesbare verdeling geven.

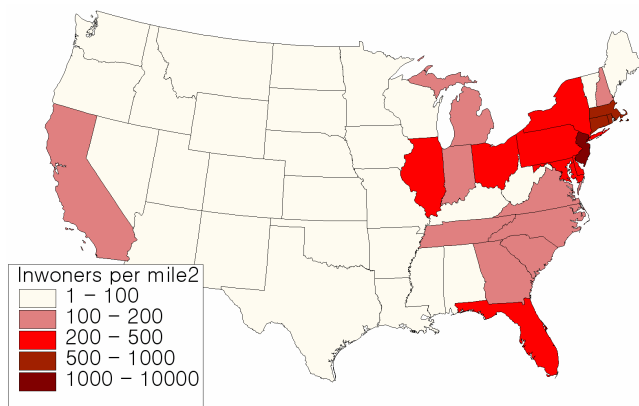


Een figuratieve kaart

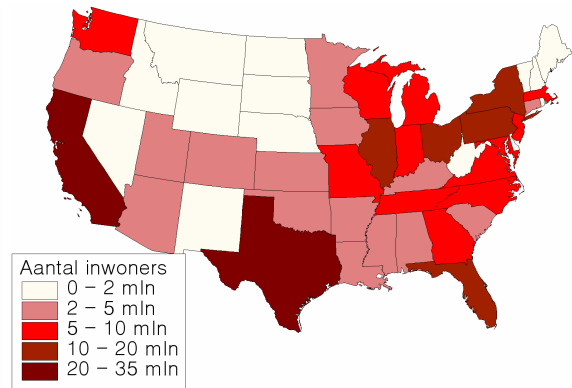
3.2. Figuratieve kaart

Algemeen: Een figuratieve kaart (ook wel hoeveelheidskaart) is gelijk aan de stippenkaart, echter, de stippen kunnen nu in grootte verschillen, én zijn ingetekend per (administratief) gebied. Een voorbeeld is een stedenkaart van Nederland, waarin de grootte van elk symbool van de stad gebaseerd is op het aantal inwoners. Hij geeft niet zozeer de spreiding weer, als juist de aantallen.

In de **voorbeeldkaart** worden dezelfde gegevens weergegeven als bij de stippenkaart. Echter, nu zijn de stippen de opgetelde versie van één gebied (in dit geval: één staat). Gevaar is het samensmelten van de stippen, waardoor nog meer informatie dan bedoeld verloren gaat. De kaart geeft het verschijnsel proportioneel weer; niet geassocieerd. Bij proportionele symbolen is de lengte of (in het geval van cirkels) de oppervlakte recht evenredig met het aantal. Was het geassocieerd, dan stonden er in de legenda een aantal cirkels (bijvoorbeeld 5) waarvan de grootte recht evenredig is met de klassenmiddens van elke klasse.



Een choropleet



Een fout toegepaste choropleet

3.3. Choropleet

Algemeen: Bij een choropleet worden statistische gegevens - aantallen/voorkomens - van een bepaald fenomeen omgerekend naar aantallen per hectare, hierbij ingedeeld naar vaak arbitraire (administratieve) gebieden, zoals gemeenten of provincies. Bevolkingsdichtheid per provincie is hiervan een voorbeeld. In de legenda mag maar van één kleur gebruik gemaakt worden, die in verzadiging van 0 tot 100% mag toenemen. Indien goed toegepast, dat wil zeggen, binnen de verschillende administratieve gebieden is de verdeling vrij homogeen, is dit een eerlijke methode van presenteren van de gegevens. Er is veel verlies van detail, maar er is veel aandacht voor het algemene beeld van het verschijnsel. Het woord choropleet is gevormd uit de Griekse woorden *choros* (gebied) en *plethos* (waarde). Kenmerk van een choropleet is dat de aantallen altijd per oppervlakte-eenheid worden weergegeven (bijvoorbeeld het aantal cafés per km²).

In de (goede) **voorbeeldkaart** wordt (in klassen) de dichtheid weergegeven van het verschijnsel op basis van 'oplopende' / volgordelijke (in dit geval van licht rood naar donkerrood) kleuren. Het gaat hier om de bevolkingsdichtheid. Doordat nu met klassen wordt gewerkt, is dit overzichtelijker dan de figuratieve kaart, maar er verlies van data. De aantallen inwoners als kleine labels in de staten was een oplossing geweest.

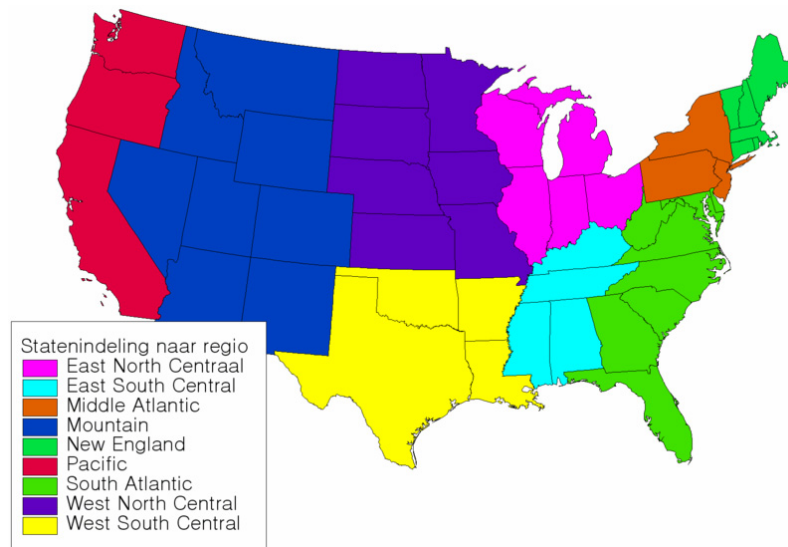
In de **fout toegepaste voorbeeldkaart** is geen rekening gehouden met het oppervlak van een staat; alléén dichtheden mogen worden weergegeven, niet aantallen - in dit geval: bevolkingsgetallen per staat. Met name het dunbevolkte Texas is mede door zijn grootte veel te donker gekleurd en dus te opvallend gemaakt; de kaart geeft een compleet *verkeerd beeld* van de bevolking in de VS; vergelijk Texas bij de juiste choropleet...

Een niet-cartografisch opgeleid, wiskundig en niet communicatief ingesteld persoon zou kunnen opperen dat deze foute kaart wél juist móét zijn omdat deze nu eenmaal op juiste gegevens is gebaseerd en omdat de GIS dat via een wiskundig correcte legenda netjes weergeeft. Niets is minder waar. De kaart liegt inderdaad niet. Technisch gesproken althans. Want de kaart geeft visueel de verkeerde indruk van de bevolkingsspreiding; donkere gebieden vallen meer op dan lichtere gebieden. Het is dat verkeerde, visuele beeld dat beklift in het brein van de kaartlezer. De kaartlezer kan dat beeld mentaal niet corrigeren.



TIP: De kleuren in het voorbeeld van de (goede) choropleet lijken digitaal op het scherm goed te zijn toegepast; de laagste klasse 1-100 is (heel) licht roze, en de hogere klassen zijn steeds donkerder. Bij het printen echter bleek deze roze kleur geel (!) uit te vallen met zo af en toe enkele rode puntjes er tussen door. Van een afstand was dat dus zeer afwijkend (geel). Visueel lijkt het dus dat deze klasse van 1-100 onbewoond, onbekend of niet geïnventariseerd is. Test dus je kaartjes als er enige kans is dat je kaarten geprint gaan worden. Zie ook deel B, waarin onder andere de betekenis van kleuren in legenda's, kleurassociaties en het testen door middel van printen worden besproken. Pas kleuren dus aan indien nodig. Helaas geldt wel: elke kleurenprinter reageert weer anders. En wordt er vaak zwart-wit geprint/gekopieerd? Gebruik dan een kleurenschema waarvan in ieder geval de lichtheid (lightness)

steeds verder en geleidelijk afneemt. Kies niet te veel klassen. Zie ook de figuur hierboven. In deel B volgen bij meetschalen en kleurenschema's meer tips hierover.

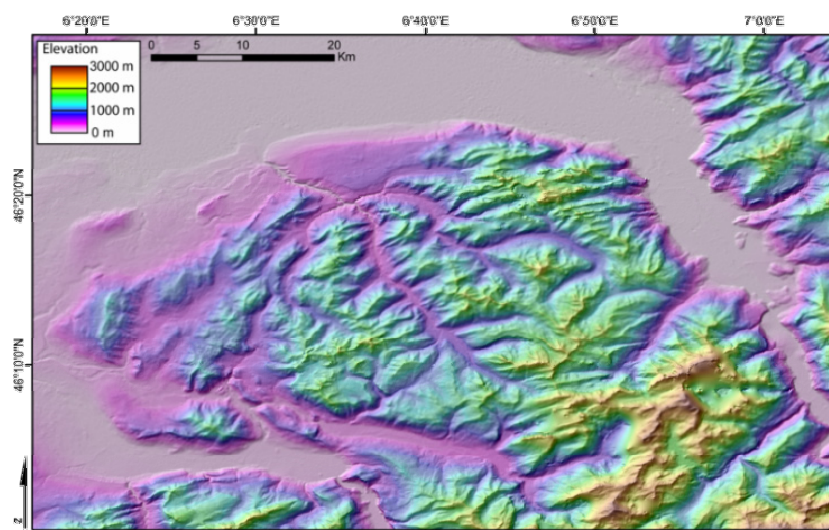


Een chorochromatische kaart

3.4. Chorochromatische kaart

Algemeen: Chorochromatische kaarten geven kwalitatieve verschillen tussen gebieden weer. De gebieden mogen eigenlijk geen administratieve grenzen hebben; de grenzen dienen echt overeen te komen met de kwalitatieve grenzen. Voorbeelden zijn: een bodemkaart en een gemeentekaart met wijken waar prostitutie wél en waar niet wordt gedaan.

In de **voorbeeldkaart** zijn staten die bij elkaar horen, regio's, met één kleur weergegeven. De kleuren mogen niet volgordekelijk zijn, omdat de gebieden gelijkwaardig worden geacht. NB: Er zijn veel kleuren; de regio's labelen in de kaart was een goede toevoeging geweest.

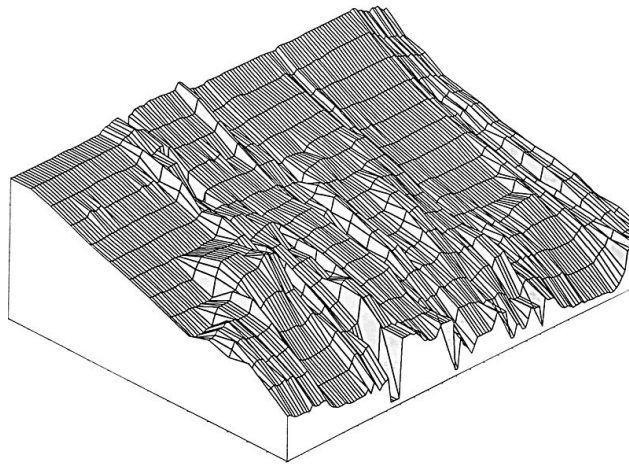


Een isolijnenkaart (ingekleurd)

3.5. Isolijnenkaart

Algemeen: Een isolijnenkaart geeft een verschijnsel (hoogte, diepte of vervuilingsgraad) weer op basis van lijnen die gelijke waarden weergeven. Een voorbeeld van een isolijn is een hoogtelijn. Een voorbeeld van een isolijnenkaart is een **hoogtelijnenkaart**.

Over de **voorbeeldkaart**: Dit is een bijzondere isolijnenkaart, omdat de ruimte tussen de isolijnen/isohypsen ook nog eens zijn ingekleurd. De kaart is bovendien ook nog eens (geautomatiseerd met een GIS) voorzien van schaduw. Hierdoor is deze isolijnenkaart zeer goed en snel te interpreteren als hoogtemodel (Chablais, Zwitserland/Frankrijk).



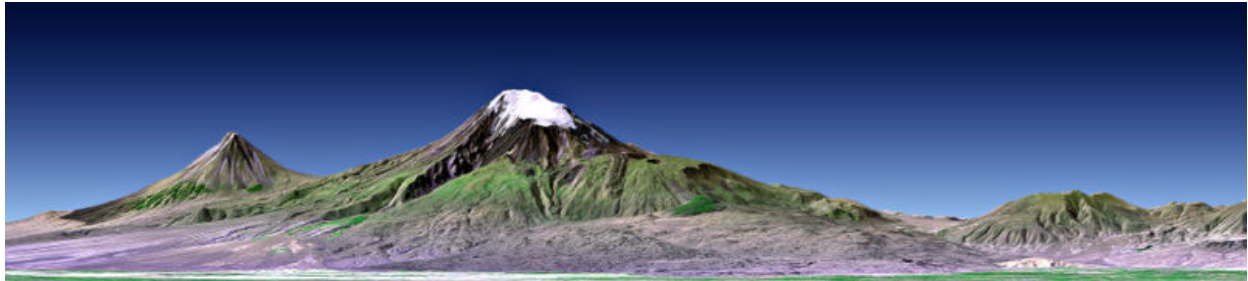
Een ruimtelijk model

3.6. Ruimtelijk model / 3D-visualisaties

Algemeen: Een ruimtelijk model, ook wel Digital Elevation Model of Digital Terrain model (DEM / DTM) genoemd, kan dezelfde gegevens representeren als de isolijnenkaart, echter, de gegevens (hoogte, vervuilingsgraad of criminaliteit) worden middels een hoogtemodel weergegeven. De hoogte (z-as) wordt (ten opzichte van de x- en y-as) vaak overdreven weergegeven, in ieder geval met een grotere schaal; dit heet **verticale overdrijving**. Dit is vaak nodig omdat de z-waarde (de hoogte) soms maar honderden meters verschilt, terwijl de x- en y-waarden over vele kilometers betrekking hebben. Een ruimtelijk model kan zeer duidelijk extremen overbrengen en kan daardoor goed ingezet worden om de ernst van de situatie op een originele manier bij bestuurders over te brengen. Criminaliteitscijfers van een stad bijvoorbeeld, zijn als een 'gebergte van opzij' goed inzichtelijk te maken. De hoogste toppen (in dit voorbeeld wellicht het centrum en bepaalde 'achterstandswijken') maken op die wijze veel indruk. Diezelfde hoge toppen kunnen er achter gelegen lagere toppen en dalen misschien verbergen. Het aanzicht van zo'n model en de hoogte van de toppen eisen daardoor extra aandacht van de cartograaf.

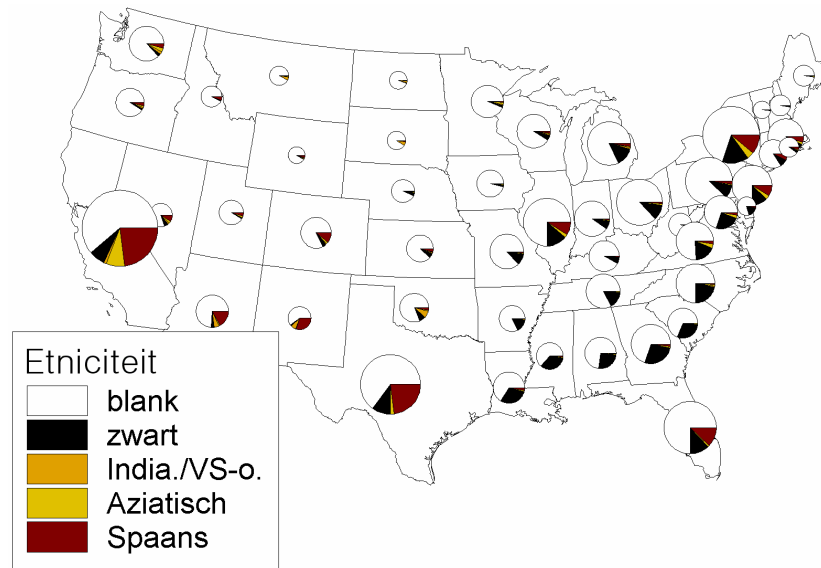
Soms worden in zo'n hoogtemodel - immers er waren geen kleuren gebruikt - ingekleurd met de kleuren van een ander thematisch gegeven, zoals grondgebruik of erosie. Mits goed uitgevoerd kan dit zeer goede en verhelderende kaarten (modellen) opleveren. Steile hellingen en véél erosie zijn goed te zien en de kaart zal *bedoeld* veel vragen opwerpen bij de kaartlezer daar waar er juist veel erosie is en weinig helling... De kaartlezer / onderzoeker kan zo'n kaart dan goed gebruiken als vertrekpunt voor verdere onderzoek en misschien weer andere kaarten.

In de **eerste (zwart-wit) voorbeeldkaart** is te zien dat de hoogte niet met isolijnen of kleuren, maar met een derde dimensie wordt weergegeven; er ontstaat een ruimtelijk model in plaats van een platte kaart. Naast de x- en de y- is er dus ook een z-coördinaat. Hier is de helling van een stuk strand te zien, rechtsonder de zee, linksboven de duinvoet. Een combinatie van een (ingekleurde) isolijnenkaart met een ruimtelijk model maakt de kaart nog sneller leesbaar.



Een ruimtelijk model van de berg Ararat (Turkije), gezien vanuit het noorden. De kleuren zijn van een satellietbeeldfoto, en zijn zodanig gemanipuleerd dat het realistische kleuren zijn geworden. (Klik op de afbeelding voor een vergroting.)

In de **tweede voorbeeldkaart** is een satellietbeeldfoto gedrapeerd over een ruimtemodel heen. Behalve luchtfoto's kunnen ook andere kaarten, zoals choropleten of topografische kaarten, over zo'n model heen gelegd worden. Dergelijke 3D-modellen kunnen dus ook samengestelde kaarten - zie hieronder - genoemd worden. Kaarten hoeven dus ook niet per definitie alleen maar de werkelijkheid weer te geven zoals die 'van boven' te zien is. Van opzij kan ook. Geavanceerde GIS-pakketten kunnen dergelijke kaarten of zijaanzichten (noem het foto's) relatief eenvoudig genereren. De kwaliteit van het eindproduct staat of valt bij de input van de kwaliteit van de input, dus het 3D-model en de foto die er overheen wordt gezet. Door het standpunt te wijzigen zijn dergelijke modellen zonder enige moeite aan te passen wanneer een andere invalshoek nodig mocht zijn. Het is zelfs mogelijk door dit landschap heen te vliegen, wanneer we meer van dergelijke plaatjes kunnen genereren, en snel na elkaar kunnen tonen. Het heet dan geen 3D-model meer, maar Virtual Reality (zie hieronder).



Een kartogram

3.7. Kartogram

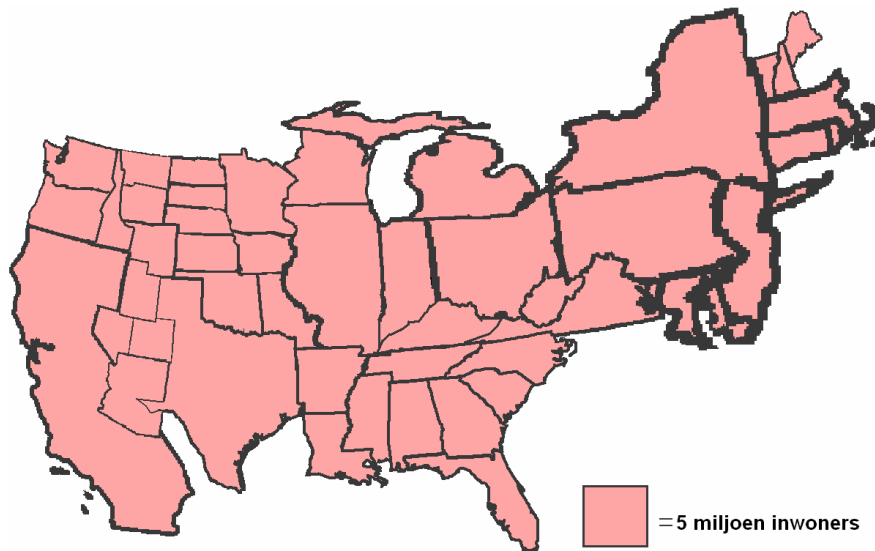
Algemeen: Een kartogram geeft op een kaart middels een lijn-, taart- of staafdiagram aan hoe in die gebieden bepaalde statistische gegevens zich onderling verhouden (taart- of staartdiagram) of in tijd ontwikkelen (lijn- of staafdiagram).

NB: In de Engelse/Amerikaanse literatuur wordt de term 'cartogram' verwarrend genoeg gebruikt voor een anamorfose, terwijl dit in de Nederlandse (GIS/Cartografie) literatuur nergens aangetroffen is. Gezien 'wat' een anamorfose weergeeft, namelijk aantallen per land, kan gesteld worden dat een anamorfose tot de figuratieve kaarten behoort.

In de **voorbeeldkaart** is etniciteit weergegeven middels taartdiagrammen. Gebruikelijk en het zuiverst is om de grootte van 'elke taart' per gebied af te laten hangen van de aantallen per gebied, zoals ook hier het geval is. Daardoor wordt de 'ernst' van een hoog of laag percentage extra duidelijk, omdat de grootte van de taartpunt dus ook aantallen weergeeft. Er wordt zo wel (te) veel informatie gelijktijdig weergegeven; de lezer kan andere conclusies gaan trekken dan de auteur wellicht had willen vertellen. De kaart is om nog een andere reden verre van perfect: op deze schaal zijn niet alle gegevens goed te zien, zoals in het noordoosten. Er had beter gekozen kunnen worden voor vijf afzonderlijke, kleine choropleten naast elkaar, dus één kaart per etniciteit als percentage van de bevolking per staat.

Andere voorbeelden van het gebruik van taart- en staafdiagrammen op kaarten zijn te zien in deel B in het hoofdstuk over visualisatiemogelijkheden bij kwantitatieve gegevens.

TIP: Deze kaart kan - mits er niet voldoende aandacht aan besteed wordt, al snel te ingewikkeld zijn. Ook in het getoonde voorbeeld (spreiding van de etniciteit in de VS) is dit het geval. Het scheiden van de diagrammen en de kaart, of meerdere kaarten per taartsegment - zodat er geen diagrammen meer nodig zijn maar choropleten - kan dan een betere oplossing zijn.



Een anamorfose van de inwonertallen van de VS

3.8. Anamorfose

Algemeen: Een anamorfose is een kaart waarbij de vorm van een land min of meer behouden blijft, maar waarbij de grootte evenredig is met een bepaald attribuut/kenmerk van dat land, bijvoorbeeld het bruto nationaal product, of het aantal inwoners. Geografisch klopt zo'n kaart niet meer, en soms is het ook erg lastig om bepaalde delen nog te herkennen. Toch heeft deze representatie van informatie een bijzondere waarde. De 'mental map' van iemand, dat wil zeggen hoe iets geografisch bij iemand in zijn hoofd zit, ook bij goed ingewijde personen, is vaak te sterk gericht op de (geografische) grootte van een land. De VS, Rusland, Brazilië kent iedereen als een groot land. De belangrijkheid lijkt iedereen van het oppervlakte afgeleid te hebben. Gaat het om economische verhoudingen, dan zijn Nederland en Duitsland echter belangrijker dan hun oppervlak doet vermoeden. Gaat het om aantallen inwoners, dan zouden Australië en Groenland minder aandacht moeten krijgen, terwijl Indonesië, Japan en India relatief belangrijker zouden moeten zijn. Een anamorfose zet de 'mental map' vaak op de kop, of beter gezegd, corrigeert je beeld. Juist de vervreemding die je als kaartlezer ziet in zo'n kaart, zal bij de kaartlezer leereffecten teweeg kunnen brengen.

In de **voorbeeldkaart** zijn dezelfde gegevens (inwonertallen per gebied) gebruikt als bij de figuratieve kaart. Bij de figuratieve kaart worden de aantallen per staat immers voorgesteld door een symbool (bijvoorbeeld een cirkel) waarvan de grootte afhankelijk is van het aantal in dat gebied. Dit is *dezelfde* doelstelling als bij een anamorfose. Het symbool dat met zijn grootte de maat aangeeft is hierbij vervangen door de vorm het gebied dat de maat aangeeft. Een anamorfose zou daarom het beste ingedeeld kunnen worden als een speciaal ondersoort van de *figuratieve kaart*. De figuratieve kaart in het eerdere voorbeeld heeft het oppervlakte terecht wit ingekleurd, zodat oppervlak niet bijdraagt aan de visuele indruk. Een anamorfose gaat verder en zorgt nog beter dat niet het geografische oppervlak de indruk bepaalt; alléén de inwonertallen bepalen de grootte van het vlak.

In de Amerikaans/Engelse literatuur wordt een anamorfose vervelend genoeg een 'cartogram' genoemd. In de Nederlandse cartografische literatuur is een cartogram echter iets anders; zie hierboven. Het maken van anamorfoses is erg lastig. Er is speciale software voor nodig. Mooie voorbeelden staan onder andere op: Worldmapper: <http://www.sasi.group.shef.ac.uk/worldmapper/index.html> (van de wereld) en www.geografiek.nl (van Europa). Op de pdf-bladzijden 35 tot en met 44 van dit boek: <http://www.ncg.knaw.nl/Publicaties/Groen/pdf/44VanOosterom.pdf> geeft Bettina Speckman een overzicht van de wiskundige problemen die dit kaarttype met zich meebrengt.



Een bewegingskaart (houthandelstromen)

3.9. Bewegingskaart

Algemeen: Een bewegingskaart geeft een beweging weer van goederen of mensen. Denk aan forensen, treinbewegingen, afvalstoffen, het aantal tonnen vervoer via scheepvaartroutes. De dikte van de lijnen wordt vaak gebruikt om de aantallen / hoeveelheden goederen weer te geven.

Er zijn drie soorten bewegingskaarten. Zonder pijlen, pijlen die één kant op gaan, pijlen die beide kanten opgaan. Soms beschrijven de pijlen (ongeveer) de geografische ligging van kanalen of (vlucht)routes, vaker zijn ze schematisch (zoals in de voorbeeldkaart). De dikte van de pijl kan de grootte weergeven van het transport, zoals bij een figuratieve kaart. De kleur van de pijl kan kwalitatief zijn (zoals bij de chorochromatische kaart, bijvoorbeeld uit welk werelddeel het komt) maar ook kwantitatief (zoals bij de choropleet, bijvoorbeeld het percentage van de transportstroom). Procentuele weergave is dan noodzakelijk. De kleur van de pijl mag dus niet de grootte van het transport weergeven, want de dikte doet dat al. De lengte van de pijl moet representatief zijn voor de lengte van het transport, anders kan bij de kaartlezer een verkeerd beeld ontstaan.

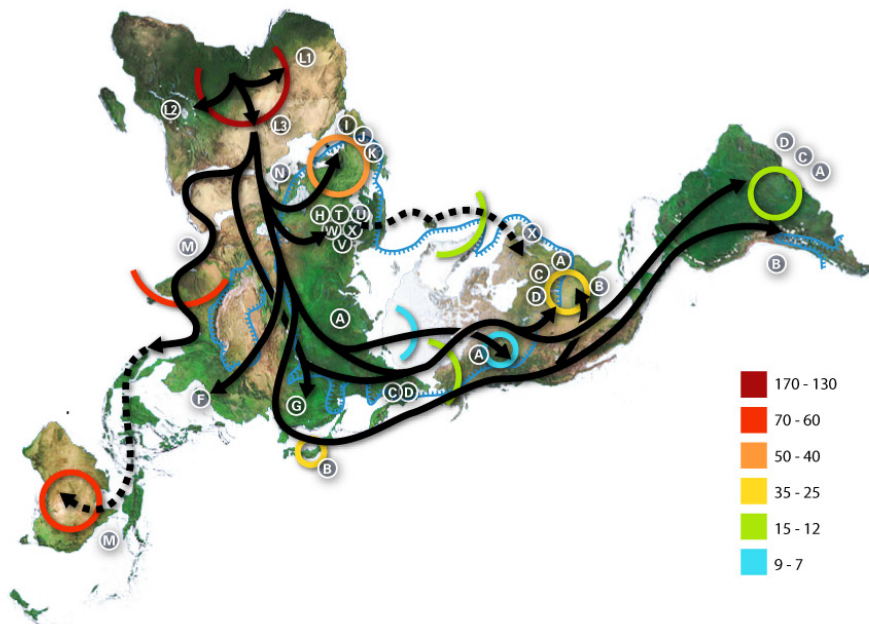
In de eerste **voorbeeldkaart** zijn houthandelsstromen te zien. Deze worden met pijlen van verschillende dikte weergegeven, afhankelijk van de hoeveelheid hout. Gezien de onzekerheden (het % illegaal hout, herkomst land en de bestemming), zijn de grove aanduidingen van de pijlen en de slechts 'ongeveer' af te lezen percentages terecht. Deze kaart is relatief simpel, en is geschikt voor een breed publiek. Er zullen niet snel foutieve of te gedetailleerde conclusies aan deze indicatieve kaart worden getrokken. Omdat het aantal gegevens/pijlen beperkt is, was het mogelijk om hier nog een tweede gegevenssoort / attribuut (voor elke pijl) weer te geven. Naast de hoeveelheid hout (de dikte van de pijl) is dat de afkomst/berouwbaarheid van het hout (de kleur van het hout); hoe fouter, hoe roder de pijl. Het weergeven van de locatie van de bossen waar het hout gekapt wordt, was misschien een leuk idee geweest; de vraag is echter of het daardoor niet een te drukke kaart zou zijn geworden; het leidt misschien wel af van het feit dat de consument in Europa een verantwoordelijke keuze moet maken...

In de tweede voorbeeldkaart, bedoeld voor specialisten, is een bijzondere projectie gebruikt, Peirce's Quincuncial conforme projectie. De plaatsing van Afrika, de 'bakermat' van de mens, linksboven, is met recht een cartografische vondst te noemen. Aangezien de (westerse) mens van links boven naar rechtsbeneden leest, is dit een zeer leesbare kaart.



TIP: De pijlen hebben vaak een route die niet geografisch, maar schematisch is. Het voordeel is dat verschillende pijlen mooi naast elkaar geplaatst kunnen worden en dat de werkelijke route (via allerlei bochtige rivieren wellicht) de aandacht afleidt van de boodschap (de dikte van de pijl). Zorg echter wel dat de omweg van die pijl niet te groot wordt, en dat de eventuele omweg voor elke pijl nog

goed te vergelijken is. Een pijl van Noord-Afrika naar Nederland zal even lang moeten zijn als die van Turkije naar Nederland, en de pijl van India naar Nederland zal weer twee maal zo lang moeten zijn. De dikte van de pijl (het volume van het transport) maal de lengte van de pijl (de afstand) is immers een maat voor de moeite / kosten achter het transport.



Een bewegingskaart, tevens een samengestelde kaart. Het gaat hier om de migratie van de mens over de wereld, volgens genetisch onderzoek. De getallen geven het aantal 1000-en jaren geleden weer. Zie tekst.

3.10. De samengestelde kaart

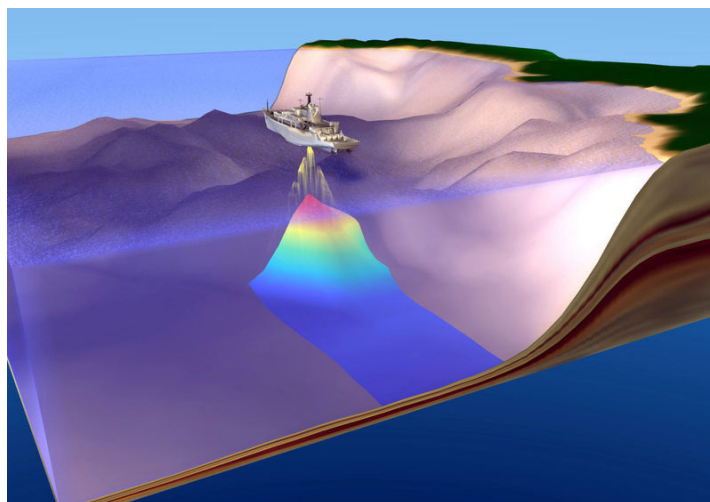
Een samengestelde kaart (ofwel een polythematische kaart) is een combinatie van bovenstaande kaarten, al of niet met ook nog een topografische component. De figuratieve kan bijvoorbeeld goed met een chropleet of chorochromatische kaart worden gecombineerd. Echter, voor een goede uitvoering geldt dat de kaart rustig moet blijven en dat beide thema's tezamen een meerwaarde moeten vormen. Ook moeten de beide thema's nog goed leesbaar blijven. In alle andere gevallen moet er vooral zoveel mogelijk voor gekozen worden om de kaarten apart aan te bieden.^[4]

In de **voorbeeldkaart**, over de historische migratie van de mens over de wereld, worden maar liefst drie kaartsoorten gecombineerd: een bewegingenkaart, een chorochromatische kaart (namelijk: de natuurkundige wereld, bossen en woestijnen zijn hierop te zien, als een soort referentiekaart) en tot slot is er met kleuren aangegeven tot waar de migratie in een bepaald tijdvak is gevorderd: een chropleet dus. De gebieden van deze chropleet zijn niet zozeer exact weergegeven, wel de uiterste grenzen van die gebieden. De kaart is niet alleen een mooie kaart, hij is ook een mooi voorbeeld van een samengestelde kaart waarover je kan discussiëren of de kaart niet anders uitgevoerd kan worden. Het plaatje *an sich* is zo mooi, dat het in een tijdschrift met zeer geïnteresseerde (National Geographic?) lezers, niet zou misstaan. Gelijkijdig is er de oprechte vraag of de pijlen en met name de kleuren niet beter uit zouden komen, wanneer de natuurkundige achtergrondkaart weggelaten zou worden. Het antwoord is alleen met een simpele test te achterhalen; zet de achtergrondkaart met je GIS als kaartlaag uit, en print de kaart opnieuw...

Intermezzo: De meest voorkomende fouten bij thematische kaarten

De keuze voor het soort kaart is vooral afhankelijk van de beschikbare gegevens én wat de kaartenmaker wil (of moet) zeggen. Doordat kaartmakers - onbewust - de choropleten en chorochromatische kaarten vaak verwarren (dat wil zeggen, 'zomaar één van beide kaarten toepassen') gaat het soms mis. Zo plaatste het NRC Handelsblad ^[5] in 2005 een kaart van Afghanistan met daarop het aantal hectare papaver per provincie. Uiteraard hebben provincies verschillende oppervlakten. De juiste keuze was daarom geweest: een figuratieve kaart, dus, per provincie een grotere of kleinere cirkel, waarbij de grootte het aantal hectares representeert. Er was echter gekozen voor een choropleet; hoe donkerder de kleur, hoe meer hectare papaver er is. Kleine provincies krijgen dan echter dus een te lichte kleur, grote provincies hebben bijna per definitie een donkerdere kleur. Grote vlakken met donkere kleuren geven zo een totaal verkeerd beeld. De legenda kan juist worden verondersteld, echter, de lezer wordt toch vrijwel zeker verkeerde conclusies opgedrongen, óf hij geeft het op. Een andere oplossing had kunnen zijn om de verhouding papaveroppervlak tot provincieoppervlak als percentage weer te geven. Vergelijk de 'foute' figuur met de choropleet.

3.11. Virtual Reality als cartografische toepassing



Virtual Reality. Zie tekst.

Virtual Reality wordt vaak tot VR afgekort, en er is geen Nederlandse term voor. Virtual Reality, kan gezien worden als een nog geavanceerdere techniek om de gemodelleerde kaartwereld dichterbij de werkelijkheid te brengen. Er is geen sprake meer van een twee-dimensionale (2D) kaart, maar twee nieuwe dimensies zijn toegevoegd: de factor tijd en de derde dimensie (de hoogte). De tijd, de snelheid en het gezichtspunt / standpunt van de kaartlezer is vaak manipuleerbaar, soms ook het model. IT-technieken, met name technieken die tot de jaren 90 alleen in de gamewereld gebruikt werden, worden nu voor de Virtual Reality - toepassingen gebruikt. Enkele voorbeelden: daar waar de gebruiker naar toe kijkt, loopt of klikt, wordt driedimensionaal de omgeving van bijvoorbeeld nieuwbouwprojecten in beeld gebracht. Bij inspraak van omwonenden kunnen deze technieken veel helder maken, maar ook bij beleidsmakers en de ontwerpers zelf kan zo voorkomen worden dat wellicht (omgevings-) factoren over het hoofd worden gezien. Zo laat de gemeente Apeldoorn omwonenden via internet een virtuele ballonvlucht maken over de stad zoals die er rond de 'kanaalzone' over een aantal jaren uit moet komen te zien ^[6].

In de **voorbeeldkaart** is een (stilstaande versie) van Virtual Reality te zien waarbij een GIS de basis heeft geleverd; een hoogtemodel, compleet met geologische gesteentelagen. De factor tijd kan worden toegevoegd, waardoor te zien is dat het schip al varende metingen verricht. Ook kan de

positie (het gezichtspunt) van de 'kaartlezer' interactief worden gewijzigd. Door de geavanceerde technieken, de mooie gekleurde plaatjes, en de mogelijkheid voor de gebruiker om achter hoeken en door het zeeoppervlak, bij alle details te kunnen komen, lijken de werkelijkheid in zeer goede benadering in beeld te brengen, vandaar de naam *Virtual Reality*. Wat waar blijft is dat deze reality nog zo echt kan lijken, de gebruiker / kaartlezer *moet* op de hoogte blijven dat het een model (virtuele wereld) is. Is er iets vergeten, blijkt een geologische laag of een hoogte model iets te missen, dan heeft degene die een beslissing maakt op basis van deze technieken wel iets uit te leggen!



SAMENVATTING:

- Er zijn acht soorten thematische kaarten:
 1. **Stippenkaart**, waarin de voorkomens van een bepaald fenomeen wordt weergegeven
 2. **Figuratieve kaart**, of hoeveelhedenkaart - waaronder ook **anamorfoses** zijn te rekenen
 3. **Choropleet**, waarin aantallen per gebiedsgrootte worden aangegeven
 4. **Chorochromatische kaart**, waarmee gebiedsindelingen worden aangegeven
 5. **Isolijnen kaart**, zoals hoogtelijnenkaarten
 6. **3D-model**, waarmee hoogte en ook andere thema's als vervuilingsgraad zijn te visualiseren
 7. **Kartogrammen**, waarin verhoudingen worden weergegeven
 8. **Bewegingskaart**, waarop lijnen of pijlen relaties of richtingen weergeven.
- Daarnaast zijn er combinaties mogelijk, er is dan sprake van een **samengestelde kaart**. Virtual Reality (VR) tot slot is een zeer geavanceerde techniek die ook binnen de cartografie kan worden aangewend.
- Welke kaart gebruikt dient te worden hangt af van het doel. Vaak zijn op basis van dezelfde data twee of meer soorten kaarten goed mogelijk; Welke kaart dan 'beter' is hangt af van wat de boodschap moet zijn van de kaart. Twee kaartsoorten kunnen elkaar aanvullen.

Bij choropleten dient de data altijd omgerekend te zijn naar het oppervlakteenheden (dus niet: aantallen, maar aantallen per km²).

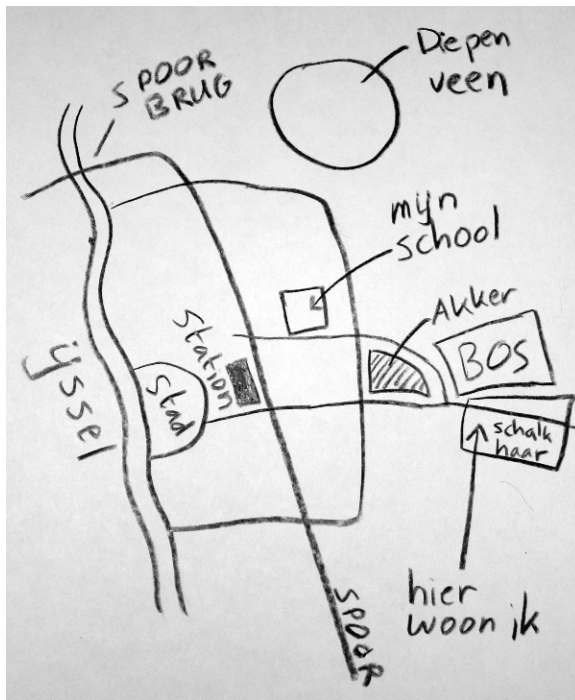
4. De 'mental map'

Het begrip 'mental map' kwam hierboven bij 'anamorfose' al even aan de orde.

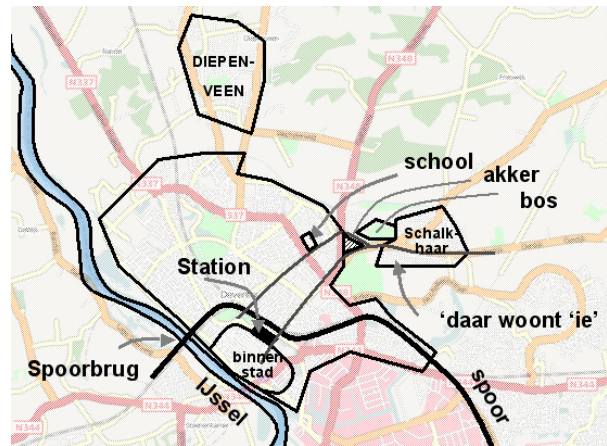
Een **mental map** - of 'cognitieve kaart' - laat zien hoe een individu over een omgeving, meestal zijn omgeving denkt. Er kunnen daarom geen 'fouten' in zitten. Een mental map zal meestal een topografische kaart voorstellen.

Een mental map kan gebruikt worden in onderzoek over hoe een wijk zijn omgeving interpreteert, wat belangrijk is, en - wellicht - wat daarom moet blijven bij een herinrichting. Deze kaarten maak je niet zelf, maar *laat* je maken, mocht je er ooit mee te maken krijgen. Hoe vaak iets genoemd wordt, welke objecten getekend worden en de onderlinge afstanden die er op verschijnen, laten allemaal zien hoe de tekenaar denkt over zijn omgeving. Vooral objecten die de tekenaar kent van zijn dagelijkse reis naar school of werk ('zijn wereld') zal redelijk in kaart gebracht worden. Andere objecten zijn vaak minder goed of niet in kaart gebracht.

Zie het voorbeeld van een mental map van Deventer van een 12-jarige jongen.



Een voorbeeld van een mental map, een kaart van Deventer en omgeving, getekend door een kind van 12. Wat de tekenaar niet kent of niet belangrijk vindt, staat er niet op of wordt te klein getekend. Dat zijn géén fouten...; het gaat om zijn 'mentale' voorstelling van de werkelijkheid.



De objecten uit dezelfde mental map van hierboven, nu op een geografische kaart ingetekend. (Bron ondergrond: www.openstreets.org)

Vergelijken we deze kaart met die zelfde objecten, maar dan nu op een geografisch correcte kaart ingetekend, dan valt ons het volgende op.:

- het noorden is in het beeld van de tekenaar afwijkend ten opzichte van een echte kaart; hij denkt dat de IJssel noord-zuid is georiënteerd, terwijl dat in Deventer zelf niet het geval is! Blijkbaar heeft hij dat uit een kaart van Nederland of Overijssel, maar heeft hij nooit een stadskaart gezien.
- de detaillering is vooral tussen woon- en werkplek (de school) goed te zien.
- van de dorpen en bossen in de omgeving worden alleen die dorpen en bossen getekend die hij goed kent.
- afstanden die onbekend zijn worden onderschat. (Van school naar station fiets hij nooit, deze afstand is relatief te kort weergegeven.)

Over het onderschatten van afstanden: Een bekend experiment is om iemand allerlei Europese steden te laten rangschikken op hun afstand vanaf Amsterdam. Bekende steden als die van vakantiebestemmingen (Barcelona, Rome) worden relatief te dichtbij geschat. Daarentegen, de afstand naar minder bekende steden, waar men nog nooit naar geweest was, zoals Warschau en Istanbul, worden al gauw te groot ingeschat. Door de proefpersoon te confronteren met de echte (of relatieve) afstanden zal hij zijn 'mental map' die hij blijkbaar heeft, gaan bijstellen. Met name Oost-Europese steden zullen ten opzichte van de tachtiger jaren bij hetzelfde onderzoek in de 21e eeuw echter weer dichterbij Amsterdam komen 'op de mental map' van zo'n proefpersoon. Vroeger kende hij die steden niet, hij kwam er niet en er werd nauwelijks over gepubliceerd. Op dit moment bestaat het IJzeren Gordijn niet meer, de Polen worden veelvuldig als arbeiders in Nederland gesignaleerd en menig Nederlander is toch al eens in Polen of Turkije op vakantie geweest na een korte vliegreis van maximaal 3 uur. Deze steden worden bekender en zullen in de loop van de tijd dus 'dichterbij' Amsterdam komen te liggen.

5. Referenties

1. ^ *GIS for the Urban Environment* J. Maantay en J. Ziegler, 2006, blz 25
2. ^ M.J. Kraak; *Wat is geovisualisatie?*, Geo-info 2004-12, 2004, pagina's 508-514 of [1]
3. ^ Kraak en Brown, 2000; *Web Cartografie - development and prospects* in M.J. Kraak - *Kartografie en het WWW*, geïllustreerd aan de hand van de atlas, *Kartografisch Tijdschrift*, Themanummer XXVIII *Web Kartografie* 2002 nummer 3
4. ^ Bron kaartsoort-indeling: 'Kartografie, ontwerp, productie en gebruik van Kaarten', Ormeling & Kraak, 1987
5. ^ Het NRC Handelsblad van 30 augustus 2005
6. ^ <http://www.apeldoorn.nl/smartsite.dws?id=54536>

Ga naar de opdrachten over deze module 'Inleiding Cartografie'.


Ga verder met de volgende module: 'Vervolg Cartografie'



HANDBOEK
Geo-visualisatie
Kaarten maken met een GIS

Deel A: Theorie / Vervolg
Cartografie



 **Doelstellingen van deze module 'Vervolg Cartografie'**

Het doel is het leggen van een bredere basis aan cartografische begrippen. Die begrippen zijn nodig wanneer een GIS frequent en veelzijdig gebruikt wordt om kaarten te maken. Na het lezen van deze module kent de lezer verschillende coördinatensystemen en projecties, kan hij projecties beoordelen op hun kenmerken en kan hij een juiste keuze uit deze projecties maken bij verschillende kaartsoorten of -doelstellingen. Daarnaast kent hij het RD-stelsel en het belang ervan voor Nederlandse kaarten. Tot slot kent hij de beperkingen van projecties wanneer er afstandsanalyses worden uitgevoerd. Facultatieve hoofdstukken zijn aangegeven met de toevoeging '(facultatief)'.

Inhoud

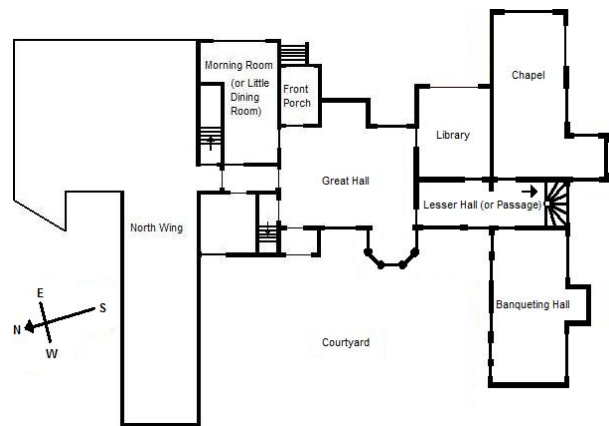
- 1 Coördinatensystemen en kaartprojecties
 - 1.1 Geografisch coördinatensysteem (facultatief)
 - 1.2 Kaartprojecties (facultatief)
 - 1.3 Eigenschappen van kaartprojecties (facultatief)
 - 1.4 Veel gebruikte projectiesoorten
 - 1.5 Geprojecteerde coördinatensystemen en het RD-stelsel
- 2 Voorbeelden kaartprojecties (facultatief)
 - 2.1 Wereld
 - 2.2 Verenigde Staten
 - 2.3 Poolgebied
 - 2.4 Europa
- 3 Coördinaten creëren met een GIS indien er geen coördinaten zijn
- 4 Over GIS-afstandsberekeningen en projecties
- 5 Referenties

1. Coördinatensystemen en kaartprojecties

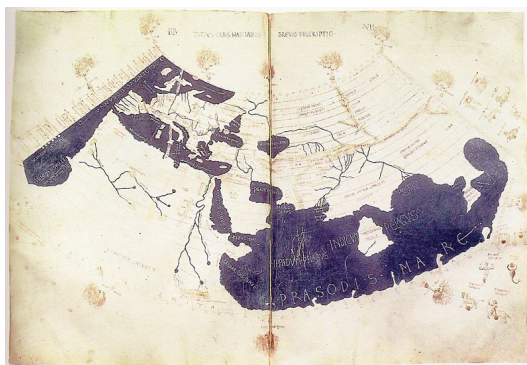
Locaties van de objecten in geo-informatie worden opgeslagen in coördinaten. Dit zagen we in hiervoor in de Inleiding GIS. Het is echter pas duidelijk waar die objecten zich bevinden, wanneer duidelijk is in welk coördinatenstelsel die coördinaten zijn gedefinieerd. Coördinaten krijgen namelijk pas met het bekend zijn van het coördinatensysteem een betekenis. Pas dan zijn ze correct te combineren met coördinaten uit geo-informatie met andere coördinatensystemen. Daarnaast zijn de locaties op aarde niet op een plat vlak gelegen, maar op een bol. Bij het in kaart brengen van die coördinaten op een plat vlak - want dat is een kaart! - wordt gebruik gemaakt van zogenaamde projecties. We moeten als GIS-specialist dus het een en ander weten over coördinatensystemen en -projecties, of we het nu interessant vinden of niet.



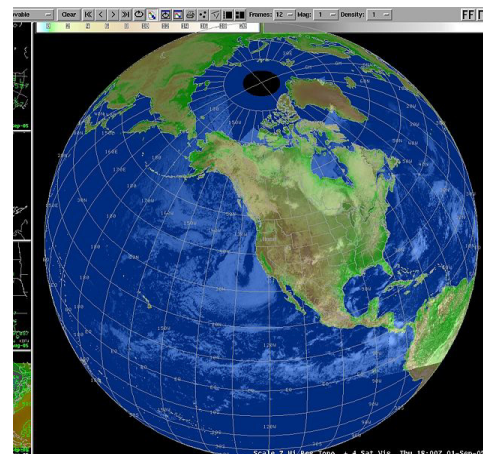
Een globe, oftewel de wereld zoals die in werkelijkheid is: geen plat vlak maar een bol. Een kaart of plat scherm is een afgeleide van deze werkelijkheid en brengt daarom per definitie vervormingen met zich mee



Een Plattegrond heeft meestal een lokaal assenstelsel en is dus niet (zomaar) te combineren met andere data'



De wereld volgens Ptolomeus. Circa 150 na Christus, een van de oudst bekende kaarten, de geografische coördinaten lijken met een kegelprojectie op een plat vlak te zijn geprojecteerd





Voorbeeld van een globe zoals die in een GIS-viewer kaarten toont. Er is mee te draaien, en er kan op worden ingezoomd

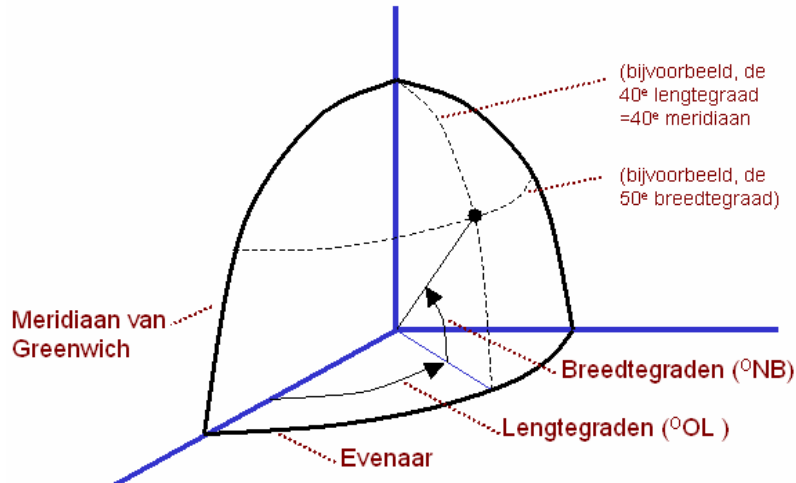
Er kunnen drie coördinatensystemen genoemd worden:

- een **lokaal coördinatensysteem**. Deze zijn vaak te zien bij CAD-data bij ontwerpschetsen, lokale, grootschalige tekeningen van kleinere, stedelijke projectplannen. In de linkeronderhoek bevindt zich dan het nulpunt (0,0). Rechtsboven zijn de maximale x- en y-coördinaten te vinden, bijvoorbeeld (1000,200) wanneer de kartering zich uitstrekt over een gebied dat 1000 meter lang is en 200 meter breed. Het noorden hoeft zich niet aan de bovenkant van de kaart te bevinden. Deze gegevens kunnen alleen door lastige transformatieacties in een GIS-systeem gecombineerd worden met andere geo-informatie. Rasterbestanden hebben vaak eigen 'lokale' coördinaten; dat wil zeggen, het aantal pixels verticaal en horizontaal bepaalt dan het 'coördinatenstelsel'. Middels georefereren (zie later in deze module) kunnen deze lokale coördinatensystemen omgezet worden naar een geprojecteerd coördinatensysteem.
- een **geografisch coördinatensysteem**. Dit zijn coördinaten gedefinieerd in graden, minuten en seconden. In spreektaal 'graden noorderbreedte' en 'graden oosterlengte' (tenminste, ten noorden van de evenaar en ten oosten van nul-meridiaan). Greenwich geldt meestal als nul-meridiaan, maar de Fransen gebruiken daar natuurlijk Parijs voor. Elk geografisch coördinatenstelsel heeft een standaard voor bepaling van de spheroïde. Dat wil zeggen dat elk coördinatenstelsel een eigen manier heeft om de bolling van de aarde te definiëren.
- een **geprojecteerd coördinatensysteem**. Dit zijn coördinaten gedefinieerd in meters of een andere maateenheid. Een rechthoekig stuk ruitjespapier wordt als het ware op, of dwars door de aardbol geprojecteerd. Het papier 'bolt niet mee' en daardoor ontstaat enige vervorming ten opzichte van de graden en minuten van de aardbol. Twee voorbeelden:
 - **1) In Nederland** is 'het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting' dé standaard voor GIS- (en CAD-)data. Coördinaten in dit systeem worden Rijksdriehoekskoördinaten genoemd, maar vaker nog RD-coördinaten. Krijg je geo-informatie met deze coördinaten, dan kan je die vrijwel zonder problemen met en zonder het opgeven van een projectie in beeld brengen.
 - **2) Mondiaal** De UTM-projectie (Universal Transverse Meractor) is een mondiaal projectiesysteem. De wereld is daarbij in zones verdeeld. Nederland ten westen van zes graden oosterlengte (de meridiaan van Wolvega en Rheden) valt in zone 31N, het oosten van Nederland in zone 32N. Het geprojecteerde coördinatensysteem dat bijvoorbeeld door Rijkswaterstaat op de Noordzee wordt gebruikt is ED50 (zone 31N), maar er is ook WGS84 (zone 31N) dat daar tientallen meters van verschilt.

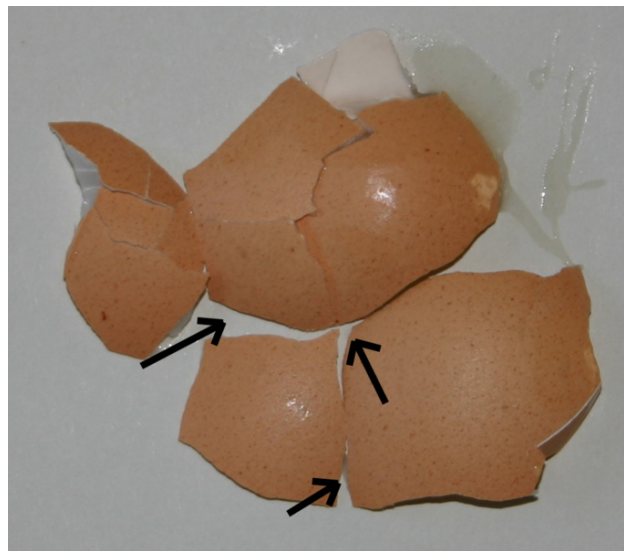
De laatste twee coördinatensystemen, geografische en geprojecteerde, worden hieronder verder uitgewerkt.

 **SAMENVATTING:** Er zijn drie coördinatensystemen, lokale, geografische en geprojecteerde. Die laatste zijn plezierig voor GIS-pakketten, zeker wanneer het - dat is waarschijnlijk - om RD-coördinaten gaat. Geografische coördinaten zijn 'bol'coördinaten, die sowieso nog geprojecteerd moeten worden. Zonder juiste projectie kunnen deze niet goed gecombineerd worden met geprojecteerde coördinaten.

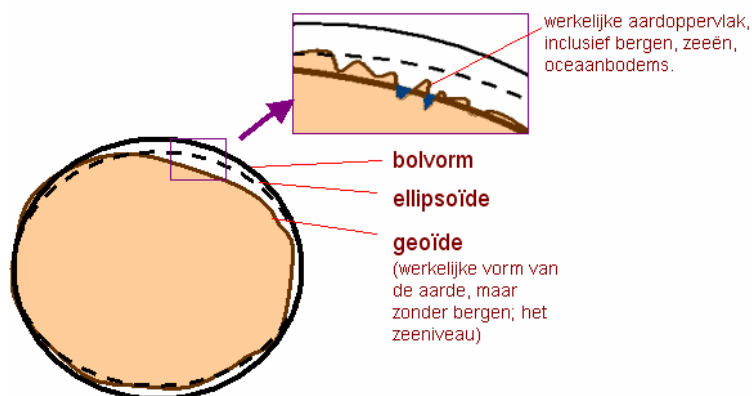
 **TIP:** Zijn de coördinaten al geprojecteerd (de X- en Y-coördinaten zijn dan in (kilo)meters gegeven, en niet in breedte- en lengtegraden), dan hoef je in je GIS je weinig zorgen te maken over de te kiezen projectie; je kan je gegevens 'ongeprojecteerd' laten. Echter, wil je je gegevens gaan combineren met meer data, dan zou je problemen kunnen krijgen. Stel daarom toch de juiste kaartprojectie in. (In Nederland is dat het RD-stelsel, zie later deze module.) Zijn de coördinaten echter geografisch (ongeprojecteerd), dan is het in theorie mogelijk om ze ongeprojecteerd te laten. Je hebt dan echter toch onbewust gekozen voor een zogenaamde equidistante cilinderprojectie. Dat komt doordat dan de lengte- en breedtegraden van de bol lineair worden uitgezet op een x- en y-as. Gebieden op hoge breedtegraden zijn sterk in breedte uitgerekt en kennen dus een andere (kleinere) schaal dan gebieden op de evenaar. De oppervlakten zijn dus op hoge breedtegraden overdreven. Het is maar de vraag of je dit wel wilt... Conclusie: stel altijd een projectie in!



Geografische coördinaten; definities van breedte- en lengtegraden. Slechts één kwart van het noordelijke halfrond, oftewel een achtste van de wereldbol is weergegeven.



Vergelijk de aarde met een ei; wordt dit ei platgeslagen, dan zullen vervormingen ontstaan (pijlen); deze vervormingen zijn steeds groter naar de rand toe.



Voorstelling van de geoïde ten opzichte van (een doorsnede van) een bolvorm, een ellipsoïde en het werkelijke aardoppervlak met gebergten. De inzet toont een uitvergroting van een deel van de geoïde, maar nu mét de werkelijke aardoppervlakte. De geoïde is dus iets anders dan de aardoppervlakte. Overigens, de verschillen zijn sterk overdreven weergegeven

NB: Sinds de introductie van Google Earth is het bij iedereen ook bekend dat kaarten - zowel 2D als 3D ook op zogenaamde **globes** kunnen worden gerepresenteerd. Een globe (of **virtual globe**) is een bol waarop 2D- en 3D-kaarten - maar ook hemellichamen - kunnen worden geprojecteerd. De globe draaien en het standpunt van de kaartlezer wijzigen (van een recht van boven naar een 'scheervluchtpositie') zijn hierbij nieuwe functionaliteiten, vaak gecombineerd met traploos inzoomen dankzij moderne (AJAX-)technieken. Het aanzetten van verschillende kaartlagen is hierbij niet anders dan gewone (GIS-)viewers. De meerwaarde in deze globes boven traditionele platte kaarten is dat er vrijwel geen verstoring van het aardoppervlak is. Bij platte kaarten is er vaak maar één juiste projectiewijze op één specifiek continent of in één specifiek land, waardoor de combinatie van verschillende gegevens uit verschillende landen lastig wordt. Via een globe kan uit elk gebied alle geo-informatie worden toegevoegd, zonder dat met projecties rekening hoeft te worden gehouden. De globe is daarmee een nieuw 'communicatiemedium' (beter: 'projectievlak') geworden.

1.1. Geografisch coördinatensysteem (facultatief)

Een geografisch coördinatensysteem gebruikt het driedimensionale oppervlak van de aarde om locaties aan te duiden. De coördinaten worden aangegeven door het aantal breedtegraden ten opzichte van de evenaar en het aantal lengtegraden ten opzichte van de Meridiaan van Greenwich (zie figuur). Breedtegraden worden ook wel parallellen genoemd, lengtegraden worden meridianen genoemd (zie ook figuur).

Twee voorbeelden van **geografische coördinaten**:

(0°,0°) - spreek uit nul komma nul graden - is het nulpunt; daar waar de evenaar en de Meridiaan van Greenwich elkaar snijden.


(5°OL,52°NB) - spreek uit 5 graden oosterlengte en 52 graden noorderbreedte) is een punt in Nederland, nabij Utrecht. Het betekent dat vanuit de (denkbeeldige) Meridiaan van Greenwich, 5 graden naar het oosten wordt gegaan, en 52 graden naar het noorden.


Vanaf de Meridiaan van Greenwich is de oostelijke helft van de aardbol in 180 graden ('oosterlengte') verdeeld. De westelijke helft van de aardbol is ook in 180 graden ('westerlengte') verdeeld. Vanaf de evenaar is de aarde naar zowel de noordpool als de zuidpool in 90 graden verdeeld. Naar het noorden heten die graden noorderbreedtes, naar het zuiden zuiderbreedtes.


Geografische coördinaten kunnen op twee wijzen worden weergegeven:

- in graden met decimalen, bijvoorbeeld (5,234°OL,52,126°NB)
- in graden, minuten en seconden, bijvoorbeeld (5°14'2"OL,52°7'34"NB)

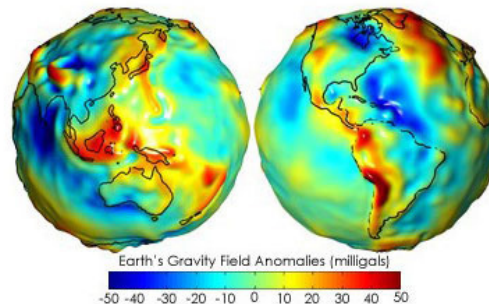
Voor verwerking in een GIS is de eerste wijze het handigst. De tweede wijze is ouderwets te noemen. Destijds was dat handig omdat geen komma's gebruikt hoefden te worden, terwijl er toch heel nauwkeurig een locatie kon worden aangeduid. De tweede wijze vereist bij digitale opslag zes kolommen, daar waar de eerste wijze genoeg heeft aan twee kolommen.

 **SAMENVATTING:** Een geografisch coördinatensysteem beschrijft locaties op de aarde middels het aantal breedtegraden (parallellen) ten opzichte van de evenaar en het aantal lengtegraden ten opzichte van de Meridiaan van Greenwich.

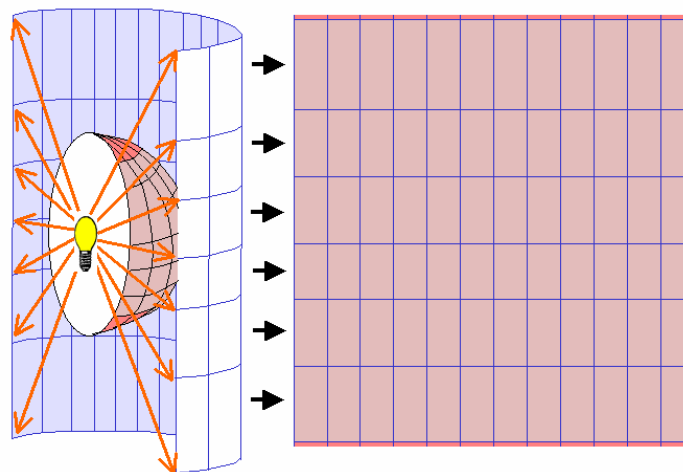
 **TIP1:** Met een willekeurig spreadsheetprogramma kunnen minuten en seconden worden omgezet naar (decimale) graden. Deel het aantal seconden door 3600, en het aantal minuten door 60, en tel beide uitkomsten op bij het aantal (hele) graden. Een GIS zal dan de coördinaten makkelijk in kunnen lezen. Zo is in het voorbeeld van hierboven (Utrecht) de noorderbreedte als volgt om te rekenen: $34/3600 + 7/60 + 52 = 52,126$ graden.

 **TIP2:** Met onder andere een GPS-apparaat kunnen deze geografische coördinaten worden ingewonnen. Gebruik je een GPS 'buiten in het veld' dan krijg je 3D-coördinaten (ook de hoogte!) in het coördinatensysteem van de GPS-satellieten, ook wel WGS84 genoemd. Meestal is de

nauwkeurigheid zo'n 6 tot 10 meter. Door weersomstandigheden en omgevingssituaties kunnen hier nog eens extra afwijkingen in optreden. Met zogenaamde basisstations is de nauwkeurigheid wel verder op te voeren tot zo'n 0,10 tot 0,50 meter. Meestal zijn de geografische coördinaten direct al omgezet naar het RD-stelsel (zie later deze module). Dat is gunstig voor de toepassing ervan in GIS. Zijn deze coördinaten echter niet omgerekend naar RD-coördinaten, dan zal in de meeste gevallen, voor normaal / eenvoudig (GIS) gebruik, een omrekening voldoende zijn. Deze methode wordt onder andere op <http://www.rdnap.nl/> toegelicht. Zowel individuele coördinaten als hele bestanden (met de 'Coördinaten Calculator') kunnen op deze wijze worden omgerekend. Voor niet landmeetkundige (lees: niet zeer nauwkeurige) GIS-omrekeningen is het niet invullen van de hoogte (of: het invullen van 0 meter) geen enkel probleem. Voor landmeetkundige toepassingen is juist een zware omrekeningsmethode naar RD-stelsel nodig, RDNAPTRANS™. Deze methode wordt onder andere op <http://www.rdnap.nl/> verder toegelicht.



Afwijkingen van de geoïde (zeg: 'het zeeniveau of het werkelijke aardoppervlakte zonder bergen') zijn hier visueel in beeld gebracht middels afwijkingen in zwaartekracht. Rood staat voor meer zwaartekracht dan gemiddeld, blauw voor minder zwaartekracht. Daardoor zijn er ook afwijkingen ten opzichte van de best passende ellipsoïde (WGS1984). Deze verschillen bedragen van plus 84 tot min 110 meter. (Bron: NASA)



Het principe van een kaartprojectie. In dit geval worden de coördinaten van de aarde geprojecteerd op een cilinder. De uitgerolde cilinder levert coördinaten op een plat vlak (rechts). Een detail: in dit geval is ervoor gekozen om de donkere/rode gebieden (de polen) niet op de kaart af te beelden. De afwijkingen op de polen zijn bij deze cilindrische projectiesoort immers groot.

1.2. Kaartprojecties (facultatief)

Voordat geprojecteerde coördinatensystemen besproken worden, moet eerst iets over kaartprojecties uitgelegd worden. Om het gebogen aardoppervlak af te beelden in een platte weergave, moeten we namelijk een zogeheten kaartprojectie gebruiken.

De aarde is bolvormig. Dat is lastig bij het karteren. We willen een kaart niet op een globe, maar op een plat scherm of een plat stuk papier weergeven. Als we de aarde opvatten als een ei (zie figuur) wordt onmiddellijk duidelijk dat er bij dit 'platslaan' van de werkelijkheid, vervormingen moeten ontstaan.

Een **kaartprojectie** converteert geografische coördinaten van een bol naar coördinaten in een plat vlak met x- en y-coördinaten, ook wel een cartesisch coördinatenstelsel genoemd. Per definitie wordt er zoals gezegd bij deze projectie geweld gedaan aan afstanden, richtingen, oppervlakten, vormen en/of hoeken. Afhankelijk van het doel van de kaart, de grootte en de oriëntatie (noord-zuid of juist oost-west) zal voor de ene kaartprojectie of juist voor de andere moeten worden gekozen.

Een kaartprojectie is dus een methode om de driedimensionale vorm van het aardoppervlak te converteren naar een tweedimensionale voorstelling.

Cartografen zien overigens de aarde niet als een perfecte bolvorm. Ook niet als een ei. Ze zien de aarde als een **ellipsoïde** (Engels: spheroid). Dat is een driedimensionale ellips, ronddraaiend om zijn kortste as. Het middelpunt ligt ergens in de buurt van het middelpunt van de aarde. De aarde is namelijk door de draaiing rondom zijn as en de centrifugale kracht afgeplat aan de polen. De aarde is echter eigenlijk ook weer geen ellipsoïde; kijk je namelijk nóg beter naar het zeewaterniveau - je vergeet daarbij de hobbels van de bergen en de diepzeetroggen - dan blijkt de aarde eerder een aardappel of onregelmatige pinda. Overal zitten verlagingen en verhogingen ten opzichte van de meest ideale ellipsoïde. Cartografen noemen deze specifieke 'aardappel- of pindavorm' daarom de **geoïde**. Letterlijk betekent dat de 'vorm van de aarde', dus de aarde met al haar in- en uitstulpingen zoals zij die van nature heeft, zonder dat er wiskundige beperkingen aan zijn opgelegd. Zie het plaatje met de regenboogkleuren.

Om de geografische coördinaten van de VS op een plat vlak te kunnen krijgen wil je zo min mogelijk vervorming. De ellipsoïde die daar gekozen wordt zal daar in de VS maximaal de oppervlakte goed beschrijven. Maar die ellipsoïde is door de 'aardappelvorm' van de aarde niet geschikt voor Nederland. Voor elk werelddeel, zelfs elke Amerikaanse staat en elk land gebruiken cartografen daarom steeds weer een andere ellipsoïde die (alleen) op die plek van de geoïde het beste het aardoppervlak beschrijft, met de minste vervormingen. Uitgaande van deze wiskundige ellipsoïde (beschrijving) van het aardoppervlak kan vervolgens aan een projectie op een plat vlak gedacht gaan worden.

Maar wat zijn nu kaartprojecties? Stel je een lamp voor in het midden van de (doorzichtige) aarde. En stel je daarbij voor dat er net buiten die aarde een cilinder om de aarde is gebogen; het projectievlak. De lichtstralen vanuit die lamp projecteren als het ware alle coördinaten op het aardoppervlak op die cilinder. Het (uitgerolde) projectievlak wordt nu de kaart. De bolle vormen zijn nu tot een plat vlak omgevormd. Dit is het principe van elke kaartprojectie.

Afhankelijk van

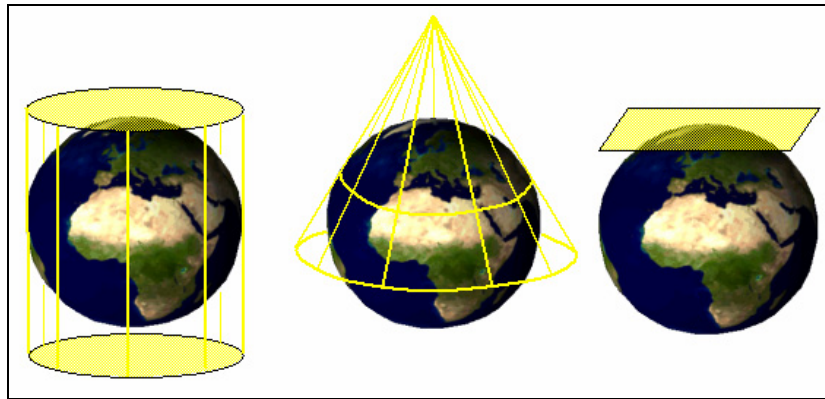
- de exacte plaats van de lamp (het projectiepunt genoemd),
- de eigenschappen van het projectievlak en
- de definitie van de ellipsoïde die gehanteerd wordt,

ontstaan verschillende projecties, die allemaal verschillende 'platte' of 'cartesische' x- en y-coördinaten tot gevolg hebben.

Het projectievlak kan bestaan uit:

- een cilinder (bij cilindrische projecties)
- een kegel (bij conische of kegelprojecties) of
- een plat vlak (bij zogeheten azimuthale projecties).

Het projectievlak kan vervolgens de aarde raken of snijden.




Behalve de cilinder kan als projectievlak ook een kegel of een plat vlak gebruikt worden.

Wanneer een grid (graadnet van breedte- en lengtegraden) zichtbaar is op een kaart, is redelijk te herkennen welk soort projectie is toegepast.

- Bij een cilinderprojectie komen de breedtegraden recht op de kaart terecht.
- Bij een kegelprojectie vormen de breedtegraden concentrische cirkels, dus cirkels met hetzelfde middelpunt, meestal buiten de kaart.
- Bij projectie op een plat vlak vormen de breedtegraden juist excentrische cirkels, dus cirkels waarvan het middelpunt verschuift met de breedtegraad.

Wiskundig mogen de projecties dan misschien lastig zijn, met bovenstaande voorstelling is het begrip kaartprojectie toch goed inzichtelijk te maken. Meer informatie? Zie 'Kaartprojecties' op Wikipedia. Hier is onder andere te zien wat bepaalde projecties betekenen voor bepaalde (werelddelen). In de literatuurlijst zijn meer sites en een boek te vinden over projecties en coördinatensystemen.

 **SAMENVATTING:** Een kaartprojectie is nodig om de geografische coördinaten van een bol om te zetten naar coördinaten van een plat vlak met x- en y-coördinaten. Dit zijn dan geprojecteerde coördinaten. De meeste kaartprojecties maken gebruik van (verschillende) ellipsoiden. De projecties kunnen onder meer ingedeeld worden op basis van hun projectievlak; cilindrische, kegel op azimuthale projecties. Afhankelijk van hun kenmerken hebben projecties verschillende eigenschappen en daarmee verschillende toepassingsmogelijkheden. Bij het beoordelen van de geschiktheid van de projecties kunnen hun eigenschappen het beste bekeken worden door een graadnet (breedte- en lengtegraden als grid) aan te zetten.

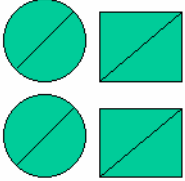
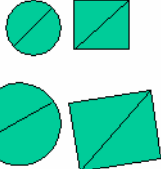
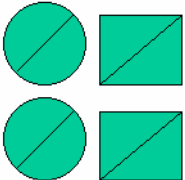

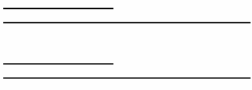
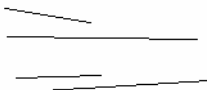
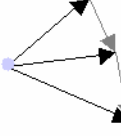
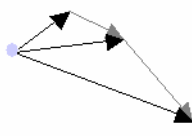
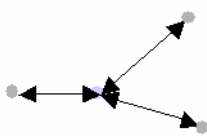
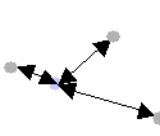
1.3. Eigenschappen van kaartprojecties (facultatief)

De keuze voor een bepaalde kaartprojectie hangt - zoals eerder gezegd - af van het doel van de kaart en van de grootte van het gebied.

Kaartprojecties kunnen onder andere beoordeeld worden op eigenschappen als:

- vormgetrouw (behoud van vorm, of 'conform')
- oppervlaktegetrouw ('equal area')
- afstandsgetrouw (gelijke afstanden of 'equidistant')
- richtinggetrouw (of 'azimuthaal', behoudt sommige richtingen)
- behoud van kortste weg (de kortste (rechte) lijn op de kaart is ook de kortste weg over de aardbol, bijvoorbeeld een gnomonische projectie)

De figuur hieronder toont deze eigenschappen.

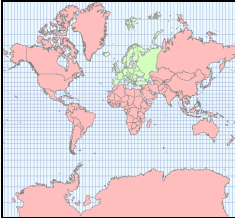
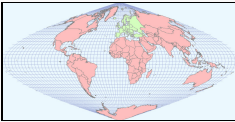
Ongeprojecteerde ('3D') vormen op de globe:	Geprojecteerde (2D) vormen op de kaart:	Projectie eigenschap:
		Vormgetrouw
		Oppervlaktegetrouw
		Afstandsgetrouw
		Richtinggetrouw (op bepaalde plekken!)
		Behoud van kortste afstand (als rechte lijn)

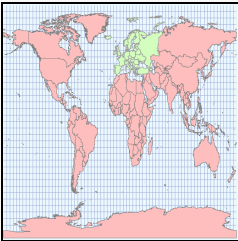
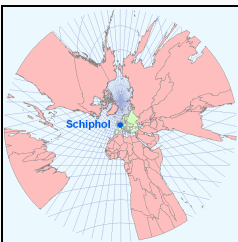
Schematische weergave van eigenschappen van kaartprojecties. Links de oorspronkelijke objecten, rechts het geprojecteerde resultaat. Merk op dat bij de ene projectie de eigenschappen van een andere projectie niet waar worden gemaakt! Zo staan in de vormgetrouwe projectie de groottes van verschillende objecten niet in verhouding tot elkaar. En andersom, in de oppervlaktegetrouwe projectie zijn juist de objecten vervormd. Overigens, de linker kolom zou strikt genomen niet op dit platte scherm getoond kunnen worden, omdat hier '3D'-vormen (vormen op de globe) mee bedoeld worden.

De eigenschap die een projectie het beste behoudt of soms zelfs voor 100% waar maakt, wordt gelukkig meestal in de naam van die projectie verwerkt. Daarnaast wordt ook vaak de naam van de bedenker van die projectie gebruikt in die naam.

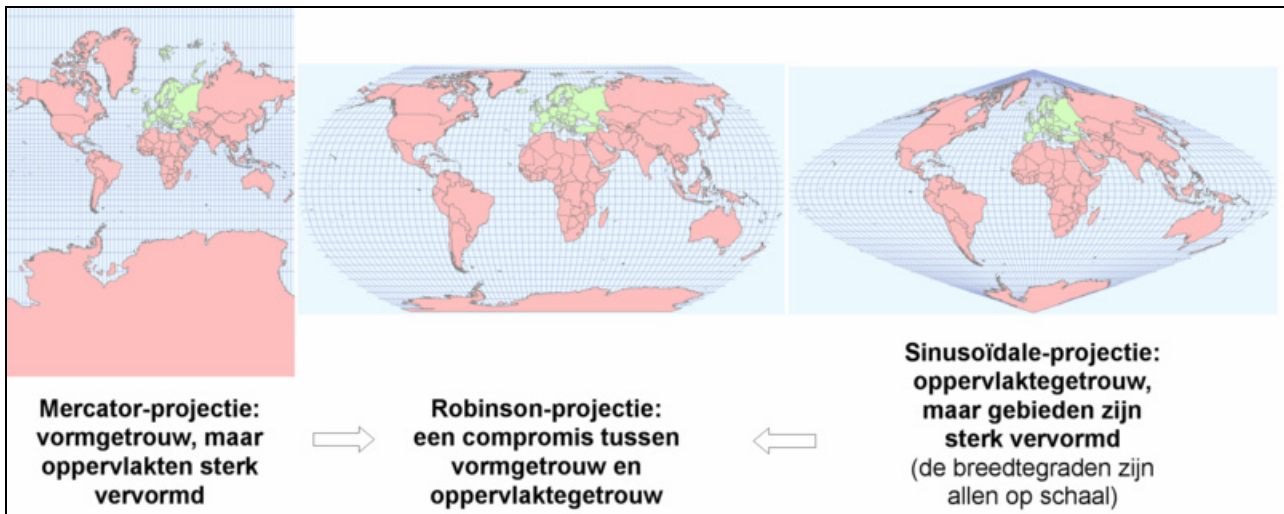
Het bijzondere (en vervelende) is nu dat er geen enkele projectie is die alle eigenschappen op een goede manier verenigt. Afhankelijk van het doel zal dus gekozen moeten worden tussen meerdere 'kwaden'. Voor elk nieuw gebied en ander doel van de kaart moet dus weer opnieuw nagedacht worden over de projectiekeuze. Een kaart(projectie) die de vormen van alle landen van de wereld op een plat vlak goed ('vormgetrouw') weergeeft, kent per definitie grote afwijkingen in de oppervlakten van de verschillende landen in grote delen op de kaart. Andersom, een kaart(projectie) die de oppervlakten van alle landen op de aardbol goed ('getrouw') weergeeft, kent per definitie grote afwijkingen in de vormen van landen in grote delen op de kaart. Vooral op kleinschalige kaarten (waar grote landen, werelddelen, oceanen of zelfs de hele wereld op staan), is de keuze van de juiste projectie daarom zéér belangrijk. Onderstaande tabel doet een poging de projectie-eigenschappen uit te leggen en geeft daarbij voorbeelden en nadelen van projecties die de genoemde eigenschap kennen.

Alle genoemde projecties en projectiesoorten zijn ook te vinden op Kaartprojecties op Wikipedia.. Daarnaast is ook Cartographic Map Projections; <http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Normal/TOC/cartTOC.html> een prachtige site om te bezoeken. Veel (Engelstalige) uitleg, mooie illustraties en zeer veel projecties, ook excentrieke, zijn er te zien.

eigenschap	betekenis	toepassing	voorbeelden	nadelen/opmerkingen
vormgetrouw (conforme projecties)	De vormen van de landen zijn getrouw, breedte- en lengtegraden snijden elkaar onder een hoek van 90°	Zeevaart / ontdekkingsreizen	 Mercatorprojectie	De Mercatorprojectie is een verouderde projectiesoort. Afrika en Groenland zijn bijvoorbeeld even groot weergegeven, terwijl Afrika ruim tien maal zo groot is als Groenland. Afstanden op hoge breedte zijn zwaar overdreven, de schaal wordt kleiner met hogere breedtegraden. Kustlijn (de vorm) wordt goed weergegeven. Totaal ongeschikt voor thematische kaarten. Zie figuur hieronder, links. Wordt door zijn eenvoud op internet en elders door 'Jan en Alleman' nog steeds veel gebruikt!
oppervlakgetrouw ('equal area' projecties)	Landen met dezelfde grootte in werkelijkheid, worden op de kaart ook even groot weergegeven	Voor thematische kaarten. Echter, er zijn projectiesoorten die 'vrijwel oppervlakgetrouw' zijn én die minder vervormingen	 Sinusoïdale projectie en verder: orthografische cilinderprojectie (ook wel:	Alles is vervormd, behalve bij de evenaar. Oftewel, deze projecties zijn niet 'hoekgetrouw'. Het (wereld)beeld kan vervreemdend overkomen

eigenschap	betekenis	toepassing	voorbeelden	nadelen/opmerkingen
		kennen (zie onder deze tabel; die zijn dan toch geschikter voor thematische kaarten).	oppervlakgetrouw e cilinderprojectie van Lambert)	
afstandsgetrouw (equidistante projecties)	Afstanden worden (op schaal) zo juist mogelijk weergegeven. Vanaf bepaalde punten of langs één of meerdere lijnen (meestal de breedtegraden) zijn de afstanden juist	Voor transport doeleinden in bepaalde (voorkeurs-) richtingen	 <p>Equidistante cilinderprojectie of equidistante azimuthale projectie</p>	NB: de afstanden zijn <i>niet op alle</i> parallellen, meridianen of punten getrouw. Alleen op een aantal lijnen of één richting uit lopen er lijnen die afstandsgetrouw zijn. In het voorbeeld hier links - de equidistante cilinderprojectie - zijn alle lengtegraden en de beide 60e breedtegraden op schaal).
Behoud van de kortste weg ('true-direction' projecties)	Een rechte lijn vertolkt ook de kortste route	Voor transportdoeleinden, zeker indien dat transport over zee of in de lucht plaatsvindt (rechte lijnen!)	 <p>Gnomonische projectie (met in dit geval: Schiphol als centrum)</p>	Op kaarten gemaakt met andere projectiesoorten zijn de kortste routes vaak bogen. Op een aardbol is het snel duidelijk dat een vliegtuig van Amsterdam rechtstreeks naar Seattle (in het westen van de VS) het beste over Groenland kan vliegen, door denkbeeldig een touwtje te spannen van Amsterdam naar Seattle. Op een kaart met rechte (oost-west lopende) meridianen (breedtegraden) (zoals bij een cilindrische projectie) is die route een boog. Bij deze projectiesoort is dit echter keurig een rechte lijnen, dus niet vreemd; oppervlakten en vormen van de landen daarentegen zijn echter weer wél vreemd

In de figuur hieronder wordt duidelijk waarom er ook projecties zijn geen één van de genoemde eigenschappen 100% correct in zich hebben, maar die een compromis vormen tussen twee eigenschappen.



De Robinson projectie als compromis tussen een conforme projectie (links) en een oppervlakgetrouwe projectie (rechts)

Door de eeuwen heen zijn projectiesoorten gekomen en gegaan. Gelukkig zijn er wat richtlijnen welke projectie(soorten) te gebruiken voor welk doel. In de paragraaf hierna wordt een aantal veel gebruikte projectiesoorten besproken, gesorteerd op gebied waarvoor de projectie bedoeld is.

SAMENVATTING: Kaartprojecties kunnen beoordeeld worden op hun eigenschappen als vormgetrouw, oppervlakgetrouw, afstandsgetrouw, richtinggetrouw en behoud van de kortste weg. Geen enkele projectie scoort perfect op alle kenmerken. Soms scoort een projectie perfect op één eigenschap. Vormgetrouw is bijvoorbeeld de Mercatorprojectie. Oppervlakgetrouw is bijvoorbeeld een orthografische cilinderprojectie. Er is géén één projectie in alle richtingen vanuit elk punt afstandsgetrouw. Vlakprojecties (azimuthale projecties) geven vanuit één punt de juiste richting. Voor wereldkaarten wordt vaak een projectie gekozen die een compromis vormt tussen oppervlakte en afstandsgetrouw, zoals de Robinsonprojectie.


TIP: In het hoofdstuk Voorbeelden kaartprojecties is te zien hoe hier een keuze uit gemaakt kan worden en hoe bepaalde tips de keuze makkelijker kunnen maken. Experimenteren in een GIS is daartoe een goed en eenvoudig middel én eigenlijk ook een *must*. Van de ene naar de andere projectiesoort switchen is een kwestie van één of twee klikken. Kijk ook eens welke projecties gebruikt worden in atlassen. En zet – bij twijfel – eens een grid aan (dat zijn lengte- en breedtegraden). Zie wat er – vooral aan de randen van de kaart – gebeurt met vormen en oppervlakten. Bedenk goed wat het doel is van de kaart. Zijn afstanden van belang, neem dan (maximaal) afstandsgetrouwe projecties. Maak je thematische kaarten, met name waarbij de vlakken kleuren van oplopende grijswaarden) hebben meegekregen, zoals bij bevolkingsdichtheid, neem dan beslist oppervlakte getrouwe projecties.


1.4. Veel gebruikte projectiesoorten

Hieronder een (deels betwistbaar en niet volledig) overzicht van gebruikte projecties / projectiesoorten voor bepaalde doeleinden.

Projectie(soort)	Doel	Opmerkingen
RD-stelsel (een conforme, stereografische projectie)	Nederland	Is dé standaard in Nederland. Wijk hier niet van af. Is een conforme (vormgetrouwe) zeer nauwkeurige projectie. Wijk pas significant (storend) af buiten Nederland. Voor wat voor kaartsoort dan ook, inclusief grootschalige kaarten en landmeetkundige toepassingen, dus ook voor weergave van delen van Nederland. Gebruik dit stelsel niet voor Europa. Zie hieronder.
'België Lambert 1972', een Conforme Kegelprojectie van Lambert	België	Deze heeft een centrale lengtegraad die verticaal loopt van 4,4°OL.
Lambert conforme kegelprojectie	Europa	Gebruik geen RD. Zorg dat de lengtegraad in het centrum van de kaart exact verticaal loopt. Neem bijvoorbeeld die van 10°OL, of die van 20°OL als het oosten van Europa ook van belang is. Andere projectie opties: Projectie van Bonne.
Stereografische projectie	Poolgebied	Is beter dan een Orthografische Azumithale projectie. Een azumithale projectie toont de aardbol vanaf een oneindig verre plek in de ruimte; die laat één helft van de aarde zien, maar is aan de randen sterk vervormd. Wordt bij de stereografische projectie als centrum niet een poolgebied, maar Nederland getoond, dan kan het beeld vreemd (of verfrissend!) overkomen. Kies zelf het centrum van de projectie. Als breedtegraad kies je voor de noord-respectievelijk zuidpool 90°(NB) of -90°(ZB), voor de lengtegraad is dat voor Europa bij voorkeur de 0-meridiaan: 0°.
Equidistante, azimuthale projectie	VS wegenkaarten (waar afstanden belangrijk zijn)	Dit is een afstandsgetrouwe (equidistante) projectie; de staten / VS lijkt wellicht vervormd, de afstanden worden (vrijwel) correct weergegeven. Op deze wijze voorkom je scheve conclusies, dat '10 cm snelweg op de kaart' in het noorden minder kilometers of mijlen betekent dan '10 cm snelweg op de kaart' in het zuiden.
Albers Equal Area kegelprojectie	VS thematische kaarten	Voor kleinere gebieden in de VS (staten) is het bij thematische kaarten gebruikelijk te kiezen voor de Lambert Conforme Kegelprojectie. Overigens, ook de (eveneens vormgetrouwe) Mercatorprojectie wordt voor zowel het weergegeven van staten als van de beide continenten in Noord- en Zuid-Amerika veelvuldig gebruikt, zelfs al vervormt deze de hoge breedtegraden (Canada, poolgebied) sterk.
Projectie van Winkel	Weergave van de wereld , zowel thematisch kaarten als	Goede tussenoplossing, is bijna oppervlakgetrouw en vervormt minimaal, wellicht alleen de polen worden vaak vervormd weergegeven. Door gebruik van een grid (breedte- en lengtegraden om de 20° bijvoorbeeld) wordt

Projectie(soort)	Doel	Opmerkingen
	overzichtskaarten	een prettig beeld verkregen, omdat de gebruiker de bolvorm er nog min of meer in ziet. Dit is de favoriet van de bekende en befaamde Bosatlas en van de National Geographic Society.
Projectie van Robinson	Weergave van de wereld , zowel thematische kaarten als overzichtskaarten	Voormalige eerste keuze van de National Geographic Society. Voordelen: zie Projectie van Winkel. Nadelen: komt rekenkundig gezien lastig tot stand.

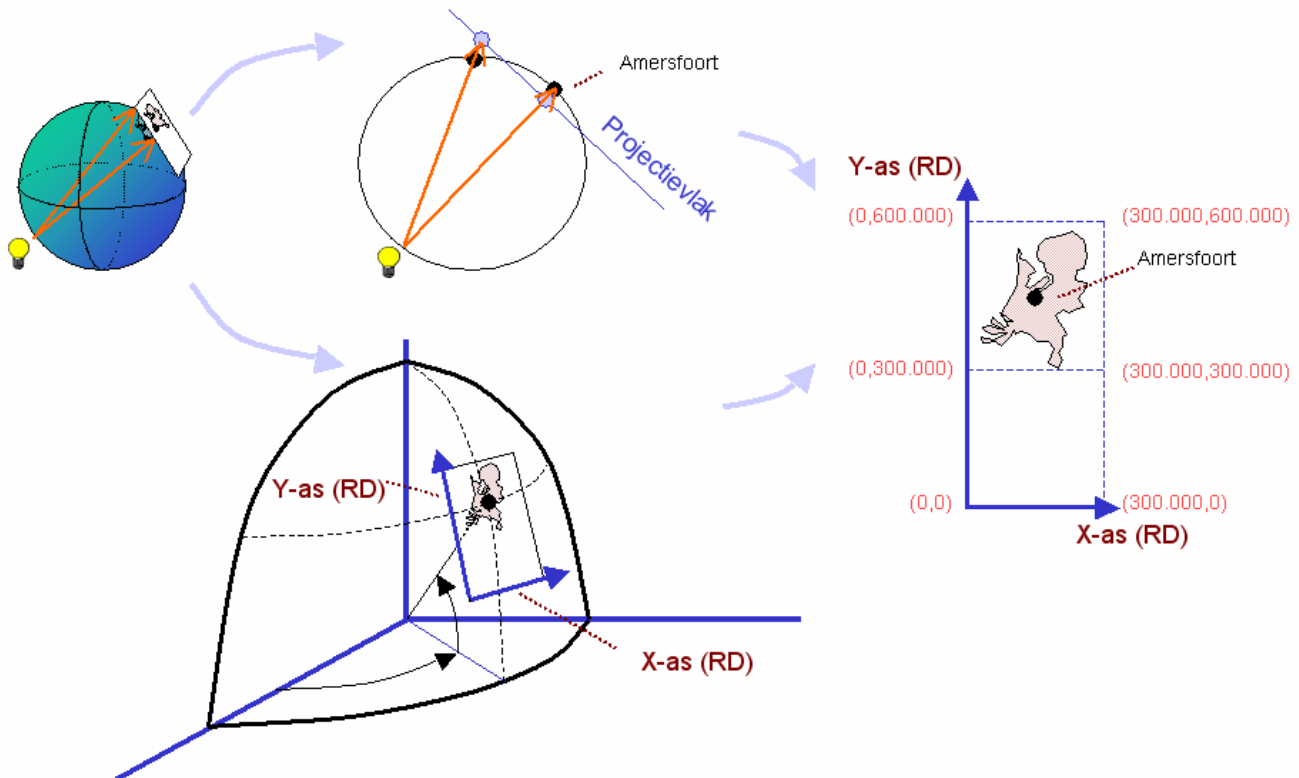
 **TIP:** Gebruik de projecties die geschikt zijn voor de héle wereld, niet voor delen (continenten) ervan. Algemeener geldt: een projectie die goed is voor een groot gebied, is dat niet voor een kleiner deel ervan, zeker niet wanneer dat deel aan de rand ligt van het grote gebied. Zo kent elke staat uit de VS zijn eigen 'perfecte' projectiestelsel, waarbij de verstoringen in oppervlak, vormen en richtingen minimaal zijn. Maak gebruik van voorgedefinieerde stelsels wanneer jouw GIS daar over beschikt. Andersom geldt hetzelfde. Zo is het RD-stelsel (zie paragraaf hierna) niet geschikt voor Europa of de hele wereld.

 **TIP:** Maak je zelf een nieuw bestand, definieer dit altijd in een projectie(stelsel). Op deze wijze kan het bestand ook door anderen - die met andere projecties werken - gebruikt worden. Ook wordt voorkomen dat na het wijzigen van een je projectiekeuze, plotseling al je data op verkeerde plekken getekend lijken te zijn. Dat komt omdat die coördinaten van die data ongeprojecteerd zijn opgeslagen. Bij het digitaliseren ('zelf tekenen' / aanmaken) van data worden - als je ge en projectie(stelsel) hebt opgegeven, 'schermco rdinaten' bewaard. Deze zijn door je GIS-pakket niet om te rekenen naar geografische coördinatenstelsels en andere projectiestelsels. Zie je verschoven / verdraaide bestanden? Dan is het te laat. Dan kan je waarschijnlijk slechts nog in het eerste projectiestelsel waar je mee werkte ten tijde van het digitaliseren, verder. In  en van de paragrafen hieronder zal een dergelijk voorbeeld naar voren komen. Deze tip kan je dus vele uren werk (en ergernis) schelen.

1.5. Geprojecteerde coördinatensystemen en het RD-stelsel

Een **kaartprojectie**, zo zagen we in het hoofdstuk hiervoor, is dus een manier om het gebogen oppervlak van de aarde over te brengen op een plat vlak; de kaart. Het coördinatenstelsel waarmee die platte kaart is vastgelegd, heet een **geprojecteerd coördinaten stelsel**.

In een geprojecteerd coördinatenstelsel zijn de locaties (van objecten) zijn gedefinieerd door x- en y-coördinaten ten opzichte van een nulpunt.



Hier is te zien hoe vanuit het geografische coördinatenstelsel (links) het RD-coördinatenstelsel (rechts) is gedefinieerd. Midden boven is een tweedimensionaal zijaanzicht te zien; midden onder een driedimensionaal aanzicht van de projectie. Deze projectie is niet met een cilinder, maar met een plat vlak tot stand gekomen. Het middelpunt ervan ligt in Amersfoort. Zie verder tekst.

In Nederland gebruikt men als geprojecteerd coördinatensysteem vrijwel zonder uitzondering **het RD-stelsel**.

- Voluit staat dit voor het Stelsel van de Rijksdriehoeksmeting. De coördinaten worden in meters vastgelegd. Hoe het RD-stelsel is gedefinieerd is in de figuur goed te zien. Er wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde dubbele stereografische projectie (projectie van Schreiber). Het projectievlak is een vierkant. Het middelpunt ervan - liever gezegd, het zwaartepunt - is de Onze Lieve Vrouwetoren in Amersfoort. Destijds was die toren van veraf goed te zien en dit was ongeveer het midden van Nederland. Het projectievlak raakt het aardoppervlak echter niet in Amersfoort; het vlak snijdt de geoïde (voorgesteld door ellipsoïde van Bessel, ook wel 'Bessel 1841' genoemd) met een cirkel op een afstand van 122 kilometer rondom Amersfoort. Hier is voor gekozen om de afwijkingen in heel Nederland te minimaliseren. Zou het projectievlak in Amersfoort de geoïde snijden, dan zouden de afwijkingen verder van Amersfoort af steeds erger worden. Nu worden deze afwijkingen eerlijker uitgesmeerd over Nederland; niet Amersfoort, maar alle plekken in die cirkel rondom Amersfoort hebben een minimale afwijking. De afwijking nog verder naar buiten toe is op deze wijze ook minder dan wanneer gekozen zou zijn voor het snijden van dit vlak in Amersfoort.
- Ook bijzonder is dat het projectiepunt ('de projectielamp') zich niet in het middelpunt van de ellipsoïde bevindt, maar op de ellipsoïde, recht tegenover Amersfoort, dus aan de andere kant van de wereld. Projecties met een dergelijke positie van het projectiepunt worden ook wel stereografische projecties genoemd.
- Destijds was het middelpunt (Amersfoort) ook het nulpunt (0,0). Sinds de 70-er jaren van de vorige eeuw is het (kunstmatige) nulpunt gewijzigd, en wel richting het zuidwesten. Toevallig is dat ergens in een bos in de buurt van Parijs. Daarom wordt dit in de volksmond (onterecht) ook wel eens het 'Parijse stelsel' genoemd. De OLV-toren in Amersfoort heeft daardoor nu de coördinaten (155.000,463.000). Hier is voor

gekozen om niet (meer) met negatieve coördinaten te hoeven werken, en om het verwisselen van x- en y-coördinaten te voorkomen. X-coördinaten liggen op deze wijze altijd tussen 0 en 300.000 meter, y-coördinaten liggen altijd tussen de 300.000 en 600.000 meter.

- Het RD-stelsel mag in principe alleen voor Nederland gebruikt worden; voor buiten Nederland zijn de afwijkingen te groot. Zelfs Europa met Nederland als middelpunt mag niet met het RD-stelsel in kaart worden gebracht.
- Sinds 2004 geldt voor het RD-stelsel aangepaste parameters; het RD-stelsel is toen licht verbeterd. Daardoor is het RD-stelsel (héél) licht verschoven, met enkele centimeters op bepaalde punten in Nederland. Bij het lezen van de literatuur dient hier rekening gehouden te worden.
- Daarnaast zijn er - ook na 2004 - nog steeds oude RD-conversiebestanden in omloop, en ook zijn er RD-conversiebestanden die bepaalde parameters afronden. Dit kan leiden tot decimeters verschil. Neem dus a) de jongste en b) altijd dezelfde RD-conversiebestanden.

SAMENVATTING: Bij de toepassing van het RD-stelsel in een GIS is het van belang om voor de juiste (en jongste, die van ná 2004) RD-projectie-file te kiezen. Zonder RD-data goed te projecteren zijn bepaalde GIS-analyses niet mogelijk en kan het combineren van data tot niet op elkaar passende gegevens leiden.

TIP: Zonder projecties of met de verkeerde projecties zijn (afstands- en oppervlakte) metingen op de kaart onbetrouwbaar. Bij verschillende projecties zullen geautomatiseerde afstandsberoeeningen in een GIS ook tot verschillende uitkomsten leiden. Buffertechnieken en afstandsberoeeningen als welke objecten (klanten of steden) liggen binnen een bepaalde afstand van één locatie (een winkel of vliegveld) leveren verschillende uitkomsten. Hoewel het vaak maar om enkele procenten verschil gaat, dient hier rekening mee te worden gehouden. Kies sowieso afstandsgetrouwe projecties, neem zekerheidsmarges in acht en controleer berekeningen op met name hogere breedtegraden. Zie ook de paragraaf 'GIS-berekeningen met afstanden en projecties'.

Intermezzo: 'Wist je datjes' van de landmeetkundige

Landmeetkunde of **geodesie** - de wetenschap die zich bezighoudt met het meten en weergeven van vormen en afstanden op aarde - wordt door buitenstaanders soms wat ongrijpbaar gevonden. Het komt bij hen wellicht wat te theoretisch en daardoor misschien zelfs saai over. Onterecht. Hier drie absoluut 'grijpbare' wetenswaardigheden die het belang van de landmeetkunde en het juist gebruik van haar projecties en coördinatenstelsels voor een GIS op een leuke manier duidelijk maken.



Links: Een moderne theodoliet (Nikon 520), waarmee op basis van richtingen en afstanden posities kunnen worden uitgezet en objecten kunnen worden ingemeten



Boven: Ook door de opkomst van betaalbare GPS-ontvangers wordt landmeetkunde steeds zichtbaarder en belangrijker voor gewone toepassingen.

- "De kromming van de aarde is niet met het blote oog waar te nemen". Fout. Zeelieden wisten dit al 3000 jaar geleden; bij het naderen van een schip op zee zie je het eerst het kraaienest. De hoogste toren van Nederland is 112 meter hoog, de Dom in Utrecht. Deze is al op 39 kilometer afstand niet meer te zien, ook niet bij ideaal weer. Nederland is dus géén plat land!
- "Groningen ligt bijna 9 kilometer lager dan Maastricht". Wat vreemd gezegd, maar het is juist. Tenminste, als je van uit Maastricht horizontaal start en richting het noorden 'kijkt', dan ligt Groningen 338 kilometer noordelijker en 8911 meter lager dan dit horizontale vlak! Anders gezegd: zouden we de Martinitoren op een voetstuk van 8911 meter zetten, dan zouden we vanuit Maastricht alléén de Martinitoren (nét) kunnen zien. (Even geen rekening houden met slecht weer, breking van lichtstralen door de atmosfeer en dergelijke.) Als je met de auto van Maastricht naar Groningen rijdt 'val' je dus (heel langzaam gelukkig) bijna 9 kilometer 'naar beneden'. Nogmaals: Nederland is dus niet bepaald een vlak landje te noemen...
- Afstanden berekend in RD-coördinaten en werkelijke afstanden verschillen weinig. Dat komt omdat het RD-stelsel zeer nauwkeurig is, mits goed toegepast (in GIS: mits de juiste RD-projectiebestanden zijn gekozen). Maar ze verschillen wel! Een landmeetkundige zal hier rekening mee houden. Maar wat zijn nu exact die afwijkingen? Over hoeveel centimeter of meter hebben we het? Vreemd genoeg zijn de afwijkingen in Amersfoort (het 'middenpunt' van Nederland) zo ongeveer het grootst. De afwijkingen zijn - per honderd meter - te berekenen met de formule^[1]:

$$DI = -9.2 \text{ mm} + [(x-155)^2 + (y-463)^2] / 1629.$$

waarin DI (delta I) de afwijking weergeeft in mm *per honderd meter*, x en y zijn (afgerond op kilometers) de x- en de y- coördinaten van het punt waarvan je wilt weten wat daar de afwijking is.

Drie voorbeelden: Amersfoort (155,463) levert een afwijking van -9.2 mm op. Een punt 122 kilometer van Amersfoort af (bijvoorbeeld (277,463)) levert een afwijking van 0.0 mm op, en het punt op het vaste land dat het verst van Amersfoort af ligt (de Eemshaven in Noord-oost Groningen, (251,609)) komt neer op +9.5 mm.

In Amersfoort plaatsen die daar hemelsbreed 170 kilometer omheen liggen is een afstand van 100 meter, gemeten op basis van RD-coördinaten (op een kaart of in een GIS of administratief met een rekenmachine of een database) bijna 1 centimeter verkeerd ten opzichte van de werkelijkheid. (Alleen) in plaatsen die op 122 kilometer afstand van Amersfoort liggen komt een berekend afstand van 100 meter overeen met de gemeten waarde buiten. Het zal duidelijk zijn dat een landmeetkundige die bepaalde afstanden (een ontworpen snelweg) over vele kilometers buiten uitzet hier rekening mee moet houden. Na drie kilometer meten moet er soms al 30 centimeter af of bij!

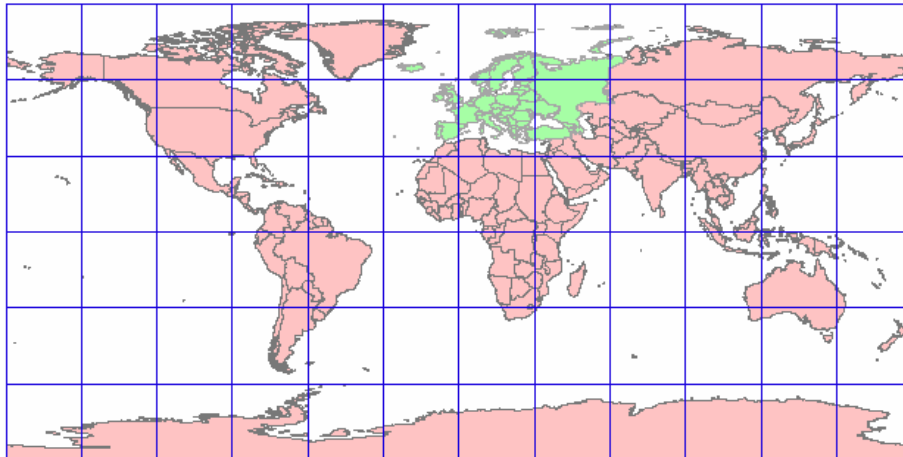
2. Voorbeelden kaartprojecties (facultatief)

Onderstaande voorbeelden tonen figuren van de wereld, Europa en de VS. Niet zozeer om een compleet en juist beeld te geven van projecties, maar om de gedachtegang te bespreken van het komen tot een juiste projectie. Op die manier kun je zelf aan de slag met het zoeken naar de juiste projectie voor jouw toepassing. Tevens komt het belang van het kiezen van een goede projectie op een praktische wijze naar voren. De VS is gekozen om extra uit te lichten, omdat dit land door zijn uitgestrektheid goed laat zien welke problemen er kunnen rijzen.

2.1. Wereld

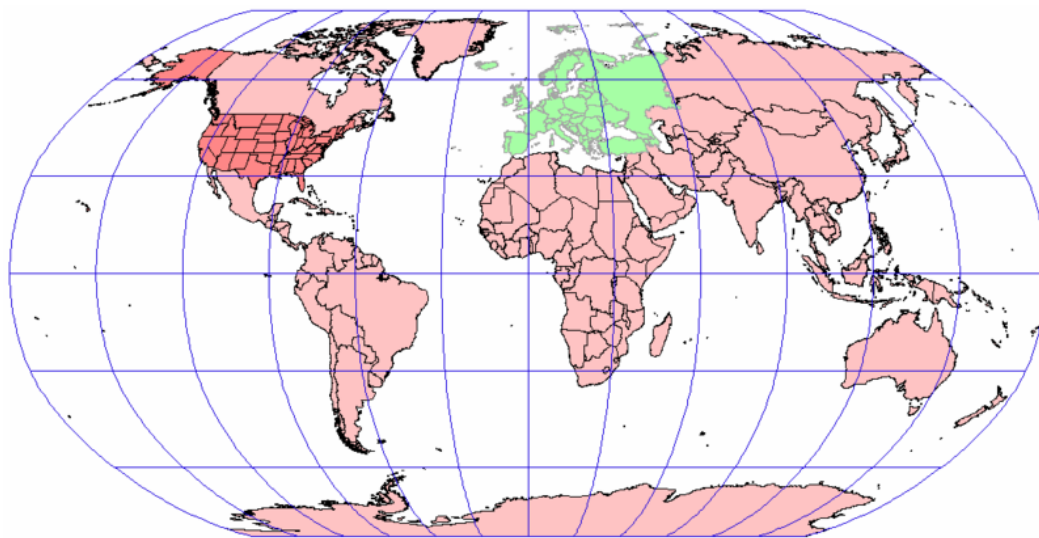
Direct hieronder zie je de wereld 'ongeprojecteerd'. Zo zal een kaart met geografische coördinaten in beeld komen wanneer je deze laadt in je GIS. Het *lijkt* ongeprojecteerd, echter dat is onjuist. De wereldbol is immers wel degelijk plat op je scherm terecht gekomen. Zonder dat je er expliciet om gevraagd hebt, heeft je GIS de data in een (equidistante) cilinderprojectie gezet. Dat komt omdat de lengte- en breedtegraden van de bol lineair zijn uitgezet op respectievelijk een horizontale en verticale as. Landen op hoge breedtegraden zijn in deze projectie sterk in de breedte uitgerekt. Zij hebben zo dus blijkbaar een andere (kleinere) schaal gekregen dan de evenaar. De oppervlakten zijn daardoor

op diezelfde breedtegraden overdreven. Afrika lijkt bijvoorbeeld 3 maal zo groot als Groenland; Afrika is in werkelijkheid echter ruim tien maal zo groot als Groenland.



De wereld 'ongeprojecteerd' (een equidistante cilinderprojectie)

Hieronder een beter geprojecteerde wereld. Deze Robinson-projectie is niet 100% vorm- en afstandsgetrouw, maar is een mooie tussenoplossing. Kaarten kunnen niet én vorm- én oppervlaktegetrouw zijn. Ook de projectie van Winkel is een mooie tussenoplossing. Groenland is in verhouding met Afrika nu veel beter afgebeeld.



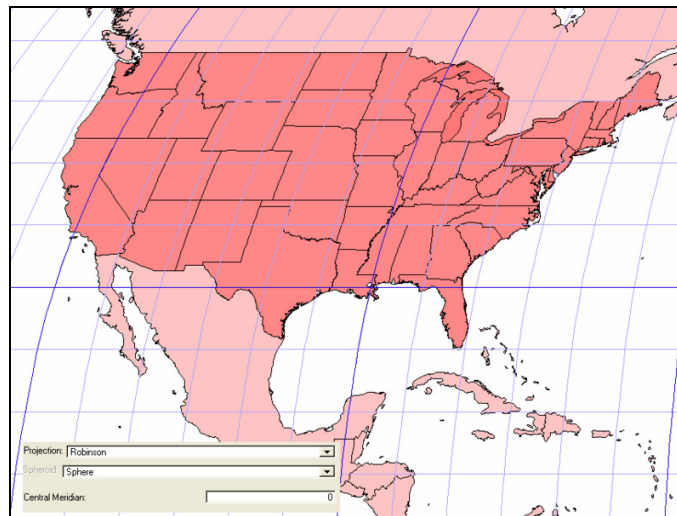
De wereld in een Robinson-projectie

Vermijdt de voorheen populaire Mercator-projectie. Deze geeft de landen weer met de juiste vorm, maar de oppervlakte zijn zo zwaar vervormd dat bijvoorbeeld Groenland net zo groot is als Afrika. Beter alternatieven voor de Robinson-projectie zijn Winkel II en Eckert III.

SAMENVATTING: Kies bij het weergeven van de wereld altijd voor een projectie, zoals de Robinson-projectie. Kiezen voor 'geen projectie' is geen optie, al gebeurt dat vanzelf door je GIS als je niets instelt; de wereld is aan de polen dan sterk vervormd. Winkel II en Eckert III zijn dan aardige alternatieven voor de Robinson-projectie.

2.2. Verenigde Staten

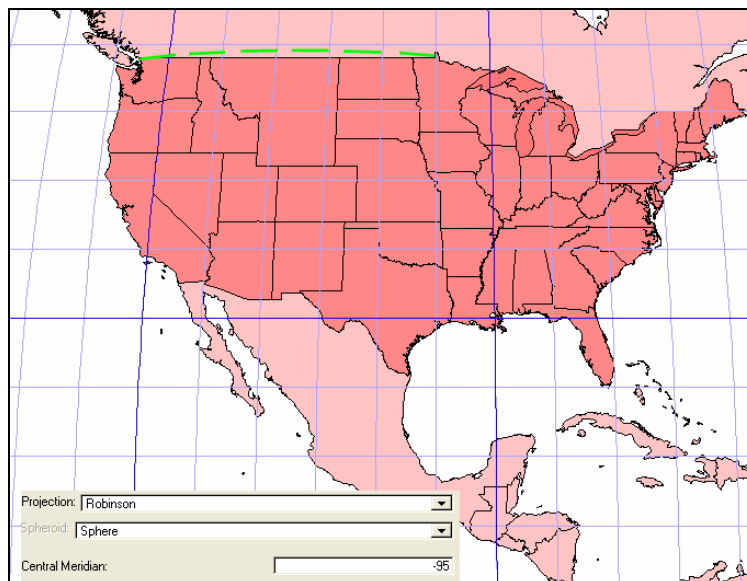
Hierboven hadden we dus een mooie projectie voor de hele wereld. Laten we die mooie projectie eens los op de VS, dan krijgen we dit:



De VS in dezelfde Robinson-projectie, dus met als centrale meridiaan 0 (spheroid is Engels voor Ellipsoïde.)

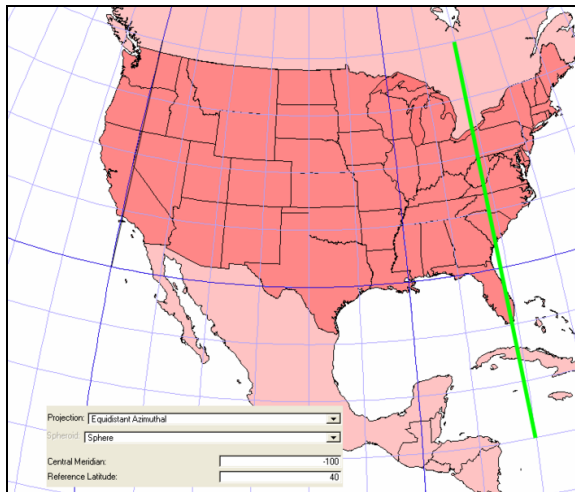
In feite is gewoon ingezoomd op de VS uit het hiervoor getoonde plaatje van de hele wereld. Die mooie Robinson-projectie, geschikt voor de hele wereld, blijkt dus niet voor delen van de wereld geschikt! De VS is namelijk voor je gevoel scheef getrokken. Dat komt omdat je betere projecties gewend bent. Merk op - zie de inzet linksonder - dat de centrale meridiaan (=lengtegraad) op 0° staat. Dat was de standaardinstelling van het GIS programma toen we de projectie instelden voor de hele wereld, in het voorbeeldkaartje uit de vorige paragraaf. Met centrale meridiaan bedoelen we de meridiaan die als enige echt verticaal staat, en die in het midden van de projectie moet komen. Alle meridianen zijn natuurlijk noord-zuidgericht op de aardbol; op de meeste projectiesoorten is er maar één ook echt 'noord-zuid' afgebeeld.

Laten we daarom diezelfde projectie eens kiezen, maar nu met als centrale meridiaan 95°WL (dat is -95°):

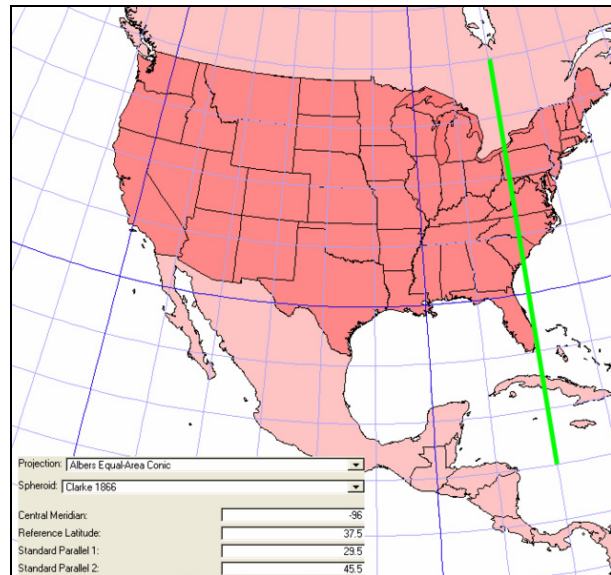


De VS in dezelfde Robinson-projectie, maar nu met als centrale meridiaan 95°WL. In groen is de kortste weg (de kortste absolute afstand) aangegeven tussen twee punten op de 49e breedtegraad.

Dit ziet er al veel beter uit. Toch is deze projectie niet optimaal toegespitst op de VS. Afstanden binnen de staten, de vormen en de oppervlakten van de staten zijn nog niet optimaal. Dit is onder andere te zien aan de groene stippellijn; de kortste afstand tussen twee punten. We kunnen daarom beter kiezen voor een equidistante, azimuthale projectie, zoals die hier links onder staat.



De VS in een equidistante ('gelijke afstanden') azimuthale projectie, afgestemd op de VS (zie inzet)



De VS in een equal area ('gelijke oppervlakten') projectie, die van Albers, ook weer afgestemd op de VS.

Deze projectie geeft afstanden goed weer, maar de oppervlakten van de gebieden worden niet goed weergegeven. Merk op dat de projectie voor de VS is geoptimaliseerd, door als centrale breedtegraad 40°NB (dus een positieve waarde) en als centrale lengtegraad 100°WL (dus een negatief getal) te nemen. Kijk nu eens heel goed naar de kleine verschillen tussen beide VS-kaarten / VS-projecties, en let daarbij op zowel de staten zelf als het graadnet dat er over heen ligt. Op het eerste gezicht *lijken* in ieder geval de staten en de VS niet vreemd of vervormd.

De rechter projectie toont hetzelfde gebied, is ook goed op dat gebied afgestemd, echter het is een *equal area* projectie. Merk op dat in beide projecties de breedtegraden gebogen zijn, maar dat *alleen* in de rechter de lengtegraden rechte lijnen zijn. Om dit duidelijk te kunnen zien zijn twee groene lijnen toegevoegd. De groene lijnen in beide figuren zijn rechte lijnen. In de linker figuur is er ruimte tussen de lengtegraad en de groene lijn. In de rechter figuur echter lopen de lengtegraad en de groene lijn over elkaar heen. De vormen van de staten in de rechter figuur zijn misschien wat vervormd, maar er is daardoor wel voor een juiste verhouding van de onderlinge oppervlakten (of staten) gezorgd. De linker 'equidistante' projectie is meer voor afstanden geschikt, terwijl de rechter 'equal area' projectie voor thematische verschijnselen geschikt is, zoals voor fysische en demografische onderwerpen.

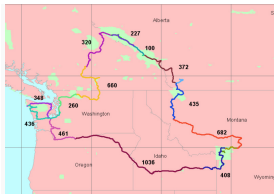
Intermezzo: Hoe moet een route worden weergegeven?

Hier onder staat vier keer dezelfde informatie / kaart, echter steeds met een andere projectie. Het gaat om een reis van een aantal dagen in het westen van Canada en de VS. De getallen bij de wegen stellen het gereden aantal kilometers voor per dag (verschillend gekleurd).

De vraag is: **welke projectie is in dit geval juist en waarom?**

Probeer het eerst zonder de toelichting te lezen.

Vier maal de N-Amerika reis, vier maal dezelfde data met een andere projectie:



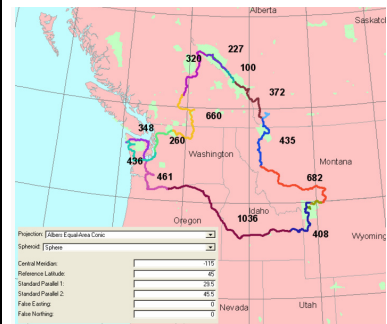
De reis ongeprojecteerd (cilindrische projectie). Dit is zeer fout en levert een zeer onherkenbaar beeld op. Zowel vorm als afstand is - vooral in het noordelijke deel - te breed uitgetrokken



De reis is nu weergegeven met default beschikbare, afstandsgetrouwe kegelprojectie van de VS, zonder enige aanpassingen. De afstanden zijn nu goed. Echter, de oriëntatie is een gruwel; het beeld is onherkenbaar, omdat het westen niet links, maar linksboven is te vinden...



Dit is dezelfde projectie als hiervoor, echter nu aangepast op basis van een centrale lengte- en breedtegraad. Dit ziet er beter uit en de afstanden zijn optimaal weergegeven.



Ook hier is voor de juiste centrale lengte- en breedtegraad gekozen, echter, dit is een (Albers) equal area projectie. Dat houdt in dat niet de afstanden, maar de oppervlakten optimaal zijn weergegeven.

Het juiste antwoord is de derde versie. Alleen die afstandsgetrouwe versie toont (maximaal) de juiste afstanden én geeft het gebied op een zo natuurlijk mogelijke wijze weer. Dat wil zeggen, de middelste meridiaan toont het noorden verticaal. Omdat het een groot gebied is, is het verstandig om lengte- en breedtegraden ook weer te geven. Voor wat betreft het vierde plaatje: dit ziet er misschien vertrouwd uit, maar de afstanden zijn niet goed weergegeven, iets dat misschien lastig na te meten is. Maar toch zal bij exacte bestudering blijken dat de schaal verkeerd is. Het is immers een Equal Area projectie, dus met gelijke oppervlakten. Deze had alleen gebruikt mogen worden bij een thematische kaart waarbij de oppervlakten verschillende kleuren moeten krijgen. Dit is onder andere het geval wanneer oppervlakte gekleurd worden op basis van bevolkingsdichtheden, vervuiling, et cetera. Dit soort thematische kaarten heten choropleten (zie deel B).

SAMENVATTING: Gebruik projecties voor de wereld niet voor delen van de wereld. En andersom, gebruik projecties voor delen van de wereld niet voor grotere delen, zoals de wereld. Gebruik afstandsgetrouwe projecties wanneer afstanden van belang zijn. Bedenk daarbij wel: de afstanden zijn nooit in alle richtingen écht perfect; zorg voor de juiste parameters bij het afstemmen van de afstandsgetrouwe kegelprojectie op jouw gebied. Dat wil zeggen: zorg dat de twee breedtegraden van de van kegel het gebied snijden waar jij je kaart van maakt. Zorg voor de juiste centrale meridiaan, zodat het beeld goed en niet wezensvreemd over komt bij de kaartlezer. Kies voor een Equal Area (oppervlakte getrouwe) projectie, bij zogenaamde choropleten, dus wanneer de oppervlakten verschillende kleuren moeten krijgen op basis van een bepaald thema, zoals bevolkingsdichtheden.

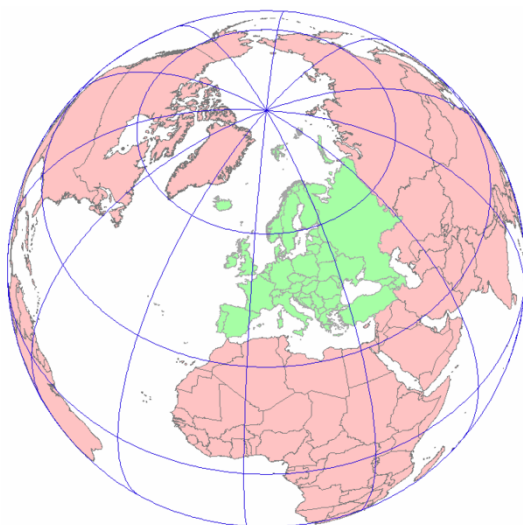
2.3. Poolgebied

Op de eerste afbeeldingen van dit hoofdstuk, heb je wereldkaarten gezien waarbij de poolgebieden nu niet bepaald fraai in beeld kwamen. Hier waren de grootste vervormingen. Dat komt omdat bij de

meeste projecties het projectievlak de aarde raakt of snijdt op gematigde breedte of op de evenaar. Dat is voor de gematigde breedte waar de meeste mensen wonen gunstig, maar niet als je de polen in beeld wil brengen. De cilindrische en kegel projecties kunnen best scheef op de lengtegraden gezet worden, maar dat levert een vreemd beeld op.

Om de polen goed in beeld te krijgen, moeten we dus op zoek naar een andere projectie.

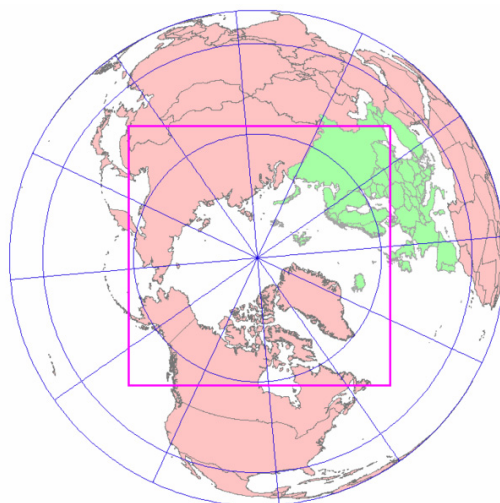
Hieronder zie je de wereld wanneer je deze vanuit een grote / oneindige afstand zou waarnemen, ook wel een orthografische projectie genoemd. Dit is een voorbeeld van een vlak-projectie. Je ziet trouwens gelijk waarom er andere projecties nodig zijn; slechts de helft van de aardbol is zo in kaart gebracht; de zuidelijke helft is niet zichtbaar. Maar er is nog iets ergers aan de hand; aan de randen zijn de vervormingen extreem en oppervlaktes zijn daar veel te klein. Hier is geen goede kaart mee te maken.



De wereldbol vanuit de ruimte (op een oneindige afstand) gezien.

Wat details bij de vorige figuur. Dit heet ook wel een orthografische projectie. Dit is één van de drie vlakprojecties, naast de gnomonische en stereografische. Overigens: Nederland is in dit voorbeeld als raakpunt van het raakvlak met het aardoppervlak genomen. Hierdoor staat Nederland exact in het midden van de figuur en is de 5°OL meridiaan die door Nederland gaat, verticaal en ongebogen in het midden van de kaart. De Meridiaan van Greenwich staat er net iets links van.

Ook deze projectie is fout:

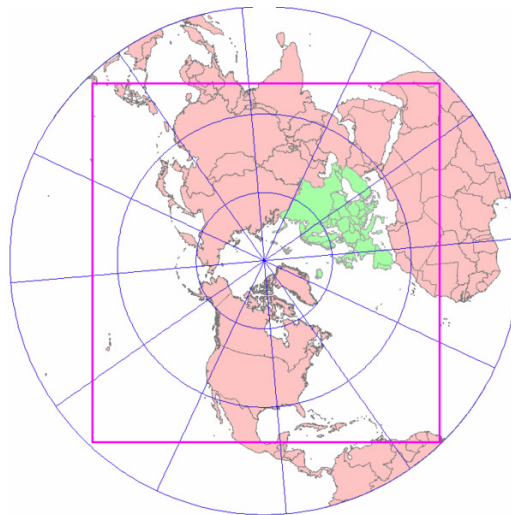


De wereldbol vanuit de ruimte ook weer op een oneindige afstand.

Dit is dezelfde orthografische projectiesoort als bij de figuur hiervoor. Echter, de noordpool is nu gekozen als raakpunt van het raakvlak met het aardoppervlak. Hierdoor staat de noordpool exact in het midden van de figuur. Wel is een andere lengtegraad als centrale meridiaan gekozen, namelijk eentje die door het midden van Canada loopt.

Deze versie *lijkt* daarom aardig geschikt gemaakt als illustratie voor een artikel over de pogingen (zomer 2007) van Canada om haar aanspraak op het noordpoolgebied - en dan vooral de noordelijke doorvaart - kracht bij te zetten. Waarom? Omdat de Noordpool als centrum is genomen, en de gemiddelde lengtegraad van Canada is gebruikt als y-as. Voor een Canadees een plezierig beeld, maar minder voor de Chinees; China staat 'op zijn kop'. Toch is deze projectie zeer slecht, om een andere, eerder genoemde redenen. Er zijn namelijk te veel vervormingen, afstanden zijn niet correct. Dus ook niet wanneer de cartograaf besluit alleen het roze omrande gebied te nemen. Daar lijken die vervormingen zich niet of minder voor te doen. In werkelijkheid zijn die vervormingen hier natuurlijk ook aanwezig. Meten en vergelijkingen maken op de kaart zijn daardoor niet mogelijk. Het ziet er misschien leuk uit, maar kies zo'n simpele projectie niet.

Hieronder een betere vlakprojectie:



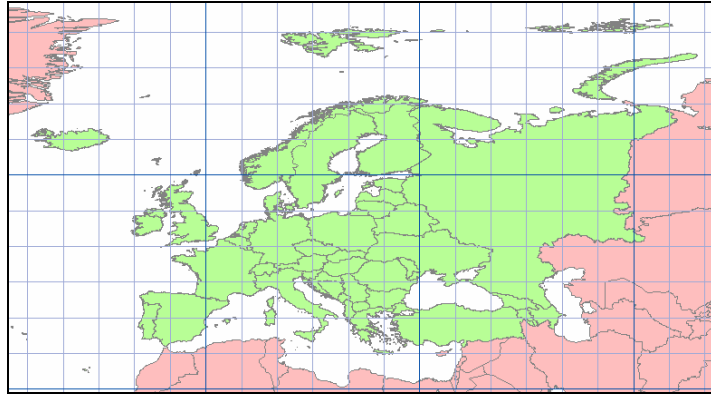
Het poolgebied met een stereografische projectie.

Dit is een stereografische projectie. Dat is een conforme (vormgetrouwe) projectie. Deze heeft als effect dat naar de randen toe de landen minder verkleind worden dan bij de orthografische projectie. Het is nu mogelijk een kaart van een groter gebied te maken, omdat de vervormingen minder groot zijn en daardoor minder snel wezensvreemd overkomen. Dat is het geval in het roze omrande gebied. Kies echter toch altijd voor een kleiner gebied, wanneer de omgeving er omheen er toch niet toe doet. Want Afrika is - hoe je het ook wendt of keert - toch weer te groot weer gegeven. Het valt pas op wanneer verteld wordt dat heel Afrika in werkelijkheid 13 maal zo groot is als Groenland. In deze figuur lijkt dat met half Afrika al gehaald te zijn. Maar maak je op basis van deze projectie een kaart van alléén het poolgebied - daar is deze projectie immers voor bedoeld! - dan heb je een basis voor een mooie kaart.

SAMENVATTING: Bij projecties, vooral vlakprojecties oftewel azimuthale projecties, zijn vervormingen naar de randen zeer groot. Gebruik projecties voor het gebied waar ze voor bedoeld zijn. Zoom niet verder uit dan nodig, laat dat gebied zien waar het om gaat, anders komen de gebieden in beeld waar de vervormingen in afstand en vorm te groot zijn.

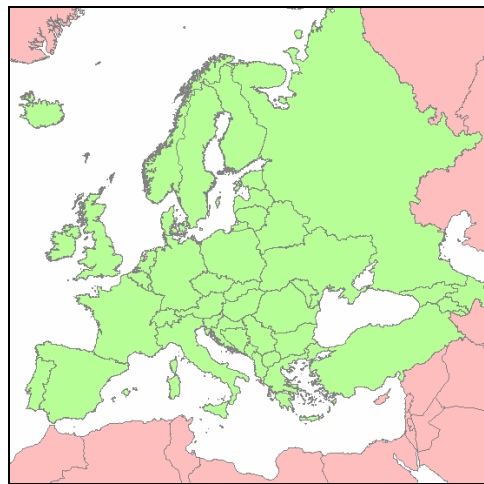
2.4. Europa

Wanneer we in onze GIS Europese geo-informatie 'ongeprojecteerd' laten, en in feite dus geen keuze hebben gemaakt uit de lijst met de in jouw GIS beschikbare projectiesoorten, dan ziet het beeld er waarschijnlijk ongeveer zo uit:



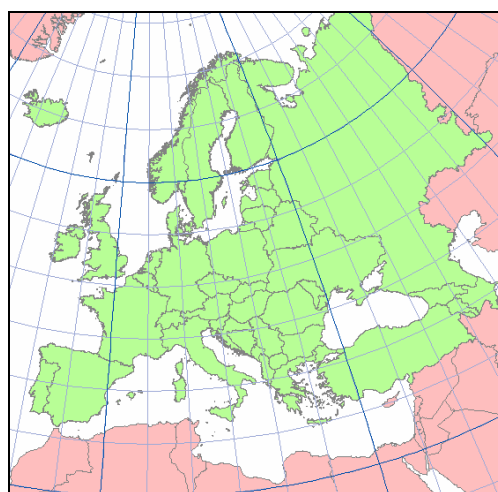
Europa 'ongeprojecteerd' (een equidistante cilindrische projectie)

Zelfs de eerste de beste GIS-specialist zal onmiddellijk zeggen dat dit echt niet kan. Omdat hij ooit eens iets over het RD-stelsel heeft gelezen kiest hij maar eens voor het RD-stelsel, in de hoop dat dat beter is. Inderdaad, het lijkt een stuk beter:



Europa in het RD-stelsel

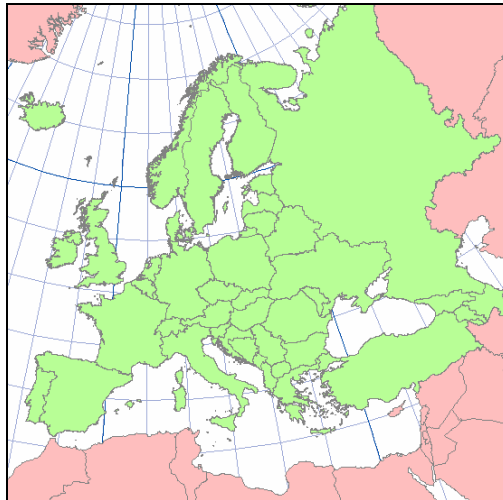
Met een gradennet ziet dezelfde projectie er als volgt uit:



Europa in het RD-stelsel, met breedtegraden

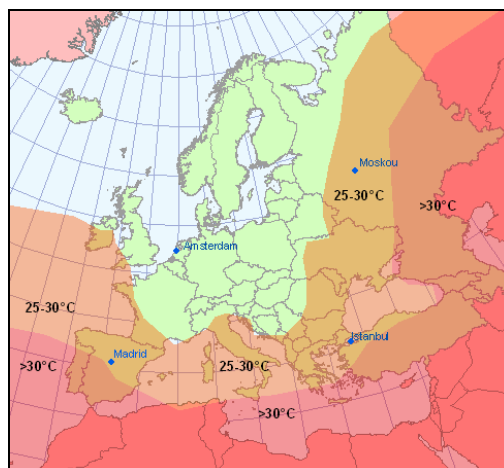
Hij had namelijk gelezen dat mét een gradennet mogelijke vertekeningen minder erg lijken, en dat de lezer van de kaart beter ziet hoe breedtegraden - wellicht met hetzelfde klimaat - lopen. Dat klopt ook.

Maar zo'n gradennet zit in de weg als er straks één of ander thema (steden, bevolking, weer of klimaat) over de landen gevisualiseerd moet worden. Dus probeert de GIS-specialist het zo:



Europa in het RD-stelsel, met breedtegraden 'onder de landen' afgebeeld

Ook dit is weer een verbetering. Nu legt hij er het weer 'over heen'. Deze kaartlaag heeft hij zelf getekend, op het scherm, gewoon over de andere datalagen (in RD-projectie heen). Hij stopt wanneer hij de temperaturen groter dan 25°C en groter dan 30°C heeft getekend, want hij begint te twijfelen. Dit is op dat moment het kaartje dat heeft gemaakt:



Europa in het RD-stelsel, met temperaturen en breedtegraden 'onder de landen' afgebeeld

Hij begint terecht te twijfelen. Want ligt Moskou echt zo hoog, zo 'noordelijk'? Tja, de breedtegraden geven dat toch prima aan. Dus zou het goed moeten zijn. En de Krim, en de Zwarte Zee? Dat stond bij Russen toch bekend als een fantastisch en warm Middellands Zeeklimaat. Maar liggen die warme gebieden écht zo 'hoog'? Gelijk met Nederland?

Er is blijkbaar toch iets mis... Het RD-stelsel mag alleen gebruikt worden voor Nederland. Nederland zelf staat er misschien mooi op, en daar is het noorden ook netjes het noorden. Maar het midden van de kaart is niet Nederland, maar ligt veel oostelijker. De vervormingen concentreren zich daarom vooral in het oosten. Die eventuele vervormingen hadden sowieso meer uitgesmeerd moeten worden over het hele kaartbeeld. Nu zijn de oostelijke gebieden véél te Noordelijk weergegeven. De ontdekking dat het daar zo warm is, komt niet alleen door het landklimaat. In de zomer zorgt de zon, ver van de afkoelende zee, inderdaad voor hogere temperaturen, bij gelijkblijvende breedtegraden dan in het westen van Europa. Echter, nu komt het óók door de projectie, die deze gebieden nog hoger ('noordelijker' volgens het oog van de kaartlezer) lijkt weer te geven. Dit beeld is - ook al zou de kijker zich hier van bewust zijn, niet mentaal te corrigeren. De GIS-specialist dient hier rekening mee te houden. Kies dus een projectie waarbij het midden van de kaart noord-zuid wordt weergegeven, en

waarbij de vervormingen - van vorm of grootteverhoudingen - in de projectie naar de randen toe gelijk verdeeld zijn.

Wat abstracter gezegd: De kaart mag technisch, wiskundig gezien goed gerekend worden. Echter de zuidelijke breedtegraden in het rechter deel van de kaart liggen voor de lezer van de kaart 'hoger' en worden daarmee als noordelijker beoordeeld. Wiskundig gezien kan deze visuele conclusie van de kaartlezer veroordeeld worden. Echter, het visuele beeld kan nauwelijks mentaal bijgesteld worden, ook al valt het oog van de kaartlezer misschien op de naar rechtsboven lopende breedtegraden in het rechterdeel van de kaart. Zelfs al heeft de kaartlezer enig begrip van projecties en de ligging van landen, het mentale beeld dat de Zwarte Zee zo noordelijk ligt kan nauwelijks worden gecorrigeerd door de rationele wetenschap dat deze eigenlijk zuidelijker zouden moeten liggen.

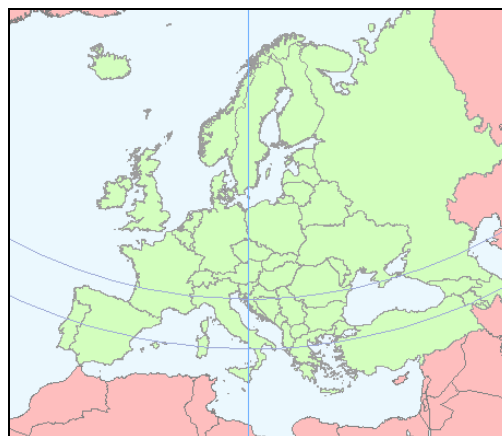
De GIS-specialist ziet dit gelukkig tijdig in, en wijzigt de projectie:



Europa met een conforme kegelprojectie volgens Lambert

Dit is inderdaad beter. De Krim ligt nu visueel minder 'noordelijk' (beter: minder hoog) dan in de eerste projectie. Dit komt doordat nu een betere (kegel)projectie is gekozen. De belangrijkste verbetering van deze projectie is dat daarbij de 15e lengtegraad als centraal meridiaan is gekozen. Hierdoor is het midden van de kaart noordgericht.

Het is dus een aardig kaartje, echter... het is een *conforme* kaart. Bij een weerkaart is het vaak belangrijker om te weten hoe ver de landen (en dus de weersystemen) uit elkaar liggen. De afstanden zijn in dat geval dus belangrijker. Hij had dus beter voor een equidistante projectie kunnen kiezen. Hij kiest dan ook uiteindelijk toch voor een andere projectie:

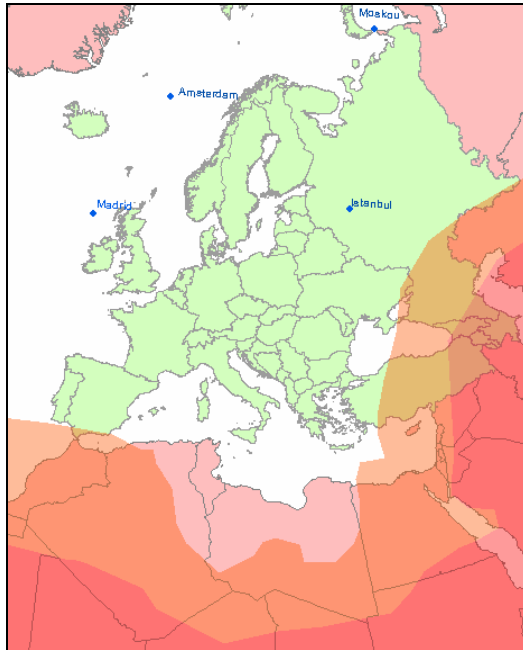


Europa met een equidistante kegelprojectie, de 15e lengtegraad geeft het noorden weer.

Zoals te zien is aan de twee breedtegraden: deze laatste projectie levert opnieuw een beeld op waarmee de landen in de Middellandse zee voor het oog 'even noordelijk liggen'. In ieder geval ligt de Zwarte Zee niet meer zo hoog als Nederland, maar op gelijke hoogte met Noord Spanje.

NB, dit voorbeeld is ontleend aan de situatie van enkele gratis verspreide ochtendkranten, waarin de Zwarte Zee inderdaad erg fout in beeld komt. Zouden ze daar de laatste, hierboven gekozen projectie gebruiken, dan zouden hun lezers veel natuurlijker en vooral juister de weerkaarten kunnen interpreteren.

Maar er is ondertussen iets vreemds gebeurd:



Europa met fouten. De steden met de labels en de temperaturen zijn klaarblijkelijk in een ander of géén coördinatenstelsel gedefinieerd

De GIS-specialist heeft tijdens zijn zoektocht naar de juiste projectie 'even snel' de door de weerdienst opgegeven temperaturen over de landen van de Middellandse Zee heen getekend. Er ging daardoor iets mis. Toen hij van de ene projectie overschakelde naar de andere projectie, kwamen die temperaturen niet meer in beeld. Bovendien kwamen de steden op de verkeerde plek. Wat er gebeurd is? Hij was de tip vergeten om voor elke nieuwe dataset, een projectiestelsel in te stellen...

Gelukkig zijn in het bovenstaande kaartje de lengtegraden toch maar weggehaald. Immers de doelgroep moet zich concentreren op de temperaturen en niet op het graadnet.

Intermezzo: Georefereren

Wat is er in het laatste figuur misgegaan? De ondergrond - oftewel de geo-informatie of de data laag "landen van europa" - is opgeslagen in een geografisch coördinatenstelsel. De landen zijn geprojecteerd, waardoor in het scherm géén geografische, maar cartesische (x- en y-) coördinaten in beeld zijn. Teken je als GIS-specialist 'op dit scherm' dan weet het GIS-pakket niet om welke geografische coördinaten het gaat; je tekent immers op het scherm, niet op het (geografische) coördinatenstelsel. Tenzij je opgeeft dat de x- en y-coördinaten die je handmatig toevoegt, volgens een bepaald projectiestelsel moet worden opgevat. Alleen in dat geval waren deze problemen voorkomen.

Het toevoegen van de juiste coördinaten aan gegevens wordt ook wel **georefereren**. Coördinaten,

zoals ze in het bestand voorkomen, of op het scherm zijn opgegeven, kunnen wanneer de juiste omrekening eraan is gekoppeld, in elk projectiesysteem juist worden weergegeven.

Aangezien je in het scherm met platte (scherm)coördinaten tekent, moeten die teruggerekend kunnen worden naar geografische coördinaten.

In de module hiervoor over de theorie van GIS zagen we al eerder dat ook rasterbestanden (zoals tif-bestanden) gegeoreferend moeten worden. Die bestanden hebben niet alleen een juist projectiestelsel nodig, maar moeten ook gegeoreferend worden. Dat gebeurt bij rasterbestanden vaak met een apart bestand, vaak een 'world-file' genoemd. Het rasterbestand zelf heeft namelijk eigen rastercoördinaten. Die rastercoördinaten beginnen linksonder met de coördinaat (0,0) en gaan vele rasterpunten (bijvoorbeeld 1000) naar rechts en naar boven, om daar rechtsboven bijvoorbeeld bij coördinaat (1000,1000) te eindigen. Rastercoördinaten zijn in een GIS onbruikbaar, ze moeten kunnen worden omgerekend naar geprojecteerde coördinaten. Wanneer we de grootte van één rastercel weten (bijvoorbeeld 25m), en we weten de geprojecteerde coördinaat linksonder - bijvoorbeeld (150.000,350.000) - dan zijn hiermee alle geprojecteerde coördinaten van alle rasterpunten te bepalen. Zo is het punt rechtsboven (175.000,375.000). Uitleg voor de x-coördinaat: $150.000 + 25m \times 1000 = 175.000$.

Door deze details te kennen, zijn deze aparte bestanden / world-files zelf toe te voegen aan de rasterbestanden. (Voor details wordt verwezen naar het desbetreffende GIS-pakket dat gebruikt wordt.)


Op deze wijze is het rasterbestand toch op de juiste plek in het geprojecteerde stelsel weer te geven.

Hier onder nog een kaart van Europa, op basis van een Lambert azimuthale equal area projectie. Er is voor deze projectie met gelijke oppervlakten gekozen, omdat het een *politieke* kaart is. De verschillende landen moeten immers vooral niet groter lijken dan andere landen van vergelijkbare grootte.



Een kaart van Europa op basis van de Lambert projectie (Bron: Wikimedia Commons). Aan het gradennet is te zien dat deze projectie goed afgestemd is op het gebied dat in kaart is gebracht. Dat is te zien aan het feit dat de twee buitenste lengtegraden links en rechts op dezelfde breedte van de kaart aflopen; de centrale meridiaan (niet weergegeven) loopt dus recht van boven naar beneden. (Bij een Mercatorprojectie zouden deze lengte lijnen allemaal parallel van boven naar beneden lopen.)

Merk op dat het oosten van Europa er niet volledig op staat. Ook het noorden van Afrika en een deel van de Middellandse Zee staat er niet op. Dat is terecht. De cartograaf heeft hier bewust gekozen voor wat belangrijk is: Europa zelf. Bij weerkaartjes van Europa is het belangrijk wat vanuit zee komt, en ook wat de temperaturen in Turkije zijn; Europeanen gaan daar immers vaak op vakantie. Vandaar dat je in verschillende kaarten niet alleen verschillende projecties, maar ook verschillende gebiedsgroottes aantreft. Blijft gelden: zoom altijd zo maximaal mogelijk in. Bij een weerkaart van een continent betekent dat minder ver inzoomen dan bij een politieke kaart van datzelfde continent.


 **SAMENVATTING:** Niet alleen bij verschillende gebieden en verschillende schalen, ook bij verandering van doel/thema zijn andere projecties nodig. Kies voor een afstandsgetrouwe projectie bij thema's wanneer wegen en afstand van belang zijn, kies voor een oppervlaktegetrouwe projectie bij politieke en andere thema's met choropleten. Houd verder rekening met de juiste keuze voor de centrale meridiaan. Stel altijd een projectie in. Bij sommige rasterbestanden moeten nog (geprojecteerde) coördinaten worden toegevoegd. Dit laatste heet 'georefereren'.

3. Coördinaten creëren met een GIS indien er geen coördinaten zijn

Dankzij GIS beschikt de cartograaf over geautomatiseerde manieren om geo-informatie goedkoop en zonder dure inwinning 'in het veld' te verkrijgen. Wanneer geen coördinaten bekend zijn, kunnen namelijk op twee andere wijzen toch coördinaten toegevoegd worden aan lijsten met informatie. Door die toevoeging is die informatie plotseling geo-informatie te noemen. Het gaat om:

- Geocoderen en
- Lineair Refereren.

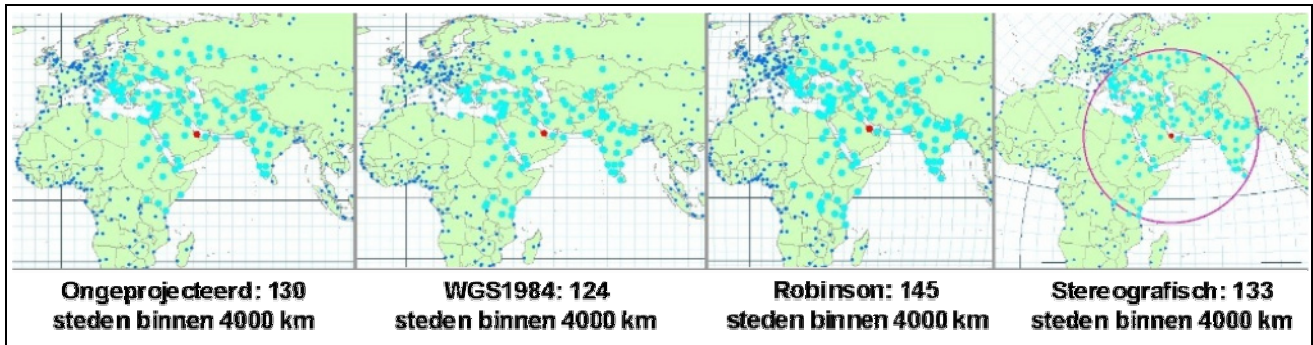
Voor beide methoden, geocoderen en lineair refereren, geldt dat deze geautomatiseerd (snel en 'met één druk op de knop') voor grote gegevensbestanden gerealiseerd kunnen worden. Zie verder: Geo-visualisatie/Vervolg GIS

 **SAMENVATTING:** Geocoderen en Lineair refereren zijn GIS-technieken waarbij aan data zonder coördinaten toch coördinaten worden toegevoegd.

4. Over GIS-afstandsberekeningen en projecties

Deze paragraaf zal wellicht sommige ervaren GIS-specialisten misschien verbazen. Een GIS berekent namelijk afstanden niet altijd even betrouwbaar, en de uitkomst is zéér afhankelijk van de projectiesoort.

Uit de theorie van de projecties is af te leiden dat er geen één projectie de afstanden in alle richtingen overal goed weer geeft. Afstanden zijn vaak op enkele breedte en lengtegraden correct. Logisch wanneer we ons de foto van het gebroken ei weer herinneren. Er zitten nu eenmaal steeds wijder wordende scheuren in die opgevuld moeten worden, willen we van de eierschaal een aaneensluitend plat vlak maken. Dat betekent dus ook dat afstandsberekeningen bij een GIS de fout in kunnen gaan. In nauwkeurige projecties en bij kleine gebieden (zoals in Nederland) hoeven met grote afwijkingen van enkele meters geen rekening te worden gehouden. Op wereldschaal wel; hier gaat het op tientallen kilometers fout. We moeten dus de meest geschikte projectie uit zoeken om dit te voorkomen of om de fout te minimaliseren.



GIS-berekeningen met betrekking tot afstanden zijn afhankelijk van de projectie die gebruikt wordt. In dit geval is de vraag: hoeveel steden liggen binnen 4000 kilometer van Qatar (het rode punt)?

In het dit voorbeeld is met een GIS op basis van 4 projecties en 4 keer dezelfde data, gezocht naar het antwoord op de vraag. Hoeveel wereldsteden liggen binnen 4000 kilometer afstand van Qatar (de rode punt). Het antwoord is vier keer anders. Maar welk antwoord is nu juist?

In de eerste drie voorbeelden is gebruik gemaakt van projecties die slechts op bepaalde meridianen de afstand schaalgetrouw weergeven. Dat levert per definitie in allerlei richtingen vreemde antwoorden op.

Er is in dit voorbeeld uiteindelijk gekozen voor de meest betrouwbare projectie die bij deze GIS-bewerking past. Een stereografische projectie, niet met de noordpool als centrum, maar Qatar. Het voordeel is dat vanaf Qatar, in welke richting je ook gaat, de afstanden in gelijke mate toe of afnemen. De afstand van Qatar tot de buitenste cirkel is ook op de wereldbol 4000 km. Afstanden gemeten vanuit andere punten dan Qatar, en in andere richtingen, zijn onbetrouwbaar. Voor deze GIS-berekening maakt dat niet uit; als de afstanden, vanuit Qatar in alle richtingen gezien, maar gelijk toenemen. We hoeven dan slechts van één stad / coördinaat de afstand tot Qatar te verifiëren. Als die maar 4000 kilometer is. Het juiste antwoord is daarom: 133 steden.

Overigens, afstandsbepalingen in een GIS op grootschalige, goed geprojecteerde bestanden kennen géén problemen. Dit is meestal in Nederland, zeker indien het RD-stelsel gebruikt wordt, geen enkel probleem. Er is ook geen probleem wanneer bij kleinschalige toepassingen (dus bij berekeningen op het niveau van de wereld en de continenten) waarbij gebruik wordt gemaakt van netwerken, waarbij van de juiste afstanden (namelijk, de afstand over de wegen zelf) wordt uitgegaan.

SAMENVATTING: Uitkomsten van GIS-afstandsberekeningen zijn afhankelijk van de gekozen projectie. Kies deze zorgvuldig, vooral bij kleinschalige toepassingen. Verifieer uitkomsten en afstanden. In Nederland, met het RD-stelsel, hebben we hier in een GIS géén last van.

5. Referenties

1. ^ Inleiding Landmeetkunde, J.E. Albeda, 1991, 4e (her)druk, Delftse Uitgevers Maatschappij BV, Delft

Ga verder met de module 'Communicatie'.



Doelstellingen van deze module 'Communicatie'

Na het lezen van deze module kent de lezer de verschillende uitdrukkingvormen om te communiceren. Hij kent de communicatietheorie en herkent daardoor begrippen als referentiekader, ruis en mentaal visualisatie model als onderdelen daarvan die problemen kunnen opleveren. Ook kent hij zo evaluatie, feedback, terugkoppeling en het verkennen van de doelgroep als zaken die problemen kunnen voorkomen.

Inhoud

- 1 Vooraf
- 2 Communicatietheorie
- 3 Visualisatie en geo-visualisatie
- 4 Het communicatieproces bij visualisatie
- 5 Doelgroep
- 6 Doel
- 7 Cartografie en de afdeling communicatie
- 8 Referenties
- 9 Literatuur

1. Vooraf

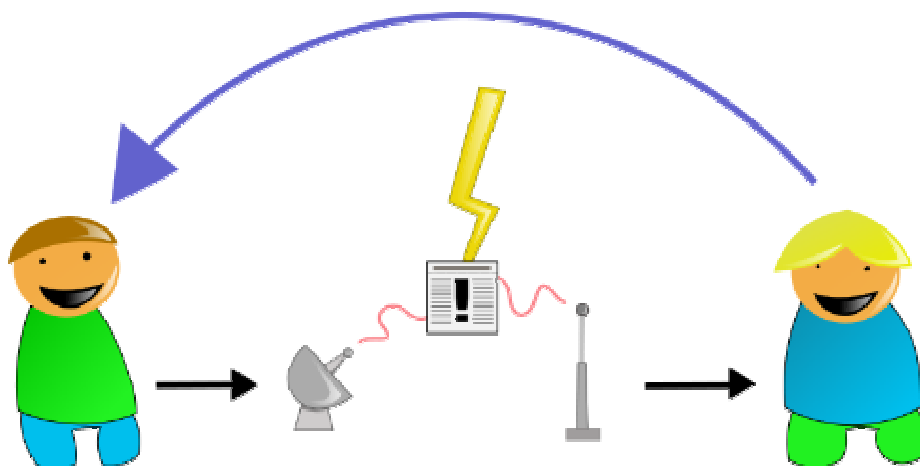
Deze module behandelt de communicatietheorie voorzover deze voor de GIS-specialist en cartograaf noodzakelijk is. Cartografie is immers een communicatieve wetenschap. Een kaart staat tussen wellicht 'onbegrijpelijke' data en een kaartlezer in. De rol van een GIS-specialist zal daarom zeer nuttig en dankbaar zijn. Daarmee kent cartografie gelijktijdig dus niet alleen een bèta-kant, maar ook een alfa-kant. Zonder hier rekening mee te houden zou de kaart wel eens volledig aan zijn doel voorbij kunnen gaan. De kaartmaker zou wel eens verstokt of stoffig kunnen overkomen en bovendien de plank volledig mis kunnen slaan bij het opleveren van zijn kaart. Vandaar deze module over communicatie.



Kaarten maken is een vorm van communiceren. Daarbij gaat het niet alleen om de inhoud. Bij de presentatie zijn uiterlijke vorm, het tijdstip en het medium vaak méér bepalend voor het succes dan de inhoud... net als bij de politiek!

2. Communicatietheorie

Communicatie is een *proces* waarbij men tracht een bepaald begrip over te dragen uit het voorstellingskader van de zender naar het voorstellingskader van de ontvanger. Dit gebeurt door middel van gecodeerde informatie die, volgens afspraak, naar een begrip verwijst. Om het iets concreter te maken: een voorbeeld van gecodeerde informatie is een a) groen driehoekje of b) het woord 'camping'. Een voorbeeld van een begrip is in dit voorbeeld in beide gevallen a) en b) een plek waarbij het mogelijk is meerdere tenten en of caravans te plaatsen en hier te overnachten. Communicatie vindt plaats met behulp van 'tekensystemen' in de breedste zin van het woord, zoals mimiek, spraak, visualisatie, tekst en gebaren. De uitdrukkingsvorm van zo'n tekensysteem noemt men ook wel het medium. Denk bijvoorbeeld aan een foto's, boek, betoog of een kaart. Vindt de communicatie plaats via beelden als uitdrukkingsvorm dan heet deze vorm visualisatie; denk aan diagrammen, pictogrammen en kaarten. Vindt de communicatie plaats via kaarten als uitdrukkingsvorm dan heet deze *vorm van communicatie* geo-visualisatie.



Communiceren is het verzenden van (gecodeerde) informatie van een zender (links) naar een ontvanger (rechts). De ontvanger dient de boodschap te kunnen decoderen. Bij het verzenden kan sprake zijn van ruis (de bliksemschicht). Bij kaarten is er slechts zelden sprake van feedback (de blauwe pijl).

Met behulp van het figuur rechts kan dit informatie-uitwisselingsproces in stappen worden beschreven voor wat betreft kaarten:

- **Coderen van informatie.** Informatie dient voordat het verzonden kan worden, bewerkt te worden. Dit bewerken (coderen) van informatie kan op vele manieren gebeuren. Taal is een voorbeeld van een communicatie code. Belangrijk voor het gebruik van een code is dat de ontvanger de code moet kunnen begrijpen. Bij kaarten wordt onder andere ruwe data (gedetailleerde neerslagcijfers in mm/m²) tot informatie in begrijpelijke taal samengevat (slechts enkele regenwolken boven Nederland).
- **Verzenden van de gecodeerde informatie.** Het verzenden van de gecodeerde informatie kan op vele manieren - via verschillende media - plaatsvinden. Denk aan een kaart in de krant of via internet; dan is nauwelijks feedback mogelijk.

Over **ruis**: Belanden deze media niet bij de doelgroep (de website is 'uit de lucht', de website is niet geschikt voor mensen met slechts een ouderwetse modem, de doelgroep (65+) beschikt niet in ruime mate over internet) dan is er sprake van ernstige ruis. Ruis ontstaat ook als de referentiekaders van zender en ontvanger niet overeenstemmen. De zender codeert een camping als een groen driehoekje, maar de ontvanger decodeert deze als een kerstboomhandelaar. Of de zender verstaat onder een camping ook campings 'bij de boer' met een maximum van 10 staanplaatsen voor alleen tenten, en de ontvanger verwacht een grote camping met zwembaden en genoeg staanplaats voor een gezelschap van 10 caravan liefhebbers.

- **Ontvangen van de gecodeerde informatie.** Om de gecodeerde informatie op te kunnen vangen is een apparaat of orgaan noodzakelijk wat voor hetgeen verzonden is. Bij kaarten is dat minimaal het oog. Voor sommige kaarten is het van belang met kleurblindheid rekening te houden. Er bestaan ook (toeristische) kaarten op een beperkt aantal uitzichtpunten voor blinden. Hierbij is de geo-informatie gecodeerd tot opstaande randen voor dijken en opstaande arceringen voor bebouwd gebied. De blinde kan zo op een 'uitzichttafel' de ligging van de dijk volgen door met zijn ontvangstmiddel (zijn handen) de vele bochten te volgen. Die zijn te voelen voor blinden.

Een voorbeeld van een 3D-kaart: Vielsalm en omgeving (België) van opzij gezien. Dit is een goed voorbeeld hoe slechtzienden, maar ook goed zienden, van een goed medium voorzien kunnen worden. Huizen worden niet 'gecodeerd' door oranje vierkantjes op een plat vlak, maar door huisjes! Dit is met recht goede communicatie en originele cartografie te noemen. Ook strategisch is deze opzet slim: het medium straalt uit: iedereen is welkom in deze stad!



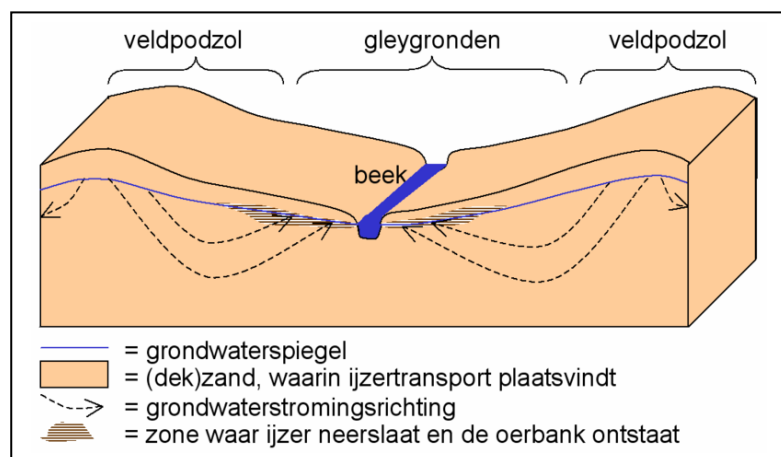
- **Decoderen van de ontvangen informatie.** De ontvangen gecodeerde informatie dient, om verder bewerkt te kunnen worden, gedecodeerd te worden. Dat kan (bij kaarten) alleen wanneer de ontvanger de symboliek kent (blauw is water) of indien de legenda de decodeercode meegeeft. Hoe simpeler de code, hoe doeltreffender de kaart.
- **Terugkoppeling / feedback** van de ontvanger naar de zender. Denk aan ontvangstbevestiging en of de boodschap is begrepen. Bij kaarten lijkt dit misschien op het eerste gezicht niet nodig. Echter, wanneer een kaart bedoeld is om mensen naar het startpunt van een open dag te loodsen en iedereen komt op een verkeerde plek, dan is de boodschap in ieder geval niet goed over gekomen. Het testen van kaarten is ook van belang wanneer de boodschap op een doelgroep wordt overgebracht die niet, of slechts achteraf feedback kan geven. Bij het ontwerpen van kaarten is een evaluatie overigens sowieso een must, niet alleen omdat het soms zeer complex kan zijn, maar ook omdat de kaart ervoor kan zorgen dat er wel of geen juiste beslissing wordt genomen...

SAMENVATTING: Kaarten zijn niet slechts een steriel eindproduct, maar als uitdrukkingsvorm, boodschap of medium een hoofdrol in het communicatieproces. Hierbij zorgt een zender (bijvoorbeeld de GIS-specialist) voor een codering van de werkelijkheid. Bij het zenden (de website, de krant) kan zogenaamde 'ruis' optreden, waardoor de boodschap slecht, deels, of niet aan komt. Dit kan ook ontstaan als de boodschap 'vreemd' is gecodeerd. Bij het decoderen door de ontvanger, kan namelijk een ander referentiekader aanwezig zijn. Bijvoorbeeld omdat deze ontvanger groene driehoeken niet met campings, maar met kerstbomen associeert.

TIP: Terugkoppeling of navragen hoe een kaart overkomt kan helpen om belangrijke en of ingewikkelde kaarten te verbeteren. Negatieve opmerkingen - ook als die onterecht lijken - kunnen van grote waarde zijn om een kaart te verbeteren. De oplossingen die door de kaartlezers wordt aangedragen hoeven niet per definitie te worden opgevolgd. Wel zal hun probleem dat ze met de kaart hebben zeer serieus genomen moeten worden. Als GIS-specialist zul jij andere, alternatieve oplossingen bij dat probleem moeten overwegen. Jij bent degene die weet welke oplossingen eveneens gebruikt kunnen worden. Een opmerking als "Er moet een legenda bijkomen voor al die zwarte bolletjes, want ik wist niet dat dat steden waren", kan worden opgepakt als het voorzien van labels (de namen van steden) bij die zwarte bolletjes. Jij had nu juist gepoogd géén legenda te gebruiken. Een andere probleem, door de kaartlezer genoemd als "Er staan te veel labelteksten in beeld, enkele moeten weg" - terwijl jij ze niet wilde weg halen - kan opgelost worden door onderscheid te maken in labels (kleine labels voor de steden) of door de kaart groter af te drukken, of een serie kaarten te maken. Jij zal creatief te werk kunnen gaan dankzij deze terugkoppeling. Vraag er verder op door, zeker als je één of meer negatieve reacties krijgt. In de rest van dit handboek komen genoeg voorbeelden naar voren.

3. Visualisatie en geo-visualisatie

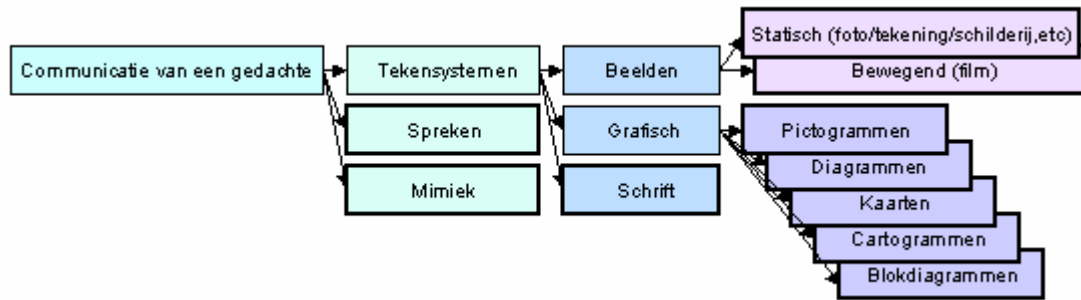
(Geo-)visualisatie is dus een vorm van communiceren. Visualisatie is het vertalen van een gedachte naar een beeld of te wel uitdrukingsvorm. Geo-visualisatie is het vertalen van een gedachte naar een specifieke uitdrukingsvorm, namelijk een kaart. Dit kan analoog (op papier), digitaal (als bestand of op een website), of het kan interactief op een scherm tot stand komen. In het laatste geval is sprake van een GIS. In de eerste twee gevallen is er maximum grip op het resultaat, omdat er invloed is op het gehele totstandkomingsproces inclusief hoe de data gevisualiseerd wordt. In het laatste, interactieve geval is die grip op het resultaat duidelijk veel minder. Daar staat tegen over dat de kaartlezer zijn eigen referentiekader kan gebruiken bij het vormen van zijn uiteindelijke kaartbeeld(en).



*Voorbeeld van een **blokdiagram**, één van de vijf mogelijke grafische uitdrukingsvormen. In dit geval wordt het ontstaan van een oerbank gevisualiseerd.*

Geo-visualisatie is niet hetzelfde als cartografie, het is meer. Geo-visualisatie is door in M.J. Kraak ^[1] omschreven als het domein dat zich bezighoudt met de visuele exploratie, analyse, synthese en presentatie van ruimtelijke gegevens via de integratie van benaderingen uit verschillende disciplines. Daardoor is men in staat om op velerlei manieren naar de gegevens te kijken.

Het onderstaand figuur geeft de plaats van visualisatie weer t.a.v. andere wijzen (uitdrukingsvormen) van communicatie. Het gaat hierbij om de drie blauwe vlakken: beelden, grafieken - waaronder ook kaarten - en het schrift.



Wijzen van communicatie die er in het algemeen zijn. De grafische uitdrukkingvormen zijn verder uitgewerkt/uitgesplitst. De dik/zwart omrande rechthoeken zijn uitdrukkingvormen.

De studie die zich met geo-visualisatie bezighoudt, is altijd al de Cartografie geweest, maar met de introductie van GIS houden alle Ruimtelijke Wetenschappers zich hier mee bezig. Deze vorm van cartografie is noodzakelijk, omdat met de opkomst van GIS géén cartografische kenmerken van de geo-informatie niet meer (zonder meer) worden opgeslagen bij het karteren en inwinnen van de gegevens. Iets concreter uitgelegd: Bij de 'oude' niet geautomatiseerde cartografie was het getekende (gestippelde, bruine) lijntje de visuele en inhoudelijke informatie. Tegenwoordig wordt de inhoudelijke informatie als lijn opgeslagen, samen met het attribuut dat het een fietspad betreft. Er moet dan vaak nog expliciet worden opgegeven of deze lijn nu gestippeld en bruin moet worden weergegeven. Zie verder in deel A (Geo-visualisatie/Inleiding GIS) onder 'Het bijzondere van GIS-data: de attributen'.

SAMENVATTING: Geo-visualisatie is één van de grafische uitdrukkingvormen, naast pictogrammen, diagrammen, cartogrammen en blokdiagrammen. Van deze uitdrukkingvormen, maar ook die van de beeld- en de schrifttaal, kan geleerd worden wanneer we ons met cartografie bezig houden.

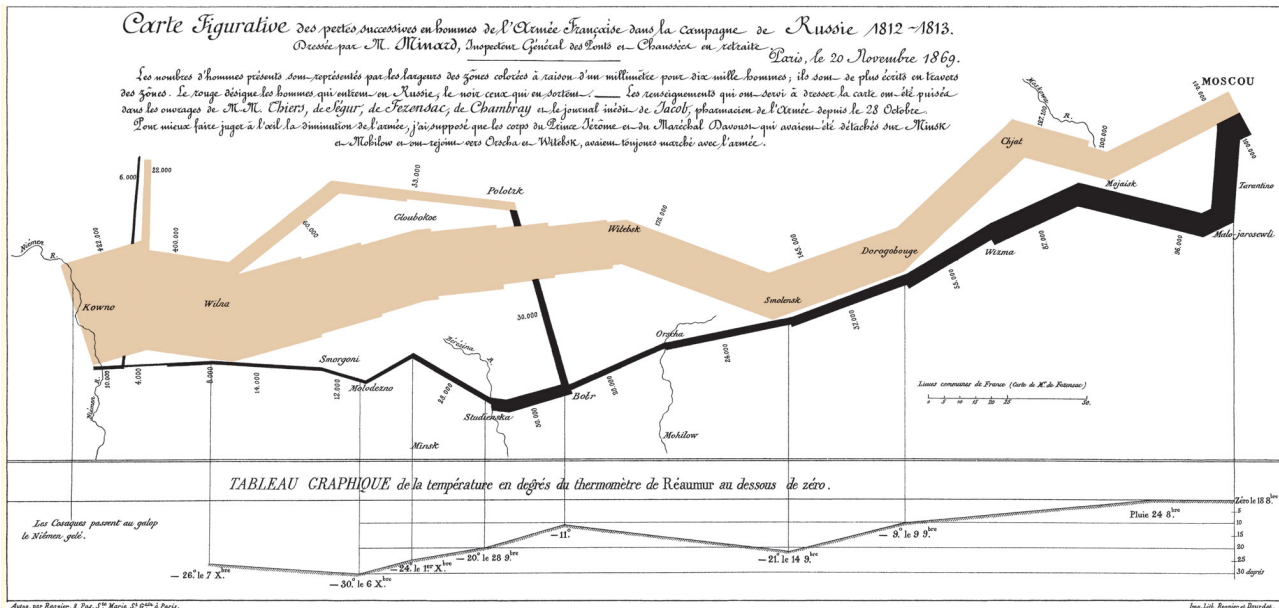
Intermezzo: De beste grafische representatie ooit: Minards kaart van de Ruslandcampagne van Napoleon in 1812-1813

Hieronder een prachtig voorbeeld van data- én geo-visualisatie. Het beschrijft Napoleons Campagne naar Rusland in 1812. Het is een zogenaamde Bewegingskaart, waarbij de terugtrekking van Napoleon eveneens gerelateerd wordt - in het onderste deel van de figuur met de steeds lager wordende temperaturen die zijn troepen moesten ontberen.

De figuur toont in totaal zes typen informatie:

- de geografische locatie (inclusief namen van steden en rivieren)
- de factor tijd (alleen op de terugtocht)
- de temperatuur (het onderste deel van de grafiek)
- de route en
- richting van de troepen en
- het aantal (nog resterende) manschappen.

Volgens Edward Tufte, schrijver van het boek 'The Visual Display of Quantitative Information' uit 1983, een 'bijbel voor statistici' volgens The Economist, is dit de beste statistische grafiek aller tijden^[2].



Minards kaart van de Ruslandcampagne van Napoleon in 1812-1813

Waarom is dit wellicht de beste visualisatie aller tijden? Hoewel subjectief en ongetwijfeld incompleet, worden hieronder een aantal punten genoemd die de kaart in ieder geval fantastisch maken.

- Het onderwerp is dramatisch, en spreekt, bijna 200 jaar na dato, nog steeds veel mensen aan. (Een beetje geluk heeft Minard als winnaar dus wel...)
- Met één beeld, is - zonder een overdaad aan extra symbolen, teksten en lijnen - véél informatie leesbaar gemaakt. Steden die er niet toe doen, zijn weggelaten. Sterker, voor de eenvoud van het beeld - een mooiere, rechtere route dan in werkelijkheid, heeft Minard er voor gekozen steden te verplaatsen. Het is hiermee niet meer een zuivere geografische kaart, maar min of meer een schematische kaart geworden. De lezer zal dit niet storen en niet opvallen.
- De leesrichting van een kaartlezer is van links naar rechts, en daarna van boven naar beneden. Minard had hiermee wellicht mazzel mee, want de route van Napoleons leger gaat dezelfde richting op.
- Alleen het belangrijkste heeft een kleur gekregen; de enorme, naar het oosten steeds smaller wordende oranje/roze balk die het dalend aantal manschappen beschrijft. Bij de omgekeerde route, de terugtrekking, is - heel toepasselijk - zwart gekozen! Zelfs als die zwarte lijn steeds dunner en dunner wordt, zien we 'm nog. Met andere woorden: er is door de dikke oranje/roze en zwarte balken sprake van een juiste visuele hiërarchie.
- Er is duidelijk veel aandacht geschonken aan de opmaak van de kaart. Labels en balken zijn mooi, uitgelijnd, in een consequente lettertype (al zouden we dat tegenwoordig met een schreefloos lettertype doen).
- Er staat veel tekst boven. 140 jaar na publicatie van deze publicatie zouden we zo'n tekst wellicht elders - in een begeleidende tekst - zetten. Maar zelfs al lezen we over deze tekst heen; zonder extra informatie is de kaart toch leesbaar. Er is zelfs geen legenda bij gebruikt / nodig.
- De kaart nodigt uit tot verder nadenken en een open discussie, omdat náást de feitelijke decimering van Napoleons troepen, óók de temperatuur hiermee in verband is gebracht. Hiermee is de kaart een polythematische of beter gezegd samengestelde kaart. De kaart leidt hiermee de kaartlezer. Met extra aanhaallijnen wordt de bedoeling duidelijk: de temperatuur die onder in beeld staat, heerst op de plek waar Napoleon op dat moment langs komt.
- De kaart ziet er objectief en kundig uit, door de gedetailleerde achterliggende data, door de lange 'titel', maar ook doordat er géén Russische troepen of veldslagen zijn gekarteerd. Het nodigt - opnieuw - uit tot zelfstandig denken (of verder lezen). Wat is er bij de Bérézina gebeurd? Wat leverde nu de grootste bijdrage aan de sterfte? De

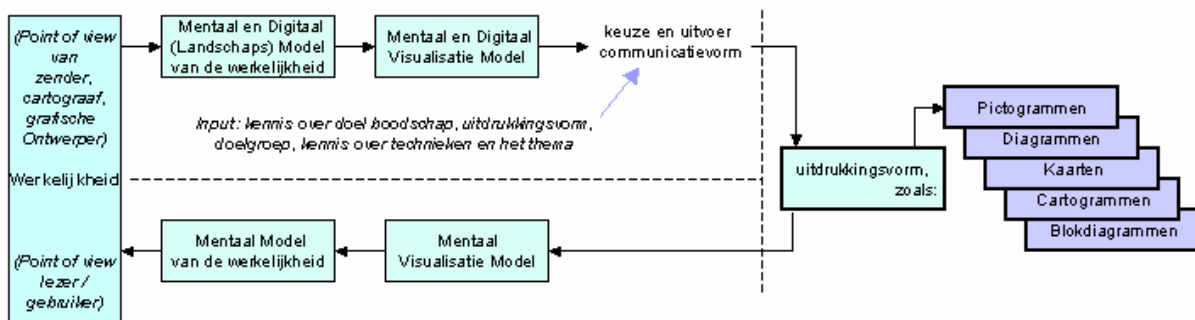
koude, de strijd met de Russen, de te lange aanvoerlijnen, honger, of nog iets anders dat niet gekarteerd is. Minard had uiteraard ook wat geluk dat deze veldtocht blijkbaar zo goed statistisch is bijgehouden door de veldheren. Maar eerlijk is eerlijk: als informatiemakelaar heeft deze Minard er perfect uit weten te halen wat de kaartlezer wilt weten.

De kaart slaag er in dat de dramatische decimering van Napoleons troepen prachtig in ons brein beklijft. Hoeveel pagina's geschiedschrijving zijn er voor nodig om deze kaart in woorden en getallen uit de doeken te doen? En andersom: Voor hoeveel pagina's geschiedschrijving is dit een toepasselijke illustratie? Kortom: het is een *historische* kaart, en dan wel dubbelzinnig gesproken.

TIP: Voor wie 'over de schutting' wil kijken: in Historische hoogtepunten van grafische verwerking (door W. Neeleman en H. Verhage, Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht) zijn enkele leuke, historische voorbeelden te zien van statistische visualisatie. Het is een site uit 1999, maar daarom niet minder lezenswaardig!

4. Het communicatieproces bij visualisatie

Bij het vertalen van data naar een kaart voor een lezer spelen de processen zoals afgebeeld in onderstaand figuur.



Het belang van mentale (en ook digitale) modellen bij de totstandkoming én ook de interpretatie van de uitdrukingsvormen.


Het figuur toont boven het proces van de totstandkoming van de visualisatie. De (grafisch) ontwerper / GIS-specialist houdt daarbij rekening met niet alleen technische aspecten, maar ook met de doelgroep en de exacte boodschap. Hij zal de complexiteit hier op moeten afstemmen. Hij dient behalve (technische) ervaring ook kennis van onder andere communicatie, cartografische principes en diagramsoorten en hier ook enig gevoel bij te hebben of te ontwikkelen. Kennis van de doelgroep moet dus ook aanwezig zijn.

In het onderste deel van de figuur is immers te zien dat de vertaling van de boodschap naar 'hoe te handelen' plaatsvindt; zal hij denken dat hij moet vluchten bij een bepaald pictogram of gaat hij blussen. Wanneer het visualisatiemodel van de maker en de lezer van de kaart niet overeenkomen, is er een probleem. De kaart wordt anders uitgelegd, de boodschap komt niet over en er kunnen verkeerde beslissingen volgen.

Slechts het rechter deel van de figuur toont het gezamenlijk deel van de zender en de ontvanger. Bijvoorbeeld: de vluchtroutekaart van een camping. Middels enquêtes is deze status quo te doorbreken. Er kan dan bijvoorbeeld gekeken worden of de kaart (legenda's, detailniveau) moeten worden aangepast.

Kijk nog eens naar de eerder getoonde foto van de stadsplattegrond van Vielsalm. Deze foto toont dat het de moeite waard is om te zoeken naar een visualisatie model, dat zo dicht mogelijk bij de

werkelijkheid ligt. In dit geval is zelfs geen legenda nodig; huizen zijn huizen, bomen zijn bomen. Slechts de schaal en het materiaal zijn anders. Hierdoor is de kans zo klein mogelijk gemaakt dat de ontvanger van de boodschap een totaal ander mentaal beeld van het dorp krijgt als dat van de cartograaf of de werkelijkheid. Bovendien is in dit voorbeeld de doelgroep onder andere een slechtziende. Juist daarom is het knap dat op deze wijze een legenda is vermeden. Het is namelijk niet alleen lastig voor het ziende oog om steeds tussen de kaart en de legenda te switchen (wat was ook al weer dat gele driehoekje?) Juist voor de vingers van een blinde is dat erg lastig! Kortom: dit is een schoolvoorbeeld van hoe een GIS-specialist die als cartograaf aan de gang gaat, moet beseffen dat hij aan het communiceren is, en niet alleen maar informatie aan het ontsluiten is.

 **SAMENVATTING:** Kaarten maken lijkt een eenzaam proces; de werkelijkheid wordt omgezet in een kaart. Wanneer we de kaart echter zien als een medium, dus om te communiceren met de kaartlezer, verandert dit beeld. De kaart is een scharnierpunt. We kunnen de kaartlezer de werkelijkheid, of beter gezegd, delen daar uit, tonen aan de kaartlezer. Wanneer deze kaartlezer de beelden op de kaart begrijpt, zal hij de werkelijkheid (zonder er wellicht geweest te zijn) goed begrijpen. Dit kan alleen wanneer het mentale en visuele landschapsmodel van de kaartmaker en de kaartlezer overeenstemmen.

5. Doelgroep

De bruikbaarheid van een kaart wordt bepaald door de juiste afstemming op de doelgroep en de context waarin de kaart wordt gepubliceerd (boek, op straat, in een wetenschappelijk tijdschrift of bijvoorbeeld in de 'Spits'). De cartograaf / maker van de kaart dient te zorgen dat de kaart aansluit op de doelgroep. Denk hierbij aan de stijl, het aantal details, de ingewikkeldheid van de objecten op de kaart en (de omschrijving in) de legenda.

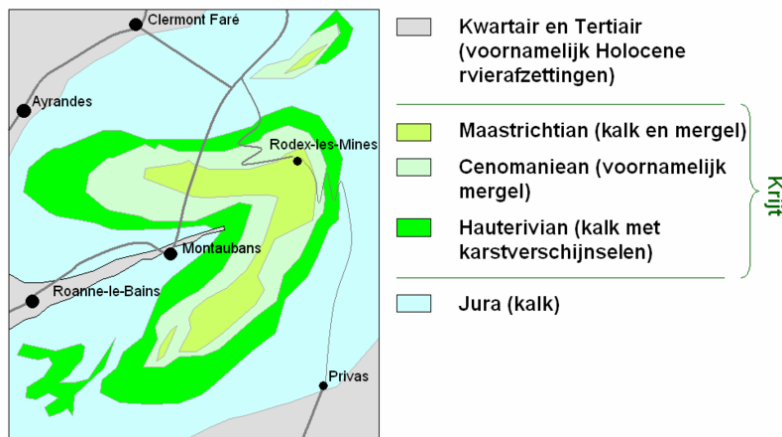
De doelgroep waar jij een kaart voor moet maken is te beschrijven op verschillende kenmerken:

- **Mediagebruik.** Ouderen willen de kaart wellicht liever via een folder in hun brievenbus thuis, jongeren willen het liefst een website. NB: het percentage van 65-74 jarigen dat thuis een internetaansluiting heeft stijgt nog steeds Het percentage 65-74 jarigen dat thuis een internetaansluiting heeft is misschien onverwacht hoog: 31% in 2003 volgens het SCP (<http://www.scp.nl/publicaties/persberichten/9039523266.shtml>).
- **Kennis.** Welke kennis is bij de doelgroep al bekend op een bepaald moment.
- **Interesse** voor het onderwerp. Is de doelgroep, wanneer hij die kaart in de handen heeft, hier zelf naar op zoek gegaan, en is hij dus al geïnteresseerd, of moet de kaart zelf die interesse (mede) nog opwekken. Wanneer een folder op straat wordt uitgedeeld of een persoon komt op een homepage van een website en ziet er een kaartje staan, dan was de persoon daar misschien niet naar op zoek. Anders is het wanneer iemand een kaart besteld, of een kaart op een vervolgpagina tegenkomt waar hij zelf naar heeft doorgeklikt.
- **Leeftijd.** Dit zegt iets over het kleurgebruik en de lettergrootte, of over de stijl van de kaart.
- **Opleiding** en daarmee samenhangend het kennisniveau. Dit zegt iets over welke termen je in de kaart en bij de begeleidende tekst moet zetten. Het aantal kaartlagen, de hoeveelheid objecten en objectsoorten en de klasseindelingen zijn hier op van invloed.
- **Woonplaats.** Gaat de kaart over de industriële ontwikkeling van Hoogeveen, en is de doelgroep de bewoners van Hoogeveen, dan kunnen er lokale wijknamen op staan, en is het medium misschien een lokale krant. Is het onderwerp hetzelfde, maar de doelgroep is de geïnteresseerde (wereld)burger in industriële ontwikkeling, dan moet de kaart misschien wel Engelstalig worden uitgevoerd, zullen lokaal bekende benamingen misschien weg moeten, en zal het medium niet het papier zijn.

Een bijzondersoort doelgroep is de doelgroep **publiek**. Eigenlijk is dat géén doelgroep waar je kenmerken van kent, maar het zijn de 'toevallige passanten' die een stuk media (met daarop wellicht jouw kaart!) in handen krijgen. De homepage van het NRC krijgt niet alleen eigen abonnees - die

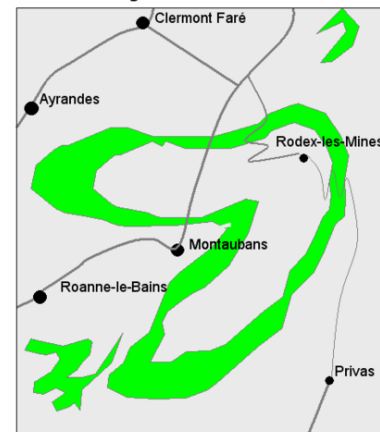
zich vaak hoogopgeleid noemen - op bezoek, maar ook 'toevallige' passanten die via bijvoorbeeld het zoeken naar een onderwerp met Google, tóch bij die site terecht komen. Een blad van de ANWB is er voor de doelgroep van autogebruikers, maar misschien willen zij ook niet-autogebruikers aanspreken. Heeft de kaart ook de functie dat hij het brede publiek moet boeien, dan zal die toch een wat spraakmakender uitgevoerd moeten. Ook dient de terminologie minder specialistisch te zijn, en zullen er minder thema's, objecten, kaartlagen en klasse-indelingen mogelijk zijn dan wanneer alléén de desbetreffende doelgroep de kaart onder ogen moet krijgen. Op websites is vaak de homepage geschikt voor het publiek (zeg maar: alle mogelijke doelgroepen), de pagina's achter de homepage komen alleen in beeld wanneer iemand (de doelgroep!) bewust op zoek is naar die informatie. Kaarten op díe pagina's zullen (net als de teksten) dieper in kunnen gaan op de materie.

Geologie omgeving Mantaubans, Frankrijk



Geologie omgeving Mantaubans voor de doelgroep: geoloog (zie tekst).

Karstverschijnselen omgeving Mantaubans, Frankrijk



Geologie omgeving Mantaubans. Zelfde kaart, nu voor de doelgroep: toerist. Let op de gewijzigde titel!

Een voorbeeld waarbij twee doelgroepen totaal verschillen qua interesse en opleiding: een geologische kaart. Bij het maken van een kaart van een geologische kaart van Zuidoost-Frankrijk kunnen de kalkafzettingen uit het Krijt misschien wel in drie kleuren groen worden getoond, wanneer de doelgroep geologen zou zijn. De legenda zou zelfs typische 'geologenafkortingen' mogen gebruiken. Maar stel dat doelgroep bestaat uit een gemiddelde vakantieganger die zijn reis wil plannen door een kalkgebied vanwege de mooie karstverschijnselen. In dat geval is het genoeg - sterker: beter - om een geologische kaart te maken met daarin alleen maar vlakken die die ene kalksoort met karstverschijnselen weergeven. De legenda bestaat dan nog maar uit één item: karstverschijnselen. De titel kan ook aangepast worden tot 'Karstverschijnselen' in plaats van 'Geologie'. Op deze wijze is zelfs de legenda te vermijden. Het levert een snel leesbare en eenvoudige kaart op voor de vakantieganger die op rust en eenvoudige uitleg uit zal zijn. Een prima kaart voor een reisgids kan dus gemaakt worden op basis van een prima kaart voor een geoloog. Eén op één overnemen is vaak niet aan te bevelen. Afwijken van conventies zoals die in vakdisciplines gelden (zoals bij de geoloog groen of 'stenen muurtjes' Krijt afzettingen voorstellen) kan soms aan te bevelen zijn; als de doelgroep een andere voorstelling in de nieuwe context beter vindt, dan is dat goorloofd.

Uit de hoofdstukken 'GIS als model van de werkelijkheid' en 'Communicatietheorie' volgt dat we voorzichtig moeten zijn modellen/geo-informatie zomaar in een kaart te vertalen en die vervolgens over de Bühne te gooien bij een kaartgebruiker.

Intermezzo: Iemand vraagt jou de weg = Een kaart maken voor iemand die de terminologie nog niet kent

Vergelijk het met een toerist die aan jou in jouw geboortestad de weg vraagt. Wanneer jij het beste voor heeft met hem én communicatief vaardig bent - een GIS-specialist / kaartenmaker behoort dat beide ook in zich te hebben - dan zal je je moeten verplaatsen in die toerist. Je zal niet een antwoord geven als: "Bij dat huis met die bijzondere barokke gevel gaat u naar links". Dat jij als hobby architectuur hebt, en dat dat ene barokke huis jou altijd opvalt, is jouw zaak. Je tast wellicht eerst de toerist af met een vraag als "Kent u wel het grote plein?" en "Bent u met de fiets of auto?". Vervolgens - alsof jij in een onbekende stad rijdt - beschrijf je zakelijk en zo eenvoudig mogelijk de route.

De vaardigheid van die beschrijving en de bekendheid met de stad bepaalt of u dat goed doet. Zo is dat ook met de cartografie. Het verhaal over 'iemand vraagt jou de weg' en 'het maken van een kaart' kan worden uitgelegd aan de hand van de begrippen die hierboven in twee eerdere figuren is besproken:

	Werkelijkheid	GIS-model	Visueel model zender	Uitdrukkingsvorm	Visueel model ontvanger	Werkelijkheid volgens ontvanger
"De weg wijzen"	de stad	de straten die de inwoner kent	hoe de inwoner deze classificeert (T-splitsing of Y-splitsing)	hoe de inwoner dit verwoordt in één of meer zinnen (of uittekt op de grond als een cartograaf!)	het interpreteren van de toerist (kent hij het woord Y-splitsing en wat verstaat hij er onder)	het voorstellingsvermogen van de toerist
"Een kaart maken"	een gebied	een aantal (geografische) datasets / kaartlagen	vertaling van die kaartlagen en naar symbolen	kaart (of serie kaarten, 3D-model, VR)	kaartinterpretatie door de lezer (symboolkennis, legenda en schaal goed kunnen lezen, enzovoort)	het beeld dat die kaart oproept bij de lezer


SAMENVATTING: Het zal nu duidelijk zijn dat de boodschap al snel niet goed kan overkomen. Ben jij als GIS-specialist / kaartenmaker er op uit om alleen maar *een kaart te maken*, en niet meer dan dat, dan kan je dit handboek onmiddellijk terzijde schuiven. Wil jij echter *een beeld oproepen* bij de lezer, dus de lezer echt iets nieuws vertellen, dan zul je je er te allen tijde van moeten vergewissen dat die lezer een andere kennis *kán* en zal hebben dan jij. Een gemiddelde ochtendkrantlezer bijvoorbeeld heeft weinig tijd. En als je *alle* lezers wilt kunnen bedienen, ga dan uit van niet al te veel kennis en ervaring met kaarten, en de thematiek van de kaart. Maar ook voor de specialist en de onderzoeker die *wél* tijd heeft geldt: neem tijd voor je kaart.


6. Doel

Verschillende doelen (van hetzelfde gebied, en met dezelfde beschikbaarheid aan geo-informatie) zullen tot verschillende kaarten leiden. Een bijzonder voorbeeld is een politieke getinte kaart. Deze zal als uiteraard geen onwaarheden mogen bevatten. De kaart zal een opinie moeten illustreren / onderbouwen. De opdrachtgever zal zelf, of verwacht dat van jou als GIS-specialist, dat bepaalde thema's of objecten worden weggelaten, gebruikt, of juist prominenter in beeld gebracht worden. Het gemeentehuis wordt groter weer gegeven dan een lokaal buurthuis dat gesloopt moet worden. Groen bos van Staatsbosbeheer is groener dan 'ander' bos. Bij het aanleggen van nieuwe woonwijk zal *het comité 'ouwe stad, hoe behouw je dat?'* vooral monumenten, het stadsgezicht en de natuur in de omgeving visueel sterk in beeld brengen. Bewonersgroep 'jonge ouders voor een gezonde leefomgeving' zal fabrieken in de binnenstad, de huidige congestie in de stad, en de goede aansluitingsmogelijkheden van de woonwijk met andere wegen in beeld brengen. Dat dit monumentale fabrieksgebouwen betreft zal op de kaart van deze laatste bewonersgroep niet tot uiting komen.

Met dergelijke kaarten kunnen kaarten/visies van anderen 'omver' geworpen worden. In ieder geval zullen ze krachtig, meer nog dan teksten, de discussie voeden. (Lokale) maatschappelijke groeperingen zouden hier maximaal gebruik van moeten maken.

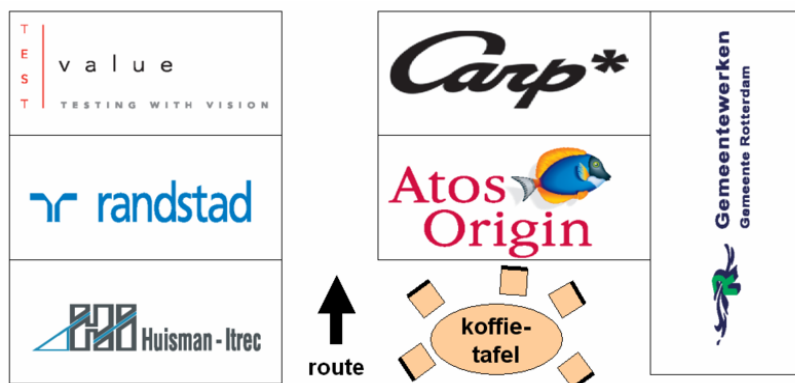
De "Bos-variant", is hier een mooi voorbeeld van (zie ook HSL-Zuid over de BOS-variant; <http://nl.wikipedia.org/wiki/HSL-Zuid>). De Bos-variant is een variant op de ligging van de HSL-Zuid, die in de eerdere studies niet aan de orde was geweest. De BOS-variant was een goed plan. Geholpen door een goede kaart kom heel politiek en maatschappelijk Nederland dit plan, gemaakt door een individu, niet negeren. Het had al gauw veel draagvlak, omdat deze variant visueel duidelijk kon maken wat de voordelen waren van deze variant voor het Groene Hart. De bundeling van gewoon spoor, weg en het tracé van de HSL-Zuid was goed in kaart gebracht. Slechts economische en logistieke argumenten (geen andere kaarten) hebben uiteindelijk toch tot een ander plan geleid.

 **SAMENVATTING:** Kaarten maak je zelden of nooit voor je zelf. Je maakt die voor een selecte of brede doelgroep. Stem de mogelijkheden af op de doelgroep. Hoe breder de doelgroep, hoe eenvoudiger de kaart zal moeten zijn.

 **TIP:** Verplaats je in de kaartlezer, die niet de kennis heeft van jou als cartograaf of onderzoeker. Pas terminologie, titel, omschrijvingen in de legenda aan op die doelgroep. Test eventueel de kaart met een mogelijke gebruiker. Dit wordt in Deel C Kaartopmaak verder praktisch behandeld. En uiteraard; het doel verzin je waarschijnlijk niet zelf; luister goed naar het exacte doel van de opdrachtgever. Vergeet hoeveel mooie datalagen jij allemaal hebt en hoeveel labels jij met je mooie GIS in 'no-time' automatisch kan plaatsen op de kaart. Wellicht kan hij het doel pas na flink doorvragen goed verwoorden. Bij het testen van de kaart hoort uiteraard ook overleg met die opdrachtgever.


7. Cartografie en de afdeling communicatie

De afdeling communicatie heeft binnen elk bedrijf uiteraard een statement te maken. Elk contact, elke leaflet, brochure of brief is communicatie met de buitenwereld, en dient dus de normen en waarden van het bedrijf uit te stralen. Of dat nu kracht, professionaliteit, transparantie is, of wat dan ook, daar is niets mis mee. Een kaart valt daar dus ook onder. Dus een ontworpen kaart moet daar ook een bijdragen, voor zover relevant geacht.



Beursplattegrond met logo's in de stands (deel). Deze kaart heeft een ijzersterke legenda (namelijk geen, of anders gezegd, een vanzelfsprekende legenda), echter met nadelen... De plattegrond, op ware grootte afgebeeld, blijkt niet goed leesbaar. Drie van de zes bedrijven zijn slecht leesbaar. Misschien had er beter met standnummers in de stands (rechthoeken) gewerkt kunnen worden. (Fictief maar reëel voorbeeld.)

- Echter, wanneer die communicatie-eisen er voor zorgen dat de kaart minder of niet meer leesbaar is, is er een conflict. De leesbaarheid van de kaart dient nooit in het gedrang te komen. Dus als jij labels in Arial met een 10-puntsgrootte nodig acht, vanwege het aantal labels dat nu eenmaal op een kaart dient te staan, dan dient dat dus het lettertype Arial - of een ander schreefloos lettertype - te zijn. Ook als de afdeling communicatie een lettertype mét schreef voorstaat.
- Een ander voorbeeld is het logo. Wanneer op een kaart bedrijfslogo's aangeven waar welk bedrijf zit, is dit een cartografisch én reclametechnisch in principe een heel goed idee. (zie figuur van een beursplattegrond). Het logo is meestal een goede eyecatcher, en daarnaast is op deze manier een legenda niet nodig. Een "1", een "A", de kleur "blauw" of de hele tekst van het bedrijf op de stand waar dat bedrijf te vinden is, is een stuk minder mooi. Echter, het voorbeeld toont aan dat de door de afdeling Communicatie voorgeschreven logo-formaten (en -kleuren) soms voor enveloppen, drukwerk en internet wellicht perfect zijn, maar niet als deze te klein op een kaart worden afgedrukt. De kaart had de logo's verder moeten uitvergroten, of moeten laten samengaan met de naam van het bedrijf. Zeker wanneer het bedrijf een kleine stand heeft en (letterlijk!) een grote naam...
- Ook niet doen: Als de bedrijfskleuren (bijvoorbeeld) geel en rood zijn, deze gebruiken voor het aangeven van gebouwen op een plattegrond of een andere thematische kaart. Kleuren dienen van het thema (de data) te worden afgeleid. Indien gebouwen die nieuw, open of gesloten zijn met gele en rode kleuren worden weergegeven, zullen die eerder met sloop, gevaar of iets dergelijks worden geassocieerd. Zie met name kleurgebruik en kleurassociaties in deel B.
- Bij het ontwikkelen van een standaard lay-out voor kaarten binnen een bedrijf is het uiteraard wel zinnig om met de huisstijl rekening te houden. Overleg met de afdeling communicatie.

 **SAMENVATTING:** De afdeling communicatie kan eisen stellen aan drukwerk en andere uitingen naar externen toe, dus ook aan kaarten. Dat is terecht en goed. Houd er echter altijd rekening mee dat deze 'eisen' nooit boven cartografische richtlijnen mogen worden gesteld. De leesbaarheid van een kaart en het doel die deze kaart moet hebben bij de doelgroep staan altijd voor op.

8. Referenties

1. ^ M.J. Kraak; *Wat is geovisualisatie?*, Geo-info 2004-12, 2004, pagina's 508-514 of [1]
2. ^ Bronnen figuur en informatie daarover: www.Strangemaps.com ad Minard's Map, www.economist.com ad Minard's Mao en "Wat is geo-visualisatie", door Prof. dr. M.J. Kraak, in Geo-Info van 2004, nummer 12, blz 508 t/m 514. Op internet publiceerden M.J. Kraak en M.J. Ormeling meer informatie en kanttekeningen bij deze kaart, namelijk op: Minard door Kraak op Internet; <http://www.itc.nl/personal/kraak/1812/index.htm>. (Dit ging tezamen met de uitgifte van hun boek (Cartography, Visualisation of Spatial Data, M.J. Kraak en F.J. Ormeling, 2003, 2^e editie, Pearson Education. Zie ook www.cartography.com)

9. Literatuur

Hieronder een lijst met literatuur die niet alleen voor deel A, maar ook voor de delen B en C van toepassing is. Het gaat om zowel geraadpleegde, als deels aanbevolen literatuur.

Algemeen:

- A to Z GIS, an illustrated dictionary of geographic information systems; T. Wade en S. Sommer, 2006 (2e editie). Beschrijft 1800 GIS-termen en termen uit aanverwante vakgebieden - zoals de cartografie en de wiskunde - voor zover relevant geacht voor GIS-specialisten.
- GIS for the Urban Environment; J. Maantay en J. Ziegler, 2006. Fraai en dik boek (696 blz). Methoden en technieken staan centraal. Aan de hand van (met name stedelijke) voorbeelden en oefeningen komt veel aan bod voor de 'goed opgeleide' autodidact of student
- Geografische Informatie Systemen (A0-boekje, Nr: 2869, 26 blz.) Redactie: A. Greiner, teksten van H. Scholten, S. Verzendvoort, J. Van der Schee, 2006. Zie ook AO, 978-90-8587-048-7
- ArcGIS 9, Using ArcGIS Desktop; ESRI, 2006, ESRI-press, Redlands, Californië (VS). Dit is een handleiding (ruim 400 bladzijden) van de ArcGIS-desktop software. Het is dus *niet* GIS-leverancier onafhankelijk, maar het biedt wel zeer goed een overzicht van de vele GIS-mogelijkheden die er zijn. Goed, in kleur, uitgebreid en toch helder. De insteek is uiteraard niet (alleen) te laten zien wat GIS is, maar hoe met dit GIS-pakket gewerkt dient te worden.
- Making Maps, A visual guide to Map Design for GIS, J. Kryger en D. Wood, 2005. Engelstalig, visueel aantrekkelijk, snel leesbaar, zie ook [1]
- Designing Better Maps, A Guide for GIS-users, C.A. Brewer, 2005. Engelstalig. Goed geïllustreerd
- GeoMetamatica, L. Heres (redactie), 2004. Uitgegeven door NCG (Nederlandse Commissie voor Geodesie). Bevat meerdere wetenschappelijke benaderingen op het thema metadata, vooral de rol die het kan spelen bij distributie van geo-informatie
- Cartography, Visualisation of Spatial Data, M.J. Kraak en F.J. Ormeling, 2003, 2^e editie, Pearson Education. Zie ook www.cartographybook.com.
- Thinking about GIS: Geographic Information Systems Planning for Managers; R. Tomlinson, 2003; Redlands VS, ESRI-Press.
- GIS-Kartografie, Opbouw en gebruik van digitale landschapsmodellen en visualisatiemodellen; R. van der Schans, 1999
- Praktijkboek GIS, Toepassingen van Geografische Informatietechnologie; redactie Stan Geertman e.a., 1999
- Zien of lezen (Voir ou lire); Jacques Bertin, in een vertaling van René van der Schans. Bijlage bij 'Geodesia 1999-3', Uitgegeven door Stichting Geodesia
- Geografische Informatie Systemen in ruimtelijk onderzoek; P. Hendriks en H. Ottens, 1997

- How to Lie with Maps, M. Monmonier, 1996. Draait de wereld van de cartografie om door 'slechte' kaarten te bespreken en is daardoor zeer verhelderend
- Understanding GIS; the ArcInfo Method, ESRI press, 3rd Edition, 1995, Redlands California, US. Voor zover het om software gaat (80% van dit boek) is het boek verouderd. De huidige applicatie is ArcGIS (met een ArcInfo-licentie).
- Kartografie, Visualisatie van ruimtelijke informatie, F.J. Ormeling en M.J. Kraak, Delfse Universitaire Pers. Uitgave 1990 en uitgave 1993.
- Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment; P.A. Burrough, 1986, 1990
- Kartografie, ontwerp, produktie en gebruik van Kaarten; Ormeling en Kraak, 1987
- Diagram en Kaart, als geografische hulpmiddelen; C.I. Wieland, 1980

Over projecties en (met name RD-) coördinatenstelsels:

- Understanding Map Projections; M.Kennedy en S. Kopp, 2000
- Inleiding Landmeetkunde; J.E. Albeda, 1991, 4e (her)druk, Delftse Uitgevers Maatschappij BV, Delft
- Map Projections - A Working Manual, John P. Snyder, het klassieke handboek van de Amerikaanse Geologische (Topografische) Dienst uit 1987 (pdf, 394 bladzijden): http://onlinepubs.er.usgs.gov/djvu/PP/PP_1395.pdf
- Het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting en het European Terrestrial Reference System 1989 Geschiedenis, gebruik en definitie van het RD-stelsel, door Kadaster opgesteld : <http://www.rdnap.nl/download/rdnaptrans.pdf>
- <http://www.rdnap.nl/stelsels/stelsels.html>: Bespreekt ook relatie coördinatenstels met verschuiving als gevolg van de continentendrift. Goede opstap - in heldere taal - voor het volgende artikel, dat voor de die-hards en landmeetkundigen is geschreven:
- <http://www.ncg.knaw.nl/Publicaties/Groen/pdf/43Referentie.pdf>: Alle achtergronden, alle details, speciaal voor de geodeten en echte geïnteresseerden!
- Discussie over omzetting van geografische (WGS84) coördinaten naar RD stelsel: <http://forum.geocaching.nl/lofiversion/index.php/t7886.html> lets voor programmeurs, net als het volgende boekwerk, downloadbaar in pdf of te bestellen.
- Globale en lokale geodetische systemen: <http://www.ncg.knaw.nl/Publicaties/Groen/30Strang.html>, Door G.S. van Hees; hoe de omrekening moet
- Overige RD-Info: <http://www.rdnap.nl/>; Met onder andere omrekeningsmethoden voor individuele coördinaten en hele bestanden
- Kaartprojecties op Wikipedia: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Kaartprojectie>
- Kaartprojecties, gecategoriseerd, veel voorbeelden en beschrijvingen: <http://www.csiss.org/map-projections/index.html>
- RD-coördinaten op Wikipedia; definitie: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Rijksdriehoeksko%C3%B6rdinaten>
- Cartographic Map Projections; <http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Normal/TOC/cartTOC.html>: Dit is een prachtige site om te bezoeken. Veel (engelstalige) uitleg, mooie illustraties en zeer veel projecties, ook excentrieke, zijn er te zien.

Ga verder met de Deel B, 8. Dit is 'Deel B: Geo-visualisatie' en is in een ander PDF-document en op internet te vinden.

Informatie afkomstig van <http://nl.wikibooks.org> Wikibooks NL.

Wikibooks NL is onderdeel van de wikimediafoundation.



- Dit Deel A van het Wikibook 'Handboek Geo-visualisatie' is het laatst bewerkt op 2 mei 2008.
- De tekst op Wikibooks is zonder enige vorm van garantie beschikbaar onder de GNU Free Documentation License en de CC-BY-SA licentie. Meerdere oudere pagina's zijn slechts

vrijgegeven onder de GNU Free Documentation License; deze pagina's zijn gemarkeerd met een mededeling dat slechts de GNU Free Documentation License op die pagina van toepassing is.

- Informatie over de gebruikte illustraties (licentie, bron, auteur) volgt op de pagina's hierna. Voor meer informatie over de illustraties en de gebruikte bestandsnamen daarvan wordt verwezen naar de internet-versie op www.wikibooks.nl. Met één klik op deze illustraties heeft men de beschikking over alle achtergrond informatie ervan.

Aangezien de licentie waaronder de illustraties zijn vrijgegeven dat vereist - bij opname in wat voor medium dan ook - zijn in deze PDF de volgende gegevens van alle gebruikte illustraties genoemd:

Illustratie	Te vinden op	Auteur / Bron	Licentie	Overige (bron)informatie
1 (titel), 9 (logo's, ook op andere startpagina's van modules, te weten: pag. 21, 41, 79, 115, 143, 173)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
11	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron data : het aantal hits is gemeten op Google dd 30-1-2008
13	Wikimedia Commons	Uploader bestand: User:File Upload Bot (Eloquence). Painter: J. Vermeer.	GNU Free Documentation License	The work of art depicted in this image and the reproduction thereof are in the public domain worldwide. The reproduction is part of a collection of reproductions compiled by The Yorck Project. The compilation copyright is held by Zenodot Verlagsgesellschaft mbH and licensed under the GNU Free Documentation License. Originele bron: The Yorck Project: 10.000 Meisterwerke der Malerei. DVD-ROM, 2002. ISBN 3936122202. Distributed by DIRECTMEDIA Publishing GmbH.
15, 23, 24	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
25	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Eigen media. Naar: "From Data to Wisdom", Journal of Applies Systems Analysis, Vol.16, 1989, p 3-9, zoals dat vermeld is in "Data, Information, Knowledge, and Wisdom", 2004; G. Bellinger, D. Castro en A. Mills op http://www.systems-thinking.org/dikw/dikw.htm
28 (2x)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Eigen media, o.b.v. grenzen zoals aangegeven in 'Europa in stad en land' (F. Evers, B. Waterhout en W. Zonneveld (red.), een uitgave van het NIROV, 1999 (ISBN 90-5481-058-0), bladzijde 86, afbeelding 2. Deze grenzen zijn weer overgenomen uit: Ministerie van Economische Zaken; 'Ruimte voor economische dynamiek, een verkennende analyse van ruimtelijk-economische ontwikkelingen tot 2020', door Buck Consultants International (1997).
30	Wikimedia Commons	John Snow, Original uploader was Rewardiv at en.wikipedia	Publiek Domein	Original map made by John Snow in 1854, copied from http://matrix.msu.edu/~johnsnow/images/online_companion/chapter_images/fig12-5.jpg . Author died in 1858, material is public domain.
32	Wikimedia Commons	Source: NOAA video (http://www.noaanews.noaa.gov/video/tsunami-indonesia2004.mov) Animation provided by Vasily V. Titov, Associate Director, Tsunami Inundation Mapping Efforts (TIME), NOAA/PMEL - UW/JISAO, USA.	Publiek Domein	This image is in the public domain because it contains materials that originally came from the U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, taken or made during the course of an employee's official duties.

Illustratie	Te vinden op	Auteur / Bron	Licentie	Overige (bron)informatie
33	Wikibooks-NL	T. Nijeholt, o.b.v. locatiegegevens van Rijkswaterstaat Bouwdienst Dhr Dirk Simon Beerda.	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	via Dhr W. Janssen van Rijkswaterstaat Bouwdienst is toestemming verleend.
34	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bevat (bewust) niet bestaande objecten
36	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	data:obv (transport/kap-) gegevens van www.wvf.be / OECD
38 (linksboven)	Wikimedia Commons	OpenStreetMap contributors, original uploader: Anarkman	CC-BY-SA 2.0"	All OpenStreetMap data and maps are Creative Commons "CC-BY-SA 2.0" licensed
38 (rechtsboven)	Wikimedia Commons	Original uploader was Jb.henry at fr.wikipedia	GNU Free Documentation license	
38 (linksonder)	Wikimedia Commons	Dub	GNU Free Documentation license	This picture is created by Rak, although the buildings and street are randomly generated by the freeware CityGen, en the rendering is done with the free POV-Ray program.
38 (middenonder)	Wikimedia Commons	NPS Map, uploader: http://commons.wikimedia.org/wiki/User:H-stt	Publiek Domein	NPS graphics center: http://www.nps.gov/hfc/acquisition/map-contracts-2.htm This image or media file contains material based on a work of a National Park Service employee, created during the course of the person's official duties. As a work of the U.S. federal government, such work is in the public domain.
38 (rechtsonder)	Wikimedia Commons	Alexandra Maringer	Creative Commons Attribution ShareAlike 2.5 License.	
43, 44, 45, 47,48, 51 (boven)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
51 (onder)	Wikimedia Commons	Uploader: Amrrfr	GPL	Screenshot off GIS-application GRASS.
52, 53, 55	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
56	Wikimedia Commons	http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Tcie	Zie rechts	The copyright holder of this work allows anyone to use it for any purpose including unrestricted redistribution, commercial use, and modification.
57, 58 (=128), 59, 60, 61, 62(b), 62(o), 63, 64	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
66	Wikibooks-NL	Auteur: G. van Teeffelen, Uploader: T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
67	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	o.b.v.: achtergrond satellietdata: NASA (via 'World Wind 1.4'); grenzen Aralmeer: ESRI, lakes.shp uit 1996. Over het gebruik van deze (ESRI) data bestaat een e-mail-wisseling waarin ESRI Inc Via ESRI NL toestemming geeft voor bepaald gebruik (zoals in deze figuur) van de door hun verstrekte geo-informatie. Zie deze afbeelding op de internetversie van dit handboek.
68	Wikibooks-NL	Uploader bestand: T. Nijeholt, data: NASA	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron: http://www.flashearth.com/ , januari 2008, copyright: OpenLayers/MetaCarta, NASA/JPL-Caltech. De Luchtfoto's die deze Bron gebruikt (die van de NASA) vallen in het publiek domein.
69	Wikibooks-NL	Uploader bestand: T. Nijeholt, data: NASA	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	gemaakt o.b.v. Open domein NASA-satellietbeeldgegevens van http://www.openlayers.org/ 6-4-2008
71	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Kaart bevat (bewust) verkeerde geo-informatie
75	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	De kleine figuren in de tabel daarna zijn afgeleide uitsnedes uit deze grotere illustratie.
81, 84, 85(l), 85(r), 90, 91	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
93	Wikimedia Commons	Teni (http://cs.wikipedia.org/wiki/Wikipedista:Teni)	Publiek Domein	Originally from cs.wikipedia
94 (b), 94 (o)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
96(l), 96(r)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-	Bron neerslag data: De Grote

Illustratie	Te vinden op	Auteur / Bron	Licentie	Overige (bron)informatie
			BY-SA-2.5-nl	Bosatlas,editie52 (2000/2003).
100	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
103 (boven)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron data: www.skoeps.nl, Nieuwscategorie 'Binnenland', 15-22 oktober 2007. Achtergrondkaart: http://www.openstreetmap.org .
103 (linksonder)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron gegevens: http://www.langeleegte.net/ , handmatige eigen selectie & interpretatie. van 19-10-2007 t/m 20-10-2007.
103 (rechtsonder)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron gegevens: http://www.langeleegte.net/ , handmatige eigen selectie & interpretatie. van 20-8-2007 t/m 20-10-2007.
104	Wikimedia-Commons	Navar0x (http://nl.wikipedia.org/wiki/Overleg_gebruiker:Navar0x)	Publiek Domein	
105	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Gedeeltelijk op basis van input van theorie en figuren uit 'Geografische Informatie Systemen in ruimtelijke onderzoek' (P. Hendriks & Henk Ottens, Van Gorcum & Comp B.V. Assen, 1997) is dit schema opgesteld.
106	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
107	Wikibooks-NL	T. Nijeholt en B. van der Grift	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
109	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
110	Wikibooks-NL	T. Nijeholt en B. van der Grift	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
112	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron data: risico's & kwetsbare objecten: http://risicokaartpubliek.zuid-holland.nl/website/riskrt_pub/risicokaartpub.html ; Kaartondergrond: www.openstreetmaps.nl .
117 (l)	Wikimedia-Commons	Ortelius, Abraham, Uploader bestand: JoopR	Publiek Domein	Originele Bron: http://www.orteliusmaps.com/stocklists/1.html
117 (r)	Wikimedia-Commons	Jodocus Hondius, Uploader bestand: Moyogo (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Moyogo)	Publiek Domein	Originele Bron: Hondius, Jodocus, "Leo Belgicus." 1611. Map Collection: 1500-2004. http://memory.loc.gov/ammem/gmdhtml/gmdhome.html (g5990 ct000073) http://hdl.loc.gov/loc/gmd/g5990.ct000073 (2004-12-25).
118 (b)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
118 (o)	Wikimedia-Commons	Luis Fernández García (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Luis_Fern%C3%A1ndez_Garc%C3%ADa)	GNU Free Documentati on license	Deze auteur heeft verscheidene – op wikimedia commons staande afbeeldingen, met de juiste licentie behepte – figuren gecombineerd. Zie op internet voor de exacte totstandkoming.
120 (b)	Wikimedia-Commons	Teaandcrumpets (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Teaandcrumpets)	GNU Free Documentati on license	
120 (m)	Wikimedia-Commons	Roke (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Roke)	GNU Free Documentati on license	
120 (o)	Wikimedia-Commons	Reisio (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Reisio)	Publiek Domein	gemaakt o.b.v. NASA's Blue Marble (Next Generation^[http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/BlueMarble/]) satellite composite and GIMP.{{pd}} [[Category:World m]]
122 (l)	Wikipedia	Originele uploader: Roepers (http://nl.wikipedia.org/wiki/Gebruiker:Roepers)	Publiek Domein	Publiek Domein wegens verlopen auteursrecht. De kaart is een deel van kaart 'Beilen nr. 17' uitgegeven in 1914, auteursrechten voorbehouden aan de Staat der Nederlanden. Dit materiaal is nu in het publiek domein omdat het auteursrecht op dit materiaal is verlopen (de auteur is meer dan 70 jaar geleden overleden of het auteursrecht ligt bij een niet-natuurlijk persoon en het materiaal is meer dan 70 jaar geleden gepubliceerd).
122 (r)	Wikimedia-Commons	Auteur: RACM & TNO, Developed for the Nationale Onderzoeksagenda Archeologie www.noaa.nl Originele uploader: BoH / dhr. Klein (http://commons.wikimedia.org/w)	GNU Free Documentati on license	"Geachte heer Klein, U heeft gevraagd om het gebruik van de nieuwe paleogeografische kaarten van Nederland voor Wikipedia. Namens de RACM, rechthebende op de afbeeldingen, sta ik u toe deze afbeeldingen te gebruiken onder de GFDL licentie. Als bronvermelding bij de afbeelding moet vermeld worden: "RACM & TNO. Ontwikkeld voor de Nationale Onderzoeksagenda Archeologie www.noaa.nl " (of de Engelse vertaling

Illustratie	Te vinden op	Auteur / Bron	Licentie	Overige (bron)informatie
		iki/User:BoH)		hiervan). Ik hoop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Met vriendelijke groet, Margje Vermeulen"
123	Wikimedia-Commons	Eric Gaba (Sting) (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Sting)	GNU Free Documentati on license	
124	Wikimedia-Commons	lef	GFDL / CC- BY-SA-2.5-nl	
125 (links) = 126 (linksboven)	Wikimedia-Commons	T. Nijeholt	Publiek Domein	Originele bron: http://nl.wikipedia.org/wiki/HSL-Zuid ; hiervan is png gemaakt.
125 (rechts)	Wikimedia-Commons	Sewa (http://de.wikipedia.org/wiki/Benuizer:Sewa)	GNU Free Documentati on license	
126 (rechtsboven)	Wikimedia-Commons	Majorly (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Majorly)	GNU Free Documentati on license	
126 (linksonder)	Wikimedia-Commons	T. Nijeholt	GNU Free Documentati on license	
126 (rechtsonder)	Wikimedia-Commons	Y. Tambe (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Y_tambe)	GFDL and CC-by	
127	Wikimedia-Commons	Michiel 1972 (http://nl.wikipedia.org/wiki/Gebruiker:Michiel1972)	GNU Free Documentati on license	
128 (boven), 128 (onder), 129, 130, 131 (l), 131 (r), 132 (boven)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC- BY-SA-2.5-nl	
132 (onder)	Wikimedia-Commons	Jide (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Jide)	Publiek Domein	
133	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC- BY-SA-2.5-nl	
134	Wikimedia-Commons	NASA/JPL/NIMA. Uploader: Siebrand (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Siebrand)	Publiek Domein	originele bron: http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Ararat_PIA03399_modest.jpg http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA03399 . This image or video was catalogued by Jet Propulsion Lab of the United States National Aeronautics and Space Administration (NASA) under Photo ID: PIA03399. Zie http://www.jpl.nasa.gov/images/policy/index.cfm voor exacte copyright-tekst. This file is in the public domain because it was created by NASA. NASA copyright policy states that "NASA material is not protected by copyright unless noted".
135	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC- BY-SA-2.5-nl	
136	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC- BY-SA-2.5-nl	Gegevens obv tabellen uit : http://censtats.census.gov
137	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC- BY-SA-2.5-nl	www.wwf.be / OECD: jaarlijkse houthandel vanuit werelddelen met EU-landen, inclusief % dat daarvan illegaal gekapt is volgens schattingen OECD.
138	Wikimedia-Commons	Avsa (http://en.wikipedia.org/wiki/User:Avsa)	GNU Free Documentati on license	
139	Wikimedia-Commons	Nasa, uploader and author: Claudio Elias	Publiek Domein	Illustration of echo sounding, from http://www.navy.mil/view_single.asp?id=2767 ; This work is in the public domain in the United States because it is a work of the United States Federal Government under the terms of Title 17, Chapter 1, Section 105 of the US Code.
141 (links)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC- BY-SA-2.5-nl	
141 (rechts)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC- BY-SA-2.5-nl	Bron ondergrond: www.openstreetsmap.org
144 (linksboven)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC- BY-SA-2.5-nl	
144 (rechtsboven)	Wikimedia-Commons	Majorly (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Majorly)	GNU Free Documentati on license	
144 (linksonder)	Wikimedia-Commons	Auteur: Ptolomeus. Uploader: Alfio (http://it.wikipedia.org/wiki/Utente:Alfio)	Publiek Domein	Originele bron: The British Library Harley MS 7182, ff 58v-59
144 (rechtsonder)				Originele bron: Retrieved from: http://www.fsl.noaa.gov/isb/ (NOAA Earth System Research Laboratory, U.S.

Illustratie	Te vinden op	Auteur / Bron	Licentie	Overige (bron)informatie
146 (b), 146 (m), 146 (o)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Department of Commerce)
148 (b)	Wikimedia-Commons	NASA	Publiek Domein	NASA GRACE (Gravity Recovery And Climate Change). Source: http://earthobservatory.nasa.gov/Library/GRACE_Revised/page3.html
148 (o), 150, 151, 152 (b), 152 (o), 153 (b), 153 (o), 154, 157	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
158 (links)	Wikimedia-Commons	Krzysztof Blachnicki	GNU Free Documentatio n license	
158 (rechts)	Wikimedia-Commons	Stefan Kühn (http://de.wikipedia.org/wiki/Benuizer:Stefan_K%C3%BChn)	GNU Free Documentatio n license	
160 (b), 160 (o), 161 (b), 161 (o), 162 (l), 162 (r), 163 (4x), 164 (b), 164 (o), 165, 166 (3x), 167 (b), 167 (o), 168 (b), 168 (o), 169	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
170	Wikimedia-Commons	CIA World Factbook	Publiek Domein	This image is in the public domain because it contains materials that originally came from the United States Central Intelligence Agency's World Factbook.
172	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
175	Wikimedia-Commons	US Navy; Uploader: Cornellrockey04 (http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Corneilrockey04)	Publiek Domein	Original source: http://www.navy.mil/management/photodb/photos/070705-N-8591H-370.jpg ; This image is a work of a sailor or employee of the U.S. Navy, taken or made during the course of the person's official duties. As a work of the U.S. federal government, the image is in the public domain.
176	Wikimedia-Commons	http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Emuzesto	GNU Free Documentatio n license	
177	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
178	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	Publiek Domein	
179	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GNU Free Documentatio n license	
180	Wikibooks-NL	Original author: M. Minard. Uploader bestand: T. Nijeholt	Publiek Domein	Originele bron: http://strangemaps.wordpress.com/2007/12/31/229-vital-statistics-of-a-deadly-campaign-the-minard-map/ . Bestand staat / stond eveneens op: http://www.economist.com/world/europe/displaystory.cfm?story_id=10278643 , maar dat had enkele KB's meer. Dit materiaal is in het publiek domein omdat het auteursrecht op dit materiaal is verlopen (de auteur is meer dan 70 jaar geleden overleden of het auteursrecht ligt bij een niet-natuurlijk persoon en het materiaal is meer dan 70 jaar geleden gepubliceerd).
181	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GNU Free Documentatio n license	
183 (l), 183 (r), 186	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	

EINDE PDF DEEL A. PDF DEEL B EN DEEL C ZIJN / WORDEN APART UITGEGEVEN.

(in deel B (het tweede PDF-document) volgen de pagina's 195 en verder)