

NEDERLANDSE COMMISSIE VOOR GEODESIE

PUBLIKATIE 29

HET GEODETISCH ONDERZOEK IN NEDERLAND
DE RESULTATEN VAN EEN INVENTARISATIE

DOOR

L. AARDOOM

IN OPDRACHT VAN DE NEDERLANDSE COMMISSIE VOOR GEODESIE
GERAPPORTEERD IN NOVEMBER 1991

1992

NEDERLANDSE COMMISSIE VOOR GEODESIE, THIJSSSEWEG 19, 2629 JA DELFT
TEL. 015-782819, FAX 015-782348

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	v
1. Inleiding	1
2. De inventarisatie	3
2.1 De uitvoering	3
2.2 Verantwoording	4
3. Het vak	5
3.1 Plaats en opdracht	5
3.2 Typering van de afzetgebieden	5
3.3 De geodetische kerntaak	7
3.4 Een bindend element	8
3.5 De beoefening van het vak in Nederland	10
3.6 De ontwikkeling van het vak	11
3.7 Uitdagingen	14
4. Onderwijs, onderzoek & ontwikkeling	19
4.1 Onderwijs	19
4.2 Onderzoek	19
4.3 Onderwijs & onderzoek	19
4.4 Onderzoek & ontwikkeling	20
4.5 Kenmerken van onderzoek	20
5. Profielen van geodetische vakkringen	23
5.1 Instellingen van onderwijs	23
5.2 Onderzoeks- en expertisecentra	27
5.3 Diensten van de rijksoverheid	28
5.4 De decentrale overheid	30
5.5 De nutsbedrijven en andere leidingbeheerders	31
5.6 De ontginningsmaatschappijen	32
5.7 Vervoersbedrijven	33
5.8 Bouwondernemingen	33
5.9 Geodetische ingenieurs- en adviesbureaus	33
5.10 De industrie	34
5.11 De handel	35
5.12 Studie- en andere taakgroepen	35

6. Aandachtsgebieden van het geodetisch onderzoek	39
6.1 Het digitaal opnemen en verwerken van gegevens	39
6.2 Het gebruik van het GPS	40
6.3 Het opzetten en instandhouden van ruimtelijke referentiesystemen	43
6.4 Het dynamisch positioneren	44
6.5 Het vormen en bijhouden van kinematische hoogtemodellen	45
6.6 Het opzetten, inschakelen en bijhouden van ruimtelijke informatiesystemen	47
7. Bevindingen ten aanzien van onderzoek & ontwikkeling	49
7.1 Een poging tot analyse	49
7.2 Opvattingen en indrukken	50
Geraadpleegde literatuur	53
Bijlagen	54
1. Geodetisch uittreksel van de aanbevelingen uit de verkenning van het civieltechnisch en geodetisch onderzoek door dr.ir. L.H. Ruiter	54
2. Geodetisch uittreksel van de conclusies en aanbevelingen van de RAWB	55
3. Gesprekspartners	56
4. Indicatief gespreksprotocol ten behoeve van de inventarisatie van het geodetisch onderzoek in Nederland	59
Lijst van gebruikte afkortingen	60

VOORWOORD

Zoals in de Inleiding van deze publikatie wordt vermeld, heeft de Nederlandse Commissie voor Geodesie in december 1990 besloten een inventarisatie te laten uitvoeren van het in Nederland lopende, voorgenomen en gewenste onderzoek op het gebied van de geodesie. De aanleiding daartoe was een advies van de Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid, gebaseerd op een verkenning van het civieltechnische en geodetische onderzoek, die in opdracht van de Raad was verricht in 1990.

Prof.dr.ir. L. Aardoom werd bereid gevonden de inventarisatie uit te voeren, met ondersteuning door het bureau van de NCG.

Reeds in de vergadering van december 1991 kon de NCG een eerste bespreking aan het concept van dit rapport wijden. Mede naar aanleiding van deze discussie en later ontvangen commentaren is een aantal kleine wijzigingen en aanvullingen aangebracht.

In deze definitieve publikatie is afgezien van het toevoegen van conclusies en aanbevelingen door de NCG, omdat er nog onvoldoende tijd is geweest om tot goed gefundeerde en breed aanvaarde conclusies te komen.

De NCG betuigt haar hartelijke dank aan prof. Aardoom voor de energie en de zorgvuldigheid waarmee hij deze grote taak heeft volbracht, en evenzeer aan de heer F.H. Schröder en mevrouw H.W.M. Verhoog-Krouwel voor hun bekwame secretariële en administratieve ondersteuning.

Prof.dr. R. Rummel,
voorzitter van de Nederlandse Commissie voor Geodesie

1. INLEIDING

De in opdracht van de toenmalige Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB) in 1990 verrichte verkenning op het gebied van het civieltechnisch en geodetisch onderzoek in Nederland en het naar aanleiding van de uitkomsten daarvan uitgebrachte advies (zie verwijzing naar Geraadpleegde literatuur) deden de Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG) op 4 december 1990 besluiten een nadere inventarisatie te laten uitvoeren van het in Nederland lopende, voorgenomen en gewenste onderzoek op het gebied van de geodesie. In de volgende hoofdstukken wordt van deze inventarisatie verslag gedaan en worden de bevindingen samengevat.

Voor wat de geodesie aangaat zijn de aanbevelingen voortvloeiend uit de verkenning door dr.ir. L.H. Ruiters en de conclusies en aanbevelingen die de RAWB daaraan verbond samengevat in de bijlagen 1 en 2. Volgt uit de verkenning de aanbeveling om ter zake van het onderzoek een discussie te openen over herschikking van verantwoordelijkheden en over de taakverdeling tussen de Meetkundige Dienst (MD) van de Rijkswaterstaat (RWS), de Dienst van het Kadaster en de Openbare Registers (KADOR), de Topografische Dienst (TD), de Dienst der Hydrografie (DH) en het International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), de RAWB ging verder door de betrokken Ministers van Verkeer en Waterstaat (V&W), Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en Defensie te adviseren overleg te starten over de oprichting van een instituut voor toegepast geodetisch onderzoek; anderzijds liet de RAWB het ITC in dit verband buiten beschouwing. In beide visies blijft er plaats voor het fundamentele geodetisch onderzoek bij de Faculteit der Geodesie (GEO) van de Technische Universiteit Delft (TUD), maar het onder die instelling ressorterende Observatorium voor Satellietgeodesie (OSG) te Kootwijk zou bij een eventuele herschikking van het toegepaste onderzoek moeten worden betrokken.

Gekozen is voor een benadering waarin het geodetisch onderzoek wordt gezien als een onderdeel van de evolutie van het vak. Na een beknopte beschrijving van de bij de inventarisatie gevolgde werkwijze (hoofdstuk 2) volgt in hoofdstuk 3 een schets van het geodetische vakgebied, de wijze van beoefening van het vak, de ontwikkeling en de voorziene technische uitdagingen. Hoofdstuk 4 dient ter beschrijving van gehanteerde begrippen. In hoofdstuk 5 zijn de in Nederland werkzame geodetische bedrijfstakken nader omschreven. Hoofdstukken 6 en 7 bevatten de resultaten van de inventarisatie.

Al dadelijk is in hoofdstuk 3 een scheiding aangebracht tussen de beoefening van het vak en de toepassing van de resultaten daarvan. Deze scheiding beoogt de bevordering van het overzicht over het geodetisch onderzoek. Hoewel juist open oog wordt gehouden voor die toepassingen, blijft daarom onderzoek op de terreinen van de toepassingen hier buiten beschouwing, zelfs al wordt zulk onderzoek uitgevoerd door geodeten en binnen overwegend als geodetisch aan te merken instellingen of bedrijven.

Daar de Nederlandse geodesie sterk nationaal georiënteerd is, werd bij de beschrijving van het onderzoek in de eerste plaats gelet op de toepassing van de resultaten in

Nederland. In voorkomende gevallen werd echter ook rekening gehouden met de internationale situatie.

Er is niet gestreefd naar een uitputtende opsomming van het lopend en voorgenomen geodetisch onderzoek. Getracht is slechts de hoofdlijnen te onderscheiden. Een volledige opsomming - al zou die kunnen worden gegeven - zou te zeer tijdsbepaald zijn. Het resultaat van de inventarisatie is dus geen "Gouden Gids" voor het geodetisch onderzoek in Nederland.

De NCG, en in het bijzonder het bestuur daarvan, zij dank gebracht voor het doen van enkele waardevolle inhoudelijke suggesties.

2. DE INVENTARISATIE

2.1 Uitvoering

De uitgevoerde inventarisatie is gebaseerd op:

- gedocumenteerde geodetische onderzoeksplannen;
- gepubliceerde geodetische onderzoeksresultaten;
- jaarverslagen;
- bedrijfsdocumentaties;
- bekende visies op het geodetische onderzoeksbeleid in Nederland;
- gesprekken met personen, die geacht worden een brede kijk te hebben op de beoefening van de geodesie in Nederland en daarbuiten, landelijk of regionaal verantwoordelijk zijn voor uitvoering van het beleid ter zake van hoofdaspecten van het vak, leiding geven aan geodetische bedrijven of afdelingen dan wel specialistische kennis hebben op deelgebieden van de geodesie.

De namen en functies van de personen met wie een gesprek mocht worden gevoerd zijn vermeld in bijlage 3.

Het initiatief tot de gesprekken werd mondeling genomen, of schriftelijk via de secretaris van de NCG. In dit laatste geval werd door deze een indicatief gespreksprotocol (zie bijlage 4) meegezonden. Afhankelijk van de situatie werd hiervan bij het gesprek soms in ruime mate afgeweken. De gesprekken duurden één à twee uur en werden schriftelijk verslagen door de heer F.H. Schröder, adjunct-secretaris van de NCG. De concept-verslagen werden doorgaans als zodanig voorgelegd aan de gesprekspartners, een terugkoppelingsmechanisme dat zowel getrouwheid van inhoud van de verslagen als vertrouwen in de procedure bevorderde. Bij een aantal gesprekken werd verhelderende documentatie overlegd, de ontvangst waarvan in het desbetreffende verslag werd verantwoord. De gespreksverslagen met de ontvangen documentatie werden overgedragen aan het secretariaat van de NCG.

In een laatste reeks interviews werd voornamelijk van gedachten gewisseld met vertegenwoordigers van geodetisch werkzame ingenieursbureaus en uitvoerende particuliere bedrijven. Het aantal van deze gesprekken moest om praktische redenen worden beperkt tot een kleine, willekeurige selectie uit de diverse categorieën van ondernemingen. Om redenen van wederzijdse tijdsbesparing werd van gesprekken in deze reeks slechts een beknopt verslag gemaakt en werd de genoemde terugkoppeling achterwege gelaten.

Zeer beperkt was ook het aantal interviews met vertegenwoordigers van de decentrale overheid en met leidingbeheerders. Deze beperking wordt als een gemis gezien, evenals het geheel ontbreken van direct overleg met de bouwwereld.

2.2 Verantwoording

De initiatieven tot de voorgenomen interviews werden, zonder uitzondering, met bereidwilligheid van de zijde van de gesprekspartners beantwoord. In de enkele gevallen waarin een gesprek geen doorgang vond waren organisatorische factoren daartoe de aanleiding. De gesprekken verliepen alle op plezierige wijze en in een sfeer van grote openheid. Aan alle gesprekspartners en hun organisaties is dank verschuldigd voor de ruime tijd die zij voor de gesprekken uittrokken.

Bijzondere dank is verschuldigd aan de heren ir. G. Jacobs, voorzitter van de brancheorganisatie VNBG, en H.J. de Roos, partner in Bakkenist Management Consultants, voor hun bereidheid om, door het ter beschikking stellen van niet gepubliceerde resultaten van eigen onderzoek, belangeloos mee te werken aan het totstandkomen van een gedeelte van dit rapport.

De inzet van het Bureau van de NCG en, in het bijzonder, de - ook inhoudelijke - initiatieven van de heer F.H. Schröder, adjunct-secretaris, die de meeste afspraken maakte, vrijwel alle interviews bijwoonde en de gespreksverslagen concipieerde, worden gaarne in dank gememoreerd.

3. HET VAK

3.1 Plaats en opdracht

Door de technologische ontwikkeling heeft de geodesie in de laatste decennia een opmerkelijke ontwikkeling ondergaan: nieuwe opnametechnieken boden, naast de ingevoerde automatisering, nieuwe toepassingsmogelijkheden voor geodetische resultaten. Dit noopt tot een bezinning op de plaats van het vak in de maatschappij, in Nederland in het bijzonder.

Uitgangspunt hierbij moet zijn de primaire opdracht die de geodesie heeft: het leveren van *geometrische informatie* voor een veelheid van *toepassingen* te vinden binnen een aantal *afzetgebieden*. De geodesie mag niet als een op zichzelf staand vak worden beschouwd, maar zij is, naast meetkundig beschrijvend, ook ondersteunend en dienstverlenend, mede aan andere wetenschapsdisciplines.

Geodetische resultaten vinden in hoofdzaak toepassing op de volgende *afzetgebieden*:

- de bepaling van vorm en natuurlijke indeling van de aarde;
- de inrichting en ontginning van de aarde;
- de plaatsbepaling op en rond de aarde.

Niet-geodetische toepassingen van geodetische technieken en werkwijzen, onder meer in de industrie, de medische wereld en de archeologie, blijven hier buiten beschouwing. Niettemin kunnen zulke toepassingen onderwerp zijn van innoverend onderzoek.

3.2 Typering van de afzetgebieden

De bepaling van vorm en natuurlijke indeling van de aarde kent de volgende aspecten:

- de wereldwijde (globale) of regionale quasi-statische beschrijving van de vorm, geldend voor een gekozen epoce;
- de fysisch-geografische indeling van de aarde;
- de grootschalige, voornamelijk horizontale, beweging van lithosferische aardschollen met gemiddelde relatieve snelheden tot ongeveer 10 cm/jaar als meest tastbare uitingvorm van de platentektoniek, met het optreden van natuurlijke aardbevingen als de meest opvallende;
- regionale bodembeweging, zowel horizontaal als verticaal en zowel als geologisch verschijnsel als door antropogene oorzaken, zoals de winning van delfstoffen en de onttrekking van water;
- de zeetopografie; de afwijking van het zeeoppervlak van de geöide - de dynamische zeetopografie - is een belangrijke indicator voor het optreden van grootschalige stromingen; hun wisselwerking met de dampkring is van grote betekenis voor de ontwikkeling van weer en klimaat;
- de variatie van het globale gemiddelde zeeniveau als gevolg van een mogelijk veranderende warmtehuishouding op aarde; een regionale verandering van het gemiddelde zeeniveau uit zich als de resultante van de verandering van het zeeniveau

en de regionale verticale bodembeweging; het verschijnsel is voor Nederland van groot en algemeen waterhuishoudkundig belang.

Aldus is de bepaling van vorm en natuurlijke indeling van grote betekenis voor zuiver en toegepast aardwetenschappelijk onderzoek en voor de beheersing van de leefomgeving.

De *inrichting en ontginning van de aarde* betreffen veranderingen van de natuurlijke omgeving door menselijk ingrijpen; hier is onderscheid te maken tussen:

- de administratieve indeling van de aarde;
- het aanbrengen en instandhouden van technische voorzieningen;
- de exploitatie van natuurlijke hulpbronnen.

De administratieve indeling kan er een zijn naar:

- zakelijke rechten de grond betreffende;
- het beheer van de grond;
- het grondgebruik;
- de bestemming;
- bodemkundige eigenschappen;
- de waterhuishoudkundige toestand;
- de begroeiing;
- het voorkomen van delfstoffen;
- de begaanbaarheid van terreinen.

Kennis over de indeling van de aarde - die in de diepte niet uitgezonderd - is onmisbaar bij het rechtsverkeer betreffende vastgoed, bij de inrichting van land en stad, de exploratie en exploitatie van natuurlijke hulpbronnen, het beheer van het milieu, ten behoeve van het verkeer, de defensie enzovoort.

Het aanbrengen en instandhouden van technische voorzieningen betreffen die voor:

- het wonen;
- het verkeer te land, op zee en door de lucht;
- de waterkering;
- het waterbeheer;
- de nijverheid;
- de zorg voor het milieu;
- de landsverdediging;
- de nutsvoorziening;
- de recreatie.

De bedoelde technische voorzieningen dienen, onder meer, de stadsvernieuwing, de landinrichting, de kustverdediging, de wegenbouw, de aanleg van industrieterreinen, havens, vliegvelden, transportleidingen, communicatielijnen enzovoort, kortom alles wat het land bewoonbaar maakt.

De exploitatie van natuurlijke hulpbronnen betreft de opsporing en winning van energie (voornamelijk aardolie en aardgas), grondstoffen en bouwstoffen en de winning van water ten behoeve van menselijke consumptie, landbouw en industrie.

De *plaatsbepaling op en rond de aarde* dient de navigatie in de meest algemene betekenis, van statisch, niet-geodetisch plaatsbepalen op land tot de actuele baanbepaling van aardsatellieten. Behoeftte aan plaatsbepaling is er in de te onderscheiden omgevingen:

- te land;
- op het water;
- onder water;
- op zee;
- in de lucht;
- in de ruimte.

Van de navigatie zijn er belangrijke burgerlijke en militaire toepassingen, variërend van toeristische oriëntatie tot het positioneren van geavanceerde wapensystemen. Optimale routing kan, naast die op zee en in de lucht, in Nederland een zeer belangrijke rol gaan spelen bij de beheersing van het wegverkeer.

3.3 De geodetische kerntaak

Werk op elk van de onderscheiden afzetgebieden en elke afzonderlijke toepassing doen een beroep op onderdelen van wat hier zal worden aangeduid met de *toepasbare geodesie*. In tegenstelling tot deze toepasbare geodesie, behandelt de *theoretische geodesie* ook onderwerpen die (nog) niet praktisch bruikbaar zijn. Gemeenschappelijk hebben alle toepassingen dat bij hun beoefening gebruik wordt gemaakt van een uitgangbestand van geometrische informatie. Het opzetten en instandhouden van een *geometrisch basisbestand*, waarvan de bedoelde uitgangbestanden deel uitmaken, is hier aangeduid als *de kerntaak* voor de toepasbare geodesie.

Het geometrische basisbestand beoogt te voorzien in een puntenveld - eventueel met deelvelden - waarvan te allen tijde (actueel) beschikbaar zijn:

- de horizontale ligging ten opzichte van een gedefinieerd referentiestelsel en de verwachte bewegingen in dat stelsel;
- de verticale ligging in een gedefinieerd hoogtestelsel en de verwachte bewegingen daarin;
- potentiaalverschillen in het aardse zwaartekrachtsveld en de verwachte veranderingen;
- de transformatie-parameters tussen alle betrokken referentiestelsels;
- nauwkeurigheidsspecificaties van alle te verstrekken gegevens.

In zijn totaliteit en algemeenheid heeft dit puntenveld een wereldwijde strekking, waarbij het Nederlandse deel wordt bestreken door het horizontale net bijgehouden door de Rijksdriehoeksmeting van KADOR en het hoogtenet bijgehouden door de MD van de RWS; het zwaartekrachtsnet dat, in combinatie met gegevens ontleend aan de landelijke waterpassingen, de gezochte geo-potentiaalverschillen levert, wordt in Nederland tevens bijgehouden door de MD, dit in samenwerking met de Vakgroep Mathematische en Fysische Geodesie van de TUD/GEO.

Onder deze vakgroep valt ook het Observatorium te Kootwijk dat bijdraagt tot de inpassing van het Nederlandse puntenveld in het wereldwijde.

Door de opkomst van de moderne ruimtetechnieken kan men zich het bedoelde wereldwijde puntenveld uitgebreid denken tot ver buiten de aarde, tot op de baanhoogte van geodetisch bruikbare satellieten en hoger. Bedient de klassieke geodetische astronomie zich van astrometrisch gecatalogiseerde stersposities en hun eigenbewegingen, de geodetische gebruikers van het Global Positioning System (GPS) en eventuele

soortgelijke systemen dragen in toenemende mate zorg voor het bijhouden van hun eigen satelliet-efemeriden. Voor de nauwkeurige baanbepaling van satellieten in het algemeen wordt zelfs doorgaans een beroep gedaan op aan de geodesie verwante instituten. Deze dragen door het gebruik van de moderne ruimtetechnieken tevens, wereldwijd, bij tot een actuele bepaling van aardrotatie-parameters, die kunnen worden beschouwd als de transformatie-parameters tussen de aardse en de buitenaardse referentiestelsels voor puntenvelden.

3.4 Een bindend element

Een gerichtheid van de beoefening van de geodesie op de toepassingen zou kunnen leiden tot een vernauwing van het gezichtsveld en tot een versnippering van het toegepaste vak in deeldisciplines, die op den duur in de respectievelijke niet-geodetische werkgebieden zouden worden geïntegreerd. Zo'n denkbare ontwikkeling wordt in vakkringen als niet wenselijk ervaren. Daarom is omgezien naar iets dat, hoe divers de toepassingen van de geodesie ook mogen zijn, alle gemeenschappelijk hebben.

Op de weg naar een produkt of een dienst worden in het algemeen in de geodetische praktijk de volgende *werkfasen* doorlopen:

- de identificatie van de op te nemen objecten;
- de geodetische opname;
- de be- of verwerking van de opgenomen gegevens tot relevante informatie;
- de opslag van de verkregen informatie;
- de informatievoorziening.

Deze indeling van het werk in fasen geldt voor alle geïdentificeerde afzetgebieden van de geodesie en specifieke toepassingen daarbinnen, alsmede voor de aangeduide kerntaak. Deze gemeenschappelijke wijze van aanpak vormt een bindend element tussen de diverse op toepassing in verschillende werkerreinen gerichte stromingen in de geodesie: de methodieken zijn in brede trekken dezelfde; slechts de klantenkringen verschillen. De volgende toelichting moge dit verduidelijken.

De object-identificatie

Deze is essentieel vóór elke geodetische opname. Het is immers nodig te weten wát moet worden gemeten en volgens welke specificaties; de opname van de geometrische kenmerken van objecten kan niet los worden gezien van die van de thematische.

Zo zullen, vóór het meten van de beweging van tektonische platen, punten moeten worden gekozen die voor de platen of sub-platen representatief kunnen worden geacht of waarvan de beweging ten opzichte van deze te volgen geologische objecten bekend mag worden verondersteld. Evenzeer zullen bij de meting van de rotatie van de aarde aardkorstdelen moeten worden geselecteerd die voor de aarde als geheel representatief kunnen worden geacht. En de bijhouding van het gemiddeld zeeniveau zal het betrouwbaarst verlopen via peilschalen waarvan de registraties op controleerbare wijze worden beïnvloed door regionale of lokale effecten.

Bij de administratieve infrastructuur spelen, al naar gelang het specifieke geval, juridische, beheerstechnische, economische, landbouwkundige, bosbouwkundige, bodemkundige, waterstaatkundige, geologische en andere aspecten van grond of ondergrond een rol. Indeling verloopt immers volgens grenzen die verschillen markeren. Bekendheid

met deze en andere aspecten is vereist met het oog op de uitvoering van het noodzakelijke classificatieproces. Het doorgronden van dit proces is meer dan ooit van betekenis in deze tijd van invoering van geautomatiseerde ruimtelijke informatiesystemen, mede als basis voor karteringen naar uiteenlopende kenmerken van percelen. De kwaliteit van deze systemen wordt in belangrijke mate beperkt door onzekerheden in de classificatie van objecten.

Dit geldt in niet mindere mate voor informatiesystemen ten behoeve van de technische infrastructuur. Hier zijn, naast enkele van de al genoemde aspecten, kenmerken van enerzijds sociale en maatschappelijke, anderzijds van verkeerskundige en voornamelijk bouwkundige en civieltechnische aard van belang.

Bij de plaatsbepaling is de object-identificatie van belang bij de beantwoording van de vraag in hoeverre de plaatsbepalingsapparatuur het te positioneren object (land-, vaar-, lucht- of ruimtevoertuig) op doelmatige wijze representeert, opdat voorziene of anderszins gewenste manoeuvres worden geoptimaliseerd.

Bij de uitvoering van wat de geodetische kerntaak werd genoemd is de object-identificatie van technisch-geodetische aard. Hier is het van groot belang de meetkundige objecten (punten, lijnen en vlakken) voldoende scherp "aan te meten".

De in beginsel onlosmakelijke koppeling tussen object-geometrie en -thematiek kan ertoe leiden, dat geodeten op sommige toepassingsgebieden deskundigheid bij uitstek verwerven.

De opname

De keuze van te gebruiken opnametechnieken wordt bepaald door het te bereiken doel, dus door de voorziene toepassing van de uiteindelijke resultaten. Al naar gelang geografische uitgebreidheid, dimensie, omgeving, nagestreefde nauwkeurigheid en actualiteit zal gebruik worden gemaakt van min of meer klassieke landmeetkundige opnametechnieken, akoestische technieken, luchtfotogrammetrie, (satellieten) remote sensing, ruimtetechnieken, gravimetrie of combinaties van deze klassen van sensoren; eventueel van (in de geodesie) uitzonderlijk instrumentarium. De opname van het terrein zal steeds, en bij de voortschrijdende automatisering in toenemende mate, in combinatie met het daarop aansluitende be- of verwerkingsproces van de metingen moeten worden beschouwd.

De be- en verwerking

Het onderscheid tussen bewerking en verwerking van metingen is enigszins kunstmatig. Werden voorheen de metingen vóór de berekening "uitgewerkt", de automatisering biedt mogelijkheden tot de "on-line" afwikkeling van het geodetische productieproces, van opname tot uitkomst, desnoods van terrein tot kaart. Toch is het om theoretische en praktische redenen vaak gewenst tussentijdse controle- of toetsmomenten in het proces op te nemen, zodat sprake blijft van tussenresultaten in diverse stadia, ook al is op die momenten niet steeds menselijk handelen nodig. Met name is dit gewenst voor de kwaliteitsbeheersing in verschillende opzichten. Vóórbewerking van metingen is gebruikelijk als middel van gecontroleerde "datacompaction" in geval van lange meetreeksen met hoge herhalingsfrequenties om aldus tot een hanteerbaar gegevensbestand te komen zonder daarbij tastbaar informatie te verliezen. De be- en verwerkingsfase geldt in beginsel voor alle toepassingen van de geodesie en vormt de overgang van meetgegevens tot gezochte informatie.

Conversie van gegevens is een bijzondere vorm van bewerking. Onderscheid is te maken tussen de omzetting van analoge kaarten in digitale topografische bestanden (A/D) en omgekeerd (D/A), en de transformatie van (digitale) gegevens naar andere structuren of formaten. D/A-conversie is een essentiële stap bij de visualisering van digitale topografische bestanden, zoals in de moderne kaartvervaardiging. De problemen die zich daarbij voordoen, met name bij de transformatie van raster- in vectorbestandsstructuren, zijn nog verre van opgelost. In tegenstelling tot de D/A-conversie is de A/D-conversie, op zichzelf, een in beginsel probleemloos werkende techniek die in het huidige overgangsstadium naar digitale gegevensbestanden intensief wordt toegepast; de problemen rond deze arbeidsintensieve en tijdrovende procedure zijn van meer organisatorische en economische dan technisch-wetenschappelijke aard en bovendien in de geodesie tijdelijk. Wat betreft de transformatie tussen gegevensformaten, vooral in het kader van de ruimtelijke informatiesystemen, zullen de organisatorische problemen bij de uitwisseling van bestanden door uniformering in classificatie en codering moeten worden opgelost.

De informatie-opslag

De grote hoeveelheden meetgegevens en geodetische uitkomsten die de moderne opname- en be/verwerkingstechnieken produceren dienen op doelmatige wijze te worden opgeslagen. Doelmatig in die zin, dat de gevormde bestanden voor de beoogde gebruiker gemakkelijk te raadplegen zijn en de door hem gewenste informatie bevatten. De bestandsvorming en -bijhouding vraagt daarom alle aandacht, vooral in het verband met de ruimtelijke informatiesystemen. Hieraan geeft de geodesie de per definitie noodzakelijke meetkundige ondergrond. Het is immers de koppeling van thematische kenmerken aan topografische objecten en de ruimtelijke positionering van die objecten, die de informatiesystemen als zodanig bruikbaar maken. De primaire taak van de geodesie hierbij is de ruimtelijke positionering van de topografische objecten, maar zij kan door het ruimtelijke inzicht dat beoefenaren van het vak plegen te hebben, ook een rol spelen bij de structurering van de gegevens/informatie-banken. Daarom wordt in de geodesie aandacht besteed aan informatietheoretische aspecten van geodetische gegevens.

De informatievoorziening

De aflevering is de laatste fase op het traject naar geodetisch produkt of dienst. Het is geodetische traditie de afnemer te begeleiden en aldus zorg te dragen voor een optimaal gebruik van het geleverde. De geodesie heeft veel klanten en hun informatievoorziening vereist ruime aandacht. Deze kan zich richten op traditionele klantenkringen van geodeten, zoals die in de civiele techniek en de landinrichting in Nederland, maar ook op meer recentelijk opgekomen markten, zoals de stadsvernieuwing en het milieubeheer in Nederland en de inrichting van grondboekhoudingen in ontwikkelingslanden.

3.5 De beoefening van het vak in Nederland

We plaatsten de *toepasbare geodesie* centraal en, taakstellend, als uitgangspunt voor de geschetste *kerntaak* en de algemene geodetische *toepassingen*, gegroepeerd tot de geïdentificeerde *afzetgebieden*. Voor deze toepassingen is de overheid direct of indirect verantwoordelijk en zij ziet zich daarmee geplaatst voor een aantal min of meer specifieke taken. De geodetische kerntaak is er één van; de vormbepaling van het

aardoppervlak, de indeling en de inrichting van het land, de ontginning en de zorg voor de infrastructuur voor de plaatsbepaling geven aanleiding tot evenzovele andere.

Soms houdt de overheid de uitvoering van de taken of delen daarvan aan zich, in andere gevallen oefent zij toezicht uit op de uitvoering door particuliere ondernemingen. Ten aanzien van de geodetische aspecten van de taakstelling kan de overheid of de betrokken onderneming beschikken over een eigen geodetische/landmeetkundige afdeling, dan wel zijn aangewezen op uitvoerende bedrijven. Zo hebben alle op toepassingsgebieden van de geodesie werkende diensten van de rijksoverheid (KADOR, RWS, TD en de DH) de beschikking over een eigen (land)meetkundige afdeling en ook de N.V. Nederlandse Spoorwegen (NS), ontginningsmaatschappijen - bijvoorbeeld de in ons land werkende Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) - en vaak buitenslands werkende grote bouwondernemingen beschikken daar wel over. Op het niveau van de gemeentelijke overheid bestaan vele landmeetkundige/vastgoed-afdelingen.

Op de weg van *geodetische taakstelling* tot de levering van *dienst of produkt* roepen zowel de overheid als de particuliere ondernemingen steeds vaker de hulp in van min of meer specialistische bedrijven die zich toeleggen op:

- de levering van geodetische instrumentatie in hard- en/of software;
- de uitvoering van geodetische deeltaken;
- de advisering ten aanzien hiervan en/of de verwerving, dan wel het gebruik van instrumentatie.

Door de vaak intensieve betrokkenheid van de opdrachtnemers zijn de grenzen tussen de hier genoemde soorten werkzaamheden niet altijd even scherp te trekken. Daarbij komt nog dat die in het zich snel ontwikkelende vakgebied nog nauwelijks te trekken zijn.

Vanuit de taakstelling bij overheid of ondernemer bepalen juridische, landbouwkundige, stedenbouwkundige, economische, kartografische, civieltechnische, aardwetenschappelijke en vele andere relevante factoren de specificaties waaraan de geodetische produkten of diensten moeten voldoen. Niet geodetische factoren als deze, hoe relevant ook op het werkterrein van overheidsinstantie of ondernemer, zullen hier in het kader van het geodetisch onderzoek buiten beschouwing blijven.

3.6 De ontwikkeling van het vak

De geodesie is een tamelijk behoudend vak en zij neemt slechts zelden doelgericht het initiatief tot de inschakeling van fundamentele ontwikkelingen uit wetenschap en techniek. Eerder worden de ontwikkelingen van het vak via de industrie door deze fundamentele ontwikkelingen aangedreven. De ontwikkelingen in de wiskunde, maar vooral de natuurkunde, gaven in de afgelopen vier decennia aanleiding tot de invoering van nieuwe geodetische opnametechnieken, bijbehorende modelbeschrijvingen en meetstrategieën en van methoden van analyse en bestandsvorming.

Technische ontwikkelingen die de aanzet tot deze voortgang in de geodesie gaven, waren die van de:

- micro-elektronica;
- niet-optische detectie;
- stabiele frequentiestandaarden;
- laser.

Op hun beurt baanden deze de weg tot *algemene trends* die ook de geodesie niet ongemoeid lieten, zoals de:

- ruimtevaart;
- automatisering.

De volgende *opnametechnieken* vonden hun ingang in de geodesie en waren medebepalend voor de ontwikkeling van het vak:

- radio-plaatsbepaling;
- elektronische afstandmeting;
- akoestische technieken;
- remote sensing;
- elektronische registratie van veldgegevens;
- plaatsbepaling met behulp van satellieten (in het bijzonder het Navy Navigation Satellite System (NNSS)-Doppler en het GPS);
- traagheidsmeting (stabilisatie van meetplatforms onder meer ten behoeve van de gravimetrie vanaf oppervlakteschepen en navigatie);
- radar-hoogtemeting vanaf satellieten op water, ijs en land;
- laser-waterpassing.

De aangepaste *methoden van analyse en bestandsvorming* moeten mede worden gezien in het licht van de ongekend grote hoeveelheden te verwerken en te archiveren gegevens. De ontwikkelingen in deze sector verliepen volgens twee lijnen:

- die van de automatisering van het proces;
- die van de modellen.

Wat de *modellen* aangaat onderscheiden we:

- het functiemodel;
- het kansmodel;
- het gegevensmodel.

Kenmerkend voor de hand in hand gaande ontwikkelingen van functie- en kansmodellen zijn:

- de aanpassing aan de nieuwe opnametechnieken en bijbehorende meetstrategieën;
- de verfijning ter benutting van de geboden hogere meetprecisie, in het bijzonder die van de ruimtetechnieken;
- de afstemming op de dynamiek van de geodesie.

De *modellen voor gegevensopslag* vereisen voor het eerst sinds vele decennia de aandacht in de geodesie. Waren de methoden van handmatige notitie van veldgegevens, berekening van uitkomsten en documentatie daarvan voor de diverse toepassingen vrijwel standaard, de automatisering van opname tot raadpleging van resultaten stelt nieuwe eisen aan de doelmatigheid. De automatisering biedt ongekende mogelijkheden die echter slechts ten volle kunnen worden benut bij een op de bevraging van tussentijdse of uiteindelijke gegevensbestanden toegesneden gegevensstructuur. Deze en de uitwisselbaarheid van gegevens tussen de vele bestanden vragen meer dan voorheen de aandacht van de geodesie.

Veel van de aanvankelijk deels theoretische of academische ontwikkelingen bereikten het stadium van toepasbaarheid. Samenvattend tekenden zich technisch-wetenschappelijk in de geodesie de volgende *algemene ontwikkelingslijnen* (trends) af:

- een uitbreiding van het werkdomein van de geodesie tot in de mariene omgeving;
- een modelmatig rechtstreekse uitbreiding tot in drie dimensies door toepassing van ruimtegeodetische technieken;
- het bereiken van extreem hoge proportionele meetprecisies (tot $1:10^8$) over aarde-omvattende afstanden, evenzeer dankzij de ruimtetechnieken;
- aandacht voor de doelgerichte beheersing van de technische kwaliteit van geodetische producten en diensten;
- het voor praktisch, regionaal gebruik ter beschikking komen van hoogwaardige ruimtegeodetische technologie, zoals het GPS;
- de automatisering van opname tot bestand;
- de digitalisering van opname tot bestand;
- de operationele koppeling van topografische/geodetische met thematische geografische gegevens in de ruimste zin;
- de integratie van technieken en methodieken;
- de invoering van dynamiek;
- het streven naar actualiteit van uitkomsten.

De genoemde *dynamiek* treedt in de geodesie op uiteenlopende wijzen aan de dag, te weten bij het meten, dan wel analyseren:

- met mobiele systemen;
- van beweeglijke objecten;
- in een veranderlijke omgeving.

Mobiele meetsystemen zijn niet alleen systemen met vliegtuigen, satellieten, rijdende auto's en schepen als instrumentendragers, maar ook alle aardegebonden ruimtegeodetische systemen zijn mobiel op de aarde, draaiend ten opzichte van satellieten of andere buitenaardse referentievelden.

Tot de beweeglijke objecten behoren de bewegende bodem en de rijzende of dalende zeespiegel, maar evenzeer veranderingen in zakelijke rechtstoestand, gebruik, beheer, vegetatie van terreinen enzovoort.

Actualiteit wordt naast nauwkeurigheid een steeds meer gewaardeerd kwaliteitskenmerk voor geodetische producten. Niet-actuele gegevens hebben immers slechts een beperkte informatie-inhoud.

Naast de technische ontwikkelingstrends tekenden zich, ten dele in samenhang daarmee, ook *organisatorische trends* af:

- de voortschrijdende tweesporige beoefening van het vak, onder meer tot uiting komend in de divergerende programma's van de beide vakgroepen in de TUD/GEO;
- de betrekkelijk gemakkelijke toegankelijkheid van geavanceerde technieken, zoals het GPS;
- de uitbreiding van de geodetische industrie in het bijzonder als leverancier van computer hard- en software;
- de voortschrijdende privatisering (terugtrekkende overheid), mede mogelijk gemaakt door de commerciële verkrijgbaarheid van geavanceerde apparatuur;
- de commercialisering van onderwijs en onderzoek bij de onderwijsinstellingen als gevolg van een beleid van selectieve financiering door de overheid;

- het sluiten van samenwerkingsovereenkomsten tussen geodetische partners;
- de toenemende zorgen om de normering en de borging van de kwaliteit van geodetische producten en diensten, ook in niet-technische zin;
- het groeiend besef dat, naast nauwkeurigheid van geodetische uitkomsten, hun actualiteit en andere, soms bedrijfsmatige factoren steeds hoger gewaardeerde kwaliteitskenmerken zijn.

3.7 Uitdagingen

De geconstateerde technische en organisatorische ontwikkelingstrends in de geodesie plaatsen het vak in ons land voor een aantal *nieuwe uitdagingen*. Hiervan zijn te noemen:

- de Nederlandse bijdrage tot het opzetten en bijhouden van een wereldwijd multifunctioneel ruimtelijk (3-dimensioneel) en actueel geodetisch informatiesysteem als kerntaak voor de geodesie;
- de inschakeling van de aan dit systeem te ontleen informatie als geometrische basis voor ruimtelijke (geografische- en vastgoed-) informatiesystemen in Nederland;
- een bijdrage tot de bewaking van de variatie in het gemiddeld zeeniveau;
- een bijdrage tot de bewaking van globale, regionale en lokale bodembewegingen;
- een bijdrage tot de kwantificering van de zeespiegelvariatie aan de Nederlandse kust in het bijzonder;
- een bijdrage tot de bepaling van de rotatie van de aarde als geheel;
- een bijdrage tot de beheersing van het verkeer, in het bijzonder dat op de weg in Nederland.

In specifiek technische zin kunnen hieraan de volgende *taken* worden ontleend:

- de ontwikkeling van geodetische opnametechnieken die door hun werkwijze de actualiteit van geodetische en ruimtelijke informatiebestanden kunnen waarborgen;
- de zorg voor een doelgericht en deskundig geodetisch gebruik van deze technieken;
- een doelgerichte normering en borging van de kwaliteit van geodetische producten en diensten;
- de zorg voor een doelgerichte geometrische kwaliteit van de ruimtelijke informatiesystemen in Nederland.

Een wereldwijd ruimtelijk *geodetisch informatiesysteem*, zoals bedoeld, vormt de grondslag voor wereldwijde geodetische activiteiten, maar in het tijdperk van het gebruik van grensoverschrijdende ruimtegeodetische methoden, ook voor de vakbeoefening op nationaal Nederlands vlak. Niet alleen zal ons land gebruiker zijn van het systeem, maar ook zal het moeten bijdragen tot het opzetten en de bijhouding ervan. Het laat zich aanzien, dat op termijn in Nederland het bestaande horizontale referentiesysteem en het nationale hoogtenet zullen worden gecombineerd en geïntegreerd tot een ruimtelijk net gebaseerd op ruimtegeodetische technieken en bijgehouden met het GPS en/of soortgelijke systemen. Als zodanig zal het dan deel uitmaken van een wereldwijd geodetisch netwerk, aan de totstandkoming waarvan ons land dan impliciet zijn bijdrage levert. Het wereldwijde net zal toepassingen vinden die variëren in:

- schaal;
- vereiste nauwkeurigheid;
- mate van actualiteit.

Eenduidigheid zal een van de belangrijkste kenmerken zijn. In het bijzonder zal die een essentiële rol spelen bij toepassingen als de wereldwijde bewaking van variaties in het gemiddeld zeeniveau.

Het leveren van de *geometrische basis aan ruimtelijke informatiesystemen* is een van de belangrijkste taken van de hedendaagse geodesie. Die geometrische basis is per definitie het bindende element in alle ruimtelijke informatiesystemen en maakt hun zo wezenlijke onderlinge koppeling mogelijk. In de vastgoedinformatiesystemen, in het bijzonder, worden aan de geometrie de hoogste eisen gesteld; de geometrische eigenschappen van de entiteiten/objecten zijn daar immers attributen/kenmerken; zo is de plaatsaanduiding van een object tevens een van zijn belangrijke kenmerken. Maar ook bij geografische informatiesystemen in ruimere zin heeft de geodesie de taak zorg te dragen voor de plaatsbepaling.

Van de geodesie wordt verwacht, dat zij op beslissende wijze bijdraagt tot de *bewaking van het gemiddelde zeeniveau*. Het is een wereldwijd probleem, dat echter voor een land als Nederland, op de grens van land en water, een bijzondere betekenis heeft. Het wereldwijde probleem, dat samenhangt met de afsmelting van de ijsbedekking als gevolg van een veronderstelde geleidelijke stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde, moet worden bestudeerd in combinatie met dat van de verticale bodembeweging in wereldwijd verband. Daartoe is een nauwkeurig ruimtelijk meetstelsel in een wereldwijd gedefinieerd conventioneel terrestrisch referentiestelsel een vereiste.

Bij de *bewaking van bodembewegingen* speelt de geodesie evenzeer een rol van grote betekenis. In wereldwijd verband staat de verticale component in directe relatie met de problematiek van de verandering van het gemiddelde zeeniveau, en zoals opgemerkt, is het voor ons land de relatieve zeespiegelvariatie die uiteindelijk van praktisch belang is. In wereldwijd verband staat de grootschalige beweging van lithosfeerschollen volgens de theorie van de platentektoniek het meest in de belangstelling, niet alleen uit zuiver aardwetenschappelijk oogpunt, maar ook in toegepast wetenschappelijk, zelfs maatschappelijk opzicht. Het laatste in verband met de soms catastrofale aardbevingen die door het bewegingsmechanisme worden veroorzaakt. Geodetische methoden, zowel terrestrische als ruimtetechnische, worden ingezet om de langzame relatieve bewegingen van de aardschollen te meten en kinematisch vast te leggen. Deze metingen en de bijbehorende analyses hebben ten doel de in grote lijnen kwalitatieve theorie van platentektoniek numeriek te onderbouwen en te helpen onderscheid te maken tussen diverse hypothesen aangaande het aandrijvingsmechanisme voor de bewegingen. Het algehele bewegingspatroon is van belang voor de definitie van een conventioneel aardevast geodetisch referentiestelsel. De winning van aardgas wordt wel beschouwd als een oorzaak van het optreden van aardbevingen in ons land. Bodemdaling door de winning van aardgas en andere delfstoffen of door wateronttrekking kan in ons land verantwoordelijk zijn voor een verstoring van de regionale waterhuishouding.

In verband met het maken van prognoses is het van belang in de winningsgebieden deformatiemetingen te verrichten, hetzij terrestrisch, hetzij met een op het GPS gebaseerd bewakingsstelsel. In verticale zin is de bodembeweging voor ons hele land van belang in relatie met de veronderstelde anomale zeespiegelrijzing.

De zeespiegelvariatie aan de Nederlandse kust. Deze is de regionale resultante van de variatie van het gemiddeld zeeniveau en de verticale bodembeweging in ons land. De prognose van deze relatieve zeespiegelvariatie voor de komende eeuw is voor ons land van groot maatschappelijk en economisch belang. Een geïntegreerd meetnet van

peilschalen en ruimtegeodetische apparatuur rond de Noordzee, aangevuld met nauwkeurigheidswaterpassingen en absolute zwaartekrachtmetingen, zal het gevraagde antwoord moeten geven. Er zijn diverse andere, voornamelijk geologische, indicatoren voor relatieve zeespiegelvariatie, maar als direct meetkundige zal aan een gegeven geodetisch antwoord grote betekenis worden gehecht.

De *rotatie van de aarde* wordt gedefinieerd als de rotatie van een conventioneel gekozen quasi-aardevast referentiestelsel ten opzichte van een gekozen ruimtevast stelsel. De draaiing van de aarde wordt doorgaans gemeten ten opzichte van stellaire objecten of satellieten. De apparatuur (radio-interferometers, laserafstandmeters, GPS- en andere radioplaatsbepalingssystemen met satellieten) meet in feite de draaiing van de aardkorst, die deel uitmaakt van de drijvende aardschollen. De bekendheid met de aardrotatie is voor de geodesie van belang in verband met het gebruik van ruimte-plaatsbepalingssystemen zoals GPS, voorts voor de navigatie en het aardwetenschappelijk onderzoek, onder meer door een aangetoonde uitwisseling van impulsiemoment van de "vaste" aarde en hydrosfeer met de dampkring.

De *beheersing van het verkeer op de weg* wordt bij de toenemende intensiteit van het gemotoriseerde verkeer in ons land een van de grote problemen, bij de oplossing waarvan zowel veiligheid als milieu en economie zijn gebaat. De verkeersgeleiding is een belangrijk instrument bij de aanpak van het probleem.

De methode is er een van optimale routing, simultaan voor alle voertuigen in een gebied binnen zeker tijdvenster; een onderwerp van de navigatie. Te denken is aan een geïntegreerd systeem van sensoren, waarvan die op positie, snelheid en traagheid gecombineerd een rol spelen. Meer specifiek, zal hier voor de elektronische autokaart, maar ook voor het GPS een taak zijn weggelegd. Dat de navigatie te water en in de lucht niet als eersten zijn genoemd, betekent niet dat de daarbij aan de dag tredende problemen minder urgent zijn; ze zijn niet nieuw, maar overigens soortgelijk. De elektronische kaart vindt in de zee- en luchtvaart gaandeweg toepassing, evenals het GPS naast andere beschikbare radio-plaatsbepalingssystemen; ook hier ligt de nadruk op de integratie van systemen. Elektronische kaarten zijn producten van ruimtelijke informatiesystemen. Aan de betrouwbaarheid, volledigheid en actualiteit van de informatiebestanden zal in dit verband bijzondere aandacht moeten worden besteed.

Anders dan, bijvoorbeeld in het ruimteonderzoek, heeft de ontwikkeling van *geodetische opnametechnieken* niet overal of steeds gelijke tred gehouden met de automatisering van het verwerkings- en opslagproces van metingen, respectievelijk uitkomsten. Weliswaar zijn de klassieke meetfuncties (richting, afstand en hoogte) bij de terrestrische opname samengebracht in "total stations" en is de registratie van de metingen verregaand geautomatiseerd, maar het meetproces wordt in grote lijnen nog handmatig begeleid en is daardoor in zijn uitvoering arbeidsintensief, dus kostbaar. Ook het fotogrammetrische uitwerkingsproces vereist nog veel handmatige begeleiding, zelfs al zijn de beelden digitaal opgenomen. Om op economisch aanvaardbare wijze aan de behoefte aan actuele gegevensvoorziening uit automatisch toegankelijke bestanden te voldoen, is het gewenst sommige aspecten van het opnameproces verder te automatiseren. In dit opzicht is te denken aan de ontwikkeling van mobiele en/of "signaal"loze, digitale terrestrische opnametechnieken en van kennisgestuurde systemen voor de uitwerking van digitale beelden. Niet-optische sensoren verdienen in dit verband ook verdere aandacht. Een rol schijnt te zijn weggelegd voor handzame geodetische GPS-ontvangers, die, al dan niet mobiel gebruikt, op doelmatige wijze kunnen worden ingezet bij de detailmeting. Refractie en andere fysische aspecten van het meetproces blijven, ook bij de verdere

ontwikkeling van het GPS en andere geodetisch bruikbare ruimtetechnieken aandacht vragen.

De zorg voor een doelgericht en deskundig gebruik van geavanceerde geometrische opnametechnieken gaat de geodesie aan. Met name betreft deze het GPS en andere vergaand geautomatiseerde systemen, die door dit laatste gelegenheid kunnen geven tot onoordeelkundig gebruik. Zo is het mogelijk met GPS puntcoördinaten te produceren zonder voldoende inzicht te hebben in de bereikte nauwkeurigheid en zonder te realiseren ten opzichte van welk referentiestelsel de coördinaten worden gerekend. GPS wordt steeds vaker gezien als techniek voor het leveren van de meetkundige basis aan ruimtelijke informatiebestanden. Daar deze in voorkomende gevallen het uitgangspunt vormen voor belangrijke beleidsbeslissingen moeten aan de betrouwbaarheid van die bestanden hoge eisen kunnen worden gesteld.

De normering en borging van de kwaliteit van geodetische produkten en diensten in technische zin is in Nederland traditie. De Handleiding voor de Technische Werkzaamheden (HTW) van het Kadaster, edities-1938 en -1956 zijn op dit punt voorbeeldig. De editie van 1956 was een ingrijpende bewerking van die van 1938, maar moet thans als verouderd worden beschouwd. Niet alleen richtte het werk zich, zoals de titel aangeeft, op de toepassing bij de kadastrale landmeetkundige dienst, maar de voortgang van de geodetische techniek heeft de praktische inhoud buiten de hedendaagse realiteit geplaatst. De aan het werk destijds ten grondslag liggende theorie is inmiddels, mede gelet op de opnametechnische ontwikkelingen, verscherpt en uitgebreid, hoewel de fundamentele gedachtengang als zodanig ongewijzigd bleef. Het zijn voornamelijk de nieuwe opnametechnieken, de toepassingsmogelijkheden van de geodesie uitgebreid tot buiten die van de kadastrale dienst en de automatisering van opname tot bestand, die een herbezinning op de normering en beheersing van de technische kwaliteit van geodetische werkzaamheden en produkten gewenst maken. Technische kwaliteit van geodetische produkten en diensten zal in elke omstandigheid het resultaat zijn van een afweging van de kosten van produktie en de gekapitaliseerde risico's van gemaakte fouten. In de HTW-1956 heeft deze afweging geleid tot het formuleren van aan de kadastrale praktijk ontleende vuistregels; nu, in een tijd van kostenbesef en concurrentie op de particuliere markt, lijkt een financiële kwantificering van kostenbepalende factoren (geodetische produktie respectievelijk risico's van gemaakte fouten) gewenst. Ook zullen praktisch hanteerbare procedures moeten worden geformuleerd om aan de gestelde kwaliteitseisen te kunnen voldoen. Hierbij zal het actualiteitsaspect niet uit het oog mogen worden verloren.

Niet alleen zal de geodesie meer en meer het karakter krijgen van een zichzelf in stand houdend geometrisch informatiesysteem, ook hebben de beoefenaren van het vak tot taak te zorgen voor de geometrische basis van andere ruimtelijke informatiesystemen, zowel algemeen geografische, als die betreffende vastgoed in het bijzonder. *De zorg voor de geometrische kwaliteit van ruimtelijke informatiesystemen in Nederland* is daarmee een verantwoordelijkheid die de geodesie niet mag ontlopen. Ook hier zullen van toepassing tot toepassing kwaliteitsnormen moeten worden gesteld en procedures moeten worden aangereikt om de geleverde geometrische informatie aan de normen te toetsen. De al genoemde moderne, vergaand geautomatiseerde of te automatiseren opnametechnieken, zoals het GPS, behoeven hierbij - het is al gesteld - bijzondere aandacht.

4. ONDERWIJS, ONDERZOEK & ONTWIKKELING

Nieuwe uitdagingen voor de geodesie en taken die daaraan kunnen worden ontleend doen een beroep op de kennis en vaardigheden waarover instellingen en bedrijven, die op de betreffende werkterreinen opereren, beschikken en op de inzetbaarheid van de voorhanden zijnde gereedschappen.

4.1 Onderwijs

Als en waar de vereiste kennis en vaardigheden ontbreken, zal in eerste instantie worden getracht daarin door scholing, hetzij via geboden cursussen, hetzij door literatuurstudie, te voorzien. Door middel van regulier onderwijs kan elders aanwezige kennis en vaardigheid worden ingezet, óf via nieuw aan te trekken personeel, óf door bij- of nascholing van aanwezig personeel.

4.2 Onderzoek

Onderzoek beoogt te voorzien in aanvulling van kennis en vaardigheden waar die niet of moeilijk door scholing van het personeel kan worden verkregen - noch via geboden cursussen, noch door literatuurstudie - en in de verwerving van niet commercieel verkrijgbare gereedschappen.

Het mobiliseren van latent aanwezige kennis of vaardigheden door personen, bedrijven of instellingen - het incidentele "uitzoeken" - wordt hier niet tot het "onderzoeken" gerekend.

4.3 Onderwijs & onderzoek

De relatie tussen onderwijs en onderzoek is een voor de hand liggende: onderzoek is zelfscholing op persoonlijk of institutioneel niveau, ter zake van onderwerpen die geen deel uitmaken van beschikbare onderwijspakketten en die niet door toegankelijke standaard- of vakliteratuur worden bestreken. Zulke zelfscholing is dagelijks werk van de staf bij universiteiten en, in mindere mate, bij instellingen voor hoger beroepsonderwijs (HBO). De aldus door de staf verworven kennis en vaardigheden vinden hun neerslag in de te verzorgen opleidingen. Onderzoeksinstituten gaan ten dele op dergelijke wijze te werk, maar de daar verworven kennis en vaardigheden komen doorgaans direct ten goede aan het te leveren produkt. Dit produkt kan bestaan uit benodigd gereedschap, maar ook uit een advies of een kennispakket dat door onderwijsinstellingen in het curriculum kan worden opgenomen. De wisselwerking tussen onderwijs en onderzoek wordt essentieel geacht voor een vruchtbaar technisch wetenschappelijk onderwijs.

4.4 Onderzoek & ontwikkeling

Als uitvoerende diensten en bedrijven zich terzake van de geodesie toeleggen op onderzoek in de bedoelde vorm van zelfscholing, dan is dat omdat universitaire en andere onderzoeksprogramma's de onderwerpen, aan de bestudering waarvan voor specifieke toepassingen behoefte is, niet bestrijken en de vereiste kennis en/of vaardigheden niet op andere wijze kunnen worden verkregen. Uitvoerende diensten en bedrijven zullen zich om redenen van budgettaire beperkingen of concurrentie niet, dan door noodzaak toeleggen op onderzoek. Bij voorkeur zal men zich bedienen van standaardtechnieken en methoden en eerst als die niet toepasbaar blijken zal tot vernieuwing worden besloten. Wordt tot vernieuwing besloten, dan zullen uitvoerende diensten en bedrijven in eerste aanleg trachten gebruik te maken van elders beschikbare expertise. Als die niet beschikbaar is, bestaat de keuze tussen het zélf verrichten van het noodzakelijke onderzoek en het mogelijk uitbesteden daarvan. Voor welke van deze oplossingen wordt gekozen zal afhangen van de organisatie van dienst of bedrijf. In de particuliere sector kunnen concurrentie-overwegingen een prikkel zijn eventueel uitbestedbaar onderzoek tóch in huis te verrichten, ten einde met de resultaten een sterkere positie op de markt te kunnen verwerven.

Onderzoek bij diensten of bedrijven heeft overigens vaak meer het karakter van een ontwikkeling van expertise om berekend te zijn op de uitvoering van de taken waarvoor zij staan of naar verwachting komen te staan. De grenzen tussen onderzoek en ontwikkeling zijn inhoudelijk vaak moeilijk te trekken. Het is meer de omgeving waarin het werk gebeurt die bepaalt of van het ene of het andere sprake is. Hierbij wordt wél aangetekend dat, wanneer bij ontwikkelingswerk geen gebruik wordt gemaakt van in algemeen opzicht nieuwe methoden of technieken en het werk ook niet tot vernieuwing in die zin leidt, dit zeker niet tot de categorie onderzoek behoort te worden gerekend.

4.5 Kenmerken van onderzoek

Is het onderscheid tussen onderwijs, onderzoek en ontwikkeling niet altijd even duidelijk en vervagen de grenzen in sommige werksituaties, minstens even vaag is het onderscheid tussen:

- *fundamenteel onderzoek* en:
- *toegepast of toepassingsgericht onderzoek.*

De aanwijzing van geodetische afzetgebieden naast de geodetische kerntaak biedt in dit opzicht misschien toch enig houvast. Onderzoek op de afzetgebieden zélf kan in geodetisch opzicht niet als fundamenteel worden aangemerkt, hoewel zulk onderzoek binnen de grenzen van de specifieke toepassing zeker fundamenteel zou kunnen worden genoemd. Te denken is, bijvoorbeeld, aan het onderzoek naar de opbouw en evolutie van de aarde, onderzoek aangaande juridische aspecten van de landinrichting of onderzoek betreffende sociale aspecten van de stadsvernieuwing. Deze en vele andere zeer relevante onderzoeken zijn te zeer toepassingsgebonden om tot onderwerpen van de geodesie, hetzij de fundamentele, hetzij de toegepaste te worden gerekend. Onderwerpen van fundamenteel geodetisch onderzoek zijn te zoeken in het domein van wat met *de theoretische geodesie* werd aangeduid. Tot dit domein behoren onderwerpen van voorshands academische aard, maar tevens is het de voedingsbodem voor *de toepasbare geodesie*. Deze omvat onderwerpen die bruikbaar zijn in alle onderscheiden gebieden waar de geodesie toepassing vindt. Onderzoek op die onderwerpen wordt hier

toegepast of toepassingsgericht genoemd; evenzeer is dit het geval met onderzoek op de gebieden van de geodetische toepassingen zélf. Een overtuigend voorbeeld van deze laatste categorie is de kwaliteitsnormering en -borging voor specifieke geodetische toepassingen.

De uitvoering van fundamenteel geodetisch onderzoek (de ontwikkeling van "weten om te kunnen") is in zijn "zuivere" vorm ("begrijpen wat men weet") slechts te verwachten bij de beide vakgroepen van de TUD/GEO, bij de Vakgroep Landmeetkunde en Teledetectie (LT) van de Landbouwniversiteit Wageningen (LUW) en, gezien de opdracht van de instelling, wellicht in mindere mate bij het ITC. Het fundamentele onderzoek bij deze instellingen kan nog worden ondersteund door onderzoeks- en expertisecentra en worden bevorderd of gebundeld via speciale studie- of taakgroepen. Fundamenteel onderzoek in de geodesie, en zeker in zijn "zuivere" vorm, is slechts elders te zoeken als de universitaire instellingen bij de uitvoering daarvan falen en overheidsdiensten en particuliere ondernemingen de verwachte resultaten ontberen.

Voor het overige zal het geodetisch onderzoek gericht zijn op min of meer specifieke toepassingen en worden uitgevoerd door, of in opdracht van die instanties of bedrijven die voor zulke toepassingen verantwoordelijk zijn. Bij toegepast geodetisch onderzoek zal voor onderzoeksinstituten een rol kunnen zijn weggelegd en ook hier kunnen studie- en taakgroepen coördinerend werken; in de technische omgeving waarin de geodesie functioneert moeten ook de onderwijsinstellingen erin kunnen participeren en de instrumentele industrie zal zeker ook geïnteresseerd zijn.

Afhankelijk van het onderwerp kan de *aard* van geodetisch onderzoek variëren; het onderzoek kan zijn:

- theoretisch;
- experimenteel;
- instrumenteel, apparatuur, dan wel programmatuur betreffende.

De *methode* van onderzoek wordt geacht steeds een wetenschappelijke te zijn.

Het *doel* van een onderzoek kan van geval tot geval verschillen; te onderscheiden zijn, bijvoorbeeld, onderzoek:

- van strategisch belang;
- met algemene toepassingsmogelijkheden;
- gericht op dadelijke specifieke toepassing van de uitkomsten.

De *bestemming* van de uitkomsten van een onderzoek kan zijn:

- voor gebruik uitsluitend binnen de eigen organisatie;
- ten behoeve van een externe opdrachtgever;
- voor algemeen gebruik.

Organisatorische aspecten van het onderzoek zijn onder meer:

- de personele en materiële inzet;
- de looptijd;
- de mate van samenwerking met andere diensten, instituten of bedrijven.

5. PROFIELEN VAN GEODETISCHE VAKKRINGEN

In zijn diverse facetten wordt de geodesie in ons land beoefend in de volgende *vakkringen*:

- de instellingen van onderwijs op universitair en hoger, middelbaar en lager beroeps-niveau;
- onderzoeks- en expertisecentra;
- diensten van de rijksoverheid;
- diensten van de provinciale overheid;
- gemeentelijke diensten;
- de krijgsmacht;
- geprivatiseerde nutsbedrijven en andere leidingbeheerders;
- ontginningsmaatschappijen;
- vervoersbedrijven;
- bouwondernemingen;
- gespecialiseerde ingenieursbureaus;
- adviesbureaus;
- de industrie;
- de handel;
- studie- en andere taakgroepen.

Vanuit het oogpunt van onderzoek en ontwikkeling zullen de geïdentificeerde vakkringen nader worden beschouwd.

5.1 Instellingen van onderwijs

Naast het verzorgen van wetenschappelijk onderwijs is het verrichten van onderzoek een taak van universitaire instellingen. De nadruk behoort hier te liggen op het fundamentele onderzoek: de ontwikkeling van het "weten om te kunnen". Voor het verrichten van "zuiver" fundamenteel onderzoek (het ontwikkelen van het "begrijpen van wat men weet") is de universiteit zelfs de aangewezen plaats. Bij technisch wetenschappelijk onderwijs moet er ook ruimte zijn voor enig toegepast wetenschappelijk onderzoek. Het beroepsonderwijs heeft geen onderzoekstaken; toch zullen ook bij het HBO in het kader van het onderwijs praktisch gerichte onderzoeksaspecten aan de orde moeten komen.

Op universitair niveau kennen we in Nederland wat de geodesie aangaat:

- de TUD/GEO;
- de LUW/LT;
- het ITC;
- de Sectie Baanmechanica van Ruimtevoertuigen (BR) van de TUD Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek (L&R);

- de Vakgroep Nautische Wetenschappen van het Koninklijk Instituut voor de Marine (KIM);
- de Koninklijke Militaire Akademie (KMA).

Op HBO niveau zijn te noemen:

- de Studierichting Landmeetkunde/Geo-informatica van de Hogeschool Utrecht;
- de opleiding tot "Hydrographic Surveyor" aan de Algemene Hogeschool Amsterdam.

De onderzoeksorganisatie van de genoemde instellingen zal in het navolgende worden geresumeerd.

De Faculteit der Geodesie van de TUD

Onderwijs en onderzoek worden gecoördineerd en uitgevoerd door twee vakgroepen, elk omvattende twee secties, als volgt:

A: Mathematische en Fysische Geodesie

- Mathematische Geodesie & Puntsbepaling (MGP);
- Fysische, Meetkundige & Ruimtegeodesie (FMR);

B: Toegepaste & Planologische Geodesie

- Vastgoedinformatie en Kartografie (VIK);
- Planologische & Juridische Geodesie (PJG).

In een interimperiode van herbezinning op de betrokken vakdiscipline is de Werkenheid Fotogrammetrie & Remote Sensing voorshands buiten de sectie-indeling gebleven; het is te verwachten dat een voorziene integratie hiervan met MGP in 1992 zal worden geëffectueerd. Het OSG maakt deel uit van FMR.

MGP heeft haar in opdracht verrichte onderzoek ondergebracht in het Laboratorium voor Geodetische Rekentechniek (LGR). Evenzo voert VIK haar onderzoek uit in het door IBM Nederland gesubsidieerde Centre for Computer Graphics and Mapping (CCGM), een onderzoekslaboratorium speciaal ten dienste van leden van de Vereniging voor VastgoedInformatie (VVI).

Bij de uitvoering van hun taken functioneren de secties in toenemende mate autonoom.

De faculteit presenteert zich als het enige geodetische onderzoeksinstituut in Nederland dat het vak in zijn volle breedte bestrijkt. Gezien de programma's van de beide vakgroepen lijkt dit inderdaad het geval te zijn, zij het dat met de toch beperkte middelen niet alle onderdelen met gelijke diepgang aan de orde kunnen komen. Naast onderzoek dat ten dele zelfs als "zuiver" fundamenteel kan worden aangemerkt, komt ook op specifieke toepassingen gericht onderzoek voor en ook worden uitvoerende taken verricht. Tot laatstbedoelde categorie behoort het merendeel van het werk verricht door het OSG, werk dat evenwel kan worden gezien als een belangrijke ondersteuning van het onderzoek dat FMR doet in samenwerking met TUD/L&R. Geodetische onderzoekszwaartepunten in de faculteit betreffen puntsbepaling in een dynamische omgeving, de detailstructuur van het aardse zwaartekrachtsveld en vastgoedinformatiesystemen. Het onderzoek wordt bekostigd via drie geldstromen:

1. vanwege het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen (O&W), via de universiteit:
 - a: - gekoppeld aan de onderwijstaak;
 - ter tijdelijke stimulering van specifiek onderzoek;
 - b: - voorwaardelijke financiering;

2. vanwege O&W, subsidiëring via de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO);
3. uit opdrachten door overheid en bedrijfsleven.

De voorwaardelijke financiering mag worden beschouwd als de basisfinanciering van het onderzoek bij de faculteit. Voor het instandhouden van de activiteiten van OSG is daarbij thans de tweede geldstroom in combinatie met stimuleringsfinanciering onontbeerlijk.

Verdeeld over beide vakgroepen en over de diverse geldstromen beschikt de faculteit ten behoeve van het onderzoek nominaal over 25 "full time" equivalenten (fte) voor wetenschappelijk personeel.

De Vakgroep Landmeetkunde & Teledetectie van de LUW

Het bestreken vakgebied omvat - in het kort - de landmeetkunde, de kartografie, de teledetectie (remote sensing) en de ruimtelijke informatiesystemen in relatie met het landbouwkundig onderwijs en onderzoek aan de universiteit. Het onderzoek van de vakgroep richt zich in het bijzonder op de ontwikkeling van ruimtelijke, of geografische informatiesystemen (GIS) en de remote sensing. Hoewel gericht op toepasbaarheid, kan het onderzoek in het algemeen als fundamenteel worden gekenmerkt; in het bijzonder geldt dit het onderzoek betreffende de informatiesystemen.

In beginsel is het financieringsmodel voor de vakgroep hetzelfde als voor de TUD/GEO. Naast voorwaardelijk gefinancierd onderzoek, verricht de vakgroep onderzoek in het kader van het Nationaal Remote Sensing Programma (NRSP) gesubsidieerd via de Beleidscommissie voor de Remote Sensing (BCRS).

Het onderzoek wordt ook ondersteund door de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO).

De vakgroep neemt binnen de LUW deel in het Overlegorgaan Onderwijs en Onderzoek Teledetectie (OOT) en in het Centrum voor Geografische Informatie-verwerking (CGI). In het onderzoek van de vakgroep participeren bij de LUW, nominaal, 10 fte aan wetenschappers.

Het ITC

Het ITC is opgenomen in het HOOP. Meer nog dan bij de geodetische vakgroepen van de TUD en LUW ligt de nadruk bij de activiteiten van het ITC op het onderwijs, dat bovendien sterk internationaal is georiënteerd. Het programma sluit, over het geheel genomen, nauwer aan bij dat van de Wageningse vakgroep dan bij dat van de beide geodetische vakgroepen in Delft. Hoofdonderwerpen bij het ITC zijn lucht- en ruimteobservatie van de aarde, toepassingen van remote sensing en het gebruik van GIS. Bij een recente interne reorganisatie zijn vier wetenschappelijke afdelingen, verantwoordelijk voor onderwijs, onderzoek en advisering, ontstaan:

- Geoinformatics;
- Land Resource Surveys and Rural Development;
- Earth Resources Surveys;
- Urban Survey and Human Settlement Analysis.

Fundamenteel onderzoek wordt bij het ITC nauwelijks verricht, zeker niet op geodetisch gebied; het verrichte onderzoek is in hoofdzaak onderwijsondersteunend. Het ITC heeft een onderzoeksformatie van, rond, 50 fte wetenschappelijk personeel.

Voor het ITC geldt het financieringsmodel van de universitaire vakgroepen, met dien verstande dat de voorwaardelijke financiering ontbreekt. De derde geldstroom (contract-onderzoek) is sterk ontwikkeld; het ITC beweegt zich hierbij met advisering in ontwikkelingslanden succesvol op de internationale markt.

Het uit het HOOP gefinancierde PhD-programma wordt uitgevoerd in samenwerking met de universiteiten. Met de TUD/GEO is de oprichting te Delft van een "School for Cadastral Studies" een belangrijk programmapunt. Ten aanzien van de GIS-problematiek is een nauwere samenwerking met de LUW/LT in voorbereiding.

De Sectie Baanmechanica van Ruimtevoertuigen bij de TUD

De sectie maakt deel uit van Vakgroep Ontwerpen/Vliegmechanica/Ruimtevaart in de TUD/L&R. In samenwerking met de TUD/GEO, in het bijzonder met het OSG van FMR, heeft de sectie vooral in het afgelopen decennium een ruime expertise opgebouwd op het gebied van de verwerking van ruimtegeodetische metingen tot op toepassing in de aardwetenschappen gerichte uitkomsten. Deze betreffen, onder meer, wereldwijde ruimtelijke geodetische stationscoördinaten, baanparameters van geodetisch bruikbare satellieten, aardrotatieparameters en zeetopografische grootheden. De sectie geniet vooral in het buitenland een grote reputatie.

De sectie is onderworpen aan het universitaire financieringsregime zoals dat van toepassing is op de secties in de TUD/GEO, en heeft vooral de derde geldstroomcomponent sterk kunnen ontwikkelen. Onder een voorwaardelijke financiering en een stimuleringsfinanciering vanwege de TUD is er een geformaliseerde samenwerking met de Faculteit der Geodesie. De sectie geniet ook subsidies via NWO en BCRS.

Voor het onderzoek is een formatie van in totaal ruim 10 fte wetenschappelijk personeel beschikbaar.

De sectie vervult in de samenwerking met FMR een voortrekkersrol bij gezamenlijk ondernomen internationale projecten zoals die binnen NASA- en ESA-programma's. Het werk van de sectie is vooral gericht op de slagvaardige produktie van toepasbare resultaten, maar het onderzoek kan ten dele toch ook als fundamenteel worden gekenmerkt.

De Vakgroep Nautische Wetenschappen van het KIM

Deze vakgroep bestaat uit twee secties:

- Scheepsbouw;
- Nautische Vorming.

Laatstgenoemde sectie heeft in haar werk raakvlakken met ontwikkelingen die zich in de geodesie aftekenen. Onderzoeksprojecten in dit verband betreffen de optimale routing van zeetransporten, de dynamische plaatsbepaling op zee en navigatie op een in ontwikkeling zijnde elektronische zeekaart.

De vakgroep werkt breed samen met overheid en bedrijfsleven. Zo werkt zij, wat de dynamische plaatsbepaling en de kwaliteitsbeheersing betreft, samen met sectie MGP van de TUD/GEO. Intensivering van laatstbedoelde samenwerking is te verwachten. Verder is er in het zeekaart-project samenwerking met de DH. De aanpak van de problematiek is fundamenteel te noemen, maar de oplossingen zijn gericht op praktische toepassing.

De vakgroep heeft personele relaties met het Nederlands Instituut voor Navigatie (NIN) en met de Werkgroep Nationaal Navigatieplan van V&W. Voor het onderzoek zijn enkele fte's wetenschappelijk personeel beschikbaar.

De Koninklijke Militaire Akademie

Bij de KMA wordt in het kader van het onderwijsprogramma wel aandacht besteed aan geodetische aspecten, maar er wordt daarop geen onderzoek verricht.

De Studierichting Landmeetkunde/Geo-informatica te Utrecht

Deze heeft geen onderzoekprogramma. Wel wordt in het kader van het studieprogramma projectmatig gewerkt aan op de praktijk gericht onderzoek, zulks in samenwerking met overheid en bedrijfsleven.

De opleiding "Hydrographic Surveyor" te Amsterdam

Deze HBO-opleiding in de hydrografie kent evenmin een uitdrukkelijke onderzoekscomponent. Wel wordt in het kader van de studie samengewerkt, voornamelijk met particuliere ondernemingen.

5.2 Onderzoeks- en expertisecentra

Buiten de genoemde onderwijsinstellingen kennen we in Nederland enkele onderzoekscentra met programma's waarop in beginsel ook voor geodetische onderwerpen plaats is, dan wel zou zijn. Zij worden hier in het kort gememoreerd.

De Technisch Fysische Dienst TNO-TUD (TPD)

De TPD maakt deel uit van de Hoofdgroep TNO-Industrie. TPD is ontstaan als samenwerking met de toenmalige Technische Hogeschool te Delft en heeft daar nog zijn hoofdvestiging. De TPD beschikt over een grote technisch-instrumentele expertise en heeft zich toegelegd op de ontwikkeling van apparatuur met een innovatief karakter. De bijzondere relatie die de TUD met de TPD onderhoudt heeft er bij herhaling toe geleid dat de TUD/GEO ten behoeve van de ontwikkeling van speciale opname- of verwerkingsapparatuur bij de TPD te rade ging; een enkele keer volgde hieruit een opdracht, zoals bij de technisch succesvolle ontwikkeling van satellieten-laserafstandmeters bij de Afdeling Optische Instrumentatie; deze ontwikkelde ook het opname-systeem en ten dele ook een uitwerkingsapparaat ten dienste van het FRANK-project, dat op initiatief van de Stichting Studiecentrum voor de Vastgoedinformatie (SSVI) - de voorloper van de VVI - bij de TUD/GEO werd ondernomen.

De TPD is betrokken of betrokken geweest bij niet-specifiek geodetische projecten op het gebied van de remote sensing en GIS die zeker ook geodetische implicaties kunnen hebben. De TPD neemt deel in het Centrum voor Beeldverwerking Delft (CBD).

Het Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO (FEL)

Het FEL is binnen de TNO-organisatie voornamelijk belast met defensie-onderzoek. In dat kader past ook de ontwikkeling van voor militair gebruik bedoelde digitale opname- en beeldbewerkingstechnieken. Het onderzoek sluit zo, technisch, aan bij belangrijke onderzoeksvelden van de hedendaagse geodesie, bijvoorbeeld bij die van de remote sensing, de ruimtelijke informatiesystemen en de dynamische plaatsbepaling. De problemen zijn gelijksoortig aan, maar de toepassingen verschillen van die in de geodesie. Een geodetisch relevante activiteit is een bijdrage tot de ontwikkeling van een elektronische zeekaart (ECDIS), een ontwikkeling waarbij ook de DH en het KIM nauw

zijn betrokken. Het FEL is in het kader van het EG DRIVE-programma betrokken bij de verkeersproblematiek.

Het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR)

De relaties van de geodesie met het NLR bestaan door de gemeenschappelijke bemoeienis met de remote sensing. Het NLR is al 20 jaar actief op dit gebied en fungeert in Nederland als het "National Point of Contact" voor wat betreft satellieten-remote sensing-gegevens verzameld door ESA. NLR vertegenwoordigt ook SPOT Image en Eurimage (Landsat-beelden) bij de verkoop van hun produkten in ons land. Wat betreft de vliegtuig-remote sensing werkte het NLR samen met de TPD bij het ontwerp en de bouw van de CAESAR-scanner in opdracht van O&W; CAESAR is een opname-instrument dat ook in geodetische kringen de aandacht heeft. Het NLR werkt op het gebied van de remote sensing samen met de LUW en het ITC.

Het Onderzoeksinstituut voor Technische Bestuurskunde (OTB)

Het OTB is thans een samenwerkingsverband tussen de Faculteiten der Geodesie en Bouwkunde van de TUD. Het programma bestrijkt bestuurlijke aspecten van technische activiteiten op toepassingsgebieden van de geodesie. In de samenwerking met de TUD/GEO, verricht het OTB zelf geen geodetisch onderzoek.

Het Nederlands Expertisecentrum voor Ruimtelijke Informatieverwerking (NexpRI)

Het NexpRI is een samenwerking tussen de Rijksuniversiteit Utrecht (RUU), de TUD, de LUW, het ITC en de Universiteit van Amsterdam (UvA), gesubsidieerd door NWO en SURF. Door de directe betrokkenheid van de TUD/GEO, de LUW/LT en het ITC drukt de geodesie een duidelijk stempel op de activiteiten van het NexpRI. Deze bestaan, onder meer, in de advisering ten aanzien van GIS in brede zin, maar als expertisecentrum heeft NexpRI formeel geen onderzoekstaken.

Het Expertisecentrum voor Geo-informatiekunde Nederland (GEON)

Het aan de Rijkshogeschool Groningen verbonden GEON is in 1991 begonnen met onderwijs op het gebied van de ruimtelijke informatievoorziening. Onder GEON is in 1991 ook een advies- & ontwikkelingsgroep van start gegaan.

5.3 Diensten van de rijksoverheid

De landelijke overheid heeft vier diensten die bij de uitvoering van hun taak in belangrijke mate afhankelijk zijn van de beoefening van de geodesie.

De Dienst van het Kadaster en de Openbare Registers

Vanouds heeft KADOR de beschikking gehad over een uitgebreide landelijk gedecentraliseerde landmeetkundige afdeling. Bij de beoefening van de landmeetkunde in Nederland waren de werkzaamheden van KADOR traditioneel toonaangevend; zo werd de bijhouding van het nationale horizontale referentienet, dat van de Rijksdriehoeksmeting (RD), ondergebracht bij KADOR en zo is het Nederlandse standaardwerk op het gebied van de kwaliteitsbeheersing in de landmeetkunde de HTW "van het Kadaster". De primaire taak van KADOR is de verstrekking van zakelijke rechtsinfor-

matie betreffende vastgoed in Nederland. Ook heeft de dienst een taak bij de landinrichting en de grootschalige kaartvervaardiging.

In verband met deze belangrijke nationale taken heeft de dienst in het verleden met wisselende mate van activiteit geodetisch onderzoek verricht. In dit tijdperk van automatisering en verandering van de geodetische opnametechnieken en -strategieën krijgt dit onderzoek nieuwe impulsen. Zo ontvouwde de Directie Geodesie in 1990 een nieuw onderzoeks- en ontwikkelingsplan, ingaande 1991. Het plan voorziet in een decentralisatie van het onderzoek naar de provinciale directies en in samenwerking met derden, in het bijzonder met de TUD/GEO, maar is als gevolg van budgettaire beperkingen inmiddels ten dele achterhaald. Naast onderzoek bij de Directie Geodesie is er enig geodetisch onderzoek en ontwikkelingswerk bij de Directie Rijksdriehoeksmeting, Fotogrammetrie en Automatisering. Onderzoek en ontwikkelingswerk bij KADOR is gericht op de specifieke toepassingen bij de dienst. Er is in totaal een onderzoeksformatie van, rond, 15.

KADOR ressorteert onder VROM. De dienst werkt ter zake van het onderzoek samen met de TUD/GEO, met de MD en met het ITC.

De Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat

De MD is belast met de geo-informatievoorziening nodig voor de uitvoering van de primaire landelijke taken van de RWS: (a) het keren en het beheren van het water en (b) de zorg voor de infrastructuur voor het verkeer. De MD kent thans vijf onderzoeksafdelingen: (1) Fotogrammetrie, Kartografie en Geografische Informatiesystemen, (2) Remote Sensing, (3) Mariene Geodesie en Terrestrische Metingen, (4) Geografische Informatiesystemen, Bodembeweging/Zeespiegelrijzing en Rekentechniek, (5) Elektronica en Telematica. Tussen deze afdelingen bestaat nauwe samenwerking. In totaal werken bij de MD ongeveer 25 mensen aan onderzoek & ontwikkeling. De breedte van het aan onderzoek & ontwikkeling onderworpen gebied is in overeenstemming met de breedte van het werkterrein van RWS. De MD richt zich sterk op de advisering van de andere diensten van RWS en het onderzoek, dan wel de ontwikkeling, is daarmee van overwegend toegepast karakter. Per onderzoeksafdeling van de MD is gemiddeld circa 0,5 mensjaar/jaar beschikbaar voor strategisch, deels fundamenteel, onderzoek. De aandachtsgebieden daarbij houden verband met de primaire landelijke taken van RWS. De MD werkt ter zake van het onderzoek samen met, onder meer, de NAM, de TUD, de LUW, het NexpRI, het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM), de Rijks Geologische Dienst (RGD), het Instituut voor Meteorologie en Oceanografie te Utrecht (IMOU) van de RUU en het Instituut voor Aardwetenschappen van de Vrije Universiteit te Amsterdam (VUA). Er wordt ook deelgenomen in internationale projecten.

De MD valt met de RWS onder V&W.

De Topografische Dienst

De TD heeft de officiële topografische kartering van ons land tot taak. De standaard kaartseries hebben schalen van 1:10.000 tot 1:250.000. Deze vinden toepassing in zowel militaire als civiele kringen. Aan beide categorieën van afnemers worden bovendien speciale produkten geleverd. De dienst kan worden gekarakteriseerd als het kartografisch productiebedrijf dat in ons land verantwoordelijk is voor de bijhouding van een topografisch basisbestand in vormen toegesneden op de behoefte aan midden- tot kleinschalig topografisch kaartmateriaal van verschillende aard.

Ten behoeve van het productieproces verricht de dienst ontwikkelingswerk binnen elk van de vier productieafdelingen; een nieuwe organisatie voorziet in een indeling in twee hoofdafdelingen: Basisbestand en Producten. Voor onderzoek anders dan produktontwikkeling is structureel vrijwel geen personele formatie beschikbaar.

Zowel in de civiele als militaire sector werkt de dienst internationaal samen om te komen tot standaardisatie; in dit verband is te noemen het werk in het Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle (CERCO). In Nederland is er op onderzoeks- en ontwikkelingsgebied weinig samenwerking met andere diensten; wel is er overleg in de kartografische sector. De TD ressorteert onder Defensie.

De Dienst der Hydrografie

De DH heeft als hoofdtaken: het maken van zeekaarten van het Nederlandse deel van het continentale Noordzeeplat, de berichtgeving over zeekaarten, de ondersteuning van de plaatsbepaling van de Koninklijke Marine en ondersteuning van de beoefening van de mariene geodesie. De Mijnewet omschrijft de taken van de DH met betrekking tot de mijnbouw op het continentaal plat. Het Bureau Mariene Geodesie van de DH verricht onderzoek gericht op de uitvoering van de taken van de dienst. Hiervoor is een formatie van ongeveer 3 ter beschikking. Er wordt een reorganisatie van de DH voorbereid, die mogelijk ook het Bureau niet ongemoeid zal laten. Ter zake van de plaatsbepaling zijn er formele samenwerkingsrelaties met enkele waterstaatsinstanties en met de Directies IJmond en Veiligheid en Toezicht van DGSM. De DH werkt ten aanzien van de getijdenproblematiek samen met de Faculteit der Civiele Techniek (CT) van de TUD. Contacten met de TD lopen via de Afdeling Kartografie van de DH. Internationaal is er nauwe samenwerking met de International Hydrographic Organization (IHO). De DH valt als onderdeel van de Koninklijke Marine onder Defensie.

De *Coördinatiecommissie betreffende Landmeetkundige en Kartografische Aangelegenheden* (CCLK) is ingesteld ter onderlinge, inter-departementale, afstemming van de werkzaamheden van KADOR, de MD, de TD en de Landinrichtingsdienst die onder het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) ressorteert.

5.4 De decentrale overheid

Hier zijn drie lagen te onderkennen:

- de provincie;
- de waterschappen;
- de gemeenten.

De provinciale overheid

Ter uitoefening van hun belangrijke mate op geo-informatie, met name betreffende de waterstaat, het milieu, het verkeer en het vastgoed. Daartoe beschikken de provincies over technische diensten die ook op geodetische taken zijn berekend. Afhankelijk van de specifieke behoeften of inzichten, verrichten deze soms ook ontwikkelingswerk op geodetisch gebied.

Als onderdeel van het Inter Provinciaal Overleg (IPO) onderhouden de provincies contacten over landmeten en grondzaken in het Vakberaad Vastgoed. Verder is hier te noemen de Provinciale Karterings Commissie (PKC).

De waterschappen

Als bestuurlijke instelling is het waterschap uniek in de wereld. Waterschappen worden opgericht door en staan onder toezicht van provincies. Ze zijn primair belast met de regionale en lokale waterstaatszorg. Ook de waterschappen zijn bij de uitoefening van hun taken afhankelijk van ruimtelijke informatie van verschillende soort. Zij zijn vooral geïnteresseerd in beheerssystemen voor water en wegen. De technische diensten van de waterschappen zijn niet berekend op geodetisch onderzoek of ontwikkelingswerk van enige omvang. De omstreeks 150 waterschappen die ons land nog kent, zijn verenigd in de Unie van Waterschappen.

De gemeenten

De gemeenten vertegenwoordigen de lokale overheid en in de uitoefening van hun vele taken staan zij het dichtst bij de burger. In verband daarmee beheren zij informatiesystemen, met name ook betreffende vastgoed. De bij grotere gemeenten aanwezige landmeetkundige diensten zijn doorgaans betrokken bij de opzet en instandhouding van de vastgoedinformatiesystemen (VIS), in welke vorm die ook bestaan. De ontwikkeling van zulke systemen is, gezien de grote maatschappelijke betekenis daarvan, thans een van de belangrijkste taken van gemeentelijke landmeetkundige- en vastgoeddiensten. Zij werken hierbij wel samen met onderwijsinstellingen en/of met het bedrijfsleven, wat dit laatste aangaat voornamelijk met automatiseringsbedrijven en gespecialiseerde ingenieursbureaus. Bij kleine, meer overzichtelijke, gemeenten is de behoefte om te beschikken over geautomatiseerde informatiesystemen minder groot. Er wordt geschat dat van de ongeveer 650 gemeenten in ons land, er een 50 beschikken over de capaciteit om een VIS op te zetten en in stand te houden. De Afdeling Informatiebeleid, Beleidsanalyse en Automatisering (IBA) van de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) werkt normerend bij het maken van Gemeentelijke Functionele Ontwerpen (GFO), onder meer terzake van vastgoedinformatie. Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht onderhouden wat betreft de vastgoedinformatievoorziening Vier-Grote-Steden-Overleg. Ook is er, min of meer provinciegewijs, regionaal overleg tussen andere gemeenten. Naast de zorg voor de ontwikkeling van VIS zijn er bij de gemeentelijke landmeetkundige diensten nauwelijks onderzoeksactiviteiten.

5.5 De nutsbedrijven en andere leidingbeheerders

De nutsbedrijven voorzien in Nederland in:

- de distributie van aardgas;
- de distributie van elektriciteit;
- de distributie van drinkwater;
- telecommunicatie.

Daarnaast zijn er beheerders van andere leidingen, bijvoorbeeld ten behoeve van:

- de afvoer van water;
- de stadsverwarming;
- centrale antennesystemen;
- het transport van olie en benzine;
- afstandsbediening.

De, ten dele particuliere, leidingbeheerders beschikken gezamenlijk over een uitgebreid en plaatselijk dicht net van leidingen van verschillende aard, deels bovengronds, deels ondergronds. De aanleg en het beheer, vooral van de ondergrondse infrastructuur, is in ons dichtbevolkte land een zaak van groot nationaal belang. Met name zijn registratie en precieze en betrouwbare plaatsbepaling van de leidingen onmisbaar ter beperking van de risico's van ongewilde beschadiging. De leidingbeheerders besteden daarom grote aandacht aan deze problematiek die, naast milieubeheerstechnische, ook nadrukkelijk geodetische kanten heeft. In de komende vijf jaar is er urgente behoefte aan het tot stand komen van een landelijk digitaal topografisch basisbestand waaraan de liggingsgegevens van leidingen kunnen worden gerefereerd. De Voorlopige Raad voor Vastgoedinformatie (RAVI) handelt ook wat betreft dit aspect van de vastgoedinformatie normerend. Geprivatiseerde nutsbedrijven werken samen met de overheid op de onderscheiden niveaus. Leidingbeheerders zijn voor de diverse categorieën van voorzieningen landelijk verenigd.

5.6 De ontginningsmaatschappijen

Nederlandse ontginningsmaatschappijen werken zowel in het binnen-, als in het buitenland. Hun werk betreft de opsporing en winning voornamelijk van energie, te weten aardolie en aardgas. Voor Nederland hebben deze activiteiten plaats binnenslands en op het Nederlandse deel van het Noordzeeplat.

Shell Internationale Petroleum Maatschappij (SIPM)

Shell is voor 60% Nederlands en voor 40% Engels. De Afdeling Topografie van SIPM in Den Haag omvat 8 mensen en heeft als taak de advisering voornamelijk van de buitenlandse werkmaatschappijen. De afdeling bestrijkt de plaatsbepaling in de ruimste zin van het woord. Bij de opsporings- en winningsprojecten wordt gebruik gemaakt van een grote verscheidenheid van opnametechnieken, variërend van klassiek landmeetkundige tot akoestische en ruimtegeodetische, dit in combinatie met de daarbij behorende verwerkingsmethoden. Veel aandacht wordt ook besteed aan geautomatiseerde informatiesystemen. Een dynamisch ontginningsbedrijf, vaak werkend onder ongebruikelijke omstandigheden, vraagt vindingrijkheid en dit vindt zijn weerslag in het onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma dat door de Afdeling Topografie wordt uitgevoerd, dan wel gestuurd. Het incidentele en vaak urgente toepassingsgerichte onderzoek wordt door de afdeling zelf uitgevoerd; meer fundamenteel strategisch onderzoek wordt bij voorkeur uitbesteed, maar doorgaans niet in Nederland.

De Nederlandse Aardolie Maatschappij

De NAM is een werkmaatschappij van Shell waarin ESSO een belang van 50% heeft. De NAM is autonoom en beslist op uitvoerend niveau. De Topografische Afdeling omvat ca. 40 mensen en valt onder de NAM Bedrijfseenheid Exploratie. De afdeling doet voor NAM alle werkzaamheden op het gebied van plaatsbepaling, kartering en opslag van geodetische gegevens, zowel voor land-, als offshore werkzaamheden. Zoals voor alle werkmaatschappijen in de ontginningsfeer, zijn de methoden vaak ongebruikelijk. Onderzoek is steeds toepassingsgericht en gekoppeld aan projecten. Er wordt in specifieke projecten samengewerkt, onder andere, met de RGD, de TUD, de MD en KADOR. In Shell-verband wordt gewerkt aan de ontwikkeling van ruimtelijke informatiebestanden.

5.7 Vervoersbedrijven

De, waarschijnlijk, enige Nederlandse vervoersonderneming met een landmeetkundige dienst ten behoeve van de eigen bedrijfsvoering is *de N.V. Nederlandse Spoorwegen*. De NS is een van de grootste beheerders van vastgoed in ons land. Door een recente reorganisatie ontstond de Afdeling Vastgoed en Geodesie, omvattende de Sectoren (1) Formele Regeling Werken, (2) Onroerend Goed Zaken, (3) Juridisch Beheer Vastgoed, (4) Vastgoeddocumentatie, (5) Landmeten en (6) Technische Documentatie/Reprografie. De afdeling heeft voor de gehele NS een coördinerende taak op het gebied van de ruimtelijke informatievoorziening en omvat circa 150 mensen. Bij de automatisering en programmatuurontwikkeling wordt samengewerkt met het bedrijfsleven. Terzake van ontwikkelingswerk of onderzoek is er vrijwel geen samenwerking met de diensten van de rijksoverheid en ook niet met de TUD.

5.8 Bouwondernemingen

Alleen aannemers van grote werken kunnen zich de beschikking over een eigen landmeetkundige expertise veroorloven en dán nog zal voor uitzonderlijk werk gebruik moeten worden gemaakt van de diensten van gespecialiseerde landmeetkundige bedrijven. Een bijzondere categorie zijn de baggermaatschappijen. Op het gebied van het baggeren is Nederland in internationaal verband marktleider. Om de concurrentie het hoofd te bieden bedient men zich graag van nieuwe technieken.

5.9 Geodetische ingenieurs- en adviesbureaus

Als gevolg van maatschappelijke factoren, zoals de terugtrekking van de Nederlandse overheid op geodetisch gebied, valt in de laatste jaren een sterke toename van het particuliere initiatief op dat terrein te bespeuren. Deze ontwikkeling wordt bevorderd door het ter beschikking komen van geavanceerde opnameapparatuur en door de voortschrijdende automatisering. Advisering en uitvoering gaan doorgaans hand in hand. De uitvoering betreft niet slechts die van routinematig landmeten, maar ook die van speciale metingen, de opzet van geautomatiseerde informatiesystemen en de ontwikkeling of levering van programmatuur. Met alle vaagheid van grenzen kunnen bureaus globaal worden onderscheiden in die:

- met een min of meer uitgebreid diensten-, of produktenpakket op terreinen van de civiele techniek, de milieutechniek, het leidingenbeheer, de vastgoedinformatie en zo meer, zulks in combinatie met de landmeetkundige en kartografische capaciteit waar die vereist wordt;
- met een min of meer gevarieerd diensten-, of produktenpakket op uitsluitend landmeetkundig en kartografisch gebied;
- gespecialiseerd in de luchtfotogrammetrie, eventueel uitgebreid met de vliegtuig- en satellieten-remote sensing;
- gespecialiseerd in mariene activiteiten, waarbij de hydrografie en de geodesie een onmisbare rol spelen;
- zich toeleggen op speciale opdrachten, inclusief onderzoek en ontwikkelingswerk op geodetisch gebied;
- zich uitsluitend beperken tot de advisering op min of meer specifieke gebieden van de geodesie.

Bedrijven, voornamelijk van de eerste vijf onderscheiden categorieën, verenigden zich in 1990 in een geodetische branche-organisatie, de Vereniging van Nederlandse Bedrijven in Geodesie, Landmeetkunde, Fotogrammetrie, Hydrografie, Kartografie en Vastgoeddiensten (VNBG), die in juni 1991 37 leden telde en daarmee de bedrijfstak ruim vertegenwoordigt. De organisatie heeft een Commissie Onderwijs en Onderzoek, die zich voorlopig tot haar eerste aandachtsgebied heeft beperkt. In opdracht van de VNBG verrichtte Bakkenist Management Consultants in 1991 een onderzoek naar de positie van de Nederlandse geodesie op de vrije markt van Europa vanaf 1992.

In omvang lopen de bedrijven, mede in verband met hun werkerterrein, uiteen van klein (enkele medewerkers) tot, naar geodetische maatstaven gemeten, groot (tientallen tot enkele honderden landmeetkundig geschoolde werknemers). Sommige bedrijven, vooral die, werkzaam op het gebied van de luchtkartering en remote sensing en zij die zich hebben toegelegd op werkzaamheden op zee, zijn ook actief in het buitenland. Waar nodig bedienen de bedrijven zich met wisselend succes van de modernste hulpmiddelen, zoals van het GPS. Enkele bedrijven zijn wederverkoper van apparatuur of programmatuur of brengen eigen produkten, zoals software of volledige informatiesystemen, op de markt. Afhankelijk van de aangeboden diensten of produkten vinden de bedrijven hun klanten bij de overheid - waaronder daartoe behorende geodetische afdelingen - en bij de particuliere nuts-, ontginnings-, vervoers- en bouwbedrijven. De concurrentie is soms scherp en innovatief denken, technische ontwikkeling en kwaliteitszorg zijn belangrijke punten op de bedrijfsprogramma's.

Fundamenteel geodetisch onderzoek is bij deze, naar algemene maatstaven gemeten, toch kleine tot middelgrote ondernemingen niet te verwachten. Ontwikkelingswerk is meestal een afgeleide van ondernomen of te ondernemen projecten en permanente afdelingen voor ontwikkeling ontbreken. Omdat pasklare programmatuur vaak niet op de markt is, voorzien grote tot middelgrote bureaus in dit opzicht vaak in hun eigen specifieke behoeften; kleinere bureaus kunnen zich die inspanning niet veroorloven, tenzij de levering van zulke produkten juist op hun programma staat. Grotere bedrijven, en vooral de meer gespecialiseerde werkzaam op terreinen als lucht- en satellietenkartering en de maritieme techniek hebben een permanente, zij het beperkte, strategische ontwikkelingscapaciteit.

Volgens de als onderdeel van het onderzoek door Bakkenist Management Consultants gehouden recente enquête, besteden geodetische bureaus in Nederland tot meer dan 40% van hun omzet aan onderzoek & ontwikkeling (R&D); het gemiddelde bleek 3,4% te bedragen. Op grond van de geschatte jaaromzet van de bedrijven (omstreeks Mfl. 200) kan, rekening houdend met voor het R&D-werk verder onvermijdelijke uitgaven, een zeer grove schatting worden gemaakt van de totale, doorgaans niet zichtbare, personele inzet daarbij: enkele tientallen mensjaren/jaar.

5.10 De industrie

Door de voortschrijdende automatisering kent de geodesie in ons land tegenwoordig een bloeiende industriële tak met produkten als geassembleerde computer-hardware-configuraties en bijbehorende programmatuur van uiteenlopende aard. Softwareprodukten omvatten:

- beeldverwerkingsprogramma's;
- netwerkberekeningsprogramma's;

- karteringsprogramma's;
- vastgoedinformatiesystemen.

Veel programmatuur is commercieel verkrijgbaar, maar vaak zó specifiek instrument- of applicatiegebonden, dat aanpassing nodig is. Programmatuur wordt ontwikkeld door de automatiseringsindustrie, waaronder buitenlandse bedrijven met vestigingen in Nederland, meer speciale softwarehouses en geodetische ingenieurs- en adviesbureaus. In dit opzicht is er samenwerking met de overheid, de universiteiten - met name de TUD/GEO - en ook tussen bedrijven onderling. De ontwikkeling van specialistische geodetische software heeft vaak ook een onderzoekscomponent. Het zwaartepunt van de software-ontwikkeling valt op de ruimtelijke informatiesystemen, waarbij de vastgoedinformatiesystemen (VIS) in geodetisch verband van bijzondere betekenis zijn. De VIS-industrie is in deze tijd van in- en doorvoering van de overheidsautomatisering, vooral op gemeentelijk niveau, een bloeiende bedrijfstak.

Serieproductie van geodetische opname- of verwerkingsapparatuur komt daarentegen in Nederland niet voor. Anders dan in technisch-wetenschappelijke onderzoeksinstituten, zoals de TPD en het NLR, wordt daarom in ons land nauwelijks op eventuele fabricage gericht instrumenteel onderzoek verricht.

Afzonderlijk is te noemen de *industriële toepassing van geodetische produkten*. Aanwijsbare gevallen zijn klein in aantal, maar doorgaans interessant. Actueel is de opbouw van digitale topografische bestanden ten behoeve van de navigatie, waarin de elektronische industrie participeert.

5.11 De handel

Nederlandse beoefenaren van de geodesie bedienen zich vrijwel uitsluitend van in het buitenland vervaardigde apparatuur. Deze varieert van de traditionele, zij het vérgaand geautomatiseerde, terrestrische opname-apparatuur tot geavanceerde beeldverwerkende systemen en GPS-ontvangers. Vooral Zwitserland, Japan, de Verenigde Staten van Amerika en Duitsland opereren wat dit betreft op de Nederlandse markt. Er zijn ook buitenlandse software-produkten op de Nederlandse markt. De buitenlandse producenten worden in ons land vertegenwoordigd door eigen verkoopkantoren, maar ook wel door Nederlandse ingenieursbureaus; wat de software betreft treden automatiseringsbedrijven wel als wederverkoper op. In verband met de verkoop van de produkten verrichten de vertegenwoordigende bedrijven soms ontwikkelingswerk.

5.12 Studie- en andere taakgroepen

De geodesie is nationaal en internationaal georganiseerd. Binnenslands kent Nederland de NCG, het Nederlands Genootschap voor Landmeetkunde (NGL) als overkoepelende organisatie van een aantal vakverenigingen, de Nederlands-Belgische tak van de Engelse Hydrographic Society, het NIN en de VNBG.

Internationaal zijn er op geodetisch en aanverwant gebied de International Association of Geodesy (IAG) als wetenschappelijke associatie aangesloten bij de International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), de Fédération Internationale des Géomètres (FIG), de intergouvernementele IHO, de International Association of Institutes of Navigation (IAIN), het Committee on Space Research (COSPAR), de International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) en de Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales (OEEPE), de

beide laatste organisaties uitsluitend ten behoeve van de fotogrammetrie en de remote sensing. Nederland wordt in de IAG en de IHO vertegenwoordigd, respectievelijk, door de NCG en de Chef der Hydrografie. Het NIN is aangesloten bij de IAIN.

Nationaal

In nationaal verband voorziet de NCG in een overlegstructuur gericht op onderwerpen van permanent of bijzonder actueel geodetisch belang in ons land: de subcommissies en werkgroepen. De NCG kent thans de volgende subcommissies:

- Bodembeweging;
- Mariene Geodesie;
- Geografische Informatiesystemen (GIS);
- Nederlands Referentiesysteem (NEREF);

en de werkgroepen:

- Geschiedenis der Geodesie;
- Toegepaste Ruimtegeodesie.

In deze subcommissies en werkgroepen ontmoeten overheid en bedrijfsleven elkaar terzake van de bestreken onderwerpen. De subcommissies en werkgroepen fungeren als overlegplatforms ter uitwisseling van ideeën en informatie. De subcommissies en werkgroepen verrichten doorgaans zelf geen onderzoek maar trachten dit in het gevoerde overleg, waar gewenst, wel te entameren en te bevorderen. Onderzoeksresultaten die in de subcommissies en werkgroepen door leden eventueel ter tafel worden gebracht, zijn als regel het gevolg van werk binnen de organisaties die de leden vertegenwoordigen.

Buiten NCG-verband zijn er in Nederland aangaande de geodesie nog andere formele onderzoeks-overlegstructuren. Te denken is hier, bijvoorbeeld, aan het NexPRI, de CCLK, het CGI, de Commissie Kwaliteit en Normen van de VNBG, de Commissie Topografische Bestanden van de RAVI en de VVI.

Internationaal

De internationale associaties bieden, ook wel gezamenlijk, binnen hun organisatie gelegenheid tot wetenschappelijk en vaktechnisch overleg op deelgebieden of over specifieke onderwerpen van internationaal of meer dan nationaal belang. Hiertoe zijn permanente of speciale commissies, werk- of studiegroepen in het leven geroepen. In het geval van werk- of studiegroepen zal het bedoelde overleg de vorm aannemen van de uitwisseling van individuele onderzoeksresultaten, die op het aandachtsgebied van de groep betrekking hebben en die kunnen bijdragen tot het bereiken van een gemeenschappelijk doel. Nederlandse geodeten nemen deel in verschillende van deze internationale overlegorganen, maar hun eventuele bijdrage daarin is een afgeleide van hun werkzaamheden in Nederland; het werk in het kader van de EUREF- en UELN-subcommissies onder de IAG is daar een voorbeeld van.

Buiten internationaal verenigingsverband nemen Nederlandse onderzoekers met hun organisaties deel in geodetische projecten die de landsgrenzen overschrijden. Hier is te denken aan bijdragen tot de voorbereiding van geodetische ruimtemissies door ESA, deelname in door NASA gecoördineerde programma's zoals DOSE, in multi-nationale programma's als WEGENER, EG-programma's als DRIVE en EPOCH, in wereldwijde programma's als IERS en GLOSS, en in programma's zoals die betreffende het opzetten

van kadasters en ruimtelijke informatiesystemen (GIS/VIS) in het buitenland. Het in zulk kader verrichte onderzoek of ontwikkelingswerk is ingepast in de Nederlandse programma's.

6. AANDACHTSGEBIEDEN VAN HET GEODETISCH ONDERZOEK

Het in Nederland onderhanden geodetisch onderzoek en ontwikkelingswerk laat zich grotendeels in één of meer van de volgende *aandachtsgebieden* onderbrengen:

- het digitaal opnemen en verwerken van gegevens;
- het gebruik van het GPS;
- het opzetten en instandhouden van ruimtelijke referentiesystemen;
- het dynamisch positioneren;
- het vormen en bijhouden van kinematische hoogtemodellen;
- het opzetten, inschakelen en bijhouden van ruimtelijke informatiesystemen.

6.1 Het digitaal opnemen en verwerken van gegevens

Aandacht krijgen:

- digitale opname-technieken, zowel vanuit vliegtuigen en satellieten, als terrestrisch;
- de kennisgestuurde interpretatie van digitale beelden;
- de omzetting van analoge in digitale topografische bestanden (A/D-conversie).

Er zijn twee Nederlandse ontwikkelingen van digitale opname-instrumenten die mede bestemd zijn voor gebruik in geodetisch verband: de CAESAR-scanner en FRANK. CAESAR werd in opdracht van O&W ontwikkeld door het NLR en de TPD en later overgedragen aan de BCRS. CAESAR is een multifunctioneel instrument in het zichtbare en nabij-infrarode deel van het spectrum met toepassingen op zee en land. Hoewel de TUD/GEO aandacht aan CAESAR besteedt, lijken de strikt geodetische toepassingen van het instrument voorshands beperkt te zijn tot bathymetrie in ondiep water; in ruimer geodetisch verband gezien, zouden CAESAR-beelden kunnen worden gebruikt als hulpmiddel bij het muteren van topografische bestanden.

Het uiteindelijke FRANK-instrumentarium zal een aantal subsystemen omvatten om zo te voorzien in de behoefte aan een methode van snelle topografische gegevensinwinning en -verwerking tot op bestandsniveau. De opname geschiedt nog analoog, maar een digitaal opnamesysteem is in voorbereiding. De TPD was betrokken bij de ontwikkeling van enkele van de subsystemen. Bij de software-ontwikkeling was een geodetisch ingenieursbureau betrokken. Ter beproeving van het volledige prototype van het systeem heeft Geeris Holding Nederland B.V. een samenwerkingsovereenkomst gesloten met de TUD/GEO, KADOR en de gemeenten Amsterdam en Rotterdam. Er is belangstelling voor gebruik van het systeem ten behoeve van de naverkenning van luchtopnamen en mogelijk is het efficiënt inzetbaar voor de bijhouding van weginformatiesystemen. Buitenlandse industrie is geïnteresseerd in de eventuele seriematige productie. De ontwikkeling van digitale lucht- en satellieten-opnametechnieken wordt met belangstelling gevolgd door de LUW/LT, het ITC, de TUD/GEO, de MD, KADOR, de TPD, de decentrale overheid, de ontginningsmaatschappijen en de in luchtkartering gespecialiseerde particuliere bedrijven.

Digitale beelden bieden ongekeerde mogelijkheden voor geautomatiseerde verwerking en interpretatie, maar daarmee plaatsen zij de geodesie tevens voor enkele problemen, waarvoor geen pasklare oplossingen beschikbaar zijn. Deze problemen dienen zich nu aan in de digitale fotogrammetrie en de remote sensing vanuit vliegtuigen en satellieten, maar zullen in de toekomst - te denken is aan een eventuele digitalisering van het FRANK-opnameproces - ook de belangstelling van andere beoefenaren van het vak vragen. De problemen betreffen de herkenning van patronen en objecten in de beelden en hoewel hiervoor reeds algoritmen beschikbaar zijn, zullen ter volledige benutting van de inherente mogelijkheden die de digitale beeldinwinning biedt, kennisgestuurde systemen moeten worden ontwikkeld.

Digitale beeldverwerking en interpretatie is een aandachtsgebied van het ITC, de LUW/LT, de TUD/GEO, de MD, de TPD, de ontginningsmaatschappijen en de in luchtkartering gespecialiseerde particuliere bedrijven. De MD werkt op dit terrein nauw samen met de Universiteit van Stuttgart; minder met de TUD/GEO.

A/D-conversie geniet niet alleen de aandacht in de uitvoerende sfeer - zowel bij de overheid op de diverse niveaus, de particuliere nutsbedrijven als ingenieursbureaus die als uitvoerders optreden - maar ook in de toegepast-wetenschappelijke sfeer. Ontwikkelingswerk heeft voornamelijk ten doel het arbeidsintensieve en tijdrovende handmatige digitaliseren van grote hoeveelheden voorhanden analoog kaartmateriaal zonder tastbaar nauwkeurighedsverlies te automatiseren. Het meer fundamentele onderzoek op dit terrein wordt verricht door de TUD/GEO en het ITC en richt zich in de eerste plaats op het automatisch scannen van de kaarten. Hoewel in de uitvoerende sfeer KADOR en de TD aandacht voor het onderwerp hebben, speelt deze problematiek daar voornamelijk op het decentrale niveau bij gemeenten, bij particuliere nutsbedrijven en hun opdrachtnemers. In beginsel leeft de vraagstelling in de geodesie slechts éénmalig, maar de aldoende verworven expertise is mogelijk voor niet-geodetische toepassingen op langere termijn inzetbaar.

6.2 Het gebruik van het GPS

De volgende aspecten van het gebruik van het GPS zijn in Nederland onderwerp van onderzoek of ontwikkeling:

- de bepaling van ruimtelijke referentiesystemen;
- de bepaling van bodembeweging;
- de bepaling van veranderingen van het gemiddeld zeeniveau;
- detailmeting;
- plaatsbepaling te land;
- plaatsbepaling offshore;
- integratie met de fotogrammetrie;
- navigatie.

Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen:

- stationaire en;
- mobiele metingen;

tevens tussen:

- absolute plaatsbepaling ("single point positioning") en;
- differentiële plaatsbepaling ("differential GPS", kortweg DGPS).

De bepaling van ruimtelijke referentiesystemen

Het DGPS verdringt allengs de terrestrische hoek- en lengtemeting als methode voor het opzetten en bijhouden van landelijke horizontale geodetische referentienetten. Zo ook in Nederland. Het is te verwachten dat het DGPS door zijn 3-dimensionale werking op termijn in Nederland ook zal leiden tot een integratie van het horizontale referentienet met het verticale, dat thans nog op nauwkeurigheidswaterpassing is gebaseerd. Het aldus te vormen NEREF zal ruimtelijk deel gaan uitmaken van het uiteindelijk ruimtelijk Europese referentienet EUREF.

Het streven om te zijner tijd te komen tot een geïntegreerd NEREF als deelnet van een te vormen ruimtelijk EUREF komt tot uiting in de onderzoeksinspanningen van KADOR, de MD en de TUD/GEO. In samenwerking met de TUD/GEO draagt het onderzoek uitgevoerd door de TUD/L&R bij tot de inpassing van NEREF in referentienetten van hogere orde, zoals EUREF. In dit verband is te noemen de gemeenschappelijke installatie van een speciale stationaire GPS-ontvanger in het OSG. De in hoofdzaak door de TUD/L&R uitgevoerde analyse van de metingen draagt tevens bij tot de bepaling van de banen van de GPS-satellieten en zo, uiteindelijk, tot de instandhouding van het wereldwijde GPS-referentiestelsel, dat de satellietbanen materialiseren.

De bepaling van bodembeweging

Een door de NAM in samenwerking met de SIPM bij de TUD/GEO uitbesteed onderzoek naar de mogelijkheden om offshore bodemdaling als gevolg van olie- en gaswinning met het DGPS te meten is afgerond. In een samenwerking tussen de NAM, de MD, KADOR en het Staatstoezicht op de Mijnen wordt in het Groningse gasveld met behulp van het DGPS onderzoek naar bodemdaling verricht.

De bepaling van veranderingen in het gemiddeld zeeniveau

Er wordt voor het GPS een belangrijke taak voorzien in een door de TUD/GEO in opdracht van de MD opgesteld plan voor de opzet van een geïntegreerd monitoring systeem voor het Noordzee-peil, het NOSS. Dit, door een gemeenschappelijk initiatief van de MD en de Dienst Getijdewateren (DGW) van RWS, samen met het Bidston Observatory in Engeland uit voeren project kan eventueel worden gezien als een regionale detaillering van het wereldwijde Global Level of the Sea Surface (GLOSS) project. Het NOSS-plan werd opgesteld onder een paraplu-samenwerkingsovereenkomst, die door de TUD/GEO en de MD werd aangegaan. Onderzoek naar gemiddelde zeespiegelvariatie, mede met behulp van het GPS, staat hoog op het programma van de TUD/L&R; de TUD/L&R werkt op dit punt samen met de MD. De MD neemt in EG-verband deel aan het EPOCH-programma.

Detailmeting

Detailmeting met het DGPS zou een revolutionaire ontwikkeling in de landmeetkunde inluiden. Bij gebleken doelmatigheid zou immers met éénmansploegen 3-dimensioneel kunnen worden gemeten. Een dergelijke ontwikkeling zou ingrijpende gevolgen hebben voor de praktische uitoefening van het vak.

Het onderwerp staat op het onderzoekprogramma van KADOR en heeft de aandacht van particuliere landmeetkundige bureaus. Meer in het bijzonder denkt KADOR aan een doelmatige integratie met de tachymetrie.

Plaatsbepaling te land

Komt voor de detailmeting om redenen van nauwkeurigheid slechts het DGPS in aanmerking, voor plaatsbepaling in groter verband is voor sommige toepassingen absolute plaatsbepaling met het GPS te overwegen. Bij dit laatste is te denken aan de uitvoering van minder nauwkeurigheid vereisende projecten in dun bevolkte gebieden; in Nederland zal zich die situatie nauwelijks kunnen voordoen. Daarom richt zich in ons land de aandacht wat betreft opnamen in groter verband toch vooral op het DGPS. Deze vormt aandachtsgebied bij KADOR, de MD, ontginningsmaatschappijen en grotere particuliere landmeetkundige bedrijven.

Het GPS wordt meer en meer gezien als geometrisch hulpmiddel bij de inrichting en bijhouding van GIS/VIS. Daarom is in de toekomst een toenemende belangstelling voor het gebruik van GPS-plaatsbepaling te verwachten, ook van de zijde van de decentrale overheid. Het Bureau Landmeetkundige Zaken van de provincie Noord-Brabant is leidinggevend met de toepassing van het GPS in provinciale kringen, voorlopig alleen voor de paspuntsbepaling ten behoeve van de fotogrammetrie.

Plaatsbepaling offshore

Offshore en op zee in het algemeen is het GPS al vele jaren in gebruik. Ook absolute plaatsbepaling is in die werkomgeving in veel omstandigheden bruikbaar. Toch gaat ook hier de belangstelling steeds meer uit naar het DGPS. Naar de gebruiksmogelijkheden hiervan en voor de bedoelde categorie van toepassingen wordt onderzoek gedaan door de MD, de ontginningsmaatschappijen en de in hydrografisch werk gespecialiseerde ingenieursbureaus. Ook de DH overweegt het gebruik van het DGPS en het daarmee gepaard gaande onderzoek. Mobiel positioneren is in de mariene omgeving een belangrijk onderwerp. Hieraan wordt in verband met toepassingen in de navigatie ook aandacht besteed door de TUD/GEO, een en ander in samenwerking met het KIM en met de TUD Faculteit der Elektrotechniek (TUD/ET). Bij wijze van onderwijs-ondersteuning besteedt ook de Algemene Hogeschool Amsterdam aandacht aan onderwerpen op dit terrein, met name, het gebruik van het DGPS bij het loodsen (samenwerking met DGSM) en bij submariene grondverzet en kustwaterbouw.

Integratie met de fotogrammetrie

Het GPS vindt op twee wijzen toepassing in de fotogrammetrie: bij de terrestrische paspuntsbepaling en bij de ruimtelijke positionering van het projectiecentrum van de camera tijdens de opname. Het laatstbedoelde gebruik, al dan niet in combinatie met andere navigatiemiddelen, beoogt een drastische bezuiniging op de kosten van de terrestrische paspuntsbepaling. Het in de vlucht bepalen van de ruimtelijke positie van het projectiecentrum doet, gezien de mate van mobiliteit en de vereiste hoge nauwkeurigheid, een beroep op de uiterste mogelijkheden van het mobiel positioneren met het DGPS. Het onderwerp staat op het onderzoekprogramma van de TUD/GEO, die hierbij samenwerkt met de MD. Gezien de in het vooruitzicht gestelde kostenbesparingen, vooral bij toepassing van de fotogrammetrie in moeilijk toegankelijke gebieden, bestaat voor dit onderwerp ook grote belangstelling bij de luchtkarteringsbedrijven. De NS past het GPS toe bij de paspuntsbepaling ten behoeve van de aanleg van de hoge-snelheidslijn. De activiteiten van het Bureau Landmeetkundige Zaken van de provincie Noord-Brabant in dit verband zijn al genoemd.

Navigatie

Dit is een werkterrein met toenemende verwantschap aan dat van de geodesie. De grenzen vervagen nu de geodesie het tijdperk van het uitsluitend stationair meten achter zich gaat laten. De traagheidsnavigatie en het mobiel positioneren met behulp van het GPS hebben deze ontwikkeling ingeluid. Is mobiel positioneren noodzakelijk bij het geodetisch gebruik van het GPS op zee en in de lucht, het mobiel positioneren met het GPS biedt te land voor de geodesie ook interessante mogelijkheden. Anderzijds doen de in ontwikkeling zijnde elektronische auto-navigatiesystemen (bijvoorbeeld CARIN van Philips Consumer Electronics) ook in toenemende mate een beroep op instantane plaatsbepaling; het GPS lijkt daarvoor een oplossing te bieden. Als het FRANK-concept levensvatbaar zou blijken, dan lijkt, evenals in de luchtfotogrammetrie, een integratie met GPS-plaatsbepaling voor de hand te liggen; de vereiste nauwkeurigheid zal dan echter een beroep doen op het DGPS en daarmee op een ingewikkelde communicatie-infrastructuur.

Navigatie met behulp van het GPS op zee geniet de aandacht in een samenwerking tussen het KIM, de TUD/ET, TUD Faculteit der Maritieme Techniek (TUD/MT) en de TUD/GEO. In dit verband is het ECDIS elektronische-zeekaart-project te noemen waarin, naast het FEL, ook de DH een aandeel heeft.

GPS-navigatie te land staat op de programma's van de MD en de TUD/GEO; ook diverse betrokken takken van industrie en handel besteden aandacht aan dit onderwerp. In het kader van het streven naar een beheersing van het autoverkeer in ons land zal, naar verwachting, de ontwikkeling van nauwkeurige systemen voor GPS-navigatie op de weg een belangrijk onderzoeksonderwerp worden. De TUD/L&R besteedt aandacht aan de autonome baanbepaling van satellieten met behulp van het GPS.

6.3 Het opzetten en instandhouden van ruimtelijke referentiesystemen

Werken op dit terrein is als de kerntaak van de geodesie aangemerkt. In deze tijd van baanbrekende technische ontwikkelingen en van de daardoor geboden mogelijkheden tot ruimtelijke integratie van regionale, landelijke en continentale referentienetten in een wereldwijd conventioneel terrestrisch stelsel vraagt dit onderwerp daarom de eerste aandacht van geodetische onderzoekers. In verband met de mobiliteit van de aarde kruisen zij daarbij het pad van astronomen, ruimteonderzoekers en geofysici. In paragraaf 6.2 is dit onderwerp al aan de orde geweest. Daarom wordt hier volstaan met aanvullingen daarop, in hoofdzaak, voor zover dit de inzet van andere technieken betreft. Naarmate de bijhouding van het horizontale RD-net door KADOR meer en meer via het DGPS gebeurt, kennen we daarnaast voor binnenlands gebruik nog slechts de nauwkeurigheidswaterpassing voor de bijhouding van de verticale component (het NAP) onder verantwoordelijkheid van de MD.

Daar er aanwijzingen zijn voor natuurlijke verstoring van de ondergrondse merken is de stabiliteit van het NAP onderwerp van studie bij de MD in samenwerking met de RGD. Op termijn (naar verwachting over 5 à 10 jaar) zal het waterpassen als middel van hoogte-overdracht veld moeten ruimen voor metingen met het GPS. De inzetbaarheid van het GPS voor dit doel vereist een zeer nauwkeurige bepaling van de geoïde in Nederland, opdat de verticale GPS-informatie kan worden omgerekend tot orthometrische hoogteverschillen zoals het NAP-net die thans levert. Ter bepaling van de geoïde werkt de MD samen met de TUD/GEO. De TUD/GEO en de TUD/L&R werken samen bij de voorbereiding van satellietenmissies, die de noodzakelijke detaillering van het zwaartekrachtsveld mogelijk moeten maken.

Ter realisering van een geïntegreerd ruimtelijk referentiesysteem - NEREF - voor ons land wordt onderzoek verricht door KADOR, de MD en de TUD/GEO. In samenwerking met KADOR heeft de TUD/GEO met haar OSG een taak in de internationale inpassing van NEREF in netten van hogere orde, zoals EUREF. De ruimtelijke positionering van het OSG met behulp van zowel het GPS als van laserafstandmeting naar satellieten is hierbij de sleutel. De analyse van het door het OSG verzamelde waarnemingsmateriaal wordt verricht in samenwerking met de TUD/L&R. De door de TUD/L&R verrichte baanberekeningen van de gebruikte satellieten en de oplossing van aardrotatie-parameters vormen belangrijke onderdelen van de Nederlandse bijdrage tot de opzet van een wereldwijd geodetisch referentiestelsel. De samenwerking tussen de TUD/L&R en de TUD/GEO omvat een gemeenschappelijke bijdrage tot internationale activiteiten als IERS en IGS. In EG-verband is de MD voornemens op dit gebied deel te nemen in de programma's SCIENCE en COST. In nationaal en internationaal overleg besteedt de DH aandacht aan de onderlinge aansluiting van de voor gebruik op de Noordzee in de omringende landen gangbare referentiestelsels. Zorg voor de onderlinge aansluiting van referentiestelsels bestaat wereldwijd bij de SIPM. Al naar gelang de ligging van hun werkterreinen besteden ingenieursbureaus, en vooral zij die werken in hydrografisch verband, ook aandacht aan deze problematiek. Voor eigen gebruik of in opdracht van anderen leggen zulke bureaus soms regionale survey-ketens aan en voeren daarmee, impliciet, regionale referentiestelsels in.

Naarmate de meetkundige relaties tussen vastgoed- en andere geografische objecten worden gebaseerd op het gebruik van het GPS, zal de aandacht voor de definitie van en de onderlinge relaties tussen diverse referentiestelsels, naar verwachting, in de toekomst ook uitgaan van de decentrale overheid en de geprivatiseerde nutsbedrijven of hun landmeetkundige opdrachtnemers.

6.4 Het dynamisch positioneren

Dit onderwerp is in paragraaf 6.2 al aan de orde geweest. Naast de in de geodesie toch wat moeizaam toepasbaar gebleken traagheidsnavigatie, is het GPS bij uitstek het geodetische positioneringssysteem als mobiel meten aan de orde is. We ontmoetten het GPS al als mobiel plaatsbepalingssysteem ten behoeve van de luchtfotogrammetrie en de verdere navigatie, de laatste zowel te land, ter zee, als in de ruimte. Dynamisch positioneren met het GPS zou in de toekomst een rol kunnen gaan spelen bij de detailmeting en de topografische naverkenning van fotogrammetrische opnamen. Te denken is hierbij aan een opzet van het DGPS, waarbij een handzame ontvanger in continu mobiel bedrijf een reeks van op te nemen terreinpunten bezoekt. Mogelijkheden als deze worden onderzocht door KADOR en zullen ruimere aandacht krijgen, ook bij de lagere overheden en het geodetisch uitvoerende bedrijfsleven.

Dynamisch positioneren vereist echter méér dan meten; van wezenlijk belang is de ontwikkeling van op specifieke kwaliteitseisen afgestemde procedures voor het verwerken van de verzamelde gegevens. De problematiek die hiermee samenhangt vormt onderwerp van onderzoek bij de TUD/GEO; afhankelijk van de uitkomsten van dit onderzoek zullen ook procedures voor het ontwerp van een dynamische meetopzet moeten worden ontwikkeld.

In het verband van het dynamisch positioneren mag worden herinnerd aan het ECDIS elektronische-zeekaart-project, waarin het KIM samenwerkt, onder meer, met de DH, DGSM en het bedrijfsleven.

Dynamisch positioneren speelt een essentiële rol bij de autonome auto-navigatie, zoals bij CARIN, dat bij Philips Consumer Electronics in ontwikkeling is. Hierbij zal worden gereden op "gegist bestek" met de niet-aangedreven wielen en een elektronisch kompas als primaire navigatie-instrumenten. Het GPS, gebruikt in absolute zin, dient voor periodieke "updating". Substantieel onderzoek op het terrein van de voertuignavigatie wordt voorts verricht in het kader van het NIN; hierbij is, naast de TUD/ET en de TUD/GEO, ook de auto-industrie betrokken. In dit verband zijn ook nog te noemen de deelname van de MD in het EG-programma DRIVE en, daaronder, een samenwerking tussen de MD en de TPD terzake van de inwinning en opslag van gegevens ten behoeve van een Europese elektronische autokaart (EDRM), een initiatief waarbij ook Philips nauw betrokken is.

Dynamisch positioneren is ook onderwerp van onderzoek bij de ontginningsmaatschappijen in verband met mobiel seismisch opsporingswerk op zee.

6.5 Het vormen en bijhouden van kinematische hoogtemodellen

Hier is onderscheid te maken tussen modellen van:

- het vasteland;
- de zeebodem;
- het zeeoppervlak.

Van het vasteland

De ontwikkeling van digitale terreinmodellen (DTM) of statische hoogtemodellen van het vasteland vormt een actueel onderwerp ingegeven door de behoeften aan een ruimtelijke topografische kartering en aan aanvullende gegevens voor orthofoto kaarten-productie. Een ruimtelijke topografische kartering vindt vele toepassingen, onder meer, bij de luchtnavigatie en bij de aanleg en het beheer van de technische infrastructuur van het land. Bij de ontwikkeling van DTM zijn betrokken de TD, de MD, de NS en luchtkarteringsbedrijven.

In dynamisch of, zo men wil, kinematisch opzicht vindt op het vasteland, te weten in de provincie Groningen, onderzoek plaats naar bodemdaling als gevolg van de aardgaswinning. Inzicht in de mate en geografische verdeling van de daling is van belang in verband met eventuele schade aan bebouwing en andere werken en met het oog op het tijdig treffen van passende waterstaatkundige voorzieningen. Het onderzoek gebeurt in een drievoudige samenwerking tussen de NAM, de MD en de TUD/GEO. In dit verband ontwikkelt en levert de TUD/GEO ook nieuwe software. Terzake van de dynamische interpretatie van de gemeten effecten zijn ook het Instituut voor Aardwetenschappen van de VUA, de Faculteit der Mijnbouwkunde en Petroleumwinning van de TUD (TUD/MP) en het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft bij het onderzoek betrokken. Zoals opgemerkt in paragraaf 6.2, werkt de NAM in Groningen tevens samen met KADOR.

Onderzoek naar de algehele verticale bodembeweging in ons land zal in de toekomst een antwoord moeten geven op de vraag in hoeverre bij de zeespiegelrijzing aan onze kust sprake is van een verschijnsel in absolute of relatieve zin. Het voorgestelde NOSS-project, waarin ook voor het GPS en laserafstandmeting een rol is weggelegd, voorziet in een regionale aanpak van de problematiek rond de Noordzee. Herhaalde absolute zwaartekrachtmetingen zullen hierbij behulpzaam zijn en met de uitvoering van een programma hiertoe, is in een samenwerking tussen de TUD/GEO en de MD een begin

gemaakt. De MD beraadt zich, in verband met de problematiek van de landelijke verticale bodembeweging, op een aanscherping van de definitie van het NAP.

Van de zeebodem

Kennis van de zeebodempogografie is van belang voor de scheepvaart en in verband met offshore activiteiten, zoals baggerwerkzaamheden en de olie- en gaswinning. Dit geldt voor ons land in de eerste plaats op de Noordzee. Van overheidswege hebben de DH, diverse diensten van RWS en, in verband met de olie- en gaswinning, het Staatstoezicht op de Mijnen hiermee bemoeienis. In dit verband mag worden genoemd een door RWS genomen initiatief om te komen tot een Marien Informatiesysteem (MARIS) voor de Noordzee. In de particuliere sector hebben de ontginningsmaatschappijen en de hydrografisch werkende bedrijven aandacht voor de bodempogografie. De remote sensing vanuit vliegtuigen of vanaf satellietenbaanhoogte biedt mogelijkheden voor de opname van de bodempogografie bij ondiep water; deze technieken worden ontwikkeld en toegepast door het NLR en luchtkarteringsbedrijven.

Van het zeeoppervlak

Naast de zeebodempogografie is de plaatselijke en actuele waterstand van belang. De variatie daarin wordt in hoofdzaak bepaald door meteorologische omstandigheden en door het getij. Bij de studie van het Noordzee-getij werkt de DH samen met de Dienst Getijdewateren (DGW) van RWS en met de TUD/CT. De DH beoogt tevens een samenwerking met de MD en met de TUD/GEO om de getijdecomponent direct door GPS-hoogtebepaling aan boord van schepen te meten.

De radar-hoogtemeting (altimetrie) vanuit satellieten is in de afgelopen twee decennia tot een hoge graad van perfectie ontwikkeld. De meetprecisie van de nieuwe generatie altimeters, zoals die in de ESA satelliet ERS-1 (1991) en de Amerikaans-Franse TOPEX-POSEIDON-missie (gepland voor 1992) bedraagt enkele centimeters. Als de baan van de hoogtemetende satelliet met een vergelijkbare nauwkeurigheid kan worden bepaald, dan kan de momentane hoogte van het lokale zeeoppervlak dienovereenkomstig nauwkeurig worden afgeleid. Deze techniek biedt de mogelijkheid tot bepaling van de hoogte van een ruimtelijk en naar tijd gemiddeld wateroppervlak v er buiten de kust tot op de open oceanen. Een aanzienlijk verdere detaillering van de kennis omtrent het aardse zwaartekrachtsveld (waarschijnlijk via speciale ruimtemissies) zal nodig zijn om uit de gemeten hoogte van het oceanoppervlak de oceanografisch relevante dynamische zee-topografie als verschil ten opzichte van de geo ide te kunnen afleiden. De TUD/GEO en TUD/L&R werken op het gebied van de interpretatie van altimetrie samen met het IMOU, het Nederlands Instituut voor het Onderzoek van de Zee (NIOZ) en DGW.

Over langere tijd gezien zijn veranderingen in het gemiddeld zeeniveau wetenschappelijk interessant en, voor ons laaggelegen land, maatschappelijk een zaak van gewicht. De Nederlandse inspanningen op dit gebied zijn reeds in paragraaf 6.2 in het kort vermeld. De essentiële geodetische bijdrage bij de behandeling van deze problematiek vormt de instandhouding van een wereldwijd ruimtelijk puntennet waarin met peilschaalwaarnemingen en eventueel altimetrie de veranderingen van het zeeniveau in absolute zin kunnen worden gevolgd.

6.6 Het opzetten, inschakelen en bijhouden van ruimtelijke informatiesystemen

De geodetische bijdrage hieraan, meer in het bijzonder aan die het vastgoed betreffende, beheerst thans voor een groot deel de ontwikkeling van de toegepaste geodesie in ons land. Uit het oogpunt van het lopend onderzoek kunnen de volgende hoofdaspecten worden onderscheiden:

- gegevenstheorie;
- gegevensinwinning;
- systeemontwerp en -ontwikkeling;
- informatieverstrekking.

Gegevenstheorie

Ruimtelijke informatiesystemen worden doorgaans ingericht volgens het relationele model. Daarbinnen zijn, afhankelijk van de te verwachten bevraging, verschillende wijzen van ordenen van gegevens mogelijk. Noodzakelijk voor het betrouwbaar werken van een informatiesysteem is een functionele definitie van de objecten en hun kenmerken. Wat de betrokkenheid van de geodesie bij ruimtelijke informatiesystemen aangaat, zijn in de eerste plaats de meetkundige kenmerken belangrijk. Het is bij uitstek de verantwoordelijkheid van de geodesie, dat die kenmerken op functionele wijze in het informatiesysteem worden opgenomen. Daarbij telt niet alleen de nauwkeurigheid van de meetkundige kenmerken, maar vooral hun relatie met de objecten waarop zij betrekking hebben; op dit punt is een dialoog van de geodesie met betrokken vak-deskundigen vereist. Naast nauwkeurigheid van meetkundige kenmerken is die in de definitie van de objecten zélf in hoge mate bepalend voor de kwaliteit van een ruimtelijk informatiesysteem. Aan fundamentele aspecten als hier aangeduid, wordt onderzoek verricht bij de LUW/LT, de Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen van de RUU (waar ook het NexpRI is gehuisvest) en bij de TUD/GEO; bij de LUW/LT berust het initiatief van de Subcommissie "GIS" van de NCG, die de uitvoering van een ambitieus onderzoekprogramma voorstaat.

Wellicht meer praktisch van aard, maar toch gelijksoortig, zijn de problemen betreffende de vastgoedinformatie. Daar vastgoedobjecten doorgaans scherper gedefinieerd zijn dan geografische objecten in het algemeen, en daarmee ook hun relatie met meetkundige kenmerken, zijn de problemen hier van meer organisatorische aard. De problematiek van de uniforme classificatie en codering van vastgoedgegevens leeft bij de overheid op de diverse niveaus en het bedrijfsleven, wat het laatste aangaat, vooral bij de nutsbedrijven. De RAVI stimuleert onderzoek op dit gebied.

Gegevensinwinning

Geen informatiesysteem zonder gegevens. Het operationeel maken en houden van ruimtelijke informatiesystemen staat of valt met het ter beschikking zijn of komen van actuele gegevens, met name ook van meetkundige kenmerken van objecten. De klassieke geodetische opnametechnieken kunnen door hun werkwijze niet in deze behoefte aan gegevens voorzien. Er is, mede daarom, een streven deze, waar mogelijk, te vervangen door digitale beeldvormende technieken en de bijpassende verwerkingsprocedures. Hierin passen de ontwikkelingen op het gebied van de digitale fotogrammetrie, de remote sensing en FRANK. Onderzoek op het gebied van de integratie van geavanceerde technieken als deze met GIS/VIS vindt plaats bij de LUW/LT, het ITC, de TUD/GEO, de MD en de TPD. Zoals eerder opgemerkt, is te verwachten dat het GPS,

wat betreft de puntsgewijze opname, in de toekomst taken van de klassieke landmeetkunde zal overnemen. Deze mogelijkheid geniet in diverse kringen aandacht, onder meer bij KADOR.

Systeemontwerp en -ontwikkeling

Op dit gebied zijn er veel toepassingsgerichte activiteiten bij en in opdracht van de overheid en het bedrijfsleven. Wat betreft vastgoed vinden we dit vooral bij KADOR, de MD, de provinciale overheid, de gemeenten, de particuliere nutsbedrijven en de NS. Topografische en meer algemene ruimtelijke informatiesystemen (GIS) worden in geodetisch verband ontwikkeld door of in opdracht van het ITC, de MD, de TD, de DH, het KIM, de NS en ontginningsmaatschappijen. Tot laatstbedoelde categorie van informatiesystemen worden, onder andere, gerekend digitale terreinmodellen, milieubeheerssystemen, landschaps-, geologische en hydrologische systemen en navigatiesystemen. Als opdrachtnemers treden, naast automatiseringsbedrijven en softwarehouses, ook geodetische ingenieursbureaus op. Vaak wordt gewerkt in samenwerkingsverbanden. Hierbij laten ook de onderwijsinstellingen zich niet onbetuigd. Met name het ITC, de TUD/GEO en, als ondersteuning van het onderwijs, de Hogeschool Utrecht zijn, veelal samen met de overheid, actief in ontwikkelingsconsortia wat betreft ruimtelijke informatiesystemen, in het bijzonder die voor vastgoed (VIS). Elektronische kaarten en gerelateerde informatiesystemen, zoals ECDIS en EDRM, zijn produkten van een intensieve samenwerking tussen overheid en bedrijfsleven, ook in internationaal verband. Om financiële redenen dreigt een door RWS genomen initiatief om te komen tot een informatiesysteem voor de Noordzee (MARIS) te stranden; MARIS zou de functie van een submarien VIS kunnen vervullen.

Informatieverstrekking

Informatieverstrekking is uiteindelijk de hoofdfunctie van een ruimtelijk informatiesysteem. Visualisatie is hierbij vaak het meest doelmatige hulpmiddel en het beeldscherm is daartoe het eerst voor de hand liggende medium. Ontwerpers van een ruimtelijk informatiesysteem behoren reeds dadelijk met de mogelijkheden van het adequaat verstrekken van de informatie met de behoeften van de gebruiker rekening te houden. Het "inzichtelijk zichtbaar maken" van ruimtelijke informatie betreffende situaties en processen is de hoofdtaak van de kartografie. Legde de kartografie zich daarbij voorheen toe op de papieren kaart, thans behoort ook beeldschermpresentatie tot haar domein. De terugkoppeling van de door de kartograaf begrepen wensen van de gebruiker naar de inrichting van het zo nadrukkelijk op presentatie af te stemmen informatiesysteem, bewerkstelligt een inniger band tussen geodesie en kartografie. Deze neiging is internationaal te bespeuren en begint zich in Nederland ook af te tekenen. Zij komt tot uiting in enkele onderzoeksactiviteiten bij de TUD/GEO, waarbij niet-geodetische informatieverstrekking (bijvoorbeeld over het milieu en werkgelegenheid) het uiteindelijke doel is. Omgekeerd wordt bij de Vakgroep Kartografie van de RUU aandacht besteed aan de beheersing van de geometrische kwaliteit van het visuele beeld en aan de voortplanting van onscherpte in objectdefinities in ruimtelijke informatiesystemen. In geodetische kring wordt in de overheidsfeer ook computer-ondersteund kartografisch onderzoek verricht bij het ITC, de TD en de DH.

De kartografie en de geodesie zouden elkaar ook moeten vinden bij de oplossing van problemen bij de navigatie, bijvoorbeeld die van landvoertuigen, met behulp van elektronische kaarten; gezamenlijke betrokkenheid bij concrete projecten op dit gebied is echter in Nederland niet gebleken.

7. BEVINDINGEN TEN AANZIEN VAN ONDERZOEK & ONTWIKKELING

7.1 Een poging tot analyse

In totaal is te schatten (zie ook hoofdstuk 5) dat in Nederland het equivalent van, globaal, 200 arbeidsplaatsen wordt ingezet voor onderzoek & ontwikkeling in direct verband met de geodesie; in afgeronde getallen:

- 45 bij de universiteiten gezamenlijk:
 - . 25 bij de TUD/GEO;
 - . 10 bij de LUW/LT;
 - . 10 bij de TUD/L&R;
- 25 (de helft van de beschikbare onderzoeksformatie) bij het ITC;
- 10 bij diverse onderzoeks- en expertisecentra;
- 40 bij de diensten van de rijksoverheid:
 - . 15 bij KADOR;
 - . 20 (van de totale onderzoeksformatie van 25) bij de MD;
 - . 5 bij de TD en de DH gezamenlijk;
- enkele tientallen bij de decentrale overheid en de leidingbeheerders;
- 10 à 20 in de particuliere sector bij het bouw-, ontginnings- en vervoersbedrijf;
- enkele tientallen bij de diverse geodetische ingenieurs- en adviesbureaus en bij de industrie.

Hierbij is te bedenken dat veel onderzoek & ontwikkelingswerk dat hier als direct met de geodesie verband houdend is aangemerkt, niet het vak zélf betreft: van de geschatte arbeidsplaatsen worden er een 150 daadwerkelijk gebruikt voor onderzoek & ontwikkeling op het gebied van de geodesie. Hiervan wordt het merendeel - indicatief, 125 - ingezet op de genoemde *aandachtsgebieden* (hoofdstuk 6). Het laatste daarvan - "het opzetten, inschakelen en bijhouden van ruimtelijke informatiesystemen" - vormt daarbij het zwaartepunt.

Het is nu interessant deze inzet te vergelijken met de eerder als *nieuwe uitdagingen* (paragraaf 3.7) opgevoerde onderwerpen. Zoals te verwachten, leert deze vergelijking dat alle nieuwe uitdagingen aandacht krijgen, maar dat onderzoek & ontwikkeling op sommige gebieden nog van de grond moet komen. Er loopt onderzoek ten aanzien van:

- de Nederlandse bijdrage tot het opzetten en bijhouden van een wereldwijd multi-functioneel ruimtelijk (3-dimensioneel) en actueel geodetisch informatiesysteem als kerntaak voor de geodesie;
- de inschakeling van de aan dit systeem te ontleen informatie als geometrische basis voor ruimtelijke informatiesystemen in Nederland;
- een bijdrage tot de bewaking van globale, regionale en lokale bodembewegingen.

Nadere aandacht behoeven:

- een bijdrage tot de bepaling van de rotatie van de aarde als geheel;
- een bijdrage tot de bewaking van de variatie in het gemiddeld zeeniveau;
- een bijdrage tot de kwantificering van de zeespiegelvariatie aan de Nederlandse kust in het bijzonder.

Nieuw in de geodesie is:

- een bijdrage tot de beheersing van het verkeer, in het bijzonder dat op de weg in Nederland.

7.2 Opvattingen en indrukken

Over het geodetisch onderzoek in Nederland in het algemeen of over onderdelen daarvan kan naar aanleiding van de inventarisatie, in betrekkelijk willekeurige volgorde, het volgende worden opgemerkt.

- Bij de invoering van ruimtelijke informatiesystemen gaat Nederland voortvarend te werk. De geodesie is het meeste betrokken bij informatiesystemen het vastgoed betreffende. Voor de TUD/GEO ligt hier een verantwoordelijke taak. De inspanningen van de faculteit worden algemeen erkend en gewaardeerd, maar de gewenste theoretische onderbouwing en begeleiding daarbij door de faculteit worden nog gemist.
- Aanwezige accentverschillen op verwante onderdelen van de onderzoeksprogramma's van de vakgroepen van de TUD/GEO en de LUW/LT voorkomen weliswaar duplicatie, maar het is te verwachten dat een nauwere samenwerking tussen de vakgroepen van beide universiteiten, wederzijds bevorderlijk is en kan bijdragen tot een betere aansluiting van de fundamentele bij de toepassingsgerichte beoefening van de geodesie in Nederland.
- De geodesie en de kartografie hebben gezamenlijk verantwoordelijkheden bij de invoering van ruimtelijke informatiesystemen. Het is goed te constateren, dat internationaal op dit gebied een onderlinge toenadering van beide vakken wordt bevorderd. De behoefte daaraan, vooral op het stuk van het onderzoek, wordt ook in Nederland gevoeld.
- De relatie van sommige takken van de geodesie met sommige disciplines van de aardwetenschappen wordt steeds overtuigender. In internationaal verband wordt dit algemeen ervaren. Hoewel deze tendens in Nederland in formele structuren zichtbaar is, komen de werkrelaties nog niet van de grond. Het is opmerkelijk dat de relaties tussen de kartografie en de aardwetenschappen, als afnemers van geografische informatie, ook weinig intensief zijn.
- In Nederland ontwikkelt de geodesie zich in de mariene omgeving vrijwel onafhankelijk van die te land. Deze scheiding wordt reeds in het onderwijs aangebracht. Voor Nederland, op de grens tussen land en water, is dit een opmerkelijke en in sommige gevallen ongewenste gang van zaken.
- Afgezien van het ontbreken van voldoende theoretische ondersteuning bij de invoering van de vastgoedinformatiesystemen in Nederland, ontbreekt het bij de TUD/GEO aan expertise op het gebied van digitale opnamesystemen (inclusief de remote sensing) en aan hydrografische kennis. De opleiding tot geodetisch ingenieur zou tevens moeten voorzien in het bijbrengen van meer bedrijfseconomisch inzicht.

- Over de functie van de TUD/GEO in het kader van de geodesie-beoefening in Nederland wordt verschillend geoordeeld. Enerzijds wordt bij de faculteit praktische expertise verwacht; anderzijds bestaat de opvatting dat de faculteit wat betreft het onderzoek uitsluitend een taak heeft op de fundamentele kanten daarvan.
- De invoering van het GPS is thans een van de belangrijkste ontwikkelingen in de Nederlandse geodesie en verwante vakgebieden. De toepassingsmogelijkheden van het systeem zijn divers en bij het ruime aanbod is de kwaliteit van producten en diensten moeilijk beheersbaar. Een onafhankelijk voorlichtend "expertisecentrum" op het gebied van het GPS zou regulerend kunnen werken.
- In het academische klimaat dat bij de geodetische onderwijsinstellingen, met name ook bij de TUD/GEO, heerst, komen hun potentiële mogelijkheden tot het verwerven van betaald opdracht-onderzoek niet goed tot hun recht. Anderzijds is te bedenken, dat het geven van onderwijs de primaire taak van deze instellingen is en dat bij hun tariefstelling rekening is te houden met het leereffect, dat met het onderzoek wordt nagestreefd.
- De divergentie van de programma's van de beide vakgroepen in de TUD/GEO is als een ongewenst, en wellicht ook ongewild, gevolg van een streven naar specialisatie bij een beperkte cursusduur te beschouwen. Té grote divergentie leidt tot een gebrek aan praktisch inzicht enerzijds, en theoretische onderbouwing anderzijds en uiteindelijk tot een beperkte inzetbaarheid van afgestudeerden.
- Nauwkeurigheid van uitkomsten is nog steeds een belangrijk kwaliteitskenmerk voor geodetische producten en diensten. De meningen zijn verdeeld over de vraag of voor het beheersen van die nauwkeurigheid nadere richtlijnen nodig zijn. Weliswaar deden sedert 1956, toen de meest recente HTW werd uitgegeven, nieuwe terrestrische technieken hun intrede in de geodesie, maar er wordt wel gesteld dat hun werkwijze en het aansluitende verwerkingsproces het behalen van de vereiste nauwkeurigheid waarborgen. Gebrek aan inzicht in te stellen specificaties bij nieuwe of vernieuwde toepassingen van de geodesie kan echter té licht leiden tot het economisch onverantwoorde "nauwkeuriger meten dan nodig is". Daarom is normering van de technische kwaliteit van geodetische producten en diensten gewenst. Wat betreft meetstrategieën die in 1956 onbekend waren, zoals die met het GPS, zal zeker aanvullende regelgeving nodig zijn.
- Voor grootschalig geodetisch onderzoek wordt de capaciteit in Nederland, gespreid als zij is, niet voldoende inzetbaar geacht. Slechts door betere coördinatie en, eventueel, bundeling van activiteiten zou een voldoende omvang kunnen worden bereikt.
- De te beperkte inbreng van het bedrijfsleven in het geodetisch onderwijs en de landelijke geodetische beleidsvorming wordt als nadelig voor de beoefening van het vak en het geodetisch onderzoek beschouwd.
- De beëindiging van de opleiding tot fotogrammetrisch operateur bij het ITC heeft geleid tot een gebrek aan personeel met die kwalificatie.
- Voor cursussen over actuele onderwerpen, zoals er enkele jaren geleden een door de TUD/GEO werd aangeboden op het gebied van GPS-gebruik, zou een grote belangstelling zijn.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

Bij de inventarisatie en de samenstelling van dit verslag is gebruik gemaakt van informatie van velerlei soort. Zo was er in de eerste plaats de geodetische vakliteratuur, met name de Nederlandse. Voorts jaar- en andere verslagen, onderzoeksplannen en onderzoeksrapporten en gebundelde symposiumbijdragen. Een belangrijke bron vormde ook de ter gelegenheid van de interviews ontvangen bedrijfsdocumentatie. Hier wordt volstaan met vermelding van bronnen die niet tot deze, voor de hand liggende categorieën behoren en/of een bijzondere aandacht kregen.

ARHO en AWT (1991). Advies inzake de Technische Universiteiten. Den Haag.

Bakkenist Management Consultants (1991). De positie bepaald; onderzoek naar de Europese marktverhoudingen en de internationale concurrentiepositie van Nederland in de geodesie-branchen. Amsterdam.

FIG (1991). Definition of a surveyor. *FIG publications*, No. 2. Helsinki.

NVK (1991). Kartografisch onderzoek in België en Nederland. *NVK publikatiereeks* 2.1991.

RAWB (1990). Advies inzake het civieltechnisch en geodetisch onderzoek in Nederland. *Serie publikaties van de RAWB*, no. 74. Den Haag.

Scholten, H.J. (1990). Toepassing van geografische informatiesystemen in Nederland. *Kartografisch Tijdschrift* XVI.4, blz. 27-36.

TUD (1990). Bodemdaling in Nederland. *Symposiumverslag Faculteit der Mijnbouwkunde en Petroleumwinning*. Delft.

VVI (1990). Vastgoedinformatie in de jaren negentig. *Congresbundel ter gelegenheid van het eerste lustrum van de VVI*. Delft.

BIJLAGE 1

Geodetisch uittreksel van de aanbevelingen uit de verkenning van het civieltechnisch en geodetisch onderzoek door dr.ir. L.H. Ruiter

- Suggesties om ingrijpende veranderingen aan te brengen in de positie en de organisatie van de faculteit Geodesie dienen afgewezen te worden. Dergelijke veranderingen geven geen of nauwelijks voordelen maar brengen wel grote nadelen met zich mee.
- Het ITC speelt een heel belangrijke en unieke rol in de ontwikkelingssamenwerking. Deze rol kan versterkt worden wanneer een koppeling tot stand komt met de faculteit Geodesie. Bij voorkeur zou het ITC terug geplaatst moeten worden naar Delft, dan kan maximale wisselwerking met de faculteit plaatsvinden, en kan aansluiting tot stand komen met IHE (ontwikkelingssamenwerking civiele techniek) en IHS (ontwikkelingssamenwerking bouwkunde).
- Naast het fundamentele onderzoek in de faculteit Geodesie vinden geodetische activiteiten, waaronder toegepast onderzoek, plaats in een aantal organisaties en instituten, zoals de Meetkundige Dienst, het Kadaster, de Topografische en Hydrografische Diensten en het ITC. Deze activiteiten zijn daar ondergebracht op historische gronden, die in enkele gevallen achterhaald zijn door de moderne technologie. Om deze technologie zo effectief mogelijk toe te passen en verder te ontwikkelen verdient het aanbeveling de discussie te openen over herschikking van verantwoordelijkheden en over de taakverdeling tussen de genoemde instellingen. Hierbij moet de positie van het internationaal belangrijke satellietobservatorium te Kootwijk betrokken worden.

BIJLAGE 2

Geodetisch uittreksel van de conclusies en aanbevelingen van de RAWB

Zoals het verkenningsrapport schetst wordt in Nederland het geodetisch onderzoek voornamelijk uitgevoerd in de faculteit Geodesie van de TUD. In deze faculteit vindt het fundamenteel geodetisch onderzoek plaats, en binnen de beperkte capaciteit ook enig opdrachtonderzoek. Gelet op de vele gebruikers en de veelsoortige toepassingen van geodesie is het te overwegen een instituut voor toegepast geodetisch onderzoek op te richten. Binnen de taak van dit instituut zal de exploitatie van het observatorium Kootwijk dienen te vallen. De Raad beveelt de Minister van V&W, de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en de Minister van Defensie aan overleg te starten over de wenselijkheid van een dergelijk instituut waarin de onderzoeksvragen en -activiteiten van de diverse betrokken diensten (de Meetkundige Dienst, het Kadaster, de Topografische Dienst en de Dienst der Hydrografie) kunnen worden gebundeld.

BIJLAGE 3

Gesprekspartners

prof.dr.ir. K.J. Beek	Rector ITC
drs. J. Berends	Adjunct-secretaris RAVI
ir. J. de Boer	Hoofd Sector Landmeten en Vastgoedinformatie, Dienst Stedelijk Beheer, Gemeente Amsterdam
ir. W. Boerman	Hoofd Car Information Systems, Philips Car Stereo, Philips Consumer Electronics, Eindhoven
prof.dr.ir. M.J.M. Bogaerts	Voorzitter Sectie VIK en Directeur CCGM, TUD/ GEO
ir. T. Bouw	Adjunct-directeur CMG Den Haag
dr.ir. F.J.J. Brouwer	Hoofd Afdeling Onderzoek, Hoofdafdeling Technische en Numerieke Ondersteuning, MD
prof.dr. P.A. Burrough	Hoogleraar Fysische Geografie, RUU en Voorzitter Stichting NexpRI
ir. H.G.L. Dahlmans	Afdeling Automatisering, Ingenieursbureau Oran- jewoud B.V., Heerenveen
ir. A.W. van Dam	Onderwijscoördinator Studierichting Hydrografie, Technische en Maritieme Faculteit, Algemene Hogeschool Amsterdam
ir. D.M. Douwes Dekker	Sectie Genie, KMA
ing. W. Eimers	Directeur Inpark Leidschendam B.V.
ir. M.M.M. Elderhorst	Research & Development Department, Nederland Survey Projecten en Apparatuur B.V., Rotterdam
ir. W.N. Ferwerda	Managing Director, Oceonics Intersite B.V., Haarlem
P. Feuth	Adjunct-directeur Logisterion B.V., Rotterdam
ir. W.A. van Gein	Hoofd Bureau Mariene Geodesie, DH
drs. P.W. Geudeke	Directeur TD
dr. H.W. Haak	Hoofd Afdeling Seismologie, KNMI
ir. F.A. Hagman	General Manager Eurosense Breda B.V.
ir. L. Heres	Coordinator Digital Road Maps, Car Information Systems, Philips Car Stereo, Philips Consumer Electronics, Eindhoven
ir. A.P.E.M. Houtenbos	Afdeling Topografie, SIPM
Dipl.Ing. P. Hug	Hoofd Topografische Afdeling, NAM
Th.P.Huijsmans	Afdeling Landmeten, Van Kleef B.V., Vught
ir. G. Jacobs	Directeur Ingenieursbureau Oranjewoud B.V., Heerenveen
ir. R.J.G.A. Kroon	Voorzitter Commissie Onderzoek en Onderwijs, VNBG, Bestuurslid VNBG en Directeur Geodelta B.V., Rijswijk-ZH

ir. J.C.P. de Kruif	Hoofd Afdeling Vastgoedinformatie, Gemeente Utrecht
ir. I.C.A. Kuijlaars prof.dr.ir. G.H. Ligterink	Afdeling Landmeten, Van Kleef B.V., Vught Decaan en Hoofd Werkeenheid Fotogrammetrie & Remote Sensing, TUD/GEO
ir. J. van der Linde A. Lubbes	Adjunct-directeur TD Hoofd Afdeling R&D, Oceonics Intersite B.V., Haarlem
ir. G.J. Maten	Hoofd Geodesie, Heidemij Vastgoeddiensten B.V., Arnhem
ir. P.G.M. Mekenkamp	Vakgroep Kartografie, Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, RUU
drs. R.A.M. Meyer prof.dr.ir. M. Molenaar	Hoofd Afdeling IBA, VNG Voorzitter Vakgroep LUW/LT en Voorzitter Subcommissie GIS, NCG
A. Mulder	Leider Project Digitale Informatie, Hoofdafdeling Landmeten en Vastgoed, Dienst Ruimtelijke en Economische Ontwikkeling, Gemeente Den Haag
drs. M.A. v.d. Munt	Head Software Department, Construction Services Division, Nederland Survey Projecten en Apparatuur B.V., Rotterdam
ir. T.A. Nieman ir. J.W. Ormel	Vakgroep Landmeetkunde, Grontmij N.V., De Bilt Studierichtingsleider Landmeetkunde/Geoinformatica, Hogeschool Utrecht
prof.dr. F.J. Ormeling	Voorzitter Vakgroep Kartografie, Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, RUU
dr. H.F.L. Ottens	Directeur Expertisecentrum NexPRI
ir. J. Polman	Directeur Geodesie, KADOR
ing. Y. Poortvliet	Hoofd Afdeling Vastgoed, Geodesie en Grondzaken, Ingenieursbureau Oranjewoud B.V., Heerenveen
ir. J.J.E. Pöttgens	Inspecteur der Mijnen, Staatstoezicht op de Mijnen, Rijswijk-ZH en Voorzitter Subcommissie Bodembeweging, NCG
prof.dr.ir. H. Priemus	Directeur OTB
dr.ir. H. Quee	Hoofd Afdeling Vastgoed en Geodesie, NS
drs. A.J.E. van Riel	Directeur Divisie Software en Consulting, Inpark B.V.
H.J. de Roos	Partner Bakkenist Management Consultants, Amsterdam
prof.dr. R.F. Rummel	Voorzitter Sectie FMR, TUD/GEO
ing. J.A. Schaart	Netwerkbedrijf, PTT Telecom, Den Haag
E. Scheltes	Hoofd Hoofdafdeling Landmeten en Vastgoed, Dienst Ruimtelijke en Economische Ontwikkeling, Gemeente Den Haag
prof.dr. P. van Schilfgaarde	Voorzitter Sectie PJG en Voorzitter Commissie Wetenschapsbeoefening, TUD/GEO
ir. P.G. Sluiter	Voorzitter Werkgroep Toegepaste Ruimtegeodesie, NCG
ir. W. Sonnenberg	Directeur KLM Aerocarto B.V., Den Haag
prof.ir. J.A. Spaans	Voorzitter Vakgroep Nautische Wetenschappen, KIM

ir. H.T.C. van Stokkom	Hoofd Hoofdafdeling Technische en Numerieke Ondersteuning, MD
prof.dr.ir. P.J.G. Teunissen	Voorzitter Sectie MGP, TUD/GEO
ir. H.J.W. van der Vegt	Hoofd Afdeling Onderzoek, Hoofdafdeling Lucht- kartering, MD
ing. Chr. Visscher	Hoofd Bureau Landmeetkundige Zaken, provincie Noord Brabant, 's-Hertogenbosch
prof.ir. K.F. Wakker	Voorzitter Sectie BR, TUD/L&R
ir. C. Zeillemaker	Hoofd Afdeling Landmeten en Vastgoedinformatie, Dienst Gemeentewerken Rotterdam
mr. E.O. Zoetmulder MBA	Adviseur Bakkenist Management Consultants, Am- sterdam
ir. P. van Zuylen	Hoofd Hoofdafdeling Optische Instrumentatie, TPD

BIJLAGE 4

Indicatief gespreksprotocol ten behoeve van de inventarisatie van het geodetisch onderzoek in Nederland

Doel

Het verkrijgen van een overzicht van de aard en de omvang van het huidige en het voorgenomen c.q. gewenste onderzoek in Nederland op het gebied van de geodesie in brede zin. Onder onderzoek wordt ook ontwikkeling begrepen. Het overzicht dient bruikbaar te zijn om mede als basis te dienen voor beslissingen omtrent structurele maatregelen ten aanzien van het geodetisch onderzoek in Nederland.

Aard van lopend onderzoek

Ten aanzien van de aard van het lopende onderzoek is het gewenst, dat de inventarisatie inzicht geeft in kenmerkende aspecten, met name:

- deelgebied van de geodesie waarop het onderzoek betrekking heeft;
- algemeen karakter: theoretisch, experimenteel, inventariserend, ontwikkeling van programmatuur en apparatuur, werkmethoden;
- bestemming van de resultaten: exclusief intern, bredere toepassingsmogelijkheden, onderzoek in opdracht, vrij onderzoek, publikatie.

Omvang en organisatie van lopend onderzoek

Van belang zijn voornamelijk de volgende aspecten:

- aanwezigheid van een aparte afdeling voor onderzoek en ontwikkeling;
- uitbesteding;
- tijdsduur, vorm als project, deelproject, open-eind onderzoek;
- middelen: personeel (met kwalificatie) en materieel;
- samenwerkingsverbanden;
- overlappingsen.

Behoefte aan onderzoek

Het is gewenst dat de inventarisatie inzicht geeft in:

- beschikbare capaciteit (personeel en materieel);
- voorgenomen onderzoek;
- gewenst onderzoek dat niet kan worden uitgevoerd wegens gebrek aan middelen;
- visie op onderzoekstructuur in Nederland.

Overige punten

- verwachtingen omtrent geodetisch onderzoek in het licht van "Europa 1992";
- behoefte aan postacademisch onderwijs en cursussen.

VERKLARING VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN

A/D	analoog-naar-digitaal conversie
ARHO	Adviesraad voor het Hoger Onderwijs
AWT	Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid
BCRS	Beleidscommissie voor de Remote Sensing
CARIN	Car Information and Navigation System
CBD	Centrum voor Beeldverwerking Delft
CCGM	Centre for Computer Graphics and Mapping, TUD/GEO
CCLK	Coördinatiecommissie betreffende Landmeetkundige en Kartografische Aangelegenheden
CERCO	Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle
CGI	Centrum voor Geografische Informatie-verwerking, LUW
COSPAR	Committee on Space Research
DGPS	Differential GPS
DGSM	Directoraat-Generaal Scheepvaart en Maritieme Zaken, RWS
D/A	digitaal-naar-analoog conversie
DGW	Dienst Getijdewateren, RWS
DH	Dienst der Hydrografie
DLO	Dienst Landbouwkundig Onderzoek, LNV
DTM	digitaal terreinmodel
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
EDRM	European Digital Road Map
EG	Europese Gemeenschap
ESA	European Space Agency
EUREF	European Reference Frame, IAG
FEL	Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO
FIG	Fédération Internationale des Géomètres
FMR	Sectie Fysische, Meetkundige en Ruimtegeodesie, TUD/GEO
fte	full time equivalent
GEON	Expertisecentrum voor Geo-informatiekunde Nederland, Rijkshogeschool Groningen
GFO	gemeentelijk functioneel ontwerp
GIS	geografisch informatiesysteem
GLOSS	Global Level of the Sea Surface
GPS	Global Positioning System
HBO	Hoger Beroepsonderwijs
HOOP	Hoger Onderwijs en Onderzoek Plan
HTW	Handleiding Technische Werkzaamheden van het Kadaster
IAG	International Association of Geodesy
IAIN	International Association of Institutes of Navigation
IBA	Afdeling Informatiebeleid, Beleidsanalyse en Automatisering, VNG
IERS	International Earth Rotation Service
IGS	International GPS Geodynamic Service

IHO	International Hydrographic Organization
IMOU	Instituut voor Meteorologie en Oceanografie te Utrecht, RUU
IPO	Inter Provinciaal Overleg
ISPRS	International Society for Photogrammetry and Remote Sensing
ITC	International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences
IUGG	International Union of Geodesy and Geophysics
KADOR	Dienst van het Kadaster en de Openbare Registers
KIM	Koninklijk Instituut voor de Marine
KMA	Koninklijke Militaire Akademie
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
LGR	Laboratorium voor Geodetische Rekentechniek, TUD/GEO
LUW	Landbouwuniversiteit Wageningen
LUW/LT	Vakgroep Landmeetkunde en Teledetectie, LUW
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
MARIS	Marien Informatiesysteem
MD	Meetkundige Dienst, RWS
MGP	Sectie Mathematische Geodesie en Puntbepaling, TUD/GEO
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NCG	Nederlandse Commissie voor Geodesie
NEREF	Nederlands Referentiesysteem
NexpRI	Nederlands Expertisecentrum voor Ruimtelijke Informatieverwerking
NGL	Nederlands Genootschap voor Landmeetkunde
NIN	Nederlands Instituut voor Navigatie
NIOZ	Nederlands Instituut voor het Onderzoek van de Zee
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NNSS	Navy Navigation Satellite System
NOSS	North Sea Sea-Level Observing System
NRSP	Nationaal Remote Sensing Programma
NS	N.V. Nederlandse Spoorwegen
NVK	Nederlandse Vereniging voor Kartografie
NWO	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
O&W	Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen
OEEPE	Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales
OOT	Overlegorgaan Onderwijs en Onderzoek Teledetectie, LUW
OSG	Observatorium voor Satellietgeodesie te Kootwijk, TUD/GEO
OTB	Onderzoeksinstituut voor Technische Bestuurskunde
PJG	Sectie Planologische en Juridische Geodesie, TUD/GEO
PKC	Provinciale Karterings Commissie
RAVI	Voorlopige Raad voor Vastgoedinformatie
RAWB	Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid
RD	Rijksdriehoeksmeting
RGD	Rijks Geologische Dienst
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
RUU	Rijksuniversiteit Utrecht
RWS	Rijkswaterstaat
BR	Sectie Baanmechanica van Ruimtevoertuigen, TUD/L&R
SIPM	Shell Internationale Petroleum Maatschappij
SURF	Stichting Samenwerkende Universitaire Rekenfaciliteiten

TD	Topografische Dienst
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TPD	Technisch Fysische Dienst TNO-TUD
TUD	Technische Universiteit Delft
TUD/ET	Faculteit der Elektrotechniek, TUD
TUD/GEO	Faculteit der Geodesie, TUD
TUD/L&R	Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, TUD
TUD/MP	Faculteit der Mijnbouwkunde en Petroleumwinning, TUD
UELN	United European Levelling Net, IAG
UvA	Universiteit van Amsterdam
V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
VIK	Sectie Vastgoedinformatie en Kartografie, TUD/GEO
VIS	Vastgoedinformatiesysteem
VNBG	Vereniging van Nederlandse Bedrijven in Geodesie, Landmeetkunde, Fotogrammetrie, Hydrografie, Kartografie en Vastgoeddiensten
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VUA	Vrije Universiteit Amsterdam
VVI	Vereniging voor Vastgoedinformatie
WEGENER	Working Group of European Scientists for the Establishment of Networks for Earthquake Research