

## HOOFDSTUK IV

### NOG NIET GEPUBLICEEERDE BIJDRAGE

*(First Published Contribution)*

#### De kartografische grondslag van de bodemkartering \*)

door Prof. A. Kruidhof

Om te beginnen wil ik zeer in het algemeen de betekenis van de kaart aanduiden. Waarom maakt men eigenlijk kaarten? Daarvoor zijn twee redenen aan te geven.

De eerste reden is de behoefte die het maatschappelijk leven in vele van zijn vertakkingen aan kaarten heeft. Het heeft nodig een overzichtelijk beeld van het aardoppervlak.

De tweede reden is dat de wetenschap uit eigen behoefte er steeds naar streeft zich een zo zuiver mogelijk beeld te vormen van de werkelijkheid. Zij zoekt de waarheid, dat is de overeenstemming van denkbeeld en werkelijkheid. En hier is het ware, een goede nauwkeurige kaart. Dat deze kaart soms niet anders is dan een verzameling van coördinaten in een register is geen essentieel verschil.

De beide stromingen werken in dezelfde richting. Maar doordat ze een verschillende doelstelling hebben, komen ze wel eens met elkaar in strijd. Het maatschappelijk leven is geneigd om te vragen naar een kaart die nauwkeurig genoeg is. Een voor het doel overdreven nauwkeurigheid wordt, als niet noodzakelijk, afgewezen. Daarbij wordt de blik dikwijls gericht op een nabije toekomst en niet te vergeten, op de kosten. De wetenschap vraagt om een zo goed mogelijke kaart. De grens die hier gesteld wordt, wordt bepaald door het wetenschappelijk peil dat op dat ogenblik is bereikt.

Uit de geschiedenis der kartografie komt duidelijk naar voren, dat de wetenschap uiteindelijk een beter begrip heeft gehad voor de behoeften van het maatschappelijk leven dan de practici. De chaos aan kaartmateriaal was minder groot geweest dan hij nu is, als men meer geluisterd had naar wetenschappelijke geodeten.

De samenwerking van beide, van wetenschap en praktijk, is noodzakelijk. En hoewel de wetenschap duidelijk weet welk doel door haar wordt beoogd en zij ook tracht dat doel om zichzelfswil te bereiken, toch kan zij tevens de praktijk van dienst zijn.

En dan herhaal ik de vraag nu enigszins minder algemeen: aan welke maatschappelijke behoeften moet een kaart op dit ogenblik voldoen en welke eisen stelt dit aan de kaart? Het kadaster heeft voor het administreren en veilig stellen van de grondeigendom nodig een nauwkeurige kaart. De schaal van deze kaart wordt bepaald door de waarde van de eigendommen. De kaart moet binnen de gestelde nauwkeurigheidsgrenzen zekerheid bieden. Dat het kadaster bovendien dient om de grondbelasting juist te heffen is

---

\*) Voordracht gehouden voor de wetenschappelijke medewerkers der Stichting voor Bodemkartering op 13 Maart 1946 te Wageningen.

eigenlijk een bijkomstigheid geworden. Deze dienst wordt vanzelf verricht naast de bovengenoemde.

Bij uitvoering van ruilverkavelingen is het noodzakelijk dat, behalve de technische werken: wegen, kanalen, waterlopen, ook de nieuwe indeling, die een eigendomstoestand is, op de kaart ontworpen wordt. De nauwkeurigheidseisen zijn hier dus gelijk aan die voor de kadastrale kaart.

Bij de aanleg van spoorwegen, verkeerswegen en kanalen zullen in de eerste plaats de technische werkzaamheden op een kaart moeten worden voorbereid, maar verder zullen de nodige onteigeningen op de kaart moeten worden vastgelegd, en zal de uiteindelijke eigendomstoestand met kadastrale nauwkeurigheid bekend moeten zijn. Dergelijke kaarten vereisen een juist verband over de gehele lengte en over een ruim genomen breedte van het werk.

Ik zou nog vele behoeften kunnen noemen die slechts met de beste kaarten bevredigd kunnen worden. De stedenbouwkunde, het Domeinbeheer, de waterleiding, de electriciteit- en gasleiding, de tramwegen. De schaal van deze kaarten ligt tussen 1 : 250 en 1 : 2500.

Ontginningen, bebossingen, cultuurtechnische werken, het uitbreidingsplan, het rivierbeheer, de artillerie en de bodemkartering hebben in het algemeen kaarten nodig met een nauwkeurigheid die iets geringer is dan de eigendomskaarten. Het zou mooi zijn als deze diensten als grondslag hadden: de kadastrale kaart, ik bedoel een goede eigendomskaart. Ik kan me n.l. voorstellen dat men gronden gaat verkopen aan de hand van een kaart van het eigendomsperceel waarop de bodemtoestand is ingekarteerd. De bodemkartering moet dan in de kadastrale kaart zijn ingepast. Dit is echter ook te bereiken als men de bodemkaart karteert met dezelfde grondslag als die van de kadastrale, al is de kaart zelf op een andere schaal. Als er maar geen twijfel kan ontstaan omtrent het object waarover gehandeld wordt.

Voor de genoemde diensten zou een kaart 1 : 2500 te groot worden, daardoor te onoverzichtelijk en te weinig hanteerbaar. Zij kunnen volstaan met kaarten die liggen tussen 1 : 5000 en 1 : 25000.

Dan volgen een reeks van behoeften die gediend kunnen worden met kaarten op veel kleinere schaal. De militair zal in 't algemeen met kaarten 1 : 25000 en 1 : 50000 kunnen volstaan. Hij stelt echter de eis dat alle topografische bijzonderheden in de kaart worden opgenomen, wat dikwijls tot een te druk kaartbeeld leidt. Een kaart moet duidelijk zijn en de schaal moet zich dan ook aanpassen aan de kaartinhoud. Is deze gedetailleerd, dan moet de schaal groot zijn. Vandaar dat de behoefte gevoeld wordt aan een topografische kaart 1 : 10.000. Ook zullen de kaarten op kleinere schaal dienst kunnen doen als overzichtskaarten, voor het maken van globale projecten, als paedagogisch hulpmiddel.

Naarmate de kaarten op kleinere schaal worden gekarteerd, zullen minder details kunnen worden afgebeeld en zal men dus moeten generaliseren.

Over de kaarten op nog kleinere schaal, de wandelkaarten, fiets- en automobielkaarten, kaarten voor watertoerisme, enz. wil ik niet veel zeggen. Als er eenmaal een goede kaart bestaat kunnen al deze kaarten daaruit door verkleining en aanpassing van de kaartinhoud aan het gestelde doel, worden afgeleid. Zo zullen alle kaartwerken betrokken moeten worden op *dé kaart van Nederland*. En dit is dan ook de eerste eis die aan deze kaart gesteld moet worden; ze zal de grondslag moeten kunnen zijn voor alle andere kaartwerken. Alle kaarten moeten tezamen gebruikt kunnen worden, zo: de boskaart met de bodemkaart, de kadastrale kaart met de bodemkaart, de ruilverkavelingskaart met de bodemkaart. De kaart die als grondslag moet dienen voor alle kaartwerk, zal een goede kaart moeten zijn. Een kaart die nog lange tijd aan alle behoeften zal kunnen voldoen. Alle onderdelen moeten in harmonisch verband met elkaar staan. De detailkaarten moeten in het grote geheel on-dubbelzinnig passen. Dit is niet alleen een schoonheidseis. Wie met kaarten gewerkt heeft weet hoe hij meestal met zijn handen in het haar zit omdat het niet sluit, omdat 't rammelt, omdat men er per slot van rekening maar een slag naar moet slaan.

Dit harmonische verband is echter een van de grootste moeilijkheden. Een klein kaartje is wel te maken, maar dat kleine kaartje op de juiste plaats te leggen in de kaart van Nederland is moeilijker.

Het is daarvoor nodig dat eerst de onderlinge ligging van een klein aantal punten op onze aarde wordt vastgelegd. Sedert Snellius is dit mogelijk door de z.g. driehoeksmeting. Uitgaande van een basis, waarop men een eerste driehoek bouwt, kan men door middel van hoekmeting de richting en de afstand tot de top bepalen. Daarmee is de eerste  $\triangle$  bekend. Deze kan weer als grondslag voor de volgende gebruikt worden. Een en ander wordt moeilijk gemaakt doordat onze aarde nu eenmaal geen plat vlak is, niet eens een bol, niet eens een ellipsoïde, maar een geoïde. Maar u zult willen geloven dat het mogelijk is dat de onderlinge ligging van de driehoekspunten op aarde te bepalen is. Heeft men een aantal hoofd-driehoekspunten, dan kan het net van vaste punten verdicht worden door kleinere driehoeken in de grotere in te passen. Verdere uitbreiding van het net geschiedt meestal door enkele puntsbepaling. Het is namelijk mogelijk de plaats van een punt te bepalen door het meten van de richtingen naar drie bekende punten. Zo kan men komen tot een dichtheid van 1 punt per  $\text{km}^2$ .

Nog verdere verdichting van het net van vaste punten gaat door middel van veelhoeksmeting en detailmeting.

De plaats op aarde kan dan aangegeven worden door de ligging ten opzichte van meridianen en parallellen: in geografische coördinaten. Als figuur waarop men deze punten afbeeldt wordt genomen de ellipsoïde die de vorm der aarde zo goed mogelijk benadert. Meestal wordt de benadering van de aardoppervlakte door middel van een bol voldoende nauwkeurig geacht. Nu moeten deze punten worden afgebeeld op een plat vlak. U begrijpt dat dat nooit

een gelijkvormige afbeelding kan zijn en dat dus onvermijdelijk met afwijkingen rekening moet worden gehouden. Men kiest voor de overbrenging van de punten op de bol naar de kaart een bepaalde projectie. Deze projectie kan verschillende eigenschappen hebben. Men kan zo projecteren dat de oppervlakken juist worden afgebeeld, deze projecties worden *aequivalent* genoemd, of men kan zodanig afbeelden, dat de hoeken op aarde en in de kaart gelijk zijn. Dit zijn *conforme* projecties. Men zal dan beginnen met het stelsel van meridianen en parallellen op een platte kaart af te beelden. Ten opzichte daarvan worden de andere bekende punten uitgepast.

Om de plaats op de platte kaart gemakkelijker te kunnen aanduiden wordt dan een assenstelsel aangenomen, een *x*- en *y*-as. Voor het gemak worden dan op de kaart lijnen getrokken evenwijdig aan de assen en zo ontstaat het vierkantsnet. Ik wijs er nog even op dat de *y*-richtingen in het algemeen niet Noord gericht zijn.

We zullen vanavond met twee projecties kennis maken. De projectie van Bonne en de stereografische projectie.

#### *De projectie van Bonne.*

Het net van parallellen en meridianen op de bol wordt als volgt afgebeeld:

Men denkt zich een kegel die de bol raakt volgens de midden-

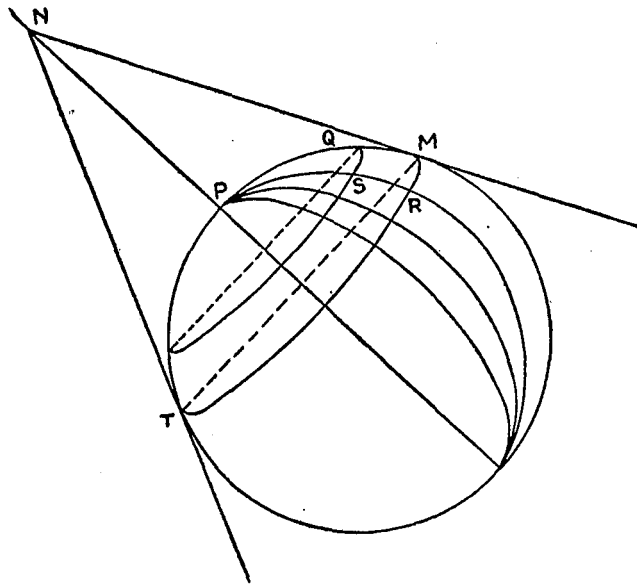


Fig. 1.

parallel van het af te beelden oppervlak. De top van deze kegel N ligt in de aardas. Deze kegelmantel denkt u zich doorgeknijpt volgens de beschrijvende lijn NT en vlakgelegd. De raakparallel wordt dan afgebeeld als een cirkel met  $M'N'$  tot straal. De midden-meri-



Zo wordt A afgebeeld als A'.

De eigenschappen van deze projectie zijn, dat cirkels op aarde worden afgebeeld als cirkels en dat hoeken tussen richtingen op aarde conform worden afgebeeld.

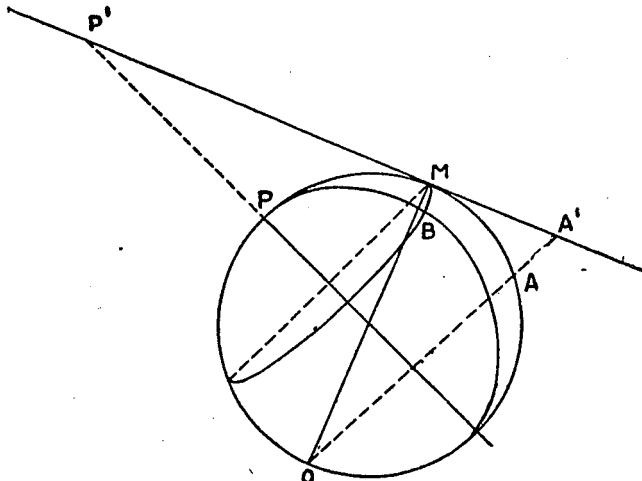


Fig. 3.

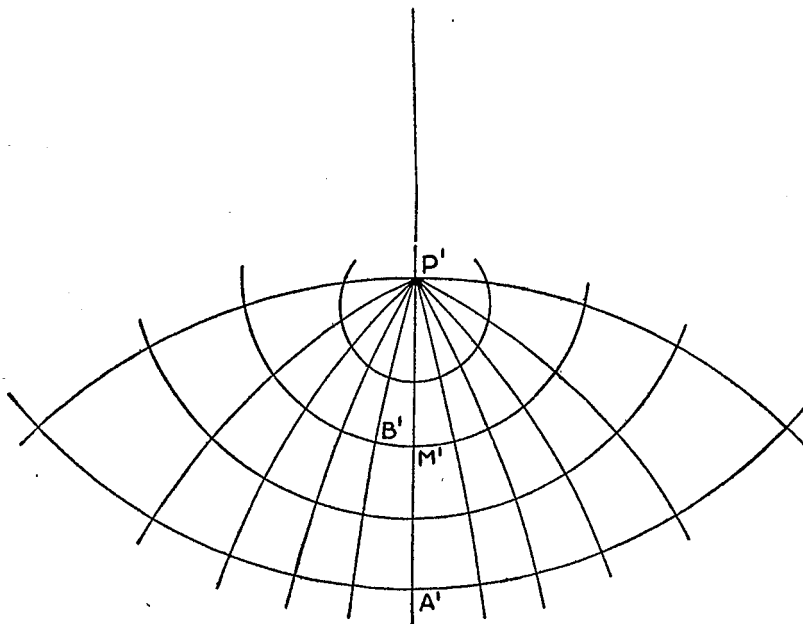


Fig. 4.

Het bewijs van deze eigenschap voert te ver. Ik verwijs hiervoor naar: „Kort overzicht der Kartografie” door Prof. Dr F. A. Vening Meinesz.

Nadat het net van parallellen en meridianen is getekend wordt een rechthoekig assenstelsel gekozen. De in het stelsel van parallellen en meridianen bekende punten worden omgerekend in het rechthoekige stelsel. De verdichting van het net van bekende punten wordt dan geheel in dit laatste stelsel uitgevoerd.

Ik kan hier weinig meer over zeggen, maar u zult wel willen geloven, dat het mogelijk is op deze wijze een technische grondslag te verkrijgen, die harmonisch is opgebouwd en die voldoet aan de straks gestelde eis, dat alle delen ondubbelzinnig in een vast verband zijn gevat.

Deze grondslag waarborgt het verband en de eenheid tussen de onderdelen. Het is het enige middel waardoor het mogelijk wordt dat de detailkaarten harmonisch worden samengevoegd, zodat ze in verband met elkaar te gebruiken zijn.

Metten is benaderen. En een op zichzelf goede methode kan toch nog tot meer of minder nauwkeurige uitkomsten leiden. De praktijk zal dikwijls voldoende gebaat zijn met een niet allergrootste nauwkeurigheid. Het is echter de wetenschap die het uiterste vraagt en daarmee er toe heeft bijgedragen dat zij de praktijk altijd voor was. Wat op dit ogenblik voor de praktijk voldoende is, is het morgen niet meer. En zo moet men, vooruitziende, zeer hoge eisen stellen aan de technische grondslag. U zult zien dat het dan toch al moeilijk genoeg is om aan de te stellen eisen te voldoen. Deze technische grondslag is echter pas de abstractie, het geraamte van de kaart. Hieraan moet de inhoud worden opgehangen. Welke zal die inhoud zijn?

Voor verschillende doeleinden zal die inhoud verschillend zijn, maar er is toch wel te spreken over een algemene inhoud. Deze algemene inhoud is de topografie. Dit is eigenlijk alles wat op de aardoppervlakte aanwezig is. Wat van dit alles zal worden afgebeeld, hangt ook wel van de te vervullen behoeften af, en daarvan hangt weer af op welke schaal de kaart getekend moet worden. Hoe meer details moeten worden afgebeeld, hoe groter de schaal moet zijn. Als voorbeeld van een bijzondere inhoud noem ik de eigendomstoestand. Topografie en eigendomstoestand dekken elkaar niet altijd. Dit is een van de redenen waarom de kadastrale kaart voor een leek vaak zo misleidend is.

In het voorgaande heb ik aangegeven hoe in het algemeen een kaart er uit moet zien.

Wat is er in Nederland gebeurd om tot de verwerkelijking van deze toestand te komen? Welk kaartmateriaal staat ons in Nederland ter beschikking?

Ik noem dan in de eerste plaats de kadastrale kaart.

In 1812 is men in Nederland begonnen met de kadastrale opmeting. Deze was uitvloeisel van de Franse wetgeving op de grondbelasting. Voor de juiste heffing van deze belasting was het nodig dat alle eigendomspcelen werden opgemeten en geschat.

Van belang is dat iedere gemeente afzonderlijk werd opgemeten. Dat dus voor iedere gemeente een eigen driehoeksnet werd

aangelegd en een eigen basis werd gemeten, dat het driehoeksnet in iedere gemeente afzonderlijk astronomisch werd georiënteerd en een eigen assenstelsel werd aangenomen. Gevolg hiervan is, dat iedere gemeente een eigen fout in de richting van de assen en een eigen fout in de lengten had. Verband tussen de aangrenzende gemeenten werd niet gelegd. De detailmeting gebeurde aan de driehoekszijden

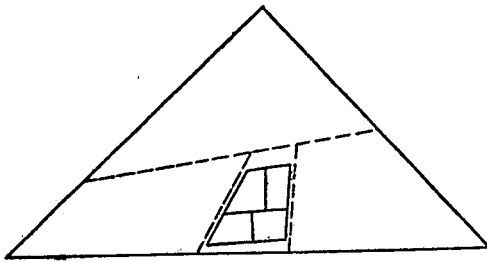


Fig. 5.

en aan verbindingslijnen daartussen. De metingen werden al naar de bekwaamheid van de landmeter met verschillende nauwkeurigheid gedaan. De kartering geschiedde op de schalen 1 : 5000, in 't algemeen 1 : 2500, steden 1 : 1250.

De fouten in de oorspronkelijke kaarten zijn in verschillende jaren verschillend. Tussen 1821-1828 werden kaarten met gemiddelde afwijking van 1-3% in de lengten vervaardigd. De kaarten uit de andere 11 jaren vertonen echter fouten van 3-10%. Toen in 1831 de kaart gereed was, dacht men eens en voor al klaar te zijn. Maar de terreintoestanden veranderden en de kaart verouderde. Sinds 1844 heeft men de veranderingen op de kaart bijgewerkt. Deze bijhouding is vooral in de beginne zo slecht gedaan, dat de kadastrale kaart langzamerhand een voor leken onbruikbaar ding is geworden. Slechts een landmeter kan daar, soms met veel fantasie, een goede conclusie op gronden. Ik herinner me, dat in Gemert uitspraak moest worden gedaan over een heg. 't Ging dus over een halve meter. Maar met de kadastrale kaart en verdere gegevens kon ik het op geen 15 meter links of rechts zeggen. Zo erg is het in het algemeen niet, maar het is toch wel veel erger dan men denkt.

Toen men was gaan inzien dat de kaart eigenlijk niet meer voldeed aan de eisen die er aan werden gesteld, is men in 1860 begonnen met partiële hermetingen. De metingen werden toen meestal gedaan in het stelsel van het driehoeksnet van Krayenhof, waarover straks meer, maar omdat dit niet voldoende nauwkeurig bleek te zijn, heeft men in veel gevallen weer in een eigen net gemeten.

Toen het nieuwe stelsel van de Rijksdriehoeksmeting voldoende uitgebreid was, heeft men de hermetingen voortaan aangesloten aan dit net. Nu nog worden voortdurend hermetingen gedaan door het kadaster. Behalve deze kadastrale hermetingen is het telkens nodig dat terreinen met kadastrale nauwkeurigheid worden opgemeten. Bijvoorbeeld bij het aanleggen van de nieuwe Rijkswegen, bij ruilverkavelingen en herverkavelingen (zo bijv. Walcheren). Al deze metingen worden aangesloten aan het Rijksdriehoeksnet, en vormen dus oasen in de woestijn van de Nederlandse kadastrale kaart. Men



onderscheidt bij deze metingen gebieden die meer of minder nauwkeurig worden opgemeten. De schaal hangt dan daarmee ten nauwste samen. Deze is voor gebied

1 1 : 250 of 1 : 500

2 1 : 500 of 1 : 1000

3 1 : 1000 of 1 : 2000

De puntnauwkeurigheid der metingen is voor

gebied 1 3.5 cm

2 7 cm

3 14 cm

Over de nauwkeurigheid der kaart staan mij geen gegevens ter beschikking maar de puntnauwkeurigheid zal voor gebied 3 wel ongeveer 30 cm zijn.

In de tweede plaats de topografische kaart. In 1798 krijgt de toenmalige luitenant Krayenhof opdracht om een kaart samen te stellen voor de verdeling van Nederland in Departementen, arrondissementen en gemeenten.

Hij gaat daartoe uit van alle hem bekende detailkaarten. Deze kaarten worden alle gebracht op schaal 1 : 115200 en tezamen gepast. Toen de eerste 9 bladen klaar waren werd een proef genomen, maar het bleek dat in de onderlinge ligging van verschillende steden zulke grote fouten bestonden, dat de kaart als volkomen onbruikbaar werd afgekeurd.

De bedekking van het hele land met een driehoeksnet was het enige middel om dergelijke fouten te voorkomen. In 1799 werd met de driehoeksmeting begonnen. De hoekmetingen gebeurden met een sextant. Op het ijs tussen Monnikendam en Marken werd een basis gemeten van 5650 meter. De driehoeksmeting werd al naar het gereed komen uitgerekend en de bekende punten werden gebruikt om de hierboven reeds genoemde kaarten in te passen.

Eind 1800 waren twee kaartbladen klaar. Toen deze werden vertoond aan Van Swinden, die lid van de commissie van maten en gewichten was, oogstte Krayenhof veel lof. Van Swinden betreurde het echter dat de driehoeksmeting niet nauwkeuriger uitgevoerd was. Was dit wel het geval geweest, dan zou het mogelijk geweest zijn om deze metingen te gebruiken voor het bepalen van de lengte van een gedeelte van de meridiaanboog, waaruit dan weer de lengte van de meter zou kunnen worden bepaald.

Krayenhof ging, aan de hand van hem door Van Swinden gegeven raad, zijn metingen eens na en kwam tot de conclusie dat de nauwkeurigheid inderdaad te gering was, om als onderdeel van internationale metingen dienst te doen. Hij wilde met dergelijke metingen niet voor de dag komen en drong er op aan om de metingen met nauwkeuriger instrumenten over te mogen doen.

In 1802 begint hij met een theodoliet opnieuw de hoeken te meten. In 1811 was de driehoeksmeting gereed. Speciaal ten behoeve van de kaart werden nog een aantal secondaire punten bepaald.

Tussen 1810 en 1813 ontstonden drie bladen van de Chorotopografische kaart der Noordelijke Provinciën van het Koninkrijk

der Nederlanden, op schaal 1.152 km op 1 cm. In 1821 werd de kaart in zijn geheel uitgegeven en in 1829 verscheen een verbeterde uitgave.

Aan deze kaart ligt geen kaartprojectie ten grondslag. De punten zijn op de kaart gebracht door uitpassing van de richting en lengten van de gemeten driehoeks zijden.

Daar al spoedig behoefte ontstond aan kaartwerk op grotere schaal, werd in 1829 aan Krayenhof opdracht gegeven tot het maken van een kaart op schaal 1 : 50.000. Daartoe werd gebruik gemaakt van de nu langzamerhand verschenen kadasterkaarten. Deze werden verkleind op schaal 1 : 25.000 en ingepast ten opzichte van de uitgezette punten die in het laatste driehoeksnets van Krayen-

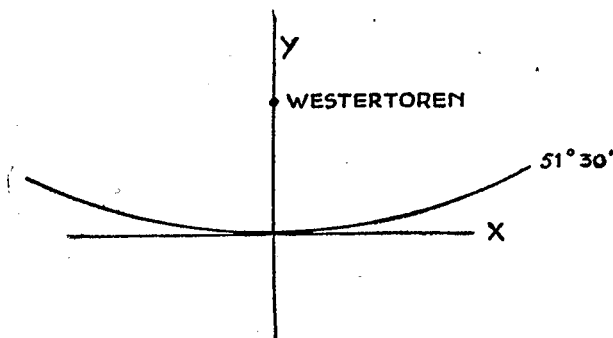


Fig. 6.

hof bekend waren geworden. De punten werden gekarteerd in een kaartprojectie en wel die van Bonne. De hoofdmeridiaan was de meridiaan van de Westertoren van Amsterdam. Als x-as werd aangenomen de raaklijn aan de parallelcirkel van 51 30' N.B.

De oorsprong van het assenstelsel komt zo te liggen in de omgeving van Chaam in N.-Brabant. De op schaal 1 : 25.000 verkleinde kadasterkaarten werden eerst te velde topografisch aangevuld, daarna verkleind op schaal 1 : 50.000 en nadat de inpassing in de kaartprojectie was verkregen, op steen gegraveerd. De aansluiting van de verschillende gemeenten gaf grote moeilijkheden. Afwijkingen werden over een smalle strook weggewerkt. Men verkreeg zo een kaart in zwartdruk, die door het vele wat men er op wilde afbeelden en de daarvoor nodige tekens en harceringen niet duidelijk en overzichtelijk was. Om dit te verbeteren werden over de harceringen kleuren gedrukt, wat wel overzichtelijker was, maar niet mooi en helder. Later is men er toe overgegaan om de zwartdruktekens, voor zover het de ingekleurde velden betreft, weg te laten. Zo ontstond de kaart 1 : 50.000.

In 1864 werd begonnen met de 1 : 25.000. Daartoe werden de kadastrale kaarten opnieuw verkleind. Het aantal driehoekspunten was ten behoeve van deze kaart, door middel van secundaire driehoeksmeting, zeer veel uitgebreid. Zij werden uitgezet in de projectie van Bonne en de punten op de kaart daarmee tot samenvallen gebracht. Voorkomende verschillen werden nu niet, zoals dat bij de 1 : 50.000 het geval was, over een smalle strook aan de gemeente-

grenzen weggewerkt, maar zij werden over de driehoeken in zijn geheel, regelmatig verdeeld. Dit is een grote verbetering. Doordat men bij deze kaart van een veel groter aantal driehoekspunten gebruik kon maken, is de kwaliteit aanmerkelijk beter dan de 1 : 50.000.

Toch waren er nog grote moeilijkheden.

- 1e. Omdat de assen van de kadastrale plans nogal slecht georiënteerd waren.
- 2e. Omdat de kadastrale metingen soms met nogal grote fouten behept waren.

Maar toch ontstond zo een vrij goed kaartwerk 1 : 25.000, dat thans nog voor het grootste deel van ons land in gebruik is. De aanleiding dat men ten slotte tot een betere topografische kaart kwam, is de volgende.

Toen de Pruisische regering in 1864 aan de Nederlandse verzocht om haar aandeel bij te dragen tot de graadmeting in midden-Europa, bleek, dat de driehoeksmeting van Krayenhof onvoldoende nauwkeurig was.

Van 1866-1882 werkte Dr. Stamkart aan een nieuwe meting, die na onderzoek echter volkomen onbruikbaar bleek. In 1879 werd ingesteld de Commissie van Graadmeting en Waterpassing. Zij begon in 1885 met de nieuwe metingen. Als basis werd voorlopig aangenomen de zijde Ubagsberg—Klifsberg, die in het Duitse driehoeksnet berekend was uit de basis van Bonne. In 1909 waren de coördinaten van het hoofddriehoeksnet in stereografische projectie bekend. In 1913 werd de basis van Stroe gemeten. Een herberekening van de coördinaten leverde geen noemenswaardige verschillen op. Als nulpunt van het coördinatenstelsel werd aangenomen de O.L. Vrouwetoren van Amersfoort. Als y-as de meridiaan door dat punt. Aan de primaire driehoeksmeting werd een secundaire en een tertiaire toegevoegd, en zo beschikt men op het ogenblik over een zeer groot aantal punten die in stereografische coördinaten bekend zijn. Het lag voor de hand, dat men de nauwkeurigheid van de coördinaten in het oude Bonne-stelsel ging vergelijken met de stereografische coördinaten van dezelfde punten. Men deed dit als volgt:

Er werd een formule gezocht en gevonden die, toegepast op de Bonne-coördinaten, stereografische coördinaten opleverde. Over de aard van deze transformatieformule zal ik niet veel zeggen, gezien het feit dat een van u mij gezegd heeft, dat hij bang was voor formules. 't Is een vergelijking van de 3e graad en ze is verkregen door toepassing van de foutenvereffening. De zo getransformeerde Bonne-coördinaten werden vergeleken met de coördinaten in het R.D.-stelsel en zo bleek, dat de middelbare fout (m.f.) per punt van de 1e orde 0,98 m en van de 2e orde 2.84 m was. De R.D.-coördinaten werden als foutloos aangenomen. Voor de stafkaart is deze nauwkeurigheid wel voldoende. Als er dus grotere fouten in de stafkaart voorkomen moet dat aan andere oorzaken geweten worden. Hoe groot is nu de puntnauwkeurigheid van de stafkaart 1 : 50.000?

Op dezelfde wijze als dat is gebeurd met de driehoekspunten, werden op de kaart, de stafkaart 1 : 50.000, uitgedrukte coördinaten

getransformeerd en vergeleken met de in stereografische projectie bekende coördinaten van diezelfde punten. Deze vergelijking gaf voor 32 punten in de gemeente Dieren een m.f. per punt van 74 m. Voor een terrein in Brabant werd 28 m gevonden.

Ook de stafkaart 1 : 25.000 die, zoals ik heb gezegd, op een betere, n.l. uitgebreidere, grondslag berust en waar de verschillen met meer overleg zijn weggewerkt, werd onderzocht. Van een aantal punten in Veenendaal werd de aansluiting op 6 verschillende methoden verkregen. De m.f. per punt was voor iedere methode weer anders, n.l. respectievelijk 17, 16,  $13\frac{1}{2}$ , 22, 18 en 20 meter. De orde van de fout staat echter hiermede, voor dit gedeelte althans, wel vast.

Een zelfde vergelijking is uitgevoerd voor de Engelse kaart 1 : 25.000, de gevonden m.f. is 22 meter. Dit geeft aanleiding om te veronderstellen dat de Engelse kaart verkregen is door copiëringen van onze stafkaart. Ook vergelijking van de beide stafkaarten op de copiërspegel wijst in deze richting. Verder is het wonderlijk dat toestanden die vóór 1940 reeds niet meer bestonden, nog op de Engelse kaart voorkomen. (Bijvoorbeeld de oude indeling van Stap-horst.)

De uitkomsten van onze kaart 1 : 25.000 vallen nogal mee. Toch is de onnauwkeurigheid voor verschillende diensten te groot. Vooral de artillerie drong aan op grotere nauwkeurigheid.

Mede om een beter kaartwerk voor ons land te scheppen, maar vooral uit militaire behoefte werd besloten in 1933 een nieuwe topografische kaart in stereografische projectie te maken uit luchtfoto's. Op de wijze waarop uit luchtfoto's een kaart wordt gemaakt wil ik op dit moment niet ingaan. Voor het hanteren van de kaart is van belang te weten, dat het stereografische vierkante net, t.o.v. het ruitennet op de oude kaart enigszins is gedraaid en verschoven.

Om alle coördinaten positief te krijgen is het nulpunt verlegd naar het punt  $x = -155$  km;  $y = -463$  km. Een onderzoek naar de nauwkeurigheid van de nieuwe stafkaart 1 : 25.000 gaf de volgende resultaten:

318 torenpunten werden uitgeprikt en vergeleken met de bekende coördinaten. De m.f. per punt was 5 meter. 170 terreinpunten werden vergeleken met dezelfde punten uitgeprikt uit de rivierkaart 1 : 5000. Hiervoor werd gevonden een m.f. van 4.7 meter. Inderdaad een grote verbetering ten opzichte van de oude kaart. Toch vroeg de artillerie meer. Men wenste een luchtkartering 1 : 10.000. Voor enkele gedeelten van ons land is deze tot stand gekomen. Een onderzoek naar de nauwkeurigheid leverde als resultaat een m.f. van 2.8 meter.

Behalve deze in mobilisatietijd verkregen luchtfoto's zijn voor het grootste deel van ons land onthoekte luchtfoto's op schaal 1 : 16.666.6 bij de Topografische Dienst aanwezig. De paspunten op deze foto's zijn bekend in stereografische projectie. Ook bij de Rijkswaterstaat ligt een archief onthoekte luchtfoto's schaal 1 : 10.000 te wachten op gebruikers. Dit kan een grondslag zijn

voor een kaart 1 : 10.000 zoals die door velen op het ogenblik wordt gewenst. Ik ga hier straks dieper op in.

Eerst wil ik nog noemen de rivierkaart, die eigenlijk van den beginne af van betere kwaliteit is geweest dan haar tijdgenoten. In 1829 werden de eerste opnemingen gedaan en in 1860 was van de grote rivieren een kaart 1 : 10.000, aangesloten aan het stelsel van Krayenhof, dus in Bonne-projectie, gereed.

In 1909 werd een herziening verricht. De vaste punten werden verzekerd en de kaart werd geprojecteerd in de stereografische projectie. Ongeveer 1930 werd begonnen met het maken van rivierkaarten 1 : 10.000 en 1 : 5000 uit luchtfoto's. Een eerste proef was de Biesbosch. Over de nauwkeurigheid heb ik alleen dit gegeven, dat de grootste afwijking 1.5 m was.

De kadastrale kaart, de topkaart en de rivierkaart vormen de grondslag die men voor het grijpen heeft. Daarbij kunnen gevoegd worden een aantal partiële opmetingen, bijv. van de Rijkswaterstaat voor het Rijkswegennet, kadastrale opmetingen voor ruilverkavelingsgebieden, enkele bosopmetingen, enz.

De vraag is: hoe ver men met deze gegevens komt. Vele diensten hebben in de loop der jaren partiële metingen gedaan en een eigen kaart gemaakt. Inderdaad heeft iedere dienst een eigen doelstelling, maar als er een goede grondslag is behoeft men niet van voren af aan te beginnen. Dat dit toch gebeurt is een bewijs dat de bestaande kaarten niet voldoen aan de eisen die de verschillende diensten aan een grondslag stellen. De bodemkartering helpt zich zo goed en zo kwaad het gaat, met wat aanwezig is. Maar ik meen toch dat zij niet volkomen bevredigd is. En daarin staat zij niet alleen. Vele diensten komen er wel niet toe om zelf te gaan meten, maar ze wensen wat beters dan bestaat.

Welke bezwaren bestaan er voor de bodemkartering tegen het voorhandige kaartwerk? Men zou als grondslag kunnen nemen de bestaande kadastrale kaart. Dit heeft voordelen als bij verkoop rekening gehouden wordt met de bodemtoestand zoals deze op de bodemkaart is aangegeven. Ook de cultuurtechnische dienst, vooral de ruilverkaveling, werkt met de kadastrale kaart. Dit pleit voor 't gebruik van de kadastrale kaart als grondslag. Maar het heeft ook ernstige bezwaren.

Een kartering op de kadastrale kaart heeft slechts incidentele betekenis. Ze is voor de toekomst verloren, omdat de kaarten niet samengevoegd kunnen worden in een goed geheel, in een kaart van Nederland in stereografische projectie. De topografische kaart is er voor om dit te bewijzen. Bovendien geeft een kartering op kadastrale kaarten aanleiding tot grote fouten, als men niet thuis is in de kunst van goochelen zoals de landmeter van het kadaster dat is. Karteren op niet hermeten kadastrale kaarten is af te keuren. Het is weggegooid tijd en arbeid. Ditzelfde geldt voor de oude topografische kaart. De nauwkeurigheid is niet groot genoeg. De schaal is bovendien veelal te klein. Het is een voordeel dat ze in een geheel is ingepast, in de projectie van Bonne, maar dit is tevens een be-

zwaar, want de nieuwe kaart zal zijn in stereografische projectie. Het overbrengen van de gegevens die, in de oude kaart zijn opgenomen, naar de nieuwe kaart, is moeilijk en ten slotte is het resultaat onbevredigend, want men voert de fouten van de oude kaart in de nieuwe over.

Voor zover de schaal geen bezwaar is zal de nieuwe topografische kaart 1 : 25.000 een voldoende nauwkeurige grondslag zijn. Ze heeft bovendien het voordeel dat ze in stereografische projectie is geprojecteerd en ze kan dus door iedere technische dienst tezamen met de eigen kaarten worden gebruikt.

De rivierkaart is naar mijn mening een goede grondslag. Voor terreinen waar dus deze kaart bestaat is het gebruik aan te bevelen. De schaal 1 : 5000 en 1 : 10.000 is wél in overeenstemming met de eisen die de bodemkartering stelt. Tien waarnemingen per ha kunnen op deze kaart duidelijk worden afgebeeld.

De kaart die de bodemkartering als grondslag nodig heeft is dus slechts voor een zeer klein gebied aanwezig. Voor wat betreft de andere gebieden is zij in zoverre klaar, dat er vaste punten in coördinaten bekend zijn; dus: de technische grondslag. Zolang er geen betere kaart is moet men het daarmee doen. In de toekomst zal een kaart, de kaart van Nederland, gebouwd worden op deze technische grondslag. Alle werk dat nu gebeurt zal dus in deze technische grondslag moeten worden vastgemeten, wil het in de toekomstige kaart op de juiste plaats komen. Alle metingen die gedaan worden moeten gekarteerd kunnen worden in dit stelsel. Wordt hieraan niet voldaan, dan is het werk voor de toekomst verloren.

Wanneer de metingen worden gedaan op de oude kadastraal-kaart, dan zal het in het algemeen niet mogelijk zijn deze over te brengen op de nieuwe kaart. Dat zou een onzuiver en onbevredigend goochelen worden. Vooral het feit dat de kadastraal-kaart niet de topografie, maar de vaak onzichtbare eigendomstoestand afbeeldt en verder de reeds eerder genoemde bezwaren tegen de kadastrale kaart, geven mij aanleiding dit oordeel uit te spreken.

Beter is te gebruiken de nieuwe stafkaart 1 : 25.000 met vergrotingen daarvan 1 : 10.000 als detailkaart en als veldwerk 1 : 5000.

Ik weet niet hoe op het ogenblik de werkmethode is, maar ik stel mij voor dat op grond van de boven gegeven beschouwingen als volgt gewerkt kan worden.

Het te karteren terrein wordt eerst als geheel, intensief verkend, zodat men weet welke bodemtypen te verwachten zijn. Deze verkenning moet zo grondig zijn, dat men bij de kartering niet verrast wordt door een type dat men nog niet opgenomen had in de lijst van op dat terrein voorkomende typen. Men kan dan schalen ontwerpen bijv. 8 voor de komgronden, enz. De kartering is dan: het systematisch indelen van het gehele terrein in deze typen en schalen. Dit zal al metende moeten gebeuren. Naar mijn mening is het onjuist om op het terrein de gemeten afstanden te karteren en de meetcijfers dan te vergeten. Het karteren én inschrijven van de meetcijfers lijkt mij een goede methode. De vraag is nu: hoe moet

worden gemeten? Dit zal voor een belangrijk deel afhangen van het terrein. Is het een terrein met rechte sloten of andere rechte zichtbare afscheidingen, dan kan men deze scheidingen als meet-

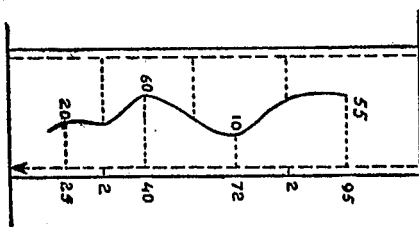


Fig. 7.

lijnen gebruiken en de knikpunten in de type-grenzen met loodlijnen inmeten. Als deze loodlijnen niet langer zijn dan 50 meter kunnen ze met voldoende nauwkeurigheid worden afgestapt. Worden de percelen breder dan 100 meter, dan moet men meetlijnen over het perceel uitzetten. Deze meetlijnen moeten dan weer worden vastgemeten aan de zichtbare grenzen. De meetlijnen kunnen zich dan over meerdere percelen uitstrekken. Door het

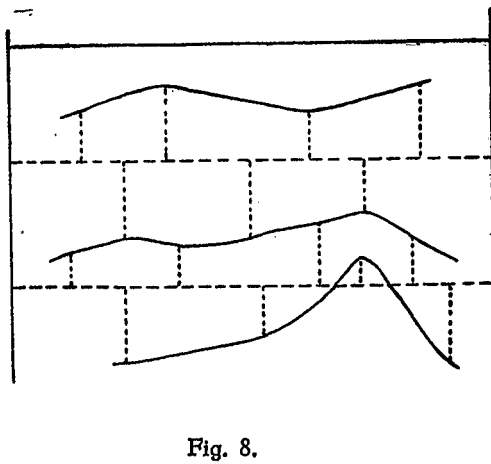


Fig. 8.

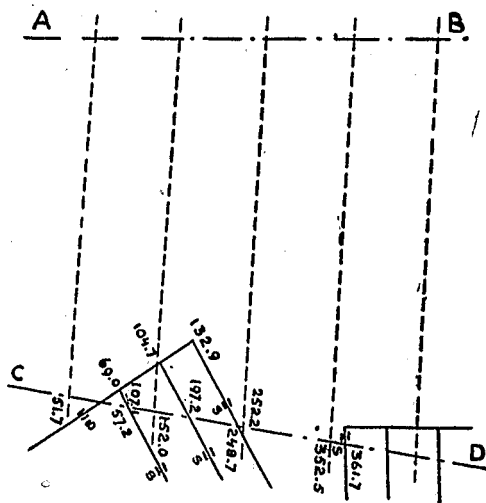


Fig. 9.

vastmeten van de meetlijnen aan de op de kaart aangegeven terreinvoorwerpen worden ze vastgelegd in het stelsel van de R.D. Karteringen op de vergrotingen 1 : 10.000 van de nieuwe stafkaart zullen dan met voldoende nauwkeurigheid in de kaart, als deze eenmaal gereed zal zijn, kunnen worden ingevoegd. Voor de terreinen waar de afscheidingen krom zijn, of waar weinig vaste afscheidingen aanwezig zijn, zal men een andere weg moeten volgen. Ik zou hier willen aanbevelen de methode die bij de ruilverkaveling in dergelijke gevallen gebruikt wordt voor het opmeten van de schatting der gronden. Over het terrein in zijn geheel wordt een stelsel van evenwijdige lijnen op afstanden van 100 meter uitgezet. Deze lijnen worden vastgemeten aan hoofdlijnen die door alle evenwijdige lijnen worden gesneden. Deze hoofdlijnen AB en CD worden aan terrein-

voorwerpen vastgemeten en tevens door middel van het bepalen van enkele punten, bijv. A.B.C. en D., aan de R.D. Het opnemen van de bodemindeling geschiedt dan door te meten langs de lijn. Aan weerszijden van deze lijnen wordt dan een strook van 50 meter opgenomen. De type- en schalengrenzen worden opgezocht en met stokjes aangegeven. Deze stokjes worden door middel van voetpunt en lengte van de loodlijn aan de meetlijn vastgemeten. Tekent men dan verder alle snijpunten van de meetlijnen met afscheidingen aan, dan heeft men nog een controle. Werkt men op een vergroting van de nieuwe 1 : 25.000, dan kan men de hoofdlijnen karteren en dan ligt de hele meting voldoende nauwkeurig vast in de stereografische projectie.

Heeft men niet de beschikking over zo'n kaart, dan kan men, omdat men over de coördinaten van de punten A.B.C. en D. beschikt, de hele meting afzonderlijk karteren en men heeft de bodemkaart die later direct gecopieerd kan worden op de toekomstige goede grondslag. Men kan karteren op iedere schaal die men wil. Ook op de andere bovengenoemde kaartwerken kan men de zelfstandige kartering overbrengen, al zal dit dikwijls tot grote verlegenheid aanleiding geven. De voorgestelde wijze van werken is dus zowel voor terreinen waarvoor reeds een bruikbare kaart bestaat, als voor alle andere terreinen bruikbaar. De eigenlijke bodemkartering zal echter moeten wachten op een grondslag 1 : 10.000 of 1 : 5000. Er is reeds veel over een dergelijke grondslag gesproken, maar voor zover ik weet bestaan er nog geen uitgewerkte plannen. Het zal nodig zijn dat van vele zijden wordt aangedrongen op spoed. Eén van de diensten die in deze een taak hebben is de bodemkartering.

Als zij haar eisen nauwkeurig formuleert, dan zijn dat m.i. de volgende: Er moet zo spoedig mogelijk een kaart komen van geheel Nederland op een grote schaal. Ik stel mij voor, dat voor het grootste deel van ons land schaal 1 : 10.000 zal zijn aangewezen. Belangrijke, meer gedetailleerde gebieden zullen echter op grotere schaal moeten worden gekarteerd. Zelfs zal 1 : 1000 niet geheel uitgesloten zijn. De kadastrale hermetingen kunnen na aanvulling met de topografische gegevens worden opgenomen. De kaart moet worden getekend in stereografische projectie. De kaartinhoud moet zijn: de grenzen van de topografische indeling, de velden moeten blank blijven. De kaart moet gedrukt worden als zwartdruk; wegen, huizen, waterwegen kunnen worden ingekleurd. De tranches worden bruin ingetekend. Het vierkantsnet wordt op de kaart aangegeven. Van deze kaart worden verkleiningen op verschillende schalen getekend en uitgevoerd. De topografie wordt voor iedere schaal passend gegeneraliseerd. De verschillende diensten kunnen de door hen verzamelde en voor hen van belang zijnde gegevens over deze grondslag heen laten drukken. Zo, voor de topografische kaart, de indeling in bouwland, weiland, bos en heide door kleurenoverdruk eventueel aangevuld met tekens. Zo, voor de bodemkaart de scheidingen tussen de typen en de kleur waarmee men deze aan wil geven. Onge-



twijfeld zal de uitvoering van deze wensen een omvangrijk werk zijn en men zal heel wat water in de wijn moeten doen. In de eerste plaats zal het moeilijk zijn om spoed en grote schaal met elkaar te verenigen. Kaarten op grote schaal b.v. 1 : 1000 zullen voor een groot deel door terrestrische metingen moeten worden verkregen. Het zal voornamelijk op het terrein van het kadaster liggen. Een spoedige oplossing is in dit geval niet te verwachten.

Ook is het mogelijk om door middel van luchtfotogrammetrie kaarten 1 : 1000 te maken. Maar dat zal toch veel tijd en vooral geld gaan kosten. Voor partiële kaarten is echter deze mogelijkheid geenszins uitgesloten.

Kaarten 1 : 10.000 en 1 : 5000 gekarteerd in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting zullen door middel van luchtfotogrammetrie met betrekkelijk geringe kosten en in betrekkelijk korte tijd worden vervaardigd. Ik stel mij voor dat de kartografische grondslag van de bodemkartering door deze kaarten voldoende verzekerd is. Komt men niet, binnen niet al te lange tijd, tot een dergelijke kaart, dan zal het vele werk dat gedaan wordt tot een gebrekkig resultaat leiden.

## Summary.

### The Cartographical Basis of Soil Survey

The question has to be answered, what kind of a map we need at this moment, that will serve best our community needs. The demand for maps for various purposes turns out to be very big. Different instances to that effect are given. The scale of the maps vary from 1 : 250 to 1 : 50.000. In some cases even a smaller scale will be sufficient. The largest topographical maps have a scale of 1 : 25.000. Different institutions at the present moment urgently need maps on a scale of 1 : 10.000.

A first class map of the Netherlands has to be drawn, which can serve as a basis for all other maps. After a review of some instances and discussion of the stereographic projection and the projection „Bonne”, consideration has been given to what will be the requirements for such a map.

The cadastral maps of the municipalities in Holland cannot be used, because they have been made separately for each municipality. Reason why they do not usually fit together. How these maps came into being and the methods used are briefly discussed.

In 1933 the drawing of a new topographical map of the Netherlands was decided upon. The method employed was the stereographic projection made from air photographs.

Coming to a conclusion as to what maps are necessary for the soil survey of the Netherlands, the cadastral maps turn out to be too inaccurate for the purpose. The new topographical map 1 : 25.000 has an accurate foundation and has the advantage of the stereo-

graphical projection. The scale 1 : 25.000 however is too small for soil survey purposes in Holland. Of the river area some good maps exist on a scale of 1 : 5000 and 1 : 10.000.

Summarizing the following points are stressed:

- a. An accurate map of the Netherlands, scale 1 : 10.000 is desired. For important parts an even larger scale should be used.
- b. The map has to be drawn on a stereographic projection.
- c. Topographical boundaries must be drawn. Maps must be printed in black and white with brown contourlines and a superimposed graticule.
- d. From this map different smaller scale maps can be deducted.