

# DE TECHNIEK VAN HET LANDMETEN IN EEN TWEETAAL TIJDPERKEN DER GESCHIEDENIS

REDE,

UITGESPROKEN OP DEN 9DEN MAART 1928,  
TER GELEGENHEID VAN DEN TIENDEN  
VERJAARDAG DER LANDBOUWHOOGESCHOOL  
DOOR DEN RECTOR-MAGNIFICUS

IR. J. W. DIEPERINK



Administratie van het grondbezit en veelal uitvoering van werken, welke opvoering van de productiviteit van den grond beoogen, zijn zonder landmeetkundige opmetingen vrijwel onmogelijk, zullen zij doelmatig zijn.

Het verband tusschen de landbouwkundige leervakken en het landmeten is al van ouden datum. De Romein L. JUNIUS MODERATUS COLUMELLA schreef in de eerste eeuw onzer jaartelling zijn „*De Re-Rustica*”, bestaande uit twaalf boeken, die volgens Dr. MORITZ CANTOR een bijna onuitputtelijke bron zijn van materiaal op elk gebied, dat met den landbouw in verband staat en in welk werk ook het landmeten behandeld wordt.

En heden ten dage bestaat er onder de deskundigen geen twijfel, dat een doelbewuste opleiding tot landmeter thuis behoort daar, waar de landbouwkundige leervakken gedoceerd worden.

Het is dit verband, dat mij er toe deed besluiten tot onderwerp van mijn rede te kiezen: de techniek van het landmeten in een tweetal tijdperken der geschiedenis.

Wanneer in het oude Egypte de koning besloot een tempel te stichten, dan was een der eerste handelingen, die daarbij plaats vond, het zoogenaamde strekken van het snoer.

De koning, of zijn vertegenwoordiger, plaatste zich in het vlak, gaande door een opgehangen schietlood en de poolster, en deed in dat vlak twee stokken plaatsen. Vervolgens kwamen de harpedonaptai of snoertrekkers, die het snoer, als richtsnoer, langs deze stokken uitspanden en daarmee de Noord-Zuidrichting op het terrein vastlegden, waardoor een oriënteringsrichting voor het te stichten gebouw verkregen was.

Dat deze harpedonaptai landmeters waren, is zeer waarschijnlijk, daar muurschilderingen, in de graftomben van de koningen uit de eerste dynastieën gevonden, een aantal menschen vertoonen, die, voorzien van meetsnoeren en schrijf- of teekenmateriaal, bezig zijn een veld op te meten. Dit opmeten van de velden was telkens opnieuw noodig, doordat de Nijl, bij de jaarlijksche overstromingen de grenzen der velden uitwischte en het uitzetten daarvan opnieuw noodig maakte.

Algemeen wordt in de noodzakelijkheid van het verrichten van deze landmeetkundige handelingen de aanleiding tot het ontstaan der wiskunde gezien.

Volgens den Egyptoloog PEET beperkten deze landmeetkundige bewerkingen in den tijd van de vierde dynastie, dus omstreeks 3000 jaar v. Chr., zich tot het nauwkeurig opmeten van rechthoeken.

De oudste wiskundige papyrus, de papyrus RHIND, afkomstig uit

de twaalfde dynastie, dus ongeveer 2000 jaar v. Chr., laat zien, dat de kennis der wiskunde het bepalen van inhouden van rechthoek, cirkel, driehoek, vierhoek en trapezium mogelijk maakte, terwijl ook het verdeelen van een terrein in twee even groote deelen reeds mogelijk was. De Egyptische wiskunde van de eerste tijden vertoont een sterk uitgesproken, practisch karakter. Het is niet het vraagstuk zelf, dat de belangstelling heeft, maar enkel het nut, dat er mede te bereiken is, staat op den voorgrond. In den tijd van de twaalfde dynastie konden de Egyptische wiskundigen de dagelijks voorkomende vraagstukken oplossen, hetgeen hun voldoende was. Zij konden bijvoorbeeld een veld opmeten, den inhoud van een graanschuur berekenen, loonen of behaalde buit in bepaalde porties verdeelen en de verschillende berekeningen, die voor den ruilhandel in goederen noodig waren, uitvoeren.

De notaties, die zij voor het weergeven van getallen en oppervlakte- of inhoudsmaten gebruikten, wijzen op het gemis aan abstract denken. Zoo worden de getallen millioen en honderdduizend respectievelijk voorgesteld door een poppetje, dat in verbazing de handen opheft, en een kikvorsch, die de Egyptische plagen in herinnering roept. De eenheid der landmaten, de land-el, wordt weergegeven door een figuur, dat sterk aan een ploeg doet denken, terwijl de notaties voor de medicinale maten ontleend zijn aan het oog van Horus, waaraan het bezit van genezende kracht wordt toegeschreven.

Eerst veel later schijnt de wiskunde een studieobject der priesters geworden te zijn, een niet produceerende klasse, die daaraan tijd kon geven, zooals ARISTOTELES opmerkt.

Uit de beschrijving van de papyrus RHIND, door PEET gegeven, blijkt niet, dat andere landmeetkundige hulpmiddelen dan meetsnoer en schietlood bestonden. Het is evenwel waarschijnlijk, dat de Egyptenaren de beschikking moeten gehad hebben over een hulpmiddel om rechte hoeken uit te zetten.

Hoe het met de landmeetkundige kennis van een ander oud volk, dat der Joden, gesteld was, is bezwaarlijk te zeggen. Uit de boeken van het Oude Testament blijkt met zekerheid het bestaan van landmeters, maar de mate hunner kennis ligt in het duister. Men krijgt sterk den indruk, dat bij de indeeling der gronden, met behulp van meetsnoer, meetroede of meetriet en paslood, zooveel mogelijk met rechthoekige figuren gewerkt werd.

Van kaarten wordt niet gerept, ofschoon het woord teekenen een enkele maal voorkomt, maar de beschrijvingen van landstreken en gebouwen zijn zoo uitvoerig, dat men ze er wellicht uit zou kunnen vervaardigen.

Dat de eigendommen waren afgepaald, blijkt duidelijk uit het

feit, dat de straf der vervloeking dengene bedreigde, die de grens of de landpale zijns naasten verlegt (Deut. 27 : 17).

Ook hier zijn volgens de beschrijvingen de tempels en andere groote gebouwen volgens de windstreken georiënteerd. Voor het uitzetten van de oriënteringsrichting werd daarbij gebruik gemaakt van den gnomon of zonnewijzer, die de Joden reeds kenden, (Jesaja 38 : 8) terwijl ook van het richtsnoer gesproken wordt (Jesaja 28 : 17).

Van de Babyloniërs is meer bekend, daar enkele documenten uit dien ouden tijd zijn overgebleven. Zoo bevindt zich te Constantinopel een tafel van leem of klei, gevonden te Tello, dateerend uit de tweede dynastie van Ur (3000—2000 v. Chr.). Op die tafel komt voor een schets van een terreinopname. De schets, die niet op schaal geteekend is, vertoont meetlijnen, die het terrein verdeelen in rechthoeken, rechthoekige driehoeken en trapezia.

Een merkwaardigheid is, dat de meting onder contrôle plaats vond. De inhouden zijn daaruit dubbel berekend, terwijl op de keerzijde het eindresultaat van beide berekeningen vermeld staat, nl. het gemiddelde, waaruit volgens HAMMER zou blijken, dat de beteekenis van het middelen van uitkomsten reeds tot die tijden teruggaat.

Als een tweede document kan worden beschouwd het standbeeld van den oud-babylonischen Priester-Koning Gudea, dat zich te Berlijn bevindt. De koning houdt op de knieën een teekenbord, waarop de fijn geteekende schets van een stad voorkomt.

Wat de wiskunde betreft, overtroffen de Babyloniërs de Egyptenaren, voornamelijk in de wijze van het noteeren van getallen. Zij bezaten tafels voor vermenigvuldiging, deeling, inhoudsberekening, quadrateeren en cubeeren.

De sexagesimale indeeling voor den hoekmaat en de indeeling van den dag in 24 uren, aan hen ontleend, bleven tot heden toepassing vinden.

Een groote vooruitgang in de techniek van het landmeten is waar te nemen bij de Grieken en deze vooruitgang is stellig toe te schrijven aan de vlucht, die de studie van de wiskunde en de mechanica genomen had.

THALES VAN MILETE (620—543) studeerde op hoogen leeftijd wiskunde in Egypte, en stichtte bij zijn terugkeer in Griekenland de Jonische school.

Uit het oogpunt van het landmeten gezien, is HERON van Alexandrië, de wis- en werktuigkundige (omstreeks 125 v. Chr.) de voor-aanstaande figuur.

Volgens Prof. Dr. EDMUND HOPPE was hij een volgeling van

ARCHIMEDES en KTESIBIUS, wat de mechanica betreft, en van ARISTOTELES, PLATO, PYTHAGORAS en EUCLIDES voor de philosophie en wiskunde.

Als werktuigkundige en geodeet vervaardigde hij zijn dioptr, een instrument, dat door verwisseling van de onderdeelen kon worden gemaakt tot waterpasinstrument, werkend volgens het principe der communiceerende vaten, dan wel tot hoekmeetinstrument, geschikt tot het meten van hoeken van elke grootte en in elk willekeurig vlak gelegen. Daarbij paste hij een vernuftige constructie toe voor de zogenaamde fijn-beweging.

De waterpasbaken met bordjes, die hij gebruikte, waren van een zoodanige constructie, dat zij voor de typen, die men in de hedendaagsche handboeken over landmeten en waterpassen vermeld vindt, niet behoeven onder te doen.

HERON zegt in zijn handschrift, dat te Parijs bewaard wordt, dat hij er naar gestreefd heeft, den dioptr zoo te construeeren, dat hij alle in dien tijd op het betreffende gebied gestelde vraagstukken er mede zou kunnen oplossen. Vóór zijn tijd waren de diopters onderling afwijkend in constructie, al naar gelang van den aard van het probleem, dat men er mede dacht te behandelen.

Onder de 33 vraagstukken, die HERON met behulp van den dioptr heeft bewerkt, bevindt zich ook dat van het berekenen van den inhoud van een driehoek uit de gegeven lengten der drie zijden, aan welk vraagstuk door de oplossing de naam van HERON verbonden is.

De aard der vraagstukken en het gebied, dat hij daarbij bestrijkt, blijken het best uit zijn eigen beschrijving van het gebruik van den dioptr, welke ik hier vrij vertaald laat volgen.

Dat de toepassing van den dioptr van veel waarde is voor het praktische leven, is door weinig woorden te toonen. De dioptr is zoowel met voordeel te gebruiken om waterstroomen uit de aarde naar voren te brengen, als voor het bouwen van muren, havens of elk ander bouwwerk. Dikwijls was hij van nut om de kennis omtrent de hemellichamen te vermeerderen, daar men er de afstanden der sterren onderling en hun grootte en afstand, zoo ook de zons- en maansverduisteringen mede kan bepalen.

Voorts is de dioptr ook praktisch te gebruiken bij de geographische onderzoekingen betreffende eilanden en zeeën en in het algemeen voor het leeren kennen van iederen afstand, die slechts uit de verte te bepalen is.

Heel dikwijls, zegt HERON, doet zich een moeilijkheid voor, die ons belet een meting ter plaatste uit te voeren. Het kan zijn, dat de vijand ons in de bezetting van een punt vóór is, of dat het terrein ontoegankelijk is en een landing uitgesloten door de gesteldheid daarvan, of dat een sterke stroom dat verhindert.

Tengevolge daarvan zijn dikwijls belegeraars, nadat zij de voor een bestorming noodige ladders en andere werktuigen vervaardigd en naar de muren vervoerd hadden, ten opzichte van hun tegenstanders in een nadeelige positie gekomen, doordat zij van het gebruik van den dioptr onkundig, zich bij het meten van de muren verrekend hadden, omdat de gegevens daarvoor noodig steeds op grooter dan schotsafstand gemeten moeten worden.

Bij het doorwerken van deze vraagstukken valt het op, dat de aaneengeschakelde waterpassing, zooals wij die kennen, in principe reeds bekend was. De dioptr wordt gebruikt voor het uitzetten van rechte hoeken, en het richten volgens een lijn, hetzij horizontaal of hellend. Van het rekening houden met constructiefouten van het instrument blijkt niets. De driehoek is de figuur, die bij de oplossing van de vraagstukken veelal toepassing vindt, maar van driehoeksmeting, onder meting van horizontale hoeken van willekeurige grootte, hetgeen met den dioptr toch mogelijk was, is geen sprake.

Vermelding verdient nog, dat HERON een baak voor afstandsmeting vervaardigde, waarop hij met behulp van den dioptr, onder heen en weer richten op verwijderd voorwerp en baak, de gevraagde afstand aflezen kon.

Besluiten we dit tijdperk door ten slotte over te gaan tot de Romeinen. Volgens VARRO (1e eeuw voor Chr.) hebben de Romeinen de kunst van het landmeten geleerd van de Etruskiërs, bij wie voor de indeeling en oriëntering van het terrein, voor tempelbouw bestemd, dezelfde regelen golden als later voor de Romeinen bij het stichten van een vestiging.

Zoo schrijft Dr. MORITZ CANTOR, dat ROMULUS Rome stichtte volgens de regelen van het landmeten.

Bij hen als bij de Egyptenaren en Joden, de gewoonte om de heiligdommen te oriënteren volgens de vier hoofd-windstreken. Ditzelfde gold bij de Etruskiërs voor de akkers bij de indeeling van de velden en het was een verzet tegen de goddelijke voorschriften, zoo men zich daaraan niet hield. Bij de Romeinen zijn het de auguren, half priesterlijke ambtenaren, die het veld in vier deelen verdeelen door het uitzetten van den decumanus en de cardo, respectievelijk de oost-west- en noord-zuidrichting, hiermede het heelal symboliseerende.

Zij moeten dus in staat geweest zijn één van beide richtingen te vinden en de andere loodrecht daarop uit te zetten. Het vinden van den decumanus geschiedde met behulp van de schaduw door de zon geworpen van een stok, die loodrecht in den grond was gestoken, volgens het principe van den gnomon, bij de Grieken en nog veel vroeger bij de Joden bekend. Voor het uitzetten van den cardo diende de groma, een type van landmeterskruis.

Bij de indeeling van de vestigingen bleef men parallel aan de hoofd-richtingen, terwijl de akkers zoowel mogelijk den rechthoeksvorm verkregen, waardoor een gemakkelijke vergelijking van de oppervlakten mogelijk was.

Ook voor de verdeeling der gronden onder de patriciërs en plebejers was ambtelijke inmenging van landmeters noodig. Zij zijn ambtenaren, vertegenwoordigers van een vrije kunst en dragen volgens CANTOR verschillende namen als finitores, metatores of mensores, agrimensores, decempedatores en gromatici, al naar gelang zij optreden als grensregelaars, meters, landmeters of als werkers met de meetroede en groma.

Aanvankelijk was meerdere kennis van de wiskunde niet noodig. Eerst VARRO schreef een boek over meetkunde, astronomie en rekenkunde.

Onder JULIUS CAESAR en AUGUSTUS vond een opmeting van het geheele Romeinsche Rijk plaats, welke werd uitgevoerd door NIKODEMUS, THEODOTUS, POLYCLITIS en DIDYMUS, blijkbaar zelf geen Romeinen. Evenwel zijn ook Romeinsche namen als van BALBUS en M. VIPSANUS AGRIPPA daaraan verbonden. Een kaart op naam van AGRIPPA werd vervaardigd.

In den keizertijd vergezelt steeds een hooggeplaatst landmeter de troepen en bij het stichten van een stad of kolonie is de landmeter in actie volgens vaststaande regelen.

De kennis der wetenschap, noodig voor een werk als de opname van een geheel rijk, ontleende men aan de Alexandrijnen, die de werken van HERON kenden.

De hedendaagsche kennis van den tijd der Romeinen danken we aan een aantal werken van personen, die de wiskunde, de physica en het landmeten bestudeerden, waaronder genoemd dienen te worden de landmeters SEXTUS JULIUS FRONTINUS (40—103), HYGINUS en BALBUS, welke laatste in den opdracht van zijn werk aan CELSUS zijn bewondering uitspreekt voor de methode van driehoeksmeting.

Opgeborgen in de kloosters van West-Europa zijn deze werken later van belang geweest voor de ontwikkeling van de wiskunde, de ingenieurswetenschappen en de techniek van het landmeten.

Wanneer ik nu over ga tot de behandeling van het tweedé tijdperk en daarbij blijf binnen ons eigen land, dan wil ik dat tijdperk doen aanvangen omstreeks 1500, niet omdat er vóór dien tijd geen landmeters geweest zouden zijn, want rekeningen van landmeters uit vroegere tijden zijn in de archieven aanwezig, maar omdat, zooals uit de onderzoekingen van R. D. BAART DE LA FAILLE, hoofdcommies-chartermeester van het rijksarchief te Haarlem blijkt, de oudste

Hollandsche geteekende kaarten, waarvan het bestaan bekend is, tot dien tijd terug gaan.

De eerste helft van de 16e eeuw was voor het westen van ons land, Holland en Zeeland, onder de regeering van KAREL V en de landvoogdes MARIA een tijd van rust, waarin zich mede het kaartmaken kon ontwikkelen.

In dien tijd zouden er volgens BAART DE LA FAILLE verschillende centra of scholen van landmeters en kaartmakers ontstaan zijn, waarbij het kaartmaken aanvankelijk in handen was van kunstenaars als schilders, goudsmeden, steenhouwers (beeldhouwers) en glanschrijvers, waaronder JAN DE PAPE, CORNELIS CORNELISZ DE SCHILDER en CORNELIS CLAESZ, alle drie schilders, genoemd worden als regeeringskaartmakers.

Omstreeks 1530 had men door kaarten een totaaloverzicht van Holland tusschen Maas en Zijpe, door samenvoeging van de kaarten van Noord-Holland en Amstelland, beide vermoedelijk vervaardigd door WILLEM HENDRICKSZ. CROOCK, stadsfabriekmeester te Amsterdam.

Zonder twijfel hebben in het midden der 16e eeuw landmeters aan de vervaardiging van kaarten medegewerkt. Zoo schreef GEMMA FRISIUS (1508—1555) in 1533 „Een boecxken seer nut ende profijtelijck allen Geographiens/ leerende hoemen eenighe plaetsen beschrijven, ende het verschil oft distantie der selver meten sal, welck te voren noyt ghesien en is gheweest”. FRISIUS is vertrouwd met het begrip azimuth en afstand, of zooals hij het noemt „hoeck der ghelegentheynt ende distantie”. De „Tafelen van Sinus” past hij niet toe in dat boekje, „om dat te groot ende te hooghe is voor den ghemeynen man”.

Landmetersexamens werden afgenomen, zooals blijkt uit rekeningen in het archief van het Hoogheemraadschap van Rijnland aanwezig. Zoo ontving op 1 Septmeber 1543 DIRCK OGIERSZ, baljuw te Schiedam, vier pond voor het gedurende drie dagen examineeren van LOUWERIJS PIETERSZ. alias Onder de Lucht in het meten ende anders.

In 1553 werd op 18 Augustus Mr. CORNELIS VAN ZEVENDER FREDERICSZ te Gouda, door het Hof van Holland toegelaten als landmeter na advies van ADRIAEN STALPERT, rentmeester van Kennemerland, en na examinatie door ervaren landmeters, volgens ingeleverd schriftelijk bewijs, terwijl de geëxamineerde den volgende dag den ambtseed aflegde.

In de tweede helft van de 16e eeuw is in deze landen de groote strijd ontbrand en vragen de veldtochten niet alleen het verkrijgen van de beschikking over goede kaarten, maar zijn de problemen van het landmeten gericht naar de eischen door het oorlogvoeren gesteld.



Zoo vinden we de vooraanstaande figuren op landmeetkundig gebied in de beide kampen verdeeld. In het ééne werkt een JOOST JANSZ. BEELSNIJDER (1541—1590), teekenaar, plaatsnijder, beeldhouwer, bouwmeester, horlogemaker, landmeter en vestingbouwkundige, aan wien Amsterdam als zijn fabriekmeester, voor de schoonheid van de tegenwoordige binnenstad zooveel te danken heeft, in opdracht van ALVA tusschen 1570 en 1573 aan het maken van een kaart van Holland, West-Friesland en Utrecht en doet hij onder DON FREDERIK DE TOLEDO dienst bij het beleg van Haarlem en Leiden.

Een beroemd kaartmaker als JACOBUS VAN DEVENTER (1500—1575), wis- en aardrijkskundige, vervaardigt in opdracht van Philips II zijn bekenden stedenatlas.

In het andere kamp treffen we Mr. ADRIAEN ANTHONISZ ( $\pm$  1543—1620) de beroemde sterckbouwmeester, kaartmaker en wiskundige, die in 1568 volgens BAART DE LA FAILLE als landmeter wordt toegelaten op goede getuigenissen, dus vermoedelijk zonder examen.

Voorts treffen we daar den niet minder bekenden SIMON STEVIN (1548—1620) werktuigkundige, wiskundige, vestingbouwkundige en landmeter, de leermeester van Prins MAURITS, die hem deed aanstellen tot ingenieur en kwartiermeester van het Staatsche Leger.

Dan mogen stellig als landmeters nog genoemd worden JAN PIETERSZ. DOU en JOHAN SEMS, op wie ik nader terug kom.

Dr. M. G. DE BOER vermeldt in zijn leerboek der Vaderlandsche Geschiedenis, dat Graaf WILLEM LODEWIJK, Stadhouder van Friesland, aan Prins MAURITS den raad gaf aandacht te schenken aan de krijgskunde der Romeinen, namelijk de soldaten door exercitiën te oefenen, de bewapening te verbeteren en vooral het maken van schansen en loopgraven te bestudeeren en deze door soldaten onder leiding van ingenieurs te doen aanleggen.

Zoo ontstaat in 1600 aan de universiteit van Leiden op initiatief van Prins MAURITS de ingenieursschool, waarvoor SIMON STEVIN op 10 Januari 1600 de instructie schreef, een geschrift, waarvan ieder landmeetkundige stellig met groote belangstelling kennis neemt. Aan deze ingenieursschool, bekend als de „Duytsche Mathematicque” werden Mr. SIMON FRANZ VAN DER MERWEN en de bekende wiskundige Mr. LUDOLF VAN CEULEN tot professoren benoemd om naast de professoren der universiteit, onder wie D. RUDOLF SNELLIUS en later zijn meer bekende zoon D. WILLEBRORDUS SNELLIUS, college te geven. De „Duytsche Mathematicque”, die in de eerste helft der 17e eeuw haar grootsten bloei beleefde, bleef in stand tot de Fransche overheersching toe.

De stand der techniek van het landmeten in dezen tijd komt het best uit door iets uitvoeriger stil te staan bij de beide landmeters DOU en SEMS.

JAN PIETERSZ DOU in 1572 of 1573 te Leiden geboren, werd aldaar in 1597 aangesteld tot landmeter en wijnroeier.

Aanvankelijk verwaarloost hij de kennis van de wiskunde, maar begint in 1590 opnieuw met de studie daarvan, hetgeen blijkt uit de inleiding van zijn boek „Tractaet vant maken ende Gebruycken eens nieu gheordonneerden Mathematischen Instruments”, dat in 1612 verscheen. Hij zegt daarin, dat hij reeds bij het begin van zijn loopbaan (1597) heeft overdacht, hoe de fouten in het afmeten en berekenen der landen het best te voorkomen zouden zijn, waarvoor hij noodig acht twee zaken, nl. ten eerste fundamenteele kennis van de geometrie en ten tweede practische geoefendheid. Over de eerste beschikt hij, daar hij volgens zijn zeggen, zich zes jaar in de geometrie geoefend heeft. Praktijk had hij nog weinig, zoodat hij om fouten te voorkomen, besloot „om niemant te vercorten, noch mijn selver ter quader name te maken alle mijn metinghen ende calculatien met een tweede werckinghe te proberen.”

Hij is een groot vereerder van de wiskunde geworden, waarvan hij in 1600 getuigt: „Onder alle goede, loflijcke ende eerlijcke konsten, hebben de Mathematische niet alleen de alder gewiste vaste grondt ende fundament,” maar zouden ook, „eerster oorspronck ende begin” zijn van de andere konsten en zijn daarom „de alderhooghste, voorneemste, nutlijckste ende nootwendichste.”

In 1596 schrijft hij „Den Hutspot der geometrya” voortgezet in de volgende jaren en in 1599 werkt hij met JAN VAN HOUT, secretaris van Leiden, VAN DER MERWEN en VAN CEULEN aan een Corte onderrichtinge, dienende tot het maeken van de reductieen van de jaercustinghen tot gereede penningen, waarbij zij de decimale breuken, door STEVIN ingevoerd, toepasten.

De zes eerste boeken van Euclides werden in 1606 door hem in het Nederduitsch vertaald. Deze bewerking diende jarenlang als schoolboek, en beleefde een zestal herdrukken.

In 1600 verschijnen van DOU en zijn vriend JOHAN SEMS (1572—ca. 1656), geadmitteerd landmeter te Leeuwarden de beide werken, „Practijck des Landmetens” en „Van het ghebruyck der Geometrische Instrumenten”. Het eerste werk, opgedragen aan Prins MAURITS en de Staten van Holland, Zeeland en West-Friesland is gedateerd: Leiden 11 Oct. 1600, en kon daarom en om andere aanwijzingen wel voornamelijk van de hand van DOU zijn. Het andere werk, opgedragen aan WILLEM LODEWIJK, Graaf van Nassau, en Gedeputeerde Staten van Friesland, draagt de dagteekening Leeuwarden, 5 September 1600.

De schrijvers hebben ondanks den grooten afstand hunner woonplaatsen deze werken samen uitgegeven, omdat zij vroeger reeds te zamen het grootste deel er van bewerkten. Maar er was voor deze

samenwerking nog een andere, meer gewichtige reden, want zij schrijven: „Daer benefens om seeckere Tafelen (ghenaemt de Tafelen der Circkel-boghen) die wij gheinventeert ende elcx bysonder ghecalculeert, ende teghens malkanderen ghecollationeert hebben, de fauten te beter mercken ende verbeteren, die wij daer in mochten hebben begaen, ende de selve correct aen den dagh te brenghen.”

Zij besloten het boek te laten drukken „tot nut ende bevoorde ringhe van alle Lantmeters, ende die de loflijkke konst van Geometria beminnen,” en wel in het Hollandsch, omdat „onsen lieven Nederduytschen, die tot deser tijt toe door scherpsinnighe boecken der Gheleerden, meest in uytheemsche spraecken geschreven zijnde, zijn afgeschricht.”

Werken, geschreven in het Latijn, Fransch, Duitsch en Italiaansch waren hen bekend, maar met de wijze van bewerking waren zij niet tevreden, daar zij de opnamen van terreinen met of zonder het uitvoeren van berekeningen naast elkander wenschten te stellen.

Het eerste werk, in drie gedeelten gesplitst, behandelt de maten toen in gebruik, de rekenkundige bewerkingen daarmede uit te voeren, de vlakke meetkunde en trigonometrie, het opmeten van toegankelijke en ontoegankelijke terreinen, het berekenen van inhouden en het verdeelen van terreinen uit punten buiten en binnen de begrenzende figuur gelegen; dit laatste onderwerp behandeld door Dou op een wijze, als nog niemand voor hem had gedaan.

In het tweede werk, getiteld „Van 't Ghebruyck der Geometrische Instrumenten” komen onder meer de grootere opnamen met planchet of quadrant in behandeling. Voor het gebruik van het rond voelen zij niet veel, daar het te zwaar is, en doordat de straal kleiner moet zijn dan bij het quadrant, de nauwkeurigheid minder groot zal wezen. Volgens de schrijvers hebben zij de methode van het planchet uitgedacht, zoo ook het gebruik van een instrument, dat met den naam van veldpasser aangeduid zou kunnen worden.

De inhoud van beide werken staat op hoog peil. Zij bevatten niet alleen alles wat toenmaals „kloecke en verstandighe ingenieurs en landmeters” van de wiskunde en landmeetkundige techniek voor het maken van kaarten dienden te weten, maar geheel in overeenstemming met de tijdsomstandigheden, was de vermeerdering van hun kennis in deze wetenschappen gericht op het bouwen van vestingen, sterkten of kasteelen of wellicht nog meer op de vernietiging daarvan, zooals blijkt uit den aard der problemen, als het meten van hoogten van torens en muren, breedten van grachten, en lengten van stormladders om muren te beklimmen.

Naast de reeds vermelde inventie van de Tafelen der Circkel-boghen mag stellig nog wel op het volgende gewezen worden.

Bij de berekening met Rhijnlandsche roeden, volgens het twaalfvallig stelsel in voeten, duimen en greinen onderverdeeld, moest dit stelsel last veroorzaken, zoodat overgegaan werd tot decimale indeeling van de roede in landmeters voeten en duimen. Het gebruik van het decimaalteeken schijnt niet bekend te zijn geweest, hoewel de aanduiding der eenheden verkregen is door de juiste plaatsing van de cijfers in teller en noemer van de breuken.

Van meer beteekenis is het feit, dat DOU in het 13e Capittel van het tweede deel van het boek „Practijck des Landmetens” tot de conclusie komt, dat, uitgaande van den inhoud van een driehoek, uitgedrukt in de grootten van twee zijden en sinus van den ingesloten hoek, de sinusregel in zijn tegenwoordigen vorm is af te leiden, zoodat alle vraagstukken door hem reeds behandeld volgens de omslachtige methode, die toen in gebruik was, op veel eenvoudiger wijze zijn op te lossen. Hij heeft dit echter in 1600 moeten achterwege laten, omdat reeds zooveel van het boek afgedrukt was.

Vóór DOU is in de eerste helft van de 14e eeuw door LEVI BEN GERSON de sinusregel reeds in zijn tegenwoordigen vorm weergegeven. Het is bezwaarlijk uit te maken, of DOU daarvan op de hoogte was, dan wel, dat hem mede in dit opzicht lof toekomt.

In elk geval komt hem de verdienste toe, de sinusregel in zijn tegenwoordigen vorm te hebben toegepast. Het zou stellig interessant zijn te onderzoeken, of hij in dezen wellicht zijn beroemden tijdgenoot SNELLIUS is vóór geweest. De verklaring van Dr. VAN DER PLAATS, dat SNELLIUS bij de berekening van zijn driehoeksnet nog de onbeholpen manier van het verdeelen van de driehoeken in rechthoekige toepaste, zou daarop wijzen.

Uit het hoofdstuk, „waer in gheleert sal worden Caerten te maken van landschappen, mitsgaders hoemen een gantsche Provincie sal afmeten” blijkt, dat de daarbij toegepaste methode overeenkomt met het tegenwoordige vraagstuk van enkele puntsbepaling uit buitenrichtingen. Uitgaande van de willekeurig aangenomen afbeelding van twee torens in de kaart, bracht men de daar omheen gelegen terreinpunten, welker ligging men wenschte te kennen, in tekening door in de gegeven torenpunten de richtingen met behulp van de gemeten hoeken uit te zetten, of door het teekenen van richting en afstand, dan wel door het trekken van twee cirkelbogen met de gegeven torens als middelpunten en de berekende afstanden tot straal. Van vastlegging der resultaten in coördinaten ten opzichte van een assenstelsel is geen sprake. De schrijvers wijzen er op, dat wanneer de voorwerpen te ver van elkander gelegen zijn om directe meting toe te passen, maar hun lengten en breedten zijn bekend, dat dan daaruit de afstanden te berekenen zijn. Zij waarschuwen er voor, dat zoo men steden of landschappen, die zeer ver van elkander gelegen

zijn in „een platte caerte” zou willen brengen, dat „sulcke caerte doorde rondicheyt des aerdtbodems eenighe onperfectie soude onderworpen zijn, hoewel het selve in het caerteeren van dese Gheunieerde Provincien weynich is te achten.”

Deze meening was blijkbaar ook SNELLIUS toegedaan, want bij zijn bekende graadmeting tusschen Alkmaar en Bergen op Zoom berekende hij de driehoeken als gelegen zijnde in het platte vlak.

In het reeds genoemde boek „Tractaet vant maken ende Gebruycken eens nieu gheordonneerden Mathematischen Instruments”, dat door DOU werd uitgedacht, omdat het dubbel rekenen hem toch wel wat te moeilijk viel en hij naar een middel zocht om met minder moeite het gestelde doel te bereiken, waarvoor hij noodig acht een instrument „waer door men alle metinghen, met so vaste sekerheyt can afvaerdighen als men door eenigh ander Instrument met behulp vande taeffelen, sinuum, tangentium ende secantium soude moghen doen, daer benefens werden de Proportien ende eyghenschappen des wercx mette verschillen daer op te verwachte, tot groot voordeel des Meters, voor oogen op 't Instrument gesien.”

Dit instrument, vervaardigd door den mathematischen Instrumentmaker JAN DAVID te Leiden, stelde hem tevens in staat de verhoudingen der zijden van rechthoekige driehoeken te bepalen te gelijk met het meten van één der scherpe hoeken, waarvoor op het instrument, dat overigens naar „ghemeene Landtmeters Stijl ghemaect” was, een sinus-, tangens- en secansverdeling was aangebracht.

In zijn verklaring van de vervaardiging en het gebruik van het instrument laat DOU blijken, dat hij zeer goed inziet, dat het geen doel heeft berekeningen uit te voeren tot in meer decimalen dan met de nauwkeurigheid, die met het instrument voor de metingen zelf te bereiken valt, in overeenstemming te achten is.

Zoo gebruikt hij het getal  $\pi$ , dat door Mr. LUDOLF VAN CEULEN tot in 34 decimalen berekend was, niet dan na weglating van de onnoodige cijfers, en past de sinus in 7 decimalen toe.

Voorts blijkt, dat SEMS en DOU bekend waren met het feit, dat de 32e propositie van het eerste boek van EUCLIDES, betreffende de som der hoeken van drie- of veelhoeken, de contrôle op de juistheid van het meten van de hoeken insluit.

Met sluitfouten weten zij, evenmin als SNELLIUS raad. Wel waarschuwen zij er voor, dat voldoen aan de voorwaarden nog geen zekerheid biedt voor de juistheid der metingen, want, zeggen zij: „hoewel ghij nochtans hier mede kont accorderen, ende doch d'eene hoeck te kleyn, ende d'ander hoeck te groot kont af ghesien hebben: maer soo 't niet en accordeert met deze Tafel, soo is 't werck voorseecker valsch.”

In deze laatste conclusie komt de toen nog weinige kijk op de waarnemingsfouten naar voren.

De beschouwing van dit belangrijke boekwerk van SEMS en DOU, dat zoo goed den stand van de techniek van den landmeter omstreeks 1600 doet kennen, moge besloten worden met een aanhaling uit de voorrede, welke aanhaling betrekking heeft op de voor den landmeter vereischte kennis, zijn opleiding en zijn ambtsvervulling: „Alsoo dat hem niemant yet sal onderstaen te doen, daer aen hij twijfelt of het recht is of niet: want seer licht konnen wij menschen feylen in alle onsen doen, als wij al seeckere onghetwijfelde regelen ende maten voor ooghen hebben, vlytich daer op sien, ende de selve volghen: wij swijghen, dat wij ons op ons eyghen goetduncken verlaten souden, bijsonder in dingen daer soo vele aen ghelegen is, uyt welcker oorsaecken in eenighe oude insettinghen de Landmeters, die valsche ende onghewisse regelen gebruycten, bevolen zijn te straffen, ende daerenteghen verordineert ende bevolen de geschichte Landmeters te eeren, ende als konstenaars te onderhouden, ghelijck hem derhalve niemant sonder consent der hoogher Overheyt, die een sonderlinge opsicht daer op behoort te hebben, daer toe sal laten ghebruycken.”

De techniek van het landmeten ondergaat in de 17e en 18e eeuw, althans hier te lande, geen noemenswaardige verandering. Wel voert SNELLIUS zijn bekende graadmeting uit, maar nergens blijkt tot nu toe, dat dit driehoeksnet gebruikt werd als grondslag voor verdere metingen, of bij landmeetkundige opnamen als voorbeeld navolging vond. Evenmin passen de landmeters het door SNELLIUS uitgewerkt probleem toe, waardoor met het uitvoeren van hoekmetingen in een te bepalen punt naar bekende punten van een driehoeksnet, dit punt aan dat net verbonden kan worden. Alleen de in dienzelfden tijd opgekomen toepassing van de logaritmen wordt bestendigd.

De instrumenten bij het landmeten gebruikt zijn, volgens de Werkdadige Meetkonst van JOHANNES MORGENSTER, in 1744 in tweeden druk verschenen, nog dezelfde als bij DOU en SEMS vermeld. Toepassing van den kijker, als vizierinrichting, sedert 1640 bekend, werd blijkbaar niet noodig geoordeeld. Ook dan nog geen bepaling van punten in coördinaten. Wel wordt gewezen op het nut van het bewaren van gevonden resultaten van metingen, in den vorm van richting en afstand van de punten onderling, om eventueel bij het vernieuwen van kaarten weer opnieuw te kunnen dienen.

Geheel in overeenstemming met de stichting van de Leidsche ingenieursschool is het werk, dat de landmeters te verrichten kregen. De zeventiende eeuw ziet de groote inpolderingen van Noord-Holland tot stand komen en men behoeft de studie van Dr. F. C. WIEDER over de oude Cartographie van die provincie maar op te slaan om

kennis te nemen van de polderkaarten, die nog uit dien tijd zijn overgebleven en om de namen te leeren kennen van de landmeters, die deze vervaardigden.

Ook op waterstaatkundig gebied waren zij werkzaam. Zoo maakt bijv. DOU omstreeks 1628 een concept om Zuid- en Noord-Holland door een kanaal aan de Breesaap water te doen loozen en in 1629 verschijnt van hem een provisioneel verbaal van de doorgraving van Holland op zijn smalst. Vele andere voorbeelden zouden te noemen zijn.

In de achttiende eeuw krijgen de kaarten een gewijzigd aanzien. Gemaakt ten dienste van het ontwerpen van technische werken, veelal rivierverbeteringen en het maken van overlaten, doen zij denken aan de hedendaagsche rivierkaarten. Op die kaarten verschijnen de dieptelijnen der rivieren als iets nieuws, volgens VAN RIEL, voor zoover thans bekend, het eerst in 1697 bij PIERRE ANCELIN, landmeter van de stad Rotterdam.

Vooraanstaande figuren zijn NICOLAAS CRUQUIUS en MELCHIOR BOLSTRA. Op hun kaarten vindt men een aanduiding van de breedte- en lengtegraden, tal van statistische gegevens, als peilschaalwaarnemingen, stroomsnelheidsmetingen en opgaven, die het verband leggen tusschen het Amsterdamsche peil en verschillende polderpeilen.

Naast deze technische kaarten, die uit practisch oogpunt gezien wel volmaakter worden, maar in artistiek opzicht verre achterstaan bij de oudere handschriftkaarten, ontstaat nog cartografisch werk als de Kaart van Delfland door N. en J. CRUQUIUS, dat bij het aanschouwen ieders bewondering afdwingt.

Tot het begin der 19e eeuw toe is het verband tusschen de hoogere en lagere geodesie of landmeten voor het grootste gedeelte slechts in den naam gelegen. De hoogere geodesie, die tot wetenschappelijke taak heeft te vorschen naar den vorm en de grootte van de aarde in haar geheel, heeft door alle tijden heen de belangstelling gehad van de voormannen op het gebied van de wis- en natuurkunde en was een stimulans om tot den bloei dezer wetenschappen te komen.

De lagere geodesie, hoezeer, uit practisch oogpunt gezien, de volle belangstelling waard, was inderdaad niet veel meer dan door de omschrijving „Werkdadige Meetkunst” zoo juist wordt weergegeven. In de 19e eeuw wordt het verband der hoogere en lagere geodesie steeds nauwer, doordat de laatste zich gaat bezig houden met opmetingen over grootere uitgestrektheid.

Zoo vindt de primaire driehoeksmeting door KRAYENHOF, uitgevoerd als voortzetting van de Fransche graadmeting van MECHAIN en DELAMBRE, bekend als „Base du Systême Métrique”, navolging

bij de vervaardiging der kadastrale kaarten, die voor de invoering van het kadaster, tijdens de inlijving van ons land bij het Fransche keizerrijk, noodig waren, en die volgens de gegeven voorschriften een driehoeksmeting tot geodetischen grondslag moesten hebben.

De uitkomsten der primaire driehoeksmeting van KRAYENHOF, berekend als gelegen op de ellipsoïde van DELAMBRE, zijn gegeven in rechthoekige coördinaten ten opzichte van een assenstelsel, dat tot oorsprong heeft een punt met een geografische breedte van  $51^{\circ} 30'$  gelegen op den meridiaan van Amsterdam, welke meridiaan in de projectie van de ellipsoïde volgens BONNE tevens de IJ-as van het assenstelsel voorstelt. Ook de uitkomsten der kadastrale driehoeksmetingen worden hoe langer hoe meer in den vorm van coördinaten der driehoekspunten gegeven, zij het ook ten opzichte van verschillende stelsels. Zoo vindt de coördinaten-rekening gaandeweg algemeen ingang.

De primaire driehoeksmeting van KRAYENHOF, gevolgd door een secundaire driehoeksmeting, waarvan de resultaten in 1861 verschenen in de Meetkunstige Beschrijving van het Koninkrijk der Nederlanden, levert nog steeds den grondslag, waarop onze topografische kaarten berusten.

De belangrijke studie van VAN RIEL „Topografische Kaart- en Rijksdriehoeksmeting” legt het verband tusschen de resultaten van KRAYENHOF en de Meetkunstige Beschrijving eenerzijds en die der Rijksdriehoeksmeting anderzijds. Deze Rijksdriehoeksmeting, gemeten met de beste hulpmiddelen, is er eene van groote nauwkeurigheid. De berekening van het net geschiedde op de ellipsoïde van BESSEL en de driehoekspunten werden volgens de methode van de stereografische projectie in het platte vlak overgebracht met Amersfoort als centraal punt. Genoemde studie stelt ons in staat de nauwkeurigheid, bij de metingen door KRAYENHOF en anderen in de eerste helft der 19e eeuw bereikt, te beoordeelen. Zoo blijkt, dat de middelbare fout in de ligging der primaire punten te stellen is op 0,98 M., terwijl die voor de secundaire klimt tot 2,84 M., een resultaat, dat voor het gestelde doel, het maken van kaarten op schaal van 1 : 50000 en 1 : 25000 alleszins voldoende te achten is, maar waaruit tevens blijkt, dat op het behoud van de nauwkeurigheid, die men bij het primaire werk bereikte, voor het secundaire werk geen prijs werd gesteld, en dus de methode van werken daarbij gevolgd aan minder hooge eischen behoefde te voldoen.

De nauwkeurigheid der oude kadastrale kaarten, die mede dienst deden en nog wel dienst doen voor de vervaardiging van de topografische kaarten, liet door de wijze, waarop zij tot stand kwamen, dikwijls veel te wenschen over.



De verbetering van de geodetische instrumenten, van den repetitie-cirkel van KRAYENHOF en den „vollen cirkel" van den landmeter af tot de hedendaagsche geodetische instrumenten toe, grenst werkelijk aan het wonderbaarlijke. Waren de eerstgenoemde producten van zeer bedreven instrumentmakers, de laatste komen uit de werkplaatsen, waar de moderne techniek onder toezicht staat en aan de zorgen is toevertrouwd van wetenschappelijk gevormd personeel.

Deze vooruitgang in de vervaardiging van de instrumenten, de groote ontwikkeling der wiskunde, voornamelijk op het gebied der foutenleer, het betere inzicht in de theorie en de daarmee overeenkomstige toenemende volmaking der methoden van opnamen, maken het mogelijk, dat een nauwkeurigheid als thans bij primair werk te bereiken valt, tot zelfs in het tertiaire werk wel kan worden volgehouden, zonder dat de hoeveelheid arbeid te veel wordt vergroot.

Deze mogelijkheid stelt aan de kennis van hen, die de landmeetkunde in dezen zin wenschen te beoefenen, hooge eischen. De grenzen tusschen het primaire en het lagere werk zijn thans veel minder scherp dan vroeger waarneembaar. Voor de goede uitoefening van het lagere werk is de kennis van het hoogere noodig.

Naast de oudere geodetische methoden is in de laatste vijftig jaren de photogrammetrie zeer snel tot ontwikkeling gekomen. De theorie daarvan werd uitgewerkt en kostbare instrumenten, ware wonderen der techniek, gebouwd.

De landmeetkundige moet in de vraagstukken der terrestrische en aero-photogrammetrie inzicht hebben met het oog op de mogelijkheden, die zij biedt en in de toekomst nog bieden zal.

Haar ontwikkeling was zoo groot en de resultaten leken zoo aantrekkelijk, dat aanvankelijk gedacht werd, dat de camera den waarnemer zou gaan verdringen.

Wel streeft bijv. BOYKOW er naar door middel van zijn Triangulator de geodetische metingen tot een minimum te beperken, maar voorschijns behoeft de landmeetkundige geen vrees voor overbodigheid te hebben. De photogrammetrie heeft zijn hulp voor het maken van den nog vereischten geodetischen grondslag niet alleen in toenemende mate noodig, maar zal voorloopig hoofdzakelijk bij topografisch werk toepassing vinden.

Berustte vroeger veelal een opmeting over eenige uitgestrektheid op een eigen technischen grondslag, tegenwoordig wordt die gevonden in de uitkomsten der primaire en secundaire driehoeksmeting. In 1888 maakte de Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing een begin met de primaire metingen. In 1926 waren de secundaire voltooid en in 1927 verschenen de laatste resultaten in druk. Deze geven van een 3800 punten, meestal torens, de coördi-

naten in stereografische projectie met een middelbare fout van 25 mm. Deze technische grondslag van groote nauwkeurigheid is in het bijzonder van belang voor tal van diensten als die van het Kadaster, de Domeinen, Waterstaat, Hydrografie, Militaire Verkenningen, Triangulatie Dienst der Artillerie, Gemeenten, Staats- en Particuliere Mijnen en Spoorwegmaatschappijen.

Alléén onze stafkaart zal, stellig niet tot bevordering harer bruikbaarheid, nog op het stelsel van BONNE blijven berusten. Een poging om tot eenheid van coördinatenstelsel te komen door de Triangulatie-Commissie in het vorig jaar ondernomen, mocht helaas niet slagen.

De groote nauwkeurigheid van dezen technischen grondslag sluit zijn kwetsbaarheid in. Het gevaar van het ongemerkt verloren gaan van dit kostbaar bezit is geenszins denkbeeldig te achten, hoewel een belangrijk gedeelte ervan door speciale metingen is verzekerd.

Ik wil deze voordracht besluiten met een beroep te doen op allen, die geodetisch werkzaam zijn, om het vraagstuk der instandhouding ernstig onder het oog te zien en tot een oplossing te brengen.

#### LITERATUUR.

- T. ERIC PEET. *The Rhind Mathematical Papyrus*. University Press of Liverpool. Oude Testament.
- E. HAMMER. *Altbabylonischer Felderplan*. Zeitschrift für Vermessungswesen, 1897.
- Prof. Dr. EDMUND HOPPE. *Ein Beitrag zur Zeitbestimmung. Herons von Alexandrien*. Wilhelm-Gymnasium zu Hamburg. Bericht über das 21. Schuljahr 1901—1902.
- HERMANN SCHÖNE. *Die Dioptra des Heron*. Jahrbuch des Kaiserlich Deutschen Archäologischen Instituts.
- A. HÜBNER. *Heron von Alexandrien der Aeltere als Geometer und der Stand der Feldmesskunst vor Christi Geburt*. Zeitschrift für Vermessungswesen, 1887—1888.
- Dr. MORITZ CANTOR. *Die Römischen Agrimensoren und ihre Stellung in der Geschichte der Feldmesskunst*. Leipzig, B. G. TEUBNER, 1875.
- R. D. BAART DE LA FAILLE. *Hollandsche kaartmakers en landmeters in de 16e eeuw*. Nederlandsch Archievenblad 1924/1925.
- GEMMA FRISIUS. *Een boeckken seer nut ende profijtelijck allen Geographiens, enz., opgenomen in een vertaling van de Cosmographie van PETRUS APIANUS*.
- Dr. P. G. MOLHUYSEN. *Bronnen tot de Geschiedenis der Leidsche Universiteit*. No. 20 van de Rijks Geschiedkundige Publicatie.
- SEMS en DOU. *Practijck des Landmetens en Van het ghebruyck der Geometrische Instrumenten*, 1600.
- JOHANNES MORGENSTER. *Werkdadige Meetkonst*. Tweede, herziene en vermeerderde druk door JOHANN HERMANN KNOOP, 1744.
- Dr. F. C. WIEDER. *Merkwaardigheden der oude cartographie van Noord-Holland*. Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap te Amsterdam.
- H. F. VAN RIEL. *PIÈRE ANCELIN, een Rotterdamsch landmeter aan het einde der 17e eeuw*. Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde. Jrg. XL, 1924.
- H. F. VAN RIEL. *Topografische kaart en Rijksdriehoeksmeting*. Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde. Jrg. XLI, 1925.
- Nieuw Nederlandsch Biografisch Woordenboek.