

PRIMAIRE DRIEHOEKSMETING, ALS ONDERDEEL VAN GRAADMETING, IN NEDERLAND,

OPENBARE VOORDRACHT, GEHOUDEN BIJ DE AANVAARDING VAN ZIJNE BETREKKING ALS LEERAAR IN HET LANDMETEN EN WATERPASSEN AAN DE RIJKS HOOGERE LAND-, TUIN- EN BOSCHBOUWSCHOOL OP 12 OCTOBER 1917,

DOOR

IR. J. W. DIEPERINK.

Mijne Heeren Directeur en Leeraren, Dames en Heeren Assistenten en Studenten aan deze school,

en gij allen, die door Uwe tegenwoordigheid van Uwe belangstelling doet blijken,

Zeer geachte Toehoorders,

Geroepen tot het ambt van leeraar in het landmeten en waterpassen aan de Rijks Hoogere Land- Tuin- en Boschbouwschool, wensch ik bij de aanvaarding dezer betrekking mijne voordrachten te beginnen met het houden eener rede over het onderwerp:

Primaire Driehoeksmeting, als onderdeel van Graadmeting, in Nederland.

Alvorens tot het eigenlijke onderwerp te komen, mogen hier eenige algemeene beschouwingen voorafgaan.

Volgens de heden ten dage geldende hypothese over het ontstaan van het zonnestelsel, is de aarde een lichaam, dat zich door afkoeling en samentrekking uit een draaienden

kosmischen gasbal, onder werking van aantrekkingskracht en middelpuntvliedende kracht, tot zijne tegenwoordige gedaante ontwikkeld heeft.

Eén in een punt vrijhangend schietlood neemt onder de werking van de zwaartekracht eene bepaalde richting aan. Deze richting is die van de loodlijn, welke loodrecht staat op het oppervlak van eene in rustverkeerende vloeistof, die men zich in dat punt aanwezig kan denken.

Dit oppervlak over de geheele aarde zoodanig uitgebreid, dat het oneindig vele loodlijnen rechthoekig snijdt, is een niveauvlak der aarde. Van de oneindig vele niveauvlakken, wordt datgene, dat in het algemeen met den middelbaren stand der zee samenvalt, Geoïde genoemd.

De door de mareografen genoteerde waarnemingen, gepaard aan nauwkeurigheidswaterpassingen, hebben aangetoond, dat de gemiddelde waterstanden der zee beschouwd kunnen worden als tot eenzelfde niveauvlak te behooren. De gedaante dezer Geoïde te bepalen, is de taak der hedendaagsche wetenschappelijke Geodesie.

Dit vraagstuk is, het spreekt vanzelf, in den loop der tijden telkens opgelost onder invloed van de Hypothesen, die toenmaals over de gedaante der aarde waren opgesteld,

Op de primitiefste voorstelling, dat de aarde eene door de zee omsloten schijf zou zijn, volgden de leerstellingen van Pythagoras, Aristoteles en Archimedes, die aan de aarde den bolvorm toekenden.

De grootte der aarde is, uitgaande van deze hypothese, bekend, zoodra door metingen van eenen meridiaanboog met de lengte tegelijk het breedteverschil der eindpunten is bepaald.

In dat geval kan de lengte van den boog van den meridiaan, behoorend bij een breedteverschil van één graad berekend worden; vandaar de naam graadmeting toen aan deze soort metingen gegeven.

Voor eene graadmeting moeten dus naast astronomische bepalingen, afstandsmetingen worden verricht.

Deze laatste geschieden bij de allereerste graadmetingen op zeer primitieve wijze, of werden zelfs alleen door schatting verkregen. Zoo bepaalde Erastostenes den afstand van Syene tot Alexandrië in dagreizen, ieder van een aantal

stadiën. Posidonius schatte den afstand Alexandrië — Rhodus even groot als die van Alexandrië naar Syene.

Behalve, dat de breedtebepalingen niet van groote nauwkeurigheid konden zijn, werd er ook niet al te sterk op gelet of de als meridiaanboog gemeten afstand wel met den eigenlijken meridiaan samenviel.

De eerste eigenlijke graadmeting werd in 827 n. Chr. door den Arabischen Kalief Al Mamoun in de omgeving van Bagdad uitgevoerd. Een boog van één graad van den meridiaan werd van een bepaald punt uitgaande naar het Noorden en Zuiden uitgezet en de afstand tusschen de uiterste punten door directe meting in arabische ellen bepaald.

Deze maat wordt nog teruggevonden op de peilschaal, op het eiland Rodah bij Kairo aanwezig.

De Fransche arts Fernel gebruikte voor meting van den afstand Parijs-Amiens één der wielen van zijn reiswagen. De afgelegden afstand werd afgeleid uit den omtrek van dat wiel en het aantal der omwentelingen.

Het is onze landgenoot Willebrord Snellius geweest, die in het begin der 17e eeuw, bezwaren, aan groote directe afstandsmeting verbonden, wist op te heffen, door bij zijne tusschen Alkmaar en Bergen op Zoom uitgevoerde graadmeting, driehoeksmeting toe te passen.

Is in een driehoeksnet behalve de vereischte hoeken ééne zijde als basis gemeten, dan kunnen daaruit door berekening de overige zijden van het net worden afgeleid. Is directe meting van één der zijden door terreinmoeilijkheden uitgesloten, zoo kan eene gunstig gelegen en goed te meten basis gekozen worden en door een net van kleinere driehoeken aan het groote driehoeksnet worden verbonden.

Deze werkwijze, door Snellius uitgedacht, wordt nog steeds bij iedere driehoeksmeting toegepast.

In het geheel gebruikte Snellius voor zijn net 33 driehoeken en mat tevens eenige bases.

De noodige astronomische metingen deed hij in zijne woning, die hij door daar verrichte hoekmetingen aan drie bekende punten van zijn driehoeksnet verbond. Deze wijze van enkele puntsbepaling, door Snellius voor het eerst toegepast, en veelvuldig voorkomend bij secundaire drie-

hoeksmeting, wordt gewoonlijk een „Snellius” genoemd.

Naar Snellius' voorbeeld werden spoedig andere graadmetingen verricht.

Tusschen 1669 en 1670 werden door Picard metingen uitgevoerd, die als een begin van meer nauwkeurige graadmetingen zijn te beschouwen, door de betere hulpmiddelen, instrumenten en methoden, die daarbij werden gebruikt en toegepast.

De meting geschiedde ten noorden van Parijs in de richting van Amiens over een breedteverschil van $1^{\circ} 12'$. Voor het eerst werd bij de hoekmetingen een kijker, als vizierinrichting, gebruikt.

De 11 K.M. lange basis werd gemeten met twee houten meetlatten, ieder 2 Toisen lang.

Het plan van Picard om zijne graadmeting naar het noorden tot Duinkerken uit te breiden en naar het Zuiden tot Collioure voort te zetten, werd uitgevoerd door de beide Cassini's, vader en zoon.

Deze metingen in 1718 voltooid, gaven resultaten, welke in strijd waren met de slingerwaarnemingen van Richer en met de theoriën van Huygens en Newton, volgens welke de aarde aan de polen zou zijn afgeplat. De uitkomsten der graadmetingen van Picard en de beide Cassini's gaven voor de graden van den meridiaan ten Noorden van Parijs een kleinere gemiddelde lengte, dan voor die ten Zuiden van Parijs gelegen, hetgeen zou wijzen op een aarde, die naar de polen zou zijn toegespitst.

Hieruit ontstond een hevige strijd, die jaren duurde.

De Fransche Akademie besloot daaraan een einde te maken, door expedities, voorzien van zoo nauwkeurig mogelijke instrumenten, uit te zenden naar twee landen op voldoende breedteverschil gelegen en wel één daarvan dicht bij den aequator.

De eene expeditie onder Bouguer, La Condamine en Godin vertrok in 1733 naar Peru; de andere onder Clairaut, Maupertuis en Celsius in 1736 naar Lapland. De beide expedities bevestigden door hunne verkregen uitkomsten de theoriën van Newton en Huygens.

De Laplandsche expeditie leed op hare terugreis in 1737 schipbreuk, waarbij de medegenomen kostbare Toise door

beschadiging, wetenschappelijk genomen, verloren ging.

De andere expeditie keerde in 1745 terug. Hun toise, sedert de „Toise van Peru” genaamd, werd te Parijs bewaard, en diende, door de copieën daarvan genomen, als vergelijkingsmaat voor volgende graadmetingen.

De tot nu toe geldende hypothese „de gedaante der aarde is die van een bol”, kwam te vervallen en daarvoor kwam in de plaats: „de aarde is te beschouwen als een omwentelingsellipsoïde, met de kleine as als draaiingsas”.

Vele graadmetingen volgden. Eén daarvan, die van Delambre en Méchain, genaamd „Base du Système Métrique”, mag zeker niet onvermeld blijven, daar zij leidde tot de vaststelling van den standaardmaat, den *meter*.

De Fransche afgevaardigde Talleyrand deed in 1790 in de Nationale Vergadering het voorstel, om een einde te maken aan het gebruik van de vele soorten van maten en gewichten in Frankrijk en om daarvoor in de plaats te stellen eenen Standaardmaat aan de Natuur ontleend en die als onveranderlijk zou zijn te beschouwen.

In 1791 stelde de Akademie aan de Nationale Vergadering drie grondslagen voor, om tot de maateenheid te geraken:

- 1^o. de lengte van den secondeslinger;
- 2^o. de lengte van den aequator;
- 3^o. de lengte van den meridiaan.

Gekozen werd de lengte van den meridiaan en als maateenheid zou worden aangenomen 1 : 40.000.000 van deze lengte.

Een nieuwe graadmeting werd noodig geoordeeld.

In 1792 begonnen Méchain en Delambre hunnen arbeid. Als te meten boog was gekozen, die van den meridiaan van Duinkerken tot Barcelona over een breedteverschil van 9^o 40'. Zoowel de tusschen Méln en Lieusaint bij Parijs gelegen basis, als de bij Perpignan gekozen contrôle-basis, werden met de Toise van Peru als vergelijkingsmaat gemeten.

De overeenstemming van de berekende lengte der contrôlebasis met die door directe meting verkregen, wees op een groote bereikte nauwkeurigheid.

Het verschil bedroeg 0.160 Toise.

De metingen duurden de Nationale Conventie te lang, zoodat op grond van oudere gegevens een „mètre provisoire”

werd aangenomen. In 1798 werd de lengte van den nieuwen meter bij 0^o aangenomen op 443.296 liniën van de Toise van Peru en deze lengte bij de wet van 24 Juni 1799 vastgesteld.

De Standaardmeter is van platina als eindmaat vervaardigd. Deze „*étalon prototype du mètre*” werd in de „*Archives Nationales*” bewaard en kreeg daardoor den naam van „*Mètre des Archives*”.

Onder de vele geleerden, die medewerkten aan de vaststelling van de lengte van den meter, behoorde de Nederlandsche Professor Van Swinden.

In nauw verband met deze graadmeting staan de metingen door den Luitenant Generaal Baron Krayenhoff in ons land verricht en waarvan de uitkomsten te vinden zijn in de in 1815 gepubliceerde „*Précis Historique*”.

De Bataafsche Republiek was in 1798 door de Nationale Conventie één en ondeelbaar verklaard. De Eerste Kamer van het Wetgevend Lichaam benoemde een Commissie, belast met de verdeeling van het grondgebied in Departementen, Arrondissementen en Gemeenten.

Bij gebrek aan een kaart op voldoende schaal om daarop de verdeeling aan te geven, werd aan deze Commissie opgedragen voor een nieuwe kaart te zorgen. Krayenhoff werd onmiddellijk na hare vergadering op 22 Augustus 1798 geraadpleegd over de middelen om tot dat doel te geraken.

Men veronderstelde, dat de kaart zou kunnen worden samengesteld uit de kaarten, in de archieven van ons land aanwezig, hetgeen door Krayenhoff, op de hoogte zijnde van de kaarten van den Waterstaat en van de fortificatiën werd mogelijk geacht.

Hem werd de leiding opgedragen. Bij een begin van uitvoering moest het werk al spoedig worden gestaakt, wegens de vele fouten, die in de kaarten werden aangetroffen.

Er moest dus een andere weg worden ingeslagen en wel door een driehoeksnet over ons land te leggen. Toen in Februari 1800 de Zuiderzee tusschen Monnikendam en Marken bevroren was, mat Krayenhoff daarop een basis met een meetketting voor dat doel vervaardigd. In de uiteinden der basis, welke ongeveer 1500 Rijnlandsche Roeden lang was, mat hij met eene sextant hoeken tusschen

in Noord-Holland zichtbare torens, uit welke gegevens hij den afstand Amsterdam—Haarlem berekende. Voortzetting der metingen, met deze lengte als basis stelde Krayenhoff in staat een deel van zijn kaart te vervaardigen.

In November 1800 onderwierp hij enkele bladen daarvan aan het oordeel van Van Swinden. Deze, zeer voldaan over het resultaat, verklaarde het te betreuren, dat men deze gelegenheid niet had aangegrepen om een even volmaakte triangulatie uit te voeren als door Méchain en Delambre was verricht en van welks volmaaktheid hij zich tijdens zijn verblijf in Frankrijk had kunnen overtuigen.

Krayenhoff, voor het plan gewonnen, stelde zich voor door eene Nederlandsche driehoeksmeting de triangulaties van Frankrijk met die in Noord-Duitschland en Denemarken in verbinding te brengen.

De Commissie voelde voor het plan slechts weinig, daar zij een zoo uitvoerige opzet van het werk niet noodig achtte; de weigering berustte op hare opinie, dat al het vroegere werk overbodig zou worden en dus als verloren was te beschouwen evenals de aanzienlijke uitgaven, die zij zich in een zoo duren tijd daarvoor had getroost.

Het kostte hem moeite deze bezwaren te weerleggen.

De verklaring, dat het verrichte werk van zeer veel nut was om een meer volmaakte triangulatie met een repetitie-cirkel te kunnen uitvoeren. en dat het hem tegenstond een werk op eene voor Holland zoo weinig eervolle wijze te verrichten, deed de Commissie besluiten hem te machtigen eene triangulatie volgens zijne voorstellen voor te bereiden.

Op voorstel van Van Swinden kreeg Krayenhoff de beschikking over een grooten repetitie-cirkel te Parijs voor rekening van de regeering vervaardigd.

Van de door Perny op Hollandsch gebied in 1795 verrichten te metingen, werd door Krayenhoff geen gebruik gemaakt, toen hem gebleken was, dat daarin vele fouten voorkwamen.

Krayenhoff koos als basis voor zijne driehoeksmeting de zijde Duinkerken—Mont Cassel van het Fransche Net, terwijl hij ook de breedte van Duinkerken en het azimuth Duinkerken—Watten, door Delambre bepaald, overnam.

De metingen, in 1801 begonnen, eindigden in 1810, maar werden telkens onderbroken, doordat Krayenhoff door

allerlei gewichtige ambten werd in beslag genomen. Nadat hij te Amsterdam in 1810 breedte- en azimuth-bepalingen had verricht, ontving hij tegen het begin van 1811 van den Franschen Minister van Oorlog opdracht, zijne Triangulatie te verbinden aan die door Epailly in Hannover uitgevoerd

Als driehoekspunten koos Krayenhoff zooveel mogelijk de kerktorens, maar waar deze ontbraken moest tot signaalbouw worden overgegaan. De grootste hoogte daarbij bereikt, die van het signaal Veluwe, bedroeg 75 voet.

Een eigenaardig signaal, zeker eenig in zijn soort werd door Krayenhoff ingericht midden in de Zuiderzee op het zoogenaamde Robbezand.

Behalve den reeds genoemden repetitiecirkel van 16 duim diameter, gebruikte Krayenhoff nog een ander instrument met een rand van 10 duim middellijn, vervaardigd door Bellet te Parijs.

Hij klaagt er over, dat hij er nooit in geslaagd is, met dit instrument metingen te verrichten, waarbij de kijkers vrij van parallax waren.

Dit deed hem veel tijd verliezen, daar hij voor iederen hoek een groot aantal waarnemingsreeksen moest verrichten, waarvan het gemiddelde werd genomen, zoo er althans geen redenen waren om alléén die reeksen aan te houden, die hem het beste voorkwamen. Groote verschillen, die aan het licht traden, schreef Krayenhoff evenwel niet toe aan het gebruik van het kleinere instrument, maar aan de ondulatie- en refractie-verschijnselen. Voor de astronomische waarnemingen bezigde Krayenhoff een instrument van 14 duim diameter door Lenoir te Parijs vervaardigd.

De berekening van het net geschiedde volgens de methoden door Délabre bij de Fransche graadmeting toegepast en onder gebruikmaking van de uitkomsten voor de aardelipsoïde daarbij verkregen.

De resultaten door Krayenhoff bereikt, werden zeer gunstig beoordeeld, zoowel door het Nederlandsch Instituut als door het Institut de France.

Aan deze groote driehoeksmeting werd een secundaire verbonden, waarvan de uitkomsten vermeld zijn in de in 1861 verschenen „Meetkunstige Beschrijving van het Koninkrijk der Nederlanden.”

De aanleiding tot de uitvoering van dit werk, was dezelfde als die tot de primaire driehoeksmeting leidde.

Krayenhoff was namelijk niet gekomen tot de vervaardiging van de kaart, die door de in 1798 benoemde Commissie gewenscht werd. Koning Willem I stelde in 1820 eene nieuwe Commissie in, die in 1822 verslag uitbracht en denzelfden weg voor de vervaardiging der kaart aanwees. Ook nu bleken de bestaande kaarten voor het doel niet geschikt, zoodat besloten werd het werk van Krayenhoff voort te zetten, door aan zijn net een secundair net te verbinden.

Het werk door de Officieren van de verkenningbrigade in Noord-Brabant begonnen, werd door de Belgische Omwenteling eerst onderbroken, maar juist deze gebeurtenis, gepaard aan het ontbreken van eene voldoende kaart van die provincie, was de aanleiding om het werk met kracht ter hand te nemen. In 1839 was Noord-Brabant opgenomen en in kaart gebracht op eene schaal van 1 : 25.000. Koning Willem II gelastte voortzetting van het werk en de kaart in druk te doen verschijnen, waarna deze op een schaal van 1 : 50.000 door het Topografisch Bureau van het Ministerie van Oorlog werd vervaardigd. De eerste bladen verschenen in 1850. De secundaire metingen eindigden in 1855. Ofschoon deze metingen niet tot de eigenlijke primaire metingen hehooren, kwam het mij voor, dat dit groote werk niet onvermeld mocht blijven.

Waren het in de 18e eeuw voornamelijk Fransche metingen, die van zich deden spreken, met het begin der 19e eeuw werden in vele landen, ook buiten Europa, groote triangulaties ondernomen.

De Britsche Triangulatie in 1783 door Generaal Roy begonnen, werd in 1858 onder James en Clarke beëindigd. In Rusland werkten Struve en Tenner, terwijl in Denemarken tusschen 1816 en 1850 onder Schumacher en Andrae een driehoeksmeting heeft plaats gehad, welke hoog staataangeschreven om de nauwkeurigheidsonderzoekingen daarbij verricht.

Het aantal primaire metingen in Duitschland verricht is zeer groot, en vele daarvan zijn hoogst belangrijk, daar bij hunne berekeningen de „Methode der Kleinste Quadrate,”

door Gauss in 1795 ontdekt, werd toegepast en vervolmaakt.

De voornaamste zijn: de Graadmeting in Hannover door Gauss, die in Oost-Pruisen door Bessel en Baeyer, de Preussische Landesaufnahme, de Triangulaties van het Geodätisch Instituut en de Landesvermessungen der verschillende Deutsche Staten.

Bessel publiceerde in 1841 de resultaten zijner berekeningen betreffende de aardellipsoïde, waarvoor hij de uitkomsten van 10 graadmetingen, te zamen rond 30 breedtegraden omvattende, gebruikte.

Van de meerdere berekeningen der aardellipsoïde wordt slechts die van Bessel genoemd, daar deze ten grondslag gelegd werd aan de tegenwoordige driehoeksmeting van ons land.

Bessel en Baeyer zeggen in de inleiding van hunne publicaties van 1838, de Oost-Pruisische graadmeting betreffende, dat door deze, als onderdeel van de ononderbroken trigonometische verbinding van Formentera en Noord-Engeland met de Russische graadmetingen, aangesloten aan de voornaamste sterrewachten, een grondslag voor de bepaling der aarde verkregen wordt, die zich uitstrekt over het grootste gedeelte van Europa.

Jordan ziet hierin reeds de grondgedachte, die Baeyer in 1861 het initiatief deed nemen tot stichting van de Midden-Europeesche Graadmeting, welke in 1867 in de Europeesche Graadmeting, en in 1886 in de Internationale Aardmeting overging. De overeenkomst der daarbij toegetreden Staten is sedert om de 10 jaren verlengd tot het jaar 1916, waarin de oorlog onderhandelingen omtrent verlenging onmogelijk maakte.

Op voorstel van afgevaardigden van Zwitserland en Nederland hebben de meeste neutrale staten zich bereid verklaard, om hunne jaarlijksche contributies tot twee jaar na het sluiten van den vrede beschikbaar te blijven stellen voor de instandhouding der Internationale Aardmeting.

De regeering van Pruisen noodigde in 1861 verscheidene Staten van Europa, waaronder ook Nederland, uit tot medewerking aan de door Baeyer ontworpen graadmeting. Daarvoor zouden reeds verrichte driehoeksmetingen tot

een groot geheel vereenigd worden; mochten nieuwe metingen noodig blijken, dan zouden de verschillende Staten, voor zoover die hun grondgebied betroffen, daarvoor zorgen. Het bleek, dat bij deelname door Nederland, de Sterrewacht te Leiden als hoofdpunt in deze graadmeting zou worden opgenomen.

Alvorens de Directeur dezer Sterrewacht, prof. F. Kaiser aan onze regeering rapport kon uitbrengen over eventueële deelname door Nederland, was het noodig de metingen van Krayenhoff op hunne nauwkeurigheid te onderzoeken.

Dit onderzoek werd verricht door Dr. L. Cohen Stuart te Delft. Het bracht aan het licht, dat de metingen van Generaal Krayenhoff lang niet zoo nauwkeurig waren, als men steeds had verondersteld; eene opinie verkregen door de reeds genoemde gunstige beoordeelingen van het Nederlandsch Instituut en van het Institut de France.

Het bleek, dat de metingen, zonder meer, niet geschikt waren om in de graadmeting te worden opgenomen, en dat niet alleen de berekeningen, maar ook een groot gedeelte van de metingen eene algeheele vernieuwing vereischten.

De beoordeeling der nauwkeurigheid kon niet verkregen worden uit de „*précis Historique*”, maar moest gehaald worden uit de nagelaten handschriften.

In April 1862 waren de afgevaardigden van Oostenrijk, Pruisen en Saksen te Berlijn bijeengekomen, en stelden vast, dat voor de te gebruiken triangulaties als eisch van nauwkeurigheid moest worden gesteld, dat de som der hoeken in de driehoeken niet of slechts zeer zelden meer dan drie seconden te groot of te klein mocht zijn bevonden.

Dit zou volgens de *Précis Historique* op de 163 driehoeken slechts 5 malen voorkomen. Dr. Cohen Stuart vond uit de oorspronkelijke dagboeken der metingen andere resultaten.

Onder 33 driehoeken, in de jaren 1810 en 1811 gemeten, kwamen er niet minder dan 22 voor, bij welke de fout in de som der hoeken grooter was dan 3 seconden; daarvan gaven er 5 een sluitingsfout grooter dan 10 seconden.

Hieruit bleek ten duideliĳkste, dat de driehoeksmeting van Krayenhoff geen deel kon uitmaken van de ontworpen Midden-Europeesche graadmeting.

28 Januari 1864 deed Kaiser het voorstel, dat de Staat

der Nederlanden zich of geheel en al aan de Graadmeting in Midden-Europa zoude onttrekken, of wel de middelen zoude verleenen om daaraan op eene eervolle wijze deel te nemen.

Op 16 April 1864 ontving Kaiser van Heeren Curatoren der Leidsche Hoogeschool bericht, dat Zijne Excellentie de Minister van Binnenlandsche Zaken bij het ontwerpen der Staatsbegrooting voor 1865 in overweging zou nemen of daarop gelden voor de graadmeting in Midden-Europa zouden worden uitgetrokken.

Deze hier medegedeelde gegevens zijn ontleend aan het door Kaiser en Cohen Stuart opgesteld geschrift „De eischen der medewerking aan de ontworpen Graadmeting in Midden-Europa voor het Koninkrijk der Nederlanden.”

Hierin is tevens opgenomen het onderzoek door Cohen Stuart verricht.

Voor de uitkomsten naar dit verslag verwijzende, komt het mij niet ongeschikt voor een oogenblik stil te staan bij de wijze, waarop dit is geschied, daar het de gelegenheid biedt om later te geven uitkomsten der Rijksdriehoeksmeting daaraan te toetsen.

Eene triangulatie geeft steeds een aantal overtollige waarnemingen, en dit aantal is steeds gelijk aan het aantal onafhankelijke voorwaarden, aan welke de gegevens krachtens de meetkundige eigenschappen van het net moeten voldoen.

Uit het meer of minder voldoen aan deze voorwaarden, kan een begrip betreffende de nauwkeurigheid verkregen worden. De bovengenoemde voorwaarden zijn naar hunne soort in te deelen, en zoo de uitkomsten der metingen resultaten zijn van onafhankelijke waarnemingen, zoo zullen de nauwkeurigheden, uit de verschillende soorten van voorwaarden afgeleid, met elkaar in overeenstemming moeten zijn, mits het aantal voorwaarden van iedere soort voldoende groot is.

Wordt geen overeenkomst gevonden en kan men daarvoor geene verklaring vinden in bronnen van fouten, die de eene groep van voorwaarden meer beïnvloeden dan de andere, zoo is er grond om te vermoeden, dat aan den eisch, dat de waarnemingen onafhankelijk moeten zijn, niet

is voldaan, en dat, hetzij bewust of onbewust, bij het opmaken der hoekwaarden uit de metingen, reeds met de voorwaarden, waaraan zij moeten voldoen, is rekening gehouden.

De drie soorten van voorwaarden zijn:

- 1^o. De som der hoeken om een centraal punt moet gelijk zijn aan 360 graden;
- 2^o. De som der hoeken in een driehoek moet gelijk zijn aan 180 graden + het spherisch exces;
- 3^o. Langs welken weg of reeks van driehoeken men ook gaat om eene zijde van het net uit eene bekende zijde te berekenen, steeds moet dezelfde uitkomst worden verkregen.

De hoekwaarden, aan de „Précis Historique” ontleend en in groepen bijeengebracht naar gelang van het instrument waarmede zij werden gemeten, gaven voor de drie soorten van voorwaarden geene overeenstemmende nauwkeurigheid.

De herhaling der berekening met hoekwaarden aan de handschriften ontleend, gaf een betere, maar geenszins voldoende overeenstemming voor de berekende nauwkeurigheden, waarop mede de conclusie berustte om tot vernieuwing der triangulatie over te gaan.

Dr. Cohen Stuart zegt aan het slot van zijn onderzoek: „Het ontkennend besluit, waartoe ik meen te moeten komen, „berust dan ook geenszins op miskennis van de wezenlijke „en groote verdiensten van den arbeid van den Generaal „Krayenhoff, en mag ook niet daartoe leiden. De gebreken, „welke dien arbeid voor het tegenwoordige doel ongeschikt „maken, zijn voor een groot deel aan het toenmalige stand- „punt der geodesie eigen, en verhinderen niet, dat die „arbeid een grondslag is voor de geografie en de topografie „van ons rijk en als zoodanig steeds zijn waarde behouden „zal”.

Toen besloten was, dat Nederland tot de Midden-Europeesche graadmeting zou toetreden, werd de uitvoering van de nieuwe driehoeksmeting opgedragen aan Dr. F. J. Stamkart, die tot zijn dood in 1882 de metingen zelf verrichtte. Voltooid werden zij niet. Een vijftigtal stations werden bezet; in de Haarlemmermeer eene \pm 6 K.M. lange basis gemeten en deze aan het net aangesloten.

De met het buitenland gesloten overeenkomst leidde tot voor Nederland zeer gewichtigen arbeid.

In 1874 besloot de regeering aan het verzoek van Generaal Baeyer, om het eindpunt der Pruisische waterpassing te Salzbergen aan het Amsterdamsch Peil te verbinden, te voldoen.

Een nauwkeurigheidswaterpassing werd daarvoor uitgevoerd en over het geheele land voortgezet.

De uitkomsten, daarbij verkregen, toonen aan, dat dit werk behoort tot de nauwkeurigste waterpassingen, die ooit zijn verricht.

Het werk tusschen 1878 en 1885 volbracht, werd begonnen door Dr. L. Cohen Stuart en na diens dood in 1878 voortgezet en beëindigd door Dr. H. G. van de Sande Bakhuyzen en Dr. G. van Diesen.

De internationale Graadmetingscommissie sprak in hare vergadering van 1867 de wenschelijkheid uit een internationalen meter te vervaardigen en verbond daaraan de voorwaarden, dat deze zoo weinig mogelijk zou mogen verschillen van den „Mètre des Archives” en in elk geval met dezen zoo nauwkeurig mogelijk zou zijn vergeleken. Deze internationale meter zou moeten dienen, om daaruit de lengten van de te maken Nationale Standaardmeters, af te leiden.

De in 1869 ingestelde internationale Metercommissie, in 1875 vervangen door het „Comité international des Poids et Mesures” deed 34 meetstaven van platina-irridium vervaardigen. De lengten dezer Staven werden bepaald door ze te vergelijken met den „Mètre transitoire”, die zelf met den Archiefmeter vergeleken was en dus scheen voorbeschikt om den nieuwen internationalen standaard te zijn.

Van de 34 meetstaven kwam echter de lengte van den meter No. 6 het best overeen met die van den Archiefmeter en daarom werd deze meter tot „Internationale Meter” verklaard, en dus daardoor de wettelijke standaardmaat voor de bij de Conventie aangesloten landen. De Nederlandsche regeering, niet aangesloten bij de Meterconventie van 1875, droeg aan eene Commissie van drie leden, de Heeren Stamkart, Bosscha en Oudemans op twee standaardmeters aan te schaffen, en wel op zoodanige wijze, dat zij zouden

voldoen aan de voorwaarden, voorgeschreven door de internationale Commissie van 1872 en direct zouden vergeleken zijn met den Archiefmeter.

De Commissie, handelende volgens de haar gegeven opdracht, beëindigde haar arbeid in 1879 en daardoor kwam Nederland in het bezit van de nationale Standaardmeters Nos. 19 en 27, waarvan de lengten zijn uitgedrukt in die van den Archiefmeter en dus niet in die van den Internationalen Meter. Wel werden de meters Nos. 19 en 27 met eenige andere meters vergeleken waardoor langs indirecten weg, de lengten der Nederlandsche Standaardmeters in de lengte van den internationalen Meter kunnen worden uitgedrukt.

Na het overlijden van Cohen Stuart in 1878, werd op voorstel van de Akademie van Wetenschappen te Amsterdam bij Koninklijk Besluit van 20 Februari 1879, No. 3 de Rijkscmissie voor Graadmeting en Waterpassing ingesteld, aan welke de verschillende werkzaamheden, voor de Europeesche graadmeting vereischt, werden opgedragen. Het voorzitterschap, door Dr. F. J. Stamkart aanvaard, ging na diens overlijden over op Dr. H. G. van de Sande Bakhuyzen, die deze functie tot op heden bleef bekleeden. Aan Dr. Ch. M. Schols, sedert 1879 lid en secretaris der Commissie, werd de uitvoering der driehoeksmeting opgedragen. Bij onderzoek van Stamkart's werk bleek een geheel nieuwe driehoeksmeting noodig te zijn, waarop aan de regeering verzocht werd machtiging daartoe te willen verleenen.

In 1884 ontving de Commissie van den Chef der trigonometrische Afdeeling van de Pruisische Landesaufnahme het verzoek om te mogen vernemen, welke punten in Groningen en Drenthe als driehoekspunten waren aangewezen, teneinde met de metingen voor de aansluiting van het Pruisische net aan het Nederlandsche te kunnen beginnen.

In 1885 werd eene verkenning begonnen door het lid der Commissie Oudemans, daarin bijgestaan door den ingenieur Hk. J. Heuvelink, sedert het overlijden van Schols in 1897 Hoogleraar aan de Polytechnische-, later Technische Hoogeschool te Delft en Secretaris der Commissie. De punten Hornhuizen, Uithuizermeden en Finster-

wolde werden aangewezen en daarop de noodige helio-troopstellingen aangebracht.

Nadat in 1886 machtiging ontvangen was om de nieuwe triangulatie uit te voeren, kon de verkenning worden voortgezet. Deze, dus in 1885 begonnen, eindigde in 1896, zoodat toen het geheele net in alle onderdeelen was vastgesteld. Deze verkenning vanaf 1887 geleid door den ingenieur Heuvelink, daarbij geassisteerd door meerdere ingenieurs, eischte groote inspanning, veel geduld en op-offering.

Zij bracht aan het licht, dat van de driehoekspunten van Krayenhoff vele geheel verdwenen of niet met zekerheid terug te vinden waren, terwijl andere van te weinig stabiliteit werden bevonden, om daarop nauwkeurige metingen te kunnen verrichten. De overige oude punten van Krayenhoff werden evenwel zooveel mogelijk in het net opgenomen. Deze verkenningsploeg zorgde tevens voor de dikwijls kostbare bebouwingen, die op de torens moesten worden aangebracht.

Waar op het terrein geen geschikte torens aanwezig waren, werden signalen ingericht, welke liefst zoo laag mogelijk gehouden werden, maar waar noodig, tot de vereischte hoogten werden opgebouwd. Tot grootere hoogte dan 14 M. werd niet gegaan.

In 1886 werden de eerste theodolieten bij de firma Julius Wanschaff te Berlijn besteld; gaandeweg kwam de Rijkscommissie in het bezit van een collectie prachtige instrumenten, die alle vóór het gebruik op hunne nauwkeurigheid werden onderzocht ¹⁾.

De eerste stationsmetingen werden door de ingenieurs Heuvelink en N. Wildeboer te Homhuizen, Uithuizermeden en Finsterwolde in 1888 verricht. De resultaten daarbij verkregen, gecombineerd aan de Pruisische metingen, gaven voor negen driehoeken zulke resultaten, dat de Rijkscommissie in haar verslag over 1888 kon vermelden: „Uit de cijfers blijkt voldoende, dat de door ons verkregen uitkomsten niet behoeven achter te staan bij die, welke

¹⁾ Voor nadere gegevens daaromtrent zij verwezen naar het Zeitschrift für Vermessungswesen Jahrgang 1913 Heft 17, waarin Prof. Heuvelink de methoden van onderzoek en de verkregen uitkomsten voor de daar beschreven instrumenten, publiceerde.

elders verkregen zijn." In 1892 was de geheele aansluiting aan het Pruisische net verkregen.

De 20 daarvoor benoodigde driehoeken, waarvan 8 op Nederlandsch gebied gelegen, gaven, volgens de genoemde drie soorten van voorwaarden op hunne nauwkeurigheid onderzocht, als middelbare fouten voor een hoek

0",30

0",32

0",37

welke getallen door hunne overeenstemming bewezen, dat de metingen aan alle billijke eischen voldeden.

De primaire metingen, daarna geregeld voortgezet, geschieden na 1898 onder directe leiding van den ingenieur N. Wildeboer.

In 1904 werden op het station Groningen de laatste primaire metingen verricht en daarmee was een groot werk, voor zooverre het terreinwerk betrof, geëindigd.

De intstellen punten der stations werden door heliotropen, of zonnespiegels, volgens het systeem Bertram, zichtbaar gemaakt. De groote afstanden (de langste zijde is 51 K.M.) de afwisselende bewolking der lucht, de ondulatie- en refractieverschijnselen waren alle oorzaken, die alléén of gecombineerd, den geregelden gang der metingen zeer beïnvloeden.

Gedurende de 15 jaren, die voor de primaire metingen noodig waren, werd van de waarnemers veel geduld, oplettenheid en zelfbeheersching geëischt.

Er werd eens gezegd „de kunst van meten is om niet te meten". Voor oningewijden een tegenspraak, maar een waarheid, zoo men bedenkt, dat iedere meting, niet ter juister tijd verricht, de nauwkeurigheid kon benadeelen en dat menigmaal weken, ja maanden gewacht moest worden op de meting, die de waarnemers van het verblijf op een voor hen onaangenaam station zou bevrijden.

Voor het herleiden der meestal excentrisch verrichte metingen naar het centrum van het driehoekspunt, werden dikwijls omvangrijke centreeringsmetingen uitgevoerd, die door het daarin opnemen van blijvende merkteekens het driehoeksnet tegen verloren gaan, verzekerden.

Meermalen is het nut van dezen maatregel gebleken.

De Rijkscommissie publiceerde in 1909 de rechthoekige Coördinaten van het Hoofddriehoeksnet. Van de 180 daarbij opgegeven driehoekspunten, zijn volgens het juist verschenen verslag over 1916 reeds 28, wat hunne coördinaten betreft,

min of meer veranderd. Zonder bovengenoemden maatregel, waren deze punten niet gemakkelijk op hun onveranderd-zijn te controleeren geweest.

Het driehoeksnet werd voor de vereffening in drie groepen verdeeld.

Van de omvangrijkheid van dit werk, grootendeels uitgevoerd door den in 1908 overleden ingenieur E. A. J. H. Modderman, krijgt men een denkbeeld als men verneemt, dat voor de drie groepen respectievelijk 83, 17, en 69 normaal-vergelijkingen met evenveel onbekenden moesten worden opgelost.

Voor de oplossing der 83 vergelijkingen werden drie maanden vereischt.

Het Tome Premier van de „Triangulation du Royaume des Pays-Bas” in 1903 verschenen, geeft behalve eene omschrijving van de gevolgde methoden van meting en berekening de uitkomsten der Stationsmetingen van groep I en II. Tevens vindt men er de vereffeningen der beide groepen.

Door de welwillendheid van Prof. Heuvelink, om mij inzage te geven van het nog niet verschenen „Tome Second” ben ik in staat de volledige resultaten, wat betreft de bereikte nauwkeurigheid, mede te deelen,

Van de 119 driehoeken van het geheele net, hebben er 59 een positieve en 60 een negatieve sluitingsfout.

Slechts 22 fouten zijn grooter dan 1" en slechts twee daarvan zijn grooter dan 2". De grootste fout bedraagt 2".084. De sommen der positieve en negatieve sluitingsfouten zijn respectievelijk + 31".297 en - 35".493.

De middelbare fouten voor eene richting, afgeleid uit de stationsvereffeningen, uit de sluitingsfouten der driehoeken en uit de groepsvereffeningen zijn respectievelijk

$$0''.214 \quad 0''.298 \quad 0'',345$$

Op de conferentie van de permante Commissie der Internationale Graadmeting in 1887 te Nizza gehouden, werd op voorstel van Ferrero, Helmert en Foerster de formule vastgesteld ter berekening van de middelbare fout voor hoekmetingen, die voor triangulaties hebben gediend. De middelbare fout, volgens die formule voor ons driehoeksnet berekend is

$$0''.421$$

en wijst op eene nauwkeurigheid, welke bij weinig triangulaties werd bereikt en slechts bij een enkele werd overtroffen.

In afwachting van het meten van eene basis voor ons driehoeksnet, werd voor de berekening daarvan de lengte van de zijde Ubagsberg—Klifsberg uit de Bonner Basis, in 1892 gemeten door de „Landesaufnahme” en het „Geodätisch Institut,” afgeleid.

Gegevens daaromtrent vindt men in „Nederlandsche Rijksdriehoeksmeting Rechthoekige Coördinaten I” in 1909 door de Rijkscommissie uitgegeven en waarin tevens mededeelingen gedaan worden omtrent de Stereografische Projectie, met gebruikmaking waarvan de coördinaten werden berekend.

De Basismeting, lang uitgesteld, vond in 1913 plaats en wel langs den Rijksstraatweg van Hoevelaken naar Apeldoorn tusschen de K.M. 16.6 en 20.9.

De basis rond 4320 M. lang, de „Basis van Stroe” genaamd, werd gemeten met den basistoestel van de Service géographique de l'Armée, door de Fransche regering welwillend ter beschikking gesteld.

De meting geschiedde onder leiding van Prof. Heuvelink, terwijl door den Luitenant-Kolonel van het Fransche leger A. Lallemand, de noodige inlichtingen voor het gebruik der instrumenten werden verstrekt.

Voor het welslagen der basismeting was het noodig, dat ieder der medewerkende personen het hem toebedeelde werk op het juiste oogenblik verrichtte.

Na vóóroefening van 8—12 Juli kon de meting een aanvang nemen. Zij vorderde van de medewerkenden de grootste inspanning en eindigde op 5 Augustus. Voor bijzonderheden zij verwezen naar het Verslag der Rijkscommissie over 1913 uitgebracht.

Dit groote historische werk ging in het land onopgemerkt voorbij. Elke afleiding der waarnemers werd schadelijk geoordeeld, zoodat slechts personen, daartoe uitgenoodigd, tot bijwoning der metingen werden toegelaten.

De Pers, anders zoo actief, bleef van de basismeting geheel onkundig. De Commissie heeft het echter nuttig geoordeeld, dat later door aanschouwing van de gevolgde

werkwijze kon worden kennis genomen en deed te dien einde een film van de basismeting vervaardigen. De middelbare fout in het eindresultaat bedroeg voor de 4320 M. lange basis 2.111 m.M. of een twee millioenste van de gemeten lengte.

Nadat vervolgens de basis, wat hare hoogteligging betreft, door eene waterpassing ten opzichte van A. P. bepaald was, moest zij door eene dubbele vergrooting aan de zijde Amersfoort—Lunterenscheide van het primaire net worden verbonden. Om dit met het gunstigst resultaat te kunnen verrichten, moesten de vereischte hoeken onder de gunstigste gewichtsverhoudingen worden gemeten. Het programma der metingen, opgemaakt door den ingenieur Wildeboer, werd door spreker uitgevoerd met medewerking van den ingenieur E. van der Velden,

Tusschen 29 Augustus en 20 November 1913 werden 218 dubbele hoekmetingen verricht. Het grootste aantal daarvan, dat voor éézelfden hoek van het basisnet werd gemeten, bedroeg 54 en wel voor den hoek Amersfoort—Lunterscheide—Hamburg.

Uit de berekening van het basisnet volgde, dat de middelbare fout in de verhouding van de gemeten basis tot de lengte van de driehoekszijde Amersfoort—Lunterenscheide ongeveer 1 : 664.000 bedraagt.

Het rekenwerk van het primaire driehoeksnet zou nu ten einde kunnen worden gebracht, zoo de juiste lengte der bij de basismeting gebruikte meetstaaf ten opzichte van de lengte van den Internationalen Meter, waarin ook de zijden der aangrenzende driehoeksnetten zijn uitgedrukt, bekend zou zijn.

De lengte van de meetstaaf, in internationale meters uitgedrukt, zou moeten worden afgeleid uit vergelijkingsmetingen, welke onmiddellijk vóór en ná de basismeting zijn verricht.

De meetstaaf van den Franschen basistoestel, een H-vormige invarstaaf van 4 M. lengte, als streepmaat vervaardigd, werd te Breteuil vele malen met den internationalen meter vergeleken, ook kort vóór de basismeting. Ná de basismeting kon dit aldaar echter niet geschieden wegens ombouw van de bij de vergelijking te gebruiken compa-

rateur, zoodat de Rijkscommissie besloot de invarstaaf te vergelijken met den Nederlandschen Meter No. 27. Dit onderzoek werd uitgevoerd door Prof. v. d. Sande Bakhuyzen, den ingenieur Wildeboer en spreker.

Uit dit onderzoek volgde de lengte van de meetstaaf uitgedrukt in den meter No. 27 en wel met een middelbare fout, welke, voor zooverre deze alleen van de verrichte metingen zelf afhing, op 0.205 micron of een twintig miljoenste van de lengte is te stellen.

Prof. Van de Sande Bakhuyzen berekende vervolgens, uit waarnemingen door Bosscha, Oudemans en Stamkart te Parijs verricht, de lengte van Meter No. 27 uitgedrukt in internationale meters, waardoor ook de lengte van de meetstaaf in deze eenheid bekend werd.

Deze uitkomst verschilde beduidend van die, welke te Breteuil kort vóór de basismeting was verkregen.

Een later te Breteuil verrichte vergelijking handhaafde dit verschil. Een onderzoek door Prof. van de Sande Bakhuyzen ingesteld, deed zien, dat het verschil verklaard kan worden door een verschil in de gebruikte waarden der uitzettingscoëfficiënten van Meter No. 27 en den Internationalen Meter. Een vergelijking der beide Nederlandsche Standaardmeters met den Internationalen Meter is noodig, maar het is dan noodzakelijk, dat behalve de lengten, ook de uitzettingscoëfficiënten der meters nauwkeurig vergeleken worden.

Dit zal wel niet eerder dan na het sluiten van den vrede kunnen geschieden.

Meerdere gegevens hieromtrent zijn te vinden in het verslag van de Gewone Vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeeling van de Kon. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam gehouden op 27 Juni 1914 Deel XXIII.

In deze vergadering deed Prof. van de Sande Bakhuyzen omtrent het bovenstaande twee mededeelingen.

In 1889 werden op de begrooting de eerste gelden uitgetrokken voor de secundaire driehoeksmeting, welke de Rijkscommissie zich voorstelde aan het primaire net te verbinden.

De metingen en verkenningen in 1898 onder de directe leiding van den ingenieur J. A. van Eyk Bijleveld begonnen,

werden na diens overlijden in 1912 onder den ingenieur J. Canters tot op heden voortgezet. Een groot aantal stations- en centreeringsmetingen werden verricht.

Het groote nut van het werk blijkt ten duidelijkste uit de vele aanvragen om coördinaten, welke van verschillende takken van dienst worden ontvangen.

Hoewel het werk reeds ver gevorderd is, wachten gedeelten van de provinciën Groningen, Drenthe en Friesland nog op afwerking.

Ik wil deze voordracht niet eindigen, zonder er op te wijzen, dat de jaarverslagen der Rijkscommissie doen zien, dat door haar ijverig wordt deel genomen aan alle vraagstukken, die de internationale aardmeting betreffen. Dat deze medewerking ook in het buitenland gewaardeerd wordt, moge blijken uit het feit, dat de functie van den bestendigen Secretaris der Internationale Aardmeting sedert 1900 wordt waargenomen door den Voorzitter der Rijkscommissie, Prof. H. G. van de Sande Bakhuyzen.

Hooggeachte Prof. Heuvelink.

Het is mij een bijzonder genoegen U hier aanwezig te zien.

Gij waart het van wien ik tijdens mijne studiejaren te Delft, voor de hier door mij te doceeren vakken, het onderwijs ontving.

Sedert mijne indiensttreding bij de Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing heb ik 15 jaren onder uw toezicht gewerkt. Dat gij mij nu voor deze betrekking hebt willen aanbevelen, stel ik dankbaar op prijs, daar ik daarin uwerzijds een bewijs van vertrouwen zie, dat ik hoop niet te beschamen. Gaarne houd ik mij voor de toekomst, zoo noodig, voor uwe gewaardeerde raadgevingen aanbevolen.

Eenige woorden mogen gewijd zijn aan de nagedachtenis van de Heeren J. A. van Eyk Byleveld en E. A. J. H. Modderman.

De eerste was het, die mij in 1910 de leiding van een ploeg der Secundaire driehoeksmeting opdroeg waardoor mij den weg tot verantwoordelijk werk werd geopend.

In 1902 werd ik als jong ingenieur aan Modderman

toegevoegd. De samenwerking met dezen stillen, bescheiden, maar hoogst begaafden collega, deed bij mij de ambitie voor mijne werkkring groeien.

Met waardeering zal ik hen steeds blijven gedenken.

Hooggeachte Heeren Wildeboer, Bingen, Kwisthout en Van der Velden.

Gij begrijpt, dat het mij hoogst aangenaam is hier op dit moment oud-collega's aanwezig te zien.

Het geeft mij de overtuiging, dat de jarenlange samenwerking een band gevormd heeft, die naar ik hoop nog lang zal blijven voort bestaan.

Zeer Geleerde Heeren Directeur en Leeraren aan deze School.

Onderwijs geven was mij vreemd, zoo ik daaronder tenminste niet versta, het onder mijne leiding werken van studenten der Technische Hoogeschool.

De taak, die mij wacht, is dus niet te licht te tellen, vooral daar ik de plaats ga innemen van mijn hooggeachten voorganger, H. M. J. F. Thijs, die door zijn innemenden omgang met allen, die met hem in aanraking kwamen, aller harten wist te winnen en die door zijne jarenlange ervaring als docent bij zijne toehoorders liefde voor de door hem gedoeerde vakken wist te doen ontstaan.

Hem te vervangen is dus niet gemakkelijk.

Ik hoop echter op uw aller steun en, waar noodig, voorlichting te mogen rekenen.

Voorts een woord van dank aan die Heeren Leeraren, die mijne benoeming bevorderden.

Mijne Heeren Studenten.

Op mijne colleges zult gij vernemen, dat het bij driehoeksmeting gewoonte is, van het groote in het kleine te werken.

Van dat groote heb ik in mijn voordracht gepoogd U een begrip te geven.

De resultaten van dat grootere op de juiste wijze voor het kleinere aan te wenden, is het vraagstuk, dat ik in mijne colleges voor U hoop op te lossen.

Ik wensch van ganscher harte, dat mij dit moge gelukken.

Dames en Heeren ik heb gezegd.