

ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Organ des Deutschen Geometervereins

Herausgegeben von

Dr. O. Eggert,

Professor a. d. Kgl. Techn. Hochschule
Danzig-Langfuhr, Hermannshöfer Weg 6.

Heft 5.

1918.

Mai.

Band XLVII.

Der Abdruck von Original-Artikeln ohne vorher eingeholte Erlaubnis der Schriftleitung ist untersagt.

Das astronomisch-geodätische Netz I. Ordnung nördlich der Längengradmessung in 52 Grad Breite.

Als im Jahre 1886 Prof. Helmert die Leitung des Geodätischen Instituts in Potsdam übernahm, wurde eine Uebersicht über die bisherigen Arbeiten des Instituts unter Generalleutnant z. D. Dr. Baeyer, sowie ein Arbeitsplan für das nächste Jahrzehnt herausgegeben; letzterer ist auch im Jahrgang 1886 d. Z. S. 497—506 abgedruckt.

Den Hauptteil des Arbeitsplanes bildet ein Entwurf zur Bestimmung der Lotabweichungen innerhalb der preussischen Monarchie gegen ein passend gewähltes Referenzellipsoid. Es ist zu diesem Zweck ein Netz von 21 astronomischen Punkten ausgewählt und durch geodätische Linien verbunden, deren Längen aus den vorhandenen Dreiecksketten bekannt sind. Als Ausgangspunkt für die Berechnung der Lotabweichungen ist der Dreieckspunkt Rauenberg bei Berlin angenommen, dessen Lotabweichungen jedoch zunächst auch als unbestimmte Grössen eingeführt werden, um eine möglichst günstige Lage des Referenzellipsoids gegen das Geoid ermitteln zu können. Zugleich wird auf Grund differentieller Beziehungen die Abhängigkeit der Lotabweichungen von kleinen Aenderungen der Ellipsoiddimensionen angegeben, so dass man sämtliche Lotabweichungen in Länge und Breite als lineare Funktionen der Lotabweichungskomponenten des Ausgangspunktes, sowie der ebenfalls noch unbestimmt gelassenen Verbesserungen der grossen Halbachse und der Abplattung des Referenzellipsoids erhält. Für diejenigen geodätischen Linien, in deren Endpunkten vollständige astronomische Messungen, also geographische Breite, astronomisches Azimut und astronomischer Längenunterschied vorliegen, ergibt sich eine Bedingungsgleichung für die astronomischen und geodätischen Messungen, die sog. Laplacesche Gleichung. Ferner treten je drei Poly-

gonbedingungsgleichungen bei denjenigen geodätischen Linien auf, die sich zu Polygonen zusammenschliessen. Die Zusammenfassung der Laplace'schen Gleichungen und der Polyongleichungen führt zu einer Ausgleichung des astronomisch-geodätischen Netzes, mit deren Ergebnissen dann die Ausdrücke für die Lotabweichungskomponenten in eindeutiger Form angegeben werden können.

Im Herbst des Jahres 1886 erschien eine weitere Veröffentlichung des Geodätischen Instituts „Lotabweichungen. Heft I: Formeln und Tafeln sowie einige numerische Ergebnisse für Norddeutschland“. In dieser Arbeit werden von Helmert die mathematischen Grundlagen für die Aufstellung der Lotabweichungsgleichungen gegeben, woran sich die Ausgleichung eines astronomisch-geodätischen Netzes schliesst, das von Berlin aus sich längs der Ost- und Nordseeküste erstreckt, sowie über Thüringen nach dem Rhein verläuft. Wenngleich die Berechnungsergebnisse infolge der teilweise noch mangelhaften Messungsunterlagen noch nicht als endgültige angesehen werden konnten, so war hiermit ein vollständig durchgeführtes Zahlenbeispiel gegeben, das allen weiteren Arbeiten als Grundlage gedient hat.

Die erste grössere Anwendung der von Helmert angegebenen Methode der Netzausgleichung ist in der Veröffentlichung des Geodätischen Instituts und des Zentralbureaus der Internationalen Erdmessung „Die europäische Längengradmessung in 52° Breite von Greenwich bis Warschau, II. Heft, Berlin 1896“ enthalten, in der die Ausgleichung der zur Längengradmessung gehörigen geodätischen Linien von Feaghmain bis Warschau dargestellt ist. Es ergaben sich für die von Feaghmain über Greenwich, Bonn, Leipzig nach Warschau verlaufende Gradmessung insgesamt 15 Laplace'sche Gleichungen und 3 Polyongleichungen, nach deren Ausgleichung die Lotabweichungskomponenten aller Punkte in der oben angegebenen Form für den Ausgangspunkt Greenwich gefunden wurden.

Das Programm des Jahres 1886 fand eine erhebliche Erweiterung, als Helmert im Jahre 1896 auf der Konferenz der permanenten Kommission der Internationalen Erdmessung in Lausanne den Plan für die Bearbeitung eines zusammenhängenden, sich über ganz Mitteleuropa erstreckenden Netzes vorlegte. Der Plan fand die Billigung der Kommission, und es wurde im Geodätischen Institut sofort mit den erforderlichen Berechnungen begonnen.

Ueber die Ergebnisse dieser Arbeit waren bisher 3 Veröffentlichungen erschienen, nämlich: Lotabweichungen. Heft II 1902, Heft III 1906, Heft IV 1909. Nach diesen drei Veröffentlichungen ist die beigelegte Kartenskizze zusammengestellt worden, die wir aus Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Bd. III, 6. Aufl. 1916 entnommen haben, und in der die gesamten geodätischen Linien des mitteleuropäischen Netzes wiedergegeben

sind. (Die punktierte Linie stellt die sich von Saxavord auf den Shetlandinseln bis nach Laghouat in Nordafrika erstreckende Breitengradmessung dar.) Die Veröffentlichungen enthalten alle Einzelheiten der Berechnungen,

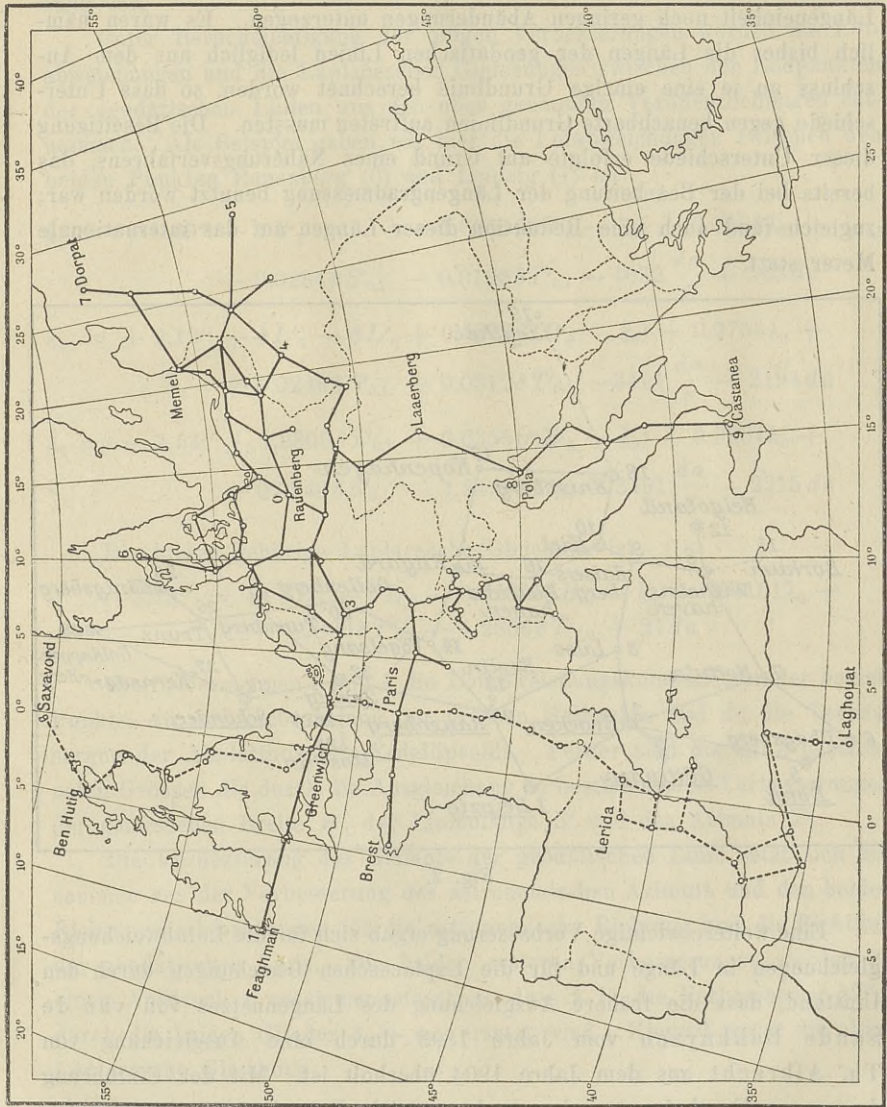


Fig. 1.

auf Grund deren dann für jede geodätische Linie die relativen Lotabweichungen und die Laplacesche Gleichung aufgestellt sind.

Von besonderer Bedeutung ist eine neue Veröffentlichung des Geodätischen Instituts „Lotabweichungen. Heft V. Ausgleichung des astronomisch-geodätischen Netzes I. Ordnung nördlich der Europäischen Längengradmessung in 52 Grad Breite von L. Krüger, Berlin 1916“, die die

Weiterbearbeitung für einen Teil des mitteleuropäischen Netzes enthält. Auf diese wichtige Arbeit wollen wir in Folgendem näher eingehen.

Vor der weiteren Bearbeitung wurden die bisher aufgestellten Lotabweichungsgleichungen hinsichtlich des Grundlinienanschlusses und der Längeneinheit noch geringen Abänderungen unterzogen. Es waren nämlich bisher die Längen der geodätischen Linien lediglich aus dem Anschluss an je eine einzige Grundlinie berechnet worden, so dass Unterschiede gegen benachbarte Grundlinien auftreten mussten. Die Beseitigung dieser Unterschiede erfolgte auf Grund eines Näherungsverfahrens, das bereits bei der Bearbeitung der Längengradmessung benutzt worden war; zugleich fand auch eine Reduktion dieser Längen auf das internationale Meter statt.

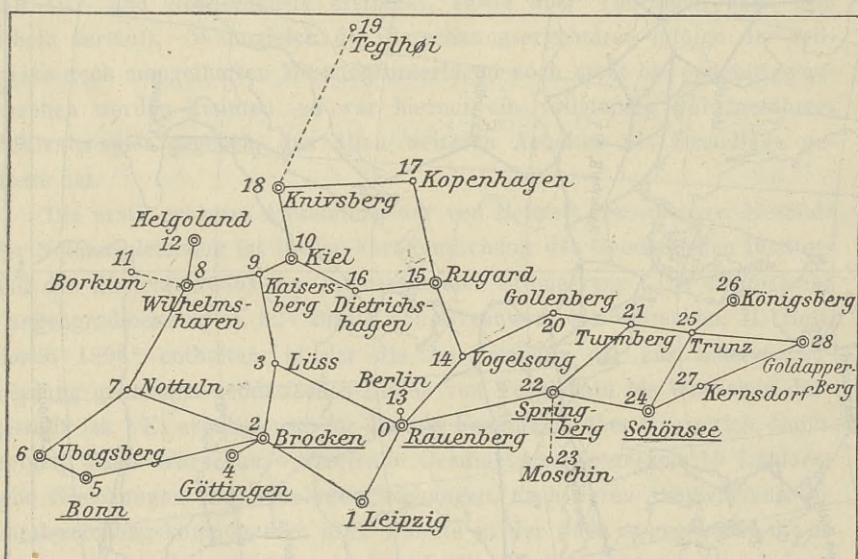


Fig. 2.

Eine weitere wichtige Verbesserung ergab sich für die Lotabweichungsgleichungen in Länge und für die Laplaceschen Gleichungen durch den Umstand, dass die frühere Ausgleichung des Längennetzes von van de Sande Bakhuyzen vom Jahre 1893 durch eine Ausgleichung von Th. Albrecht aus dem Jahre 1904 überholt ist. Mit der Einführung der neuen Ergebnisse wurden auch zugleich die seit 1904 ausgeführten Längenbestimmungen berücksichtigt. Auch für die geographischen Breiten wurden infolge von Neumessungen einige Abänderungen notwendig.

Eine Uebersicht über das der Bearbeitung unterworfenene astronomisch-geodätische Netz zeigt die Skizze in Fig. 2. Es sind hierin insgesamt 29 Punkte enthalten, von denen jedoch vier, nämlich Borkum, Teglhøi, Berlin und Moschin lediglich angeschlossene Punkte sind. Die unter-

strichenen Punkte gehören gleichzeitig der Längengradmessung an. Die durch Doppelkreise bezeichneten Punkte sind Laplacesche Punkte, während auf den übrigen Punkten teils Längen und Breiten, teils Breiten und Azimute gemessen sind; auf Punkt Vogelsang liegt nur die Breitenmessung vor.

Unter Berücksichtigung der obigen Verbesserungen wurden die Lotabweichungen und die Laplaceschen Gleichungen zwischen den Endpunkten der geodätischen Linien aus den oben genannten Veröffentlichungen entnommen. Als Beispiel geben wir hier die Lotabweichungen zwischen den beiden Punkten Rauenberg (0) und Leipzig (1) an

$$\begin{aligned}\xi_1 &= + 0,69'' + \delta B'_1 && - 1,0001(\delta B'_0 - \xi_0) + 0,0084\lambda_0 + \\ & && + 0,0284\delta S'_{0,1} - 0,0106\delta T'_{0,1} - 4032 \frac{da}{a} + 563 da \\ \lambda_1 &= + 2,19'' + \delta L'_1 - \delta L'_0 + 0,0216(\delta B'_0 - \xi_0) + 0,9753\lambda_0 + \\ & && + 0,0246\delta S'_{0,1} + 0,0312\delta T'_{0,1} - 3491 \frac{da}{a} - 2194 da \\ \lambda_1 &= - 1,54'' + 1,2806\delta T'_{0,1} + 0,0355(\delta B'_0 - \xi_0) + 0,9904\lambda_0 + \\ & && + 0,0246\delta S'_{0,1} - 1,2491\delta T'_{0,1} - 3491 \frac{da}{a} - 2215 da\end{aligned}$$

Die hierzu gehörige Laplacesche Gleichung ist

$$\begin{aligned}- 3,73'' &= + \delta L'_1 - \delta L'_0 - 0,0139(\delta B'_0 - \xi_0) - 0,0151\lambda_0 + \\ & && + 1,2803\delta T'_{0,1} - 1,2806\delta T'_{1,0} + 21 da\end{aligned}$$

Hierin bezeichnen ξ und λ die Lotabweichungskomponenten der beiden Punkte, da die Verbesserung der grossen Halbachse und da die Verbesserung der Abplattung des Erdellipsoids. Ferner sind die mit δ bezeichneten Grössen die durch die Ausgleichung zu bestimmenden Verbesserungen der gemessenen Breite B' , der Linienlänge S' und des Azimuts T' .

Die Verbesserung des Azimuts der geodätischen Linie setzt sich zusammen aus der Verbesserung des astronomischen Azimuts und den beiden Richtungsverbesserungen für die astronomische Richtung und die Richtung der geodätischen Linie. Die beiden ersteren Verbesserungen werden zu einem Ausdruck δ zusammengefasst, so dass z. B. die Verbesserung $\delta T'_{0,1}$ durch die beiden Glieder $\delta_0 + v_{0,1}$ ersetzt wird. Hiermit lautet die obige Laplacesche Gleichung

$$\begin{aligned}- 3,73'' + 0,0139(\delta B'_0 - \xi_0) + 0,0151\lambda_0 - 21 da &= + \delta L'_1 - \delta L'_0 + \\ & && + 1,280(\delta_0 - \delta_1 + v_{0,1} - v_{1,0})\end{aligned}$$

Aus den im ganzen vorhandenen 15 Laplaceschen Punkten ergeben sich 14 Laplacesche Gleichungen. Fig. 2 zeigt, dass durch die geodätischen Linien acht Polygone geschlossen werden; da für jedes, wie oben erläutert wurde, drei Bedingungsleichungen bestehen, so kommen noch weitere

24 Gleichungen hinzu, so dass insgesamt 38 Bedingungsgleichungen für die Netzausgleichung vorliegen.

Die Aufstellung der Polygonegleichungen hätte unmittelbar aus den Lotabweichungsgleichungen erfolgen können, indessen wurden vorher durch allmähliche Ausscheidung der Zwischenpunkte alle Lotabweichungsgleichungen auf den gemeinsamen Ausgangspunkt Rauenberg bezogen, wodurch sich zugleich die Laplaceschen Gleichungen auf eine für die Ausgleichung bequeme Form bringen liessen.

In der endgültigen Zusammenstellung der 38 Bedingungsgleichungen finden sich noch einzelne kleine Vereinfachungen, auch sind die Gleichungen mit passenden Faktoren multipliziert, um die Koeffizienten annähernd auf gleiche Grösse zu bringen.

Einen breiten Raum nehmen die für die Ausgleichung erforderlichen Gewichtsbestimmungen ein. Zunächst werden die mittleren Richtungsfehler in den zur Verwendung kommenden Dreiecksnetzen bestimmt; bei den älteren Dreiecksketten der preussischen Landesaufnahme erfolgte diese Bestimmung näherungsweise unter Benutzung der internationalen Formel bezw. anderer empirischer Fehlerausdrücke, für die weiteren Dreiecksketten wurden teils Neuausgleichungen vorgenommen, teils konnten die schon für die Längengradmessung ermittelten Werte benutzt werden. Hiernach wurde für jede geodätische Linie das Quadrat des mittleren Fehlers der Gewichtseinheit, d. h. des mittleren Fehlers einer Richtung des Dreiecksnetzes berechnet; im Durchschnitt ergab sich hierfür der Wert 0,20.

Um die mittleren Fehlerquadrate der astronomischen Richtungsorientierung der geodätischen Linien zu erhalten, wurde zunächst für den rein astronomischen Teil des mittleren Fehlers einer einfachen Azimutbestimmung der Wert $\pm 0,8''$ angenommen. Unter Zugrundelegung des mittleren Fehlers der Richtungen in den einzelnen Dreiecksnetzen ergeben sich dann die mittleren Fehler für die oben schon erwähnte Grösse δ der Laplaceschen Punkte. Im Mittel wurde für μ^2_δ nahezu der Wert 0,9 gefunden.

Grössere Schwierigkeiten bereitete die Bestimmung der mittleren Fehlerquadrate für die Richtungsverbesserungen v der geodätischen Linien. Eine solche Linie mit den Endpunkten P_1 und P_n wird aus einem Polygonzug berechnet, dessen Seiten und Winkel dem zwischen den beiden Punkten liegenden Dreiecksnetz angehören. Besteht der Linienzug aus den Punkten $P_1 P_2 P_3 \dots P_{n-1} P_n$, und werden die Verbesserungen der Azimute für eine Strecke $P_i P_k$ wie oben in der Form $\delta_i + v_{ik}$ dargestellt, so ergibt sich sofort die Gleichung

$$v_{1,n} - v_{n,1} = v_{1,2} - v_{2,1} + v_{2,3} - v_{3,2} + \dots + v_{n-1,n} - v_{n,n-1}$$

die den Gewichtsschätzungen zugrunde gelegt worden ist. In den Fällen, in denen die zu den geodätischen Linien gehörenden Dreiecke eine ein-

fache Kette bilden, wurde von den Näherungsformeln Gebrauch gemacht, die vom Verfasser bereits früher in seinen „Beiträgen zur Berechnung von Lotabweichungssystemen“ aufgestellt sind. Bei komplizierten Dreiecksnetzen wurde das von Helmert in „Lotabweichungen, Heft I“ angegebene Verfahren benutzt, bei dem zwischen den beiden Endpunkten der geodätischen Linie alle möglichen voneinander unabhängigen Wege innerhalb des Netzes ermittelt werden. Wird dann für jeden der Wege das Gewicht der Richtungsdivergenz der geodätischen Linie aufgestellt, so erhält man das Gesamtgewicht durch Summierung der Einzelgewichte.

In der Form $v_{1,p} - v_{p,1}$ kommen die Richtungsverbesserungen in den Laplaceschen Gleichungen und in den aus ihnen gebildeten Polygonegleichungen vor. Dagegen treten in denjenigen Polygonegleichungen, die durch Gleichsetzung der Lotabweichungskomponenten entstanden sind, die Richtungsverbesserungen $v_{1,p}$ und $v_{p,1}$ auch getrennt auf, in welchem Falle auch die Einzelgewichte von $v_{1,p}$ und $v_{p,1}$ zu bestimmen sind. Diese Gewichtsermittlung gestaltet sich einfach, wenn sich aus dem Dreiecksnetz ein Linienzug auswählen lässt, der der geodätischen Linie möglichst nahekommt. In diesem Falle bestimmt man die beiden Gewichtsreziproken lediglich aus diesem Linienzuge nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz ohne Rücksicht auf die Dreiecke und vermindert die beiden Werte proportional derartig, dass ihre Summe der Gewichtsreziproken der Differenz $v_{1,p} - v_{p,1}$ gleichkommt. Diese einfache Rechnung scheint der strengen Theorie um so mehr zu entsprechen, je einfacher das Dreiecksnetz ist, wie ein paar Zahlenbeispiele zeigen.

Die Gewichtsbestimmung für die linearen Längen der geodätischen Linien gestaltet sich selbst bei einfachen Dreiecksketten sehr umständlich, weshalb von einer strengeren Rechnung nur in wenigen Fällen Gebrauch gemacht wurde. Für die meisten Linien wurden statt der wirklichen Dreiecksnetze schematische Netze eingeführt, auf die die von Simon ausgeführten Gewichtsbestimmungen angewendet werden konnten.

Für die astronomischen Längenbestimmungen lag eine ältere Ausgleichung des mitteleuropäischen Längennetzes von van de Sande Bakhuizen aus dem Jahre 1894 vor, die der Längengradmessung in 52° Breite zugrunde gelegt war. Im Jahre 1905 wurde unter Berücksichtigung aller neueren Bestimmungen eine neue Ausgleichung von Th. Albrecht veröffentlicht, deren Ergebnisse für das astronomisch-geodätische Netz Verwendung fanden. Bei der Bearbeitung der Längengradmessung wurden aus den Normalgleichungen des Längennetzes die Gewichtsgleichungen abgeleitet, und hieraus die Gewichtsreziproken für alle in dem Längennetz vorkommenden Längenunterschiede ermittelt. Hieraus wurde dann nach dem Helmertschen Verfahren der genäherten Richtungsgewichte ein Satz unabhängiger Längen mit ungleichen Gewichten aufgestellt. In Rücksicht auf die hier-

mit verbundene grosse Rechenarbeit wurde davon abgesehen, für die Verwendung der Albrechtschen Ausgleichung denselben Weg einzuschlagen. Es wurde vielmehr versucht, die Gewichtsreziproken der alten Ausgleichung der neueren Ausgleichung anzupassen durch Vergleichung mit einigen von Albrecht berechneten Gewichtsreziproken bezw. durch Einführung wahrscheinlicher Annahmen. Aus den so ermittelten neuen Gewichtsreziproken wurden die Einzelgewichte der Längenstationen nach dem Helmert'schen Verfahren berechnet. Dies bezieht sich auf die Punkte des Längennetzes, die in beiden Ausgleichungen vorkommen. Für die weiteren Punkte, die durch die neueren Längenbestimmungen hinzugekommen sind, wurde die Annahme gemacht, dass durch sie der Zusammenhang der bisherigen Punkte und ihre Gewichte nicht wesentlich beeinflusst werden. Durch einige Prüfungsberechnungen konnte festgestellt werden, dass dieses Verfahren hinreichende Genauigkeit gewährt. Insgesamt ergab sich für die Laplaceschen Punkte des mitteleuropäischen Netzes als Durchschnittswert des mittleren Fehlerquadrats der Wert 0,22 (Höchstbetrag Helgoland 0,70, Mindestbetrag Bonn 0,04).

Wir übergehen die Aufstellung der 38 Normalgleichungen aus den Bedingungsgleichungen mit Hilfe der im Vorstehenden erläuterten Gewichtsbestimmungen, ebenso auch die Auflösung der Normalgleichungen und die Berechnung der sämtlichen Verbesserungen, mit denen dann die auf Rauenberg bezogenen Lotabweichungskomponenten gefunden werden. Wir führen als Beispiel die für Leipzig ermittelten Werte an:

$$\begin{aligned}\xi_1 &= + 0,70'' - 1,0002(\delta B'_0 - \xi_0) + 0,0085\lambda_0 - 4032 \frac{da}{a} + \\ &\quad + 566 da + \delta B'_1 \\ \lambda_1 &= + 1,92'' - 0,0252(\delta B'_0 - \xi_0) + 0,9738\lambda_0 - 3487 \frac{da}{a} + \\ &\quad + 2199 da\end{aligned}$$

Der Vergleich mit den früher angegebenen Werten *vor* der Ausgleichung zeigt, was überhaupt für alle Punkte zutrifft, dass die Lotabweichungen in Breite durch die Ausgleichung fast garnicht berührt werden, während für die Lotabweichungen in Länge in erster Linie der aus der Längenbestimmung herrührende Wert massgebend ist. Die Endgleichungen sind derartig gestaltet, dass Neubestimmungen der Breite mittels der Glieder $\delta B'_0$ und $\delta B'_1$ sofort berücksichtigt werden können.

Ferner lassen sich auch für die Lotabweichungskomponenten des Ausgangspunktes Rauenberg und die Verbesserung der Ellipsoidkonstanten beliebige Werte einführen. Für diejenigen Punkte, deren Lotabweichungskomponenten in Länge lediglich aus einer Längenbestimmung *oder* einer Azimutbestimmung hervorgegangen sind, die also nicht Laplacesche Punkte sind, enthalten die Endgleichungen auch Glieder zur Berücksichtigung etwaiger Verbesserungen der gemessenen Längen und Azimute. Es kön-

nen somit alle späteren Aenderungen der genannten Grössen zur Ableitung endgültiger Werte für die Lotabweichungskomponenten Berücksichtigung finden.

Da die Laplaceschen Punkte als Ausgangspunkte zur Berechnung der Lotabweichungskomponenten der in der Nähe liegenden Punkte zweiter Ordnung dienen sollen, so sind für sie nochmals die ausgeglichenen Längen und Breiten sowie auch die ausgeglichenen Werte der auf ihnen gemessenen Azimute unter Zugrundelegung des Besselschen Ellipsoids zusammengestellt. Weiterhin sind auch noch die Logarithmen der Längen der geodätischen Linien des Netzes sowie ihre Azimute mitgeteilt, so dass hiermit alle Unterlagen für weitere Berechnungen gegeben sind.

Ein weiterer Abschnitt behandelt die Gewichtsbestimmung einiger aus den Ausgleichungswerten berechneten Grössen, um den durch die Ausgleichung erzielten Genauigkeitsgewinn festzustellen. Für die Differenz der Lotabweichungen in Breite zwischen dem nördlichsten und dem südlichsten Punkt, Kopenhagen und Bonn, ergab sich als mittlerer Fehler

$$\begin{aligned} &\text{vor der Ausgleichung } \pm 0,14'' \\ &\text{nach der Ausgleichung } \pm 0,06'' \end{aligned}$$

Andrerseits wurde für die Differenz der Lotabweichungen in Länge zwischen dem östlichsten und dem westlichsten Punkt, Goldapper Berg und Ubagsberg, gefunden

$$\begin{aligned} &\text{vor der Ausgleichung } \pm 1,10'' \\ &\text{nach der Ausgleichung } \pm 1,02'' \end{aligned}$$

Die Genauigkeitssteigerung ist also hier im Verhältnis zu den obigen Werten sehr gering.

Endlich wurde die Genauigkeit der Orientierung auf den Punkten Rauenberg und Brocken geprüft. Es ergab sich

$$\begin{aligned} &\text{vor der Ausgleichung } \pm 1,04'' \text{ bzw. } \pm 1,92'' \\ &\text{nach der Ausgleichung } \pm 0,75'' \text{ bzw. } \pm 0,80'' \end{aligned}$$

Die bereits im Jahre 1896 veröffentlichte Ausgleichung der Längengradmessung in 52° Breite gibt die Lotabweichungskomponenten für eine Reihe von Punkten, die auch dem astronomisch-geodätischen Netz angehören, in Bezug auf den Ausgangspunkt Greenwich an. Nach Umrechnung dieser Werte auf den Ausgangspunkt Rauenberg erhält man somit für diese Punkte zwei Wertepaare der Lotabweichungskomponenten, die naturgemäss nicht ganz genau übereinstimmen können. Die Gegenüberstellung der Lotabweichungen in Breite zeigt, dass hier nur sehr geringfügige Unterschiede auftreten, die vernachlässigt werden können. Dagegen zeigen die Lotabweichungen in Länge grössere Unterschiede, die hauptsächlich auf die Unterschiede der beiden Längenausgleichungen von van de Sande Bakhuyzen und von Albrecht zurückzuführen sind. Um für die

gemeinsamen Punkte vergleichbare Werte zu erhalten, wurden in einfacher Weise die Aenderungen der Längen infolge der neuen Ausgleichung von Albrecht in die Lotabweichungen der Längengradmessung eingeführt. Auch nach dieser Umrechnung zeigen sich noch Unterschiede, die aber durch die verschiedene Form der beiden Ausgleichungen erklärt werden. Da die aus dem astronomisch-geodätischen Netz hervorgegangenen Lotabweichungen als die genaueren anzusehen sind, so wurden die letzteren für die gemeinsamen Punkte beibehalten und die übrigen Punkte der Längengradmessung in dieses System eingeschaltet.

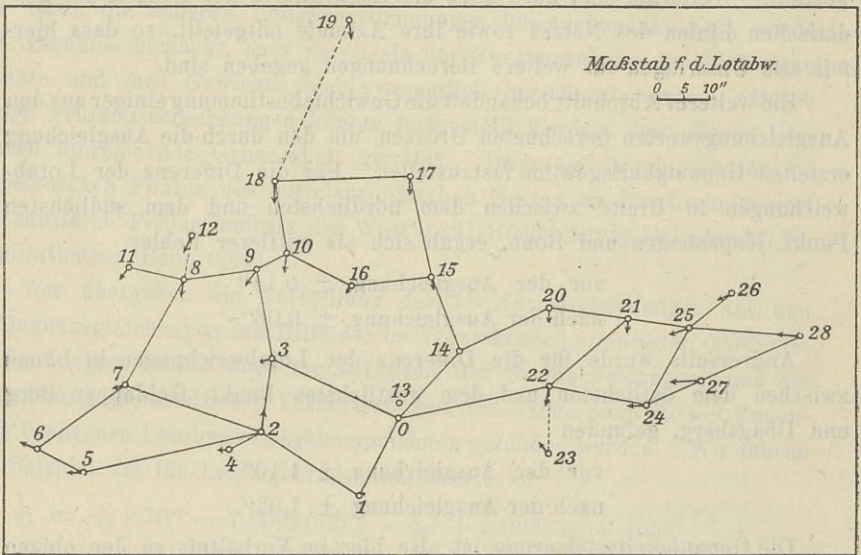


Fig. 3.

Nachdem so auch für sämtliche Punkte der Längengradmessung die Lotabweichungen im System des astronomisch-geodätischen Netzes ermittelt waren, wurden auch noch die durch diese Umrechnung bedingten Aenderungen der Azimute auf den Laplaceschen Punkten Grossenhain, Schneekoppe, Breslau und Trockenberg der Längengradmessung ermittelt, um hierdurch die spätere Einschaltung der Punkte zweiter Ordnung in das astronomisch-geodätische Netz vorzubereiten.

Um einen Ueberblick über die bisher gewonnenen Ergebnisse des astronomisch-geodätischen Netzes zu erhalten, haben wir in der obestehenden Skizze die Lotabweichungen der einzelnen Punkte nach Richtung und Grösse eingetragen, wobei die Pfeile die Verschiebung der astronomischen Lotrichtung gegen die Ellipsoidnormale bezeichnen.

Einen weiteren Aufschluss über den Verlauf der Lotabweichungen in Norddeutschland wird die Berechnung der Lotabweichungen der Punkte zweiter Ordnung im Anschluss an das obige Netz bieten, deren Veröffentlichung in nächster Zeit in Aussicht gestellt ist.

Eggert.

Zur Definition des Winkels.

Im gleichnamigen Aufsatz Seite 307 Jahrg. 1917 dieser Zeitschrift erwähnt Hr. v. Hammer die Definition des Winkels nach „v. Mangoldt, Einleitung in die höhere Mathematik“, an der zu bemängeln ist, dass sie den Winkel als Fläche definiert, während er bekanntlich eine reine Zahl ist.

Auf der andern Seite hat die von Hrn. v. Hammer bevorzugte Definition des Winkels als Mass einer Drehung das Bedenkliche, dass sie den Begriff der Bewegung, d. h. ein fremdes in die rein geometrische Frage nicht passendes Element schon in die Definition hereinbringt.

Der Ausweg aus diesem Zwiespalt scheint mir in der folgenden Darstellung gegeben zu sein, die von beiden Definitionen abweicht, ihre Klippen vermeidet und voraussichtlich sich auch sonst schon in der reichen Lehrbuch-Literatur finden oder aus ihr zusammenlesen lassen mag:

„Winkelraum ist der durch zwei von einem Punkt (dem Scheitel) ausgehende Halbstrahlen begrenzte Ausschnitt ihrer Ebene. Alle Winkelräume sind also unendlich grosse Flächen, können aber nach ihrer Grösse miteinander sowie mit einem festgesetzten Einheits-Winkelraum verglichen werden. Ein Winkel, den zwei von einem Punkt ausgehende Halbstrahlen bestimmen, ist die Masszahl des Verhältnisses des von ihnen gebildeten Winkelraumes zum Einheitswinkelraum. Dies Verhältnis der Grösse zweier Ausschnitte der Ebene ist gleich dem Verhältnis zweier von ihnen abgeschnittener Kreisausschnitte von gleichem Halbmesser und auch gleich dem Verhältnis der diese Kreisausschnitte begrenzenden Bogen. Und da der Winkel nur die Masszahl des Verhältnisses ist, ist es gleichgültig, ob man ihn durch Vergleich von Ebenen-Ausschnitten, von Kreisausschnitten oder von Kreisbogen gefunden denkt; auch ist es zur Angabe eines solchen Verhältnisses nicht notwendig, Flächen nach qcm oder Bogenlängen nach cm anzugeben, die bestimmte Zähler und Nenner für diese Verhältniszahl wären.

Als Einheits-Winkelraum gilt im absoluten Masssystem ein solcher, wo bei einem von ihm abgeschnittenen Kreisausschnitt der begrenzende Bogen gleich lang mit dem Kreishalbmesser ist, also alle drei Begrenzungen des Ausschnitts gleiche Länge haben. In der Winkelmessung nach Graden bzw. Strichen ist der Einheitswinkelraum der 360. bzw. 32. Teil der ganzen Ebene und der Bogen, der den entsprechenden Kreisausschnitt begrenzt, der 360. bzw. 32. Teil des Kreisumfangs.

Man lässt auch Winkel zu, die mehr als 360° umfassen, so dass ihre Winkelräume die Ebene mehr als einmal überdecken. Solche Winkelräume können durch Aneinanderliegen von vielen Einheitswinkelräumen entstanden vorgestellt werden.“¹⁾

¹⁾ Ueberhaupt ist Addieren und Vervielfachen von Winkelräumen ohne weiteres daraus klar, dass jeder Winkelraum, wenn man von seinem Scheitel aus

Bei allem Vorausgehenden bleibt man vom Begriff der Drehung, der in die reine Geometrie nicht gehört, frei. Andererseits sind auch Drehungen geometrisch zu untersuchen; und es bietet dieser Bewegungsvorgang ein anschauliches Hilfsmittel für die Vorstellung. Aus beiden Gründen empfiehlt sich, nachdem die vorstehende rein geometrische Begriffsbestimmung gegeben ist, ihr das Folgende als zusätzliche anschauliche Erläuterung folgen zu lassen:

„Wie man einen Punkt eine gerade Strecke durchlaufen lassen und die Länge der Strecke als Mass des von dem Punkt durchlaufenen Weges auffassen kann, so kann man auch einen Winkelraum von einem um seinen Scheitel sich drehenden Halbstrahl durchlaufen lassen und den Winkel als Mass der von dem Strahl ausgeführten Drehung auffassen; der Winkel erscheint dann zugleich als Richtungsunterschied zwischen der Anfangslage und der durch Drehung erreichten Endlage des Halbstrahls und ist durch die Vergleichs-Masszahl dieser Drehung mit einer festgesetzten Einheits-Drehung zu messen.“

Bei der Frage nach der Einheitsdrehung wird ersichtlich, dass ein gewisser Unterschied zwischen der Einheit der Drehung und jener des Winkels besteht. Als Einheit der Drehung drängt sich allerdings die volle Umdrehung auf; aber die Angabe in dem genannten Aufsatz, dass „für den Winkel die Masseinheit in praktischem Sinn unbedingt vorgeschrieben ist im vollen oder im rechten Winkel“, trifft offenbar nicht recht zu. Denn einerseits gibt es die Winkeleinheit: ein voller Winkel = 1, überhaupt nicht, und andererseits steht die absolute Winkeleinheit zum vollen Winkel in einem Verhältnis, für das man eine besondere Bezeichnung einführen musste, weil es eben zahlenmässig gar nicht rational angegeben werden kann. Dagegen werden Drehungen — als eine besondere Anwendungsform von Winkeln — ausser nach vollen Umdrehungen auch nach den rein geometrisch festgelegten Winkeleinheiten — d. h. nach Graden, Strichen oder im absoluten Mass gemessen. Auch

zwischen den Schenkeln einen dritten Halbstrahl zieht, als Summe zweier Winkelräume erscheint. Wie man praktisch gleiche (z. B. Einheits-Winkelräume) aneinander fügt, hat mit der Definition nichts zu tun. Die Ausführung geschieht tatsächlich in der Art, dass man nach dem dritten Kongruentsatz kongruente gleichschenklige Dreiecke aneinander fügt, so dass die Aufgabe auf das Antragen gleicher Längen zurückkommt. Die Einheiten 1 Grad bzw. 1 Strich sind eben durch die Forderung gegeben, dass sie 360- bzw. 32mal aneinandergefügt gerade die ganze Ebene erfüllen; beim Strich wird die praktische Auflösung dieser Forderung besonders einfach. Die absolute Winkeleinheit praktisch herzustellen, stösst auf die mit der Irrationalität von π zusammenhängenden Probleme; man sieht aber, dass der Umstand, dass die absolute Winkeleinheit rein geometrisch nicht herstellbar ist, das Rechnen mit dieser Masseinheit durchaus nicht beeinträchtigt.

hierin prägt es sich aus, dass die Drehung nur eine besondere Anwendungsform des Winkels und deshalb aus seiner allgemeinen Grunddefinition auszuschalten ist.

Berlin, 20. Dezember 1917.

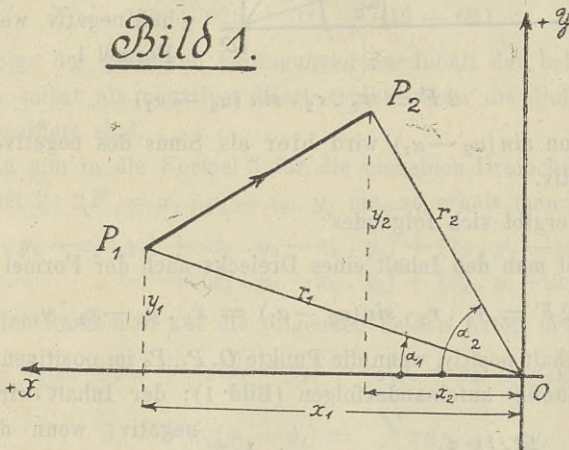
H. Maurer.

Herleitung der Gauss'schen Flächenformel mittels Polarkoordinaten.

Von L. Stabh, Landmesser u. Assistent an der Landw. Hochschule Berlin.

Die Gauss'sche Flächenformel wird in der Geodäsie gewöhnlich elementargeometrisch abgeleitet. Sie lässt sich aber auch mit Hilfe von Polarkoordinaten herleiten, wobei die Beziehungen zwischen Punktfolge und Vorzeichen des berechneten Flächeninhalts besonders klar und übersichtlich hervortreten.

Bild 1.



Zunächst möge der einfachste Fall, nämlich ein Dreieck, dessen eine Ecke im Nullpunkt liegt, behandelt werden.

Gegeben sind zwei Punkte P_1 und P_2 .

x_1, y_1 und x_2, y_2 sind ihre rechtwinkligen Koordinaten, r_1, α_1 und r_2, α_2 sind ihre Polarkoordinaten, mit der Bedingung $\alpha_2 > \alpha_1$ (Bild 1).

Nach der bekannten Dreiecksformel $2F = a \cdot b \cdot \sin \gamma$ beträgt der Inhalt des Dreiecks OP_1P_2 :

$$2F = r_1 \cdot r_2 \cdot \sin(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (1)$$

$$2F = r_1 \cdot r_2 \cdot (\sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_1 - \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2)$$

Nun ist aber:

$$\sin \alpha_1 = \frac{y_1}{r_1}; \quad \cos \alpha_1 = \frac{x_1}{r_1}; \quad \sin \alpha_2 = \frac{y_2}{r_2}; \quad \cos \alpha_2 = \frac{x_2}{r_2};$$

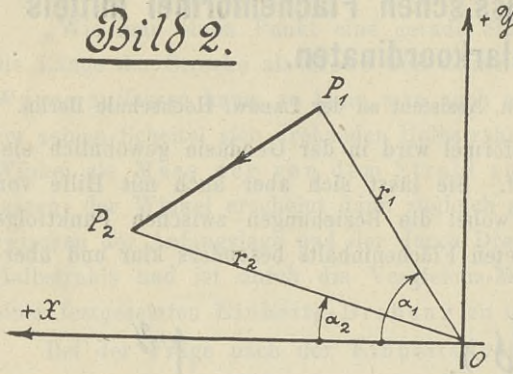
also:

$$2F = r_1 \cdot r_2 \cdot \left(\frac{y_2}{r_2} \cdot \frac{x_1}{r_1} - \frac{y_1}{r_1} \cdot \frac{x_2}{r_2} \right)$$

$$2F = x_1 \cdot y_2 - x_2 \cdot y_1 \quad (2)$$

Voraussetzung war, dass $\alpha_2 > \alpha_1$; die Punkte O , P_1 und P_2 folgen also im positiven Drehungssinne (rechtsläufig) aufeinander. Der Inhalt wird

in diesem Falle, wie sich schon aus Formel 1 ergibt, positiv, denn $\sin(\alpha_2 - \alpha_1)$ ist positiv, da $\alpha_2 - \alpha_1$ ein positiver Winkel ist. Ist dagegen $\alpha_2 < \alpha_1$ (Bild 2), folgen also die Punkte O , P_1 , P_2 im negativen Drehungssinne (linksläufig) aufeinander, so wird der Inhalt negativ, wenn man die Formel 1



$$2F = r_1 \cdot r_2 \cdot \sin(\alpha_2 - \alpha_1)$$

beibehält, denn $\sin(\alpha_2 - \alpha_1)$ wird hier als Sinus des negativen Winkels $\alpha_2 - \alpha_1$ negativ.

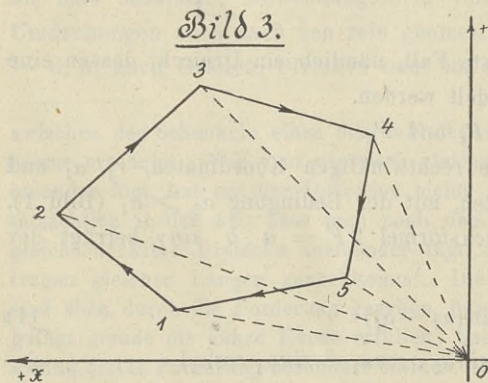
Hieraus ergibt sich folgendes:

Berechnet man den Inhalt eines Dreiecks nach der Formel 1 bzw. 2:

$$2F = r_1 \cdot r_2 \cdot \sin(\alpha_2 - \alpha_1) = x_1 \cdot y_2 - x_2 \cdot y_1,$$

so wird der Inhalt positiv, wenn die Punkte O , P_1 , P_2 im positiven Drehungssinne (rechtsläufig) aufeinanderfolgen (Bild 1); der Inhalt wird dagegen

negativ, wenn die Punkte im negativen Drehungssinne (linksläufig) aufeinanderfolgen (Bild 2).



angewandt werden, dessen Eckpunkte so nummeriert sind, dass sie im positiven Drehungssinne aufeinanderfolgen. Der Flächeninhalt F des Polygons beträgt, rein geometrisch betrachtet, d. h. ohne Berücksichtigung des Vorzeichens:

$$F = 012 + 023 + 034 - 045 - 051$$

Will man den Inhalt der einzelnen Dreiecke nach Formel 2 berechnen, so darf die Punktfolge keine willkürliche sein, vielmehr muss sie so gewählt werden, dass die Dreiecke 012, 023, 034 positiv, die Dreiecke 045, 051 dagegen negativ werden. Um dies zu erreichen, muss die Punktfolge der erstgenannten drei Dreiecke rechtsläufig, die der letzten beiden linksläufig sein. Wenn demgemäss verfahren wird, so ist die Aufeinanderfolge zweier Polygonpunkte als Dreieckseckpunkte bei der Berechnung eines Einzeldreiecks dieselbe wie die Aufeinanderfolge der Polygonpunkte in der Bezifferung des Polygons, wenn dieses rechtsläufig beziffert ist (siehe die Pfeile in Bild 3).

Schreibt man also die Bedingung vor, dass der Inhalt der Einzeldreiecke nur nach Formel 2 berechnet werden soll und dass hierbei die Punktfolge so gewählt wird, dass eine Polygonseite stets in der Richtung der Aufeinanderfolge der Polygonpunkte (Pfeilrichtung) durchlaufen wird, so kann man die Formel für den Flächeninhalt des Polygons schreiben:

$$F = 012 + 023 + 034 + 045 + 051 \quad (3)$$

weil sich infolge der gestellten Bedingungen der Inhalt der beiden letzten Dreiecke von selbst als negativer Wert ergibt, wenn die Polygonpunkte rechtsläufig beziffert sind.

Setzt man nun in die Formel 3 für die einzelnen Dreiecke die Werte gemäss Formel 2: $2F = x_1 \cdot y_2 - x_2 \cdot y_1$ ein, so erhält man:

$$2F = (x_1 \cdot y_2 - x_2 \cdot y_1) + (x_2 \cdot y_3 - x_3 \cdot y_2) + (x_3 \cdot y_4 - x_4 \cdot y_3) + \\ + (x_4 \cdot y_5 - x_5 \cdot y_4) + (x_5 \cdot y_1 - x_1 \cdot y_5)$$

Die Summanden kann man auf die folgenden beiden Arten ordnen:

$$2F = x_1(y_2 - y_5) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_5 - y_3) + \\ + x_5(y_1 - y_4) = \sum_{i=1}^n x_i(y_{i+1} - y_{i-1})$$

oder:

$$2F = y_1(x_5 - x_2) + y_2(x_1 - x_3) + y_3(x_2 - x_4) + y_4(x_3 - x_5) + \\ + y_5(x_4 - x_1) = \sum_{i=1}^n y_i(x_{i-1} - x_{i+1})$$

Dies sind aber die beiden Gauss'schen Summenformeln.

Wäre das gegebene Polygon linksläufig beziffert gewesen, so hätte man bei Beibehaltung der gegebenen Herleitung und ihrer Bedingungen ebenfalls den Inhalt des Polygons, aber mit negativem Vorzeichen, erhalten. Der Nachweis der Punktfolge ist hier der Einfachheit halber nur für den ersten Quadranten geführt worden, er kann natürlich auch für Figuren, die in einem andern Quadranten liegen oder sich über mehrere Quadranten erstrecken, erfolgen.

Ein neues Doppelprisma.

Von Oberlandmesser **Dr. Grünert**, Weimar.

Das im Jahre 1868 von Bauernfeind erfundene Prismenkreuz besteht bekanntlich aus zwei übereinandergestellten rechtwinkligen Prismen, die in der Horizontalen um 90° gedreht und so aufeinandergelegt sind, dass je eine spitze und eine stumpfe Kante in einer Geraden liegen. Durch diese Anordnung sind im Prisma die rechts und links rechtwinklig zur Sehrichtung befindlichen Bilder übereinander sichtbar. Man kann daher mit dem Instrument sowohl den Fusspunkt einer Ordinate bestimmen als auch sich gleichzeitig in die Messungslinie einrichten.

Wie alle dreiseitigen Prismen gibt jedoch das Prismenkreuz etwas dunkle Bilder mit kleinem Gesichtsfeld und hat durch die gekreuzte Anordnung der Prismen und die mit Justiervorrichtungen versehene Fassung eine wenig handliche Form.

Durch veränderte Anordnung der Prismen in dem Prismenkreuz von Starke & Kammerer in Wien und in dem „Präzisionsdoppelprisma“

von Oberlandmesser Schellens (siehe Zeitschrift f. Instrumentenkunde 1888 Seite 283 und Zeitschrift f. Vermessungswesen 1906 Seite 457) hat man versucht, einzelne Nachteile des Bauernfeindschen Prismas zu beheben, jedoch nur eine geringe Verbesserung erreicht.

Nach Einführung des fünfseitigen Goulierschen Winkelprismas in die geodätische Praxis sind von mehreren Firmen auch aus diesen Prismen Doppelprismen zusammengesetzt worden. Die gewählte Form des Gehäuses ist

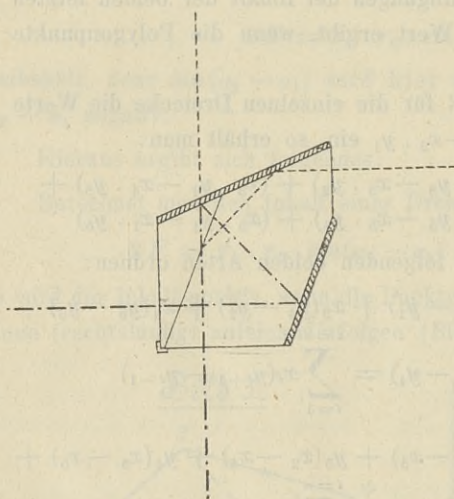


Fig. 1.

jedoch noch weniger handlich als die des Bauernfeindschen Prismas; auch wirken die starken Platten der Fassung beim Anzielen der Punkte sehr störend.

Im folgenden sei eine Anordnung vorgeschlagen, die diese Nachteile vermeidet und es ermöglicht, bei guter Helligkeit und grossem Gesichtsfeld die Bilder mit dem Zielpunkt scharf zur Deckung zu bringen.

Das neue Prisma hat als Grundform ein fünfseitiges Prisma nach Goulier. Das Prisma ist jedoch in seiner hinteren Fläche nicht symmetrisch abgeschnitten, sondern parallel zu einer der vorderen Flächen. Ferner besteht das Prisma, wie in Fig. 1 im Querschnitt dargestellt ist, aus zwei

Teilen, deren Trennungsebene parallel zu einer der Seitenflächen ist. Beide Prismenteile sind in der oberen Hälfte an den Trennungsf lächen miteinander verkittet, in der unteren Hälfte nicht. Die hintere Fläche ist in der oberen Hälfte abgeblendet; die Seitenflächen können vollständig mit Spiegelbelag versehen sein.

In dieser Anordnung wirkt die obere Hälfte genau wie ein einfaches Gouliersches Prisma, die verkitteten Trennungsf lächen lassen die Strahlen ungebrochen hindurch. Wie in der Fig. 1 durch die strichpunktierte Linie angedeutet ist, werden die Strahlen von den Seitenflächen reflektiert und kreuzen sich unter einem Winkel von 90° . In der unteren Hälfte dagegen, in der die Prismenteile nicht miteinander verkittet sind, ist der Strahlengang wie in einem Prisma nach Wollaston. Die durch die hintere Fläche eintretenden Strahlen werden von der einen Seitenfläche und der Trennungsf läche total reflektiert und treten um 90° abgelenkt aus dem Prisma aus. Der Beobachter sieht daher die rechts und links zur Sehrichtung befindlichen Bilder übereinander, mit einer kaum sichtbaren horizontalen Trennungslinie. Die Ziele können daher äusserst scharf zur Koinzidenz gebracht und über dem Prisma kann der aufzumessende Punkt bequem angezielt werden. Da die Bilder sehr scharf aneinanderstossen, eignet sich das Prisma auch vorzüglich zum Einfluchten von Punkten in die Messungslinie, was besonders bei wenig geübten Hilfskräften von Vorteil ist.

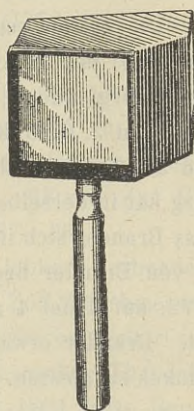


Fig. 2.

Die Grösse des neuen Prismas könnte etwa dieselbe sein wie die des Zeiss'schen Winkelprismas; eine grössere Höhe wird nicht erforderlich sein, trotz der beiden übereinander befindlichen Bilder, weil die Prismen doch stets nur für Sichten in der Horizontalen benutzt werden können. Eine Ansicht des Prismas gibt Fig. 2.

Die infolge der Brechungen eintretende Verschiebung der Strahlen aus beiden Richtungen der Messungslinie um fast 2 cm ist selbst für Stadtvermessungen ohne Belang. Der Mittelpunkt des Handgriffs würde weniger als 1 cm von der Mitte der Strahlen abweichen. —

Vielleicht findet sich nach dem Kriege eine feinmechanische Werkstatt, welche die Herstellung des Prismas und seine Einführung in die geodätische Praxis übernimmt.

Geschichtliches über den Theodolit.

Von Dr.-Ing. h. c. **Wilhelm Breithaupt**, Cassel.

Wie nachgewiesen ist die Bezeichnung Theodolit für jedes Instrument, welches zum Messen von Horizontalwinkeln dient, in England seit Jahrhunderten im Gebrauch. In Deutschland wurden diese Instrumente bis Ende des 18. Jahrhunderts als Winkelmesser und Scheibeninstrumente bezeichnet. Nachdem im Jahre 1752 Tobias Mayer das Repetitions- auch Multiplikations-Verfahren erfunden und 1754 der englischen Admiralität das Modell eines nautischen Spiegelinstruments, an dem sein Wiederholungsverfahren angebracht war, vorgelegt hatte, begann man mit der Vervollkommnung des seither zu Winkelmessungen benutzten Astrolabiums.

Die ersten vervollkommeneten Theodolite von Jesse Ramsden (1735 bis 1800) und Adams (1750—1795) in London finden sich in dem Werk von Georg Adams, Beschreibung der mathematischen Instrumente, übersetzt von J. G. Geissler, Leipzig 1795 auf Seite 250 und 264 beschrieben und auf Tafel 16 abgebildet. Auch G. F. Brander (1718—1783) in Augsburg hat in derselben Zeit Theodolite gebaut, Geissler erwähnt auf Seite 257, dass Brander sich in Theodolit-Anfertigung hervorgetan habe. Ein Theodolit von Brander findet sich: Brander, neuer Universal-Messtisch, Augsburg 1772, auf Tafel 4 abgebildet, wird aber als Scheibeninstrument bezeichnet. Brander erwähnt in seiner Vorrede Tobias Mayer und die neue Art Winkel zu messen.

In der praktischen Geometrie von Tobias Mayer (Sohn) 2. Aufl., Göttingen 1792, ist der Winkelmesser, das Recipiangle seines Vaters, des Erfinders der Repetition, auf Seite 395 beschrieben und auf Tafel 4 Fig. 50 abgebildet. Auch findet sich auf Seite 354 ein Winkelmesser beschrieben und auf Tafel 5 abgebildet, der zur Feinstellung eine Mikrometerschraube besitzt, deren Kopf eingeteilt, an einem Index die Umdrehungen und Teile ablesen lässt, dieselbe Einrichtung, wie sie die Mauerquadranten besitzen, vergl. Cöster u. Gerland, Beschreibung des Mauerquadranten von Joh. Chr. Breithaupt auf der Sternwarte in Cassel, 1878 Seite 13, ganz die heutige Anwendung der Mikrometerschraube bei den photogrammetrischen Aufnahmen.

Hektor Rössler (1779—1863), Münzmeister und Hofmechanikus in Darmstadt, hat ebenfalls Anfang des 19. Jahrhunderts gute Theodolite gebaut, besonders die von Lenoir am Bordakreis angebrachte Repetitions-Einrichtung ihrer vielen Mängel wegen mit Vorteil durch seine Einrichtung ersetzt. Auch den Höhenkreis seines Theodolits hat Rössler mit Repetition versehen, was aber bei geodätischen Theodoliten später, so viel mir bekannt, nur einmal wiederholt worden ist; dagegen waren

die Vertikal-Kreise der Reflexions-Goniometer von Breithaupt stets mit Repetition versehen. Der Rösslersche Theodolit ist beschrieben und abgebildet: Eckardt, Repetitions-Theodolit von Rössler, Darmstadt 1813 und Netto, Vermessungskunde, Berlin 1820, Seite 164 Fig. 55.

Zu astronomischen Winkelmessungen wurde das Repetitions- oder Multiplikations-Verfahren zuerst von Borda angewendet, er liess von Le-noir in Paris (1744—1832) 1775 ein Spiegelinstrument (vergl. Repsold, zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge, Leipzig 1908, 1. Band, Seite 77, Fig. 124), dann um 1785 ein Instrument ohne Spiegel mit zwei getrennten Fernrohren, Aufstellung auf einem Dreifuss, mit der Multiplikationseinrichtung bauen (Repsold Seite 78 Fig. 125). Dieser Bordakreis wurde von Troughton in London (1783—1835) und später von Reichenbach in München wesentlich verbessert. Reichenbach (1772—1826) konstruierte später einen astronomischen Theodolit (vergl. Repsold Seite 100 Fig. 140), der von F. W. Breithaupt verbessert, 1822 für den Astronomen Gerling, den Leiter der hessischen Landesvermessung, und für andere ausgeführt wurde (vergl. Hunäus, Geometrische Instrumente, Hannover 1864, Seite 242, und Zeitschrift für Vermessungswesen 1913: Pfitzer, Zur Geschichte des Rheinisch-Westfälischen Katasters, Seite 87—89).

Reichenbach, der sich 1801 mit dem Uhrmacher Liebherr verbunden, baute zuerst seine zweite Teilmaschine von 50 Pariser Zoll Durchmesser, dann begann er mit seinen vorzüglichen Konstruktionen terrestrischer und astronomischer Theodolite. Er verbesserte den Ramsdenschen Theodolit und gab ihm ganz neue Formen. Der Theodolit von 1804 hatte Repetition und ein Sicherheitsfernrohr (vergl. Repsold Seite 99 Fig. 138). Die sorgfältige Ausführung, der sichere Aufbau und die genaue Einteilung seiner Instrumente fanden allgemeine Anerkennung und wirkten vorbildlich auf seine Zeitgenossen. Sein Mitarbeiter und von 1814 ab Teilhaber, Traugott Ertel (1778—1858) führte das Institut nach Reichenbachs Tod 1826 mit grossem Erfolg weiter, baute ausser geodätischen Instrumenten Meridiankreise für deutsche und ausländische Sternwarten, die viel Anerkennung fanden.

In dem Preisverzeichnis Joh. Chr. Breithaupts (1736—1799), des Begründers unserer Firma, aus dem Jahre 1795 finden sich keine Theodolite, er beschäftigte sich fast nur mit Ausführung astronomischer Instrumente (vergl. Bernoulli, Lettres astronomiques, Berlin 1771 und von Zach, Monatliche Correspondenz, Gotha 6, 370), was seine dienstliche Stellung mit sich brachte, da er hauptsächlich zur Ausführung astronomischer Instrumente für die unter Landgraf Friedrich II. neuerbaute Sternwarte angestellt war.

Dagegen fertigten seine Söhne, die nach seinem Tode das Geschäft übernahmen, Theodolite. Es findet sich in der 1800 erschienenen Schrift,

H. C. W. Breithaupt, Beschreibung eines neuerfundenes Markscheideinstruments, Cassel 1800, Seite 112, Tafel 5, Fig. 30, ein solches Instrument mit Horizontalkreis beschrieben und abgebildet. Im Jahre 1798 hat Breithaupt mit dem von ihm konstruierten Apparat und nach seiner neuen Methode auf den Richelsdorfer Kupferschieferwerken in Hessen mehrere Grubenzüge ausgeführt und ihre Resultate nebst der Beschreibung des Verfahrens in obiger Schrift bekanntgegeben. In dem 1911 erschienenen Heft, die Aufstellung des Breithaupt'schen Theodolits in der Grube, ist darüber berichtet und der Apparat abgebildet.

Im Preisverzeichnis der Gebrüder Breithaupt von 1801 findet sich unter Nr. 283 ein Theodolit von 1 Fuss Durchmesser in $1/1^{\circ}$ geteilt, Nonius 2 Minuten Angabe mit Mikrometerschraube, Dosenlibelle und Höhenbogen. Im Preisverzeichnis von F. W. Breithaupt von 1804 unter Nr. 467 ein gewöhnlicher Theodolit mit Bussole, Aufstellung auf Nuss; Nr. 468 Theodolit, Limbus 9 Zoll, Fernrohr 15 Zoll; Nr. 469 Theodolit 12 Zoll; Nr. 470 Verbesserter Theodolit von Ramsden; Nr. 471 Theodolit, Bauart Adams. In der Schrift H. C. W. Breithaupt, Neue Vermessungsinstrumente, Hannover 1812, ist auf Seite 24 beschrieben und abgebildet: Ein zur Multiplikation der Winkel und zum Nivellieren eingerichteter Theodolit mit Sicherheitsfernrohr, Ablesung des Horizontalkreises mit Lupe, mit Dosenlibelle. Die Horizontalstellung mit 3 Stellschrauben bezeichnet Breithaupt als viel bequemer und sicherer wie die englische Methode mit 4 Stellschrauben.

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts bauten Pistor & Martins in Berlin neben grossen astronomischen Instrumenten geodätische und astronomische Theodolite, ferner Hildebrand in Freiberg und nach 1870: Bamberg in Berlin, Heyde in Dresden und andere. Diese haben dazu beigetragen, die deutsche Präzisions-Mechanik bei den Vermessungen und Kunstbauten im Auslande zu verbreiten und die englischen Instrumente zu verdrängen.

In dem ersten Heft des Breithaupt'schen Magazins der neuesten mathematischen Instrumente, erschienen Cassel 1827, ist ein Theodolit Seite 5 beschrieben und abgebildet, dessen Silberlimbus zuerst durch die von F. W. Breithaupt erfundene Verdeckung geschützt ist. Diese Verdeckung hatte über den Nonien Oeffnungen, während in dem später erschienenen 2. Heft diese Verdeckung auch die Nonien, und zwar durch Glasfenster schützte. Diese Erfindung Breithaupt's hat in Deutschland wohl allgemein Eingang gefunden, auch an amerikanischen Theodoliten (Buff & Berger in Boston, Katalog 1905, Keuffel & Esser, New York, Katalog 1909) findet man sie seit Ende vorigen Jahrhunderts.

Die in den Jahren 1824—25 von den damals massgebenden Vermessungsbeamten, Generalstabsoffizieren und Breithaupt ausgeführten Winkelmessungen mit einem 12zölligen Reichenbach'schen Theodolit, dessen vier

Nonien 4 Sekunden Angabe hatten und zwei kleineren Breithauptschen Repetitions-Theodoliten von 10 und 30 Sekunden Nonienangabe, sind Seite 19—22 abgedruckt. Es wurden zu gleichen Zeiten und von ein und demselben Standpunkt aus die Winkelmessung, welche mit K bezeichnet, zwischen dem Knüll und dem Herkules mit dem Theodolit von Reichenbach und einem 7zölligen Theodolit von Breithaupt ausgeführt und hat sich nur ein Unterschied in den Endresultaten von 0,6 Sekunden ergeben.

Breithaupt weist darin nach, dass das von Reichenbach angewendete Fernrohr im Verhältnis zur Nonienangabe zu schwach, es deshalb unnütz sei, so grossen Durchmesser den Kreisen zu geben und dadurch den Transport des Theodolits zu erschweren, auch den Preis zu vermehren, wenn man nicht imstande sei, kräftigere Fernrohre dem 12zölligen Theodolit zu geben (vergl. Seite 21).

In dem 2. Heft des Breithauptschen Magazins, erschienen 1835, sind die von Breithaupt gemachten Verbesserungen des Reichenbachschen Repetitions-Theodolits, wie er sie seit 9 Jahren und länger an den von ihm gefertigten Theodoliten anbringt, auf Seite 1 aufgeführt und auf Tafel 1 abgebildet. Es sind folgende Vervollkommnungen hervorgehoben:

Anwendung eines stärker vergrössernden Fernrohrs.

Einteilung des Horizontalkreises auf einem Kegelmantel.

Vollständige Verdeckung der Einteilung des Kreises wie der Nonien, wodurch beide vor Beschädigung und Staub geschützt sind.

Statt der Reichenbachschen Mikrometerschraube die von F. W. Breithaupt 1826 erfundene Differenzialschraube, welche einen höheren Grad der Feinheit der Einstellung möglich macht, ohne ein feineres Gewinde als das seitherige anzuwenden. Die Differenzialschraube bestand in Anwendung von zwei Gewinden von verschiedener Ganghöhe, und die Fortbewegung war gleich der Differenz der beiden Ganghöhen. Verbesserung der Klemmen und Aufheben des toten Ganges der Mikrometerschrauben. Längere Kreis- und Alhidadenachsen, Einsetzen von gehärteten Stahlringen in den Buchsenkörper des Dreifusses. Die seither unter die Stellschrauben gelegten Unterlegeplatten mit den Stellschrauben durch Kugelgelenke verbunden usw.

In diesem 2. Heft sind die Winkelbeobachtungen abgedruckt, die Obergeometer Vorländer mit einem 9zölligen Breithauptschen Wiederholungskreis Nr. 85, der im Jahre 1829 geliefert wurde, bei einer Triangulation 1. Ordnung über die Provinz Westfalen im Jahre 1831 ausgeführt hat. (Vergl. Zeitschrift für Vermessungswesen 1913: Pfitzer, „Zur Geschichte des Rheinisch-Westfälischen Katasters.“ Seite 90—91 ist ein Teil der Beobachtungsreihen abgedruckt, der Dreiecksschlussfehler betrug nur $-0,366$ Sekunden neuer Teilung (Seite 92). Das Instrument ist auf Seite 87—89 beschrieben und abgebildet.)

Das 6. Heft enthielt die Entwicklung unserer Theodolit-Konstruktionen bis zum Jahre 1876 und die demnächst erscheinende neue Auflage desselben die heutigen Konstruktionen.

Praktische Winke für die Vermarkung und Signalisierung von Vermessungspunkten bei Stadtaufnahmen.

Bei Stadtvermessungen erfordern bekanntlich die Vermarkung und die Signalisierung von Grenz-, Polygon- und anderen Vermessungspunkten besondere Vorkehrungen und Abweichungen von den in der Feldlage üblichen Methoden. Die Vermarkung deshalb, weil die Anwendung des Grenzsteines als Grenzzeichen in der Stadtlage vielfach nicht möglich ist; denn entweder kann ein solcher an vielen Stellen überhaupt nicht so gesetzt werden, dass Grenzpunkt und Steinmitte zusammenfallen, oder das Aufreissen des Strassenpflasters und der Bürgersteige ist in der für einen Grenzstein erforderlichen Breite und Tiefe häufig nicht angängig. Die Signalisierung stösst auf Schwierigkeiten, weil das zentrische wie das exzentrische Aufstellen von gewöhnlichen Fluchtstäben auf oder hinter einem Grenzstein, an einer Grenzecke usw. vielfach wegen des harten Untergrundes (Pflaster, Asphalt, Plattenbelag, Beton etc.) nicht ausführbar ist oder weil — z. B. an oder in Grenzecken — zur Aufstellung eines grösseren Dreifusses mit Fluchtstab kein Raum ist. Bei der von mir geleiteten Neuvermessung der Gemarkung Diedenhofen, deren sehr eng und unregelmässig gebautes Altstadtgebiet neue Katasterkarten im Massstabe 1:250 erhält, habe ich jedoch die Erfahrung gemacht, dass bei Anwendung zweckentsprechenden Vermarkungsmaterials für die Signalisierung sowohl grössere und kostspielige Stative als auch Fluchtstäbe (dünne aus sogenanntem Möbelrohr) gänzlich entbehrlich sind.

1. Vermarkungsmaterial.

Für die Hauptpunkte (Dreiecks-, Haupt- und Zweigpolygonpunkte) wurden auch im engeren Stadtgebiet behauene Granitsteine von ca. 0,70 m Länge verwendet und auf ihre ganze Länge, mit dem Pflaster etc. glatt abschneidend, in den Boden versenkt. Das Aufreissen des Pflasters musste hierbei mit in den Kauf genommen werden; etwa beim Ausheben des Loches angetroffene Gas- und sonstige Leitungsrohre wurden durch entsprechende Verrückung des Punktes umgangen. Für das verhältnismässig kleine Stadtgebiet handelte es sich bei diesen mit Steinen vermarkten Hauptpunkten im übrigen auch nur um eine kleinere Anzahl. In alle diese Granitsteine wurde aber im Stadtgebiet ein etwa 5 cm langes Gasrohr mit einem aufgeschraubten Kopf glatt einzementiert; in der Mitte des Schraubenkopfes

befand sich ein Loch von ca. 5 mm Durchmesser, welches mittelst eines eingesteckten Nagels während der Einzementierung des Rohres offengehalten wurde. Alle sonstigen Polygon- und wichtigeren Liniennetzpunkte wurden nur mit einem einzementierten Gasrohr von der vorbeschriebenen Art und von 50 cm Länge vermarkt; hin und wieder mussten diese Rohre auch auf ca. 30 cm verkürzt werden. Für alle wichtigen Punkte des Polygon- und Liniennetzes war somit eine gleichartige oberirdische Bezeichnung des eigentlichen Punktes in Gestalt des ca. 5 mm starken Loches in dem Schraubenkopf erzielt. Liniennetzpunkte untergeordneter Bedeutung, z. B. solche, an denen nur ein einzelner Strahl in einen Hof etc. abzweigte, — derartiger Strahlenfusspunkte gab es ausserordentlich viele auf jeder Polygonseite — wurden meist nur mit einem glatt einzementierten Messingbolzen von 7—10 cm Länge und ca. 2,5 cm Kopfdurchmesser bezeichnet; der Punkt selbst war auf dem Kopfe durch ein — bereits bei der fabrikmässigen Herstellung eingedrehtes — Loch von ca. 2 mm Durchmesser und ca. 3—5 mm Tiefe markiert. Dieselben Messingbolzen wurden übrigens auch für alle Grenzpunkte im Stadtgebiet verwendet, z. B. an Haus- und Mauerecken, an den Gebäudefronten für die Grenzen der Brandmauern, an letzteren selbst beiderseits an jedem Knickpunkte usw.; die Brandmauern wurden an diesen Stellen durchbohrt und ihre Stärke an einem durchgesteckten Drahte gemessen, wofür später bekanntlich durch Koordinatenberechnung eine Kontrolle geschaffen wird. Erwähnen möchte ich bei dieser Gelegenheit, dass auch in Diedenhofen die Aufklärung der Eigentümer über die Notwendigkeit der Durchbohrungen und über die Bedeutung der Bolzen als Grenz- und Vermessungszeichen nur recht langsam und erst nach wiederholter Besprechung dieser Angelegenheit in Stadtparlament und Lokalblättern durchdrang. Einige Eigentümer betrachteten die anfänglich sauber blinkenden Köpfe der einzementierten Messingbolzen recht misstrauisch als eine Art „Steuermarken“; auch gerichtliche Bestrafungen wegen böswilliger Beseitigung solcher Grenz- und Vermessungszeichen blieben nicht aus. Von deren wirklichem Zwecke waren die Besitzer schwer zu überzeugen, zumal ja ihr Haus fest und sicher dastände, feste sichtbare Mauern habe und es daher einer solchen äusseren Bezeichnung der Grenzpunkte garnicht bedürfe und dergl. mehr. Es kann allerdings vom Laien nicht erwartet werden, dass er sich von der bei Stadtaufnahmen erforderlichen Schärfe und Genauigkeit der Messung und der später etwa erforderlichen Grenzwiederherstellungen die richtige Vorstellung macht. Während von dem Vermessungspersonal mit möglichster Schonung und Vorsicht vorgegangen wurde und entstandene Beschädigungen auf Kosten der Gemeinde — den gesetzlichen Bestimmungen entsprechend — baldigst beseitigt wurden, habe ich es häufiger mit angesehen, wie beim Legen von Elektrizitätsleitungen nur mit Meisseln und

ohne Anwendung von Bohrern in den Wohnungen Zwischenwände durchschlagen wurden, so dass dabei faustdicke Ziegelsteinstücke ins Zimmer polterten; in diesen Fällen wurde die Belästigung von Mietern wie Eigentümern aber in der Regel ruhig und ohne Murren hingenommen.

2. Signalisierungsmittel.

Bei den polygonometrischen Arbeiten und bei der Stückvermessung konnten nun an Stelle grösserer Stative und Fluchtstäbe ganz einfache Stäbchen aus Holz oder Eisendraht verwendet werden, welche in die Köpfe der Gasrohre senkrecht eingesteckt wurden. Da jedoch bei der Polygonisierung und insbesondere bei der Detailaufnahme Visuren und Strahlen unter 50 m und herunter bis zu einigen Metern Länge sehr häufig vorkamen, wurde bei allen Arbeiten mit dem Theodolit eine noch erheblich feinere, dabei aber mit den einfachsten Mitteln leicht und billig herstellbare Signalvorrichtung angewendet. Ich liess von einem Schlosser aus etwa 0,5—1 mm starkem Eisenblech Platten von dem in Fig. 1 darge-

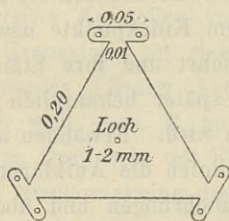


Fig. 1.

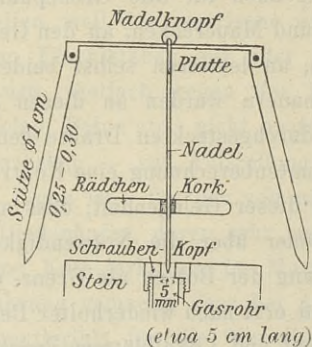


Fig. 2.

stellten Grundrisse schneiden, in deren Mitte ein Loch von etwa 1—2 mm Durchmesser gebohrt wurde. Die an den Ecken dieser Dreiecke ausgeschnittenen durchlochten kleinen Lappen wurden umgebogen und daran mittelst Nietes drei zugespitzte eiserne Stützen von etwa 1 cm Stärke und 0,25—0,30 m Länge so angebracht, dass sie — jedoch nicht zu leicht — um den Niet gedreht werden konnten. Das Stativ mit verstellbaren Füßen war somit fertig. Als eigentliches Visierobjekt wurde nun eine Hutnadel einfachster Sorte von etwa 0,25—0,30 m Länge durch das Loch in der Platte geschoben, so dass sie nach Aufstellung des Dreifusses an ihrem gläsernen oder metallnen Knopf mitten in dem Loche des Schraubenkopfes auf einem Steine oder eines Messingbolzens frei pendelte. Um die Nadel aber in eine ruhige und genau senkrechte Stellung zu bringen, wurde an ihrem unteren Ende ein eisernes Rädchen von 0,06—0,10 m Durchmesser in einfachster Weise angebracht, indem in das Achsloch des Rädchens

einkleineren nötigenfalls entsprechend zurechtgeschnittener Kork hineingepresst und die Nadel durch diesen Kork hindurchgesteckt wurde; das Rädchen haftete vermöge der Elastizität des Korkes vollkommen fest an der Nadel (Fig. 2). Um das Signal besser sichtbar zu machen und das die Augen belästigende Blinken der Nadel beim Anvisieren zu beseitigen, kann man dem Rädchen und der Nadel noch einen weissen oder roten Lackanstrich geben. Die Höhe des ganzen Signals genügte völlig, da fast alle Punkte ganz am Fusse anvisiert werden konnten. Die Aufstellung durch die Messgehilfen ging ausserordentlich schnell vor sich; das Pendeln der Nadel hörte infolge der Schwere des Rädchens fast augenblicklich auf. Auch in engen niedrigen Gängen und Schlupfen, wo für ein grösseres Stativ kein Platz mehr gewesen wäre, leistete es noch gute Dienste. Ein Gehilfe konnte in kürzester Zeit mehrere nahe beieinander gelegene Punkte signalisieren und überwachen. Es empfahl sich natürlich, zum Schutze stets in der Nähe des Signals einen Messgehilfen aufzustellen, da dieses etwas spielzeugähnliche Instrumentchen noch mehr als ein Fluchtstab die Aufmerksamkeit der Gassenbuben auf sich zog; aber dies ist bekanntlich in belebten Strassen auch bei Verwendung von grösseren Stativen und Fluchtstäben nötig, wenn sie nicht durch Mutwillen und Unachtsamkeit Vorübergehender aus ihrer Lage gebracht werden sollen. Die Herstellung dieses Signals kostete etwa 1,00—1,50 Mark. — Bei Messingbolzen, die 0,50—1,00 m über der Erde am Mauerwerk, in Ecken usw. angebracht waren, wurde einfach das im Kopfe eingebohrte Loch anvisiert, wobei es nötigenfalls mit der elektrischen Taschenlampe oder besser mit einer Acetylenlaterne beleuchtet wurde; auch konnte man ein abgebrochenes Streichholzköpfchen in das Loch stecken und anzünden. Grösste Sorgfalt wurde selbstverständlich auf die genau zentrische Aufstellung des Theodolits verwendet. Bei der Stückvermessung wurde ein Drahtstäbchen oder auch ein gewöhnlicher Nagel in das Loch des Schraubenkopfes der Gasröhren gesteckt und hieran die mit Kreide bestrichene Schnur zum Abzeichnen der Messungslinien auf den Bürgersteigen befestigt; auch der Holzwinkel für die Absteckung der kurzen Senkrechten fand natürlich Verwendung. Der Gebrauch des Fluchtstabes war aber so gut wie völlig ausgeschaltet.

Diedenhofen i. Lothr.

Radtke.

Neuregelung des Bodenkatasters in Mexiko.

Um eine feste Grundlage für die Grundsteuer zu schaffen, wurde am 16. September 1916 ein Gesetz vom 19. September 1914 über die Neuregelung des Bodenkatasters in Kraft gesetzt. Nach diesem Gesetz soll in jeder Gemeinde eine Kommission für die Eintragung des Grund-

besitzes und die Ermittlung des Wertes der Liegenschaften eingesetzt werden.

Nach Artikel 5 des Gesetzes ist jeder Eigentümer, Nutzniesser, Besitzer oder Verwalter von Liegenschaften verpflichtet, binnen einer Frist von einem Monat nach Inkrafttreten des Gesetzes bei der nächsten Kommission eine ausführliche Aufstellung über die ländlichen und städtischen Grundstücke, an denen ihm Rechte zustehen, einzureichen. In dieser Liste müssen die Lage und der Wert der Liegenschaften ausdrücklich angegeben sein. Bei Enteignungen werden für eine Entschädigung diese Angaben zugrunde gelegt. Eine Nachprüfung erfolgt durch die Kommission. Inhaber von Grundstücken, die diese nicht innerhalb der angegebenen Frist zum Kataster anmelden, werden zu einer Geldstrafe verurteilt und die Kommission nimmt die Abschätzung der Grundstücke selbst vor. Gegen dieselbe kann innerhalb 14 Tagen bei der Inspektionskommission für Katasterwesen, die sich in der Hauptstadt eines jeden Staates befindet, Einspruch erhoben werden. Sobald der Wert des Grundstücks und seine Lage einwandfrei festgestellt sind, wird von der Inspektionskommission das bezügliche Katasterblatt in dreifacher Ausfertigung ausgestellt: eine verbleibt bei der Kommission, eine zweite wird dem Generalschatzamt und eine dritte dem Finanzsekretariat überwiesen.

Dr. H. Wolff.

Bücherschau.

Veröffentlichung des Königl. Preussischen Geodätischen Instituts. Neue Folge Nr. 72.

Jahresbericht des Direktors des Königlichen Geodätischen Instituts für die Zeit von April 1916 bis April 1917. 36 S. Potsdam 1917.

Observator Prof. Dr. v. Flotow ist noch immer in Amerika; seit 1916 XII. fehlt jede Nachricht von ihm. Ein Teil des wissenschaftlichen Personals steht im Heeresdienst oder ist ganz oder teilweise für militärische Zwecke tätig.

Die Beobachtungen für den Internationalen Breitendienst fanden auf den 3 Stationen Mizusawa, Ukiah und Carloforte statt; die Beobachtungsbücher sind zum grössten Teil bereits eingegangen. Ueber die russische Station Tschardjui ist nichts bekannt geworden.

Seit Mai 1916 werden die drahtlosen Zeitzeichen vom Eiffelturm, von Brügge bis Februar, von Nauen seit Januar 1917 wieder geprüft. Die ermittelten Berichtigungen werden u. a. der schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich übermittelt. Seit Mitte März 1917 werden

die Zeichen von Nauen auch selbsttätig verzeichnet, eine Arbeitsweise, die für Verwendung bei Längenbestimmungen ausgebaut werden soll.

Die allgemeinen und laufenden Arbeiten wurden nach Möglichkeit gefördert. Erwähnt sei jedoch noch, dass der Längenunterschied der Sternwarte Neubabelsberg gegen das Geodätische Institut bestimmt wurde ($9,8114 \pm 0,8004$) und dass Messungen mit der Eötvösschen Drehwage in der Provinz Hannover (30 Stationen in 32 Tagen) ausgeführt wurden, durch die die Anwendbarkeit der Einrichtungen auch für geologische Zwecke geprüft wurde.

Serbien, November 1917.

Lüdemann.

Die Ordnung des Mass- und Gewichtswesens in Deutschland mit einem Anhang des technischen Prüfungswesens in den hauptsächlichsten Kulturstaaten. Von Dr. C. Drewitz, ständiger Mitarbeiter bei der Kaiserl. Normal-Eichungskommission zu Berlin-Charlottenburg. Berlin, Moeser, 1917. 98 S. 80.

Das Werk behandelt ein Gebiet der Gesetzeskunde, welches trotz seiner allgemeinen in die meisten Gebiete des Handels und der Technik tief einschneidenden Bedeutung dennoch wegen seiner in jedem einzelnen Fall auf das Spezielle gerichteten Massnahmen nur von einzelnen berufenen Fachkundigen in seinem ganzen Umfange beherrscht werden kann.

Das Eichwesen des deutschen Reiches hat nach Erneuerung der Mass- und Gewichtsordnung im Jahre 1912 eine wesentliche Erweiterung durch die Einführung der Nacheichung und die Ausdehnung des Eichzwanges auf verschiedene Messgeräte des Handels erfahren, und dadurch auch entsprechend an praktischer Bedeutung für viele Gebiete der Handelswelt und der Technik, soweit sie mit Messungen zu tun haben, gewonnen. Von diesem Gesichtspunkte aus hat der Verfasser das gesamte in Betracht kommende Wissensgebiet mit umfassender Sachkenntnis von der gesetzgeberischen und organisatorischen Seite aus behandelt.

In je einem besonderen Kapitel ist das Eichwesen, der amtliche Glaubigungsdienst für behördliche Messgeräte, das Schiffsvermessungswesen, das elektrische Masswesen und das technische Versuchs- und Prüfungswesen, letzteres für 9 Kulturstaaten, in knapper Fassung, aber dennoch eingehend behandelt worden. Von besonderem Interesse ist der Umstand für uns, dass ausser diesen Kapiteln auch dem Landesvermessungswesen ein besonderes eingehendes Kapitel gewidmet ist. In diesem sieht der Verfasser naturgemäss von allen rein geodätischen Betrachtungen ab, dagegen findet das Vermessungswesen eine eingehende Darstellung hinsichtlich seiner behördlichen Organisationen, die zugleich einen Ueberblick über

die volkswirtschaftliche und wissenschaftliche Bedeutung der einzelnen Vermessungsbehörden bietet, wobei besonders auf ihre Beziehung zum allgemeinen Mass- und Gewichtsdienst besonderer Wert gelegt worden ist. Der Verfasser weist hierbei darauf hin, dass zur Zeit eine technische obere Reichsbehörde für Landesvermessung, wie sie z. B. das Eichwesen in der Kaiserl. Normal-Eichungskommission besitzt, im Deutschen Reich noch nicht besteht, aber von allen Fachkreisen dringend gewünscht wird, da durch eine solche Reichsbehörde, für die der Verfasser die Bezeichnung „Reichsgrundamt“ vorschlägt, dem Vermessungswesen in mancher Hinsicht eine gewisse Einheitlichkeit gegeben werden könnte. Das Kapitel enthält dann noch wertvolle Angaben über Basismessungen mit reichen Literaturangaben, und berührt zum Schluss die Frage nach der Veränderlichkeit des internationalen Urmeters, das in Breteuil aufbewahrt wird. Hierbei erwähnt der Verfasser die neueren Bestrebungen der wissenschaftlichen Erdmessung, das willkürliche Masssystem an ein unveränderliches Naturmass anzuschliessen, und gibt die Werte an, die sich zwischen der Wellenlänge einer bestimmten Lichtart und dem internationalen Metermass innerhalb 14 Jahren ergeben haben.

Der Inhalt des von eingehender Fachkenntnis zeugenden Werkes gibt einen reichhaltigen Ueberblick über das Mass- und Gewichtswesen in seiner Bedeutung als kulturgeschichtliches Zeugnis für die verschiedenen Kulturstaaten. Der Verfasser hat mit seinem Buche nicht nur für den Eichbeamten, sondern auch für jede technische wissenschaftliche Bibliothek ein wertvolles Werk geschaffen, das übrigens in einem zweiten rechtswissenschaftlichen Teil: „Die Rechtsbegriffe der Mass- und Gewichtsordnung“ demnächst eine Erweiterung erfahren soll.

Hauser.

Der Refraktionskoeffizient in unmittelbarer Erdnähe. Eine Studie. Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde bei der philosophischen Fakultät der Grossherzogl. Hessischen Ludwigs-Universität zu Giessen eingereicht von Heinrich Sarnetzky. Giessen 1915. Hof- und Univ.-Druckerei Kindt. 63 S. 80.

Der Verfasser bietet mit seiner Arbeit einen Beitrag zur Bestimmung des Refraktionskoeffizienten in unmittelbarer Erdnähe. Zunächst werden die grundlegenden Arbeiten auf diesem Gebiet von Bauernfeind, Hartl, Eggert, Gülland, Gauss, Helmert, Jordan und Walter kritisch besprochen. Im Anschluss hieran weist dann der Verfasser darauf hin, dass alle diese Arbeiten auf Beobachtungen beruhen, die in landwirtschaftlichen Gegenden oder im Gebirge angestellt wurden, und bei denen die Zielweiten über 20 km betragen. Da in solchen Gegenden die Luft wenig Staub

enthält, so wird auch ihre Temperatur im Laufe des Jahres einen gleichmässigen Verlauf nehmen, und auch die Temperaturabnahme mit der Höhe keinen grossen Schwankungen unterworfen sein. Ebenso wird durch die weiten Entfernungen bedingt, dass der Beobachtungsort hoch über der Erdoberfläche gelegen ist, infolgedessen verlaufen die Visierstrahlen in Luftschichten, welche hinsichtlich der Temperatur weniger durch die Erdoberfläche beeinflusst werden. Aus diesen Verhältnissen erklärt der Verfasser den Umstand, dass sich bei den früheren Untersuchungen keine grosse Verschiedenheiten in der Schwankung des Refraktionskoeffizienten zeigen konnten, zumal die Beobachtungen, mit Ausnahme der von Bauernfeind, sich stets nur über kurze Zeiträume erstreckten.

Im Gegensatz zu diesen Beobachtungsverhältnissen hat nun der Verfasser in der Essener Industriegegend Untersuchungen über den Refraktionskoeffizienten in unmittelbarer Erdnähe angestellt. Die Luft enthält dort grosse Staubmengen, durch welche sich Unregelmässigkeiten in der Temperaturschwankung und der Temperaturabnahme mit der Höhe ergeben müssen. Ebenso wird der vielfach vorhandene Unterschied von bebauten und unbebauten Landstrichen und die Neigung des Geländes auf Visierstrahlen in geringer Höhe über dem Erdboden infolge der ungleichmässigen Erwärmung dieser Flächen von Einfluss auf die Schwankungen des Refraktionskoeffizienten sein. Es wurden nun mit grosser Sorgfalt während eines Zeitraumes von einem Jahre Beobachtungen angestellt, bei denen vom Turm des städtischen Gymnasiums in Essen nach 5 Zielen in Entfernungen von 2 bis 5 km Höhenwinkel gemessen wurden, und zwar, soweit die Witterungsverhältnisse es erlaubten, möglichst allwöchentlich um die Mittagszeit. Als Endresultat von dem umfangreichen Beobachtungsmaterial ergibt sich für den mittleren Refraktionskoeffizienten der Wert 0,2362, gegenüber dem Gauss'schen Wert 0,1306. Die ausgeglichene Jahreskurve zeigt 2 Maxima, nämlich im Dezember (+ 0,3829) und Juli (+ 0,4176), und 2 Minima, im Mai (— 0,1114) und November (+ 0,2313). Der Verfasser weist selbst auf die starken Gegensätze hin, die sich zwischen diesen Ergebnissen und der bestehenden Theorie zeigen, und führt diese Abweichungen auf die infolge von Staub, Rauch, Häusergruppen usw. unregelmässige Wärmeverteilung innerhalb der Luftschichten zurück, welche der Lichtstrahl in unmittelbarer Erdnähe durchläuft. Der Verfasser zieht aus seiner Arbeit den Schluss, dass bei trigonometrischen Höhenmessungen in unmittelbarer Erdnähe der Gauss'sche Wert des Refraktionskoeffizienten $k = 0,1306$ nicht anwendbar ist, und dass trigonometrische Höhenmessungen in unmittelbarer Nähe der Erdoberfläche wegen der Unsicherheit und der Schwankungen der Refraktion möglichst zu vermeiden sind.

Der Deutsche Geometerverein und der Krieg.

XXVII.

Es sind nachstehende Angaben eingegangen:

Zum Heeresdienste sind eingezogen:

3488. Knapp, Kreisgeometer.	in Giessen,	als Landsturmmann bei e. Vermessungs-Abteil. für Feldfotogrammetrie.
3332. Mondwolf, Reg.-Landm.	„ Halle (Saale),	als Landsturmmann bei d. Kgl. Landesaufnahme z. Berlin, wissenschaftl. Rechenstelle.
5784. Neff, Flurberein- Geometer.	„ Schwäb. Hall,	als Landsturmmann.
4727. Rüter, vereid. Landm.	„ Hamm (Westf.),	als Beamtenstellvertr. bei d. Kartenstelle 1a.
3484. Schneider, Reg.-Landm.	„ Neumünster (Holstein).	als Topografenstellvertreter.
5040. Stingle, Feldmesser.	„ Schwäb. Gmünd,	als Gefreiter bei einer Vermessungsabteilung.
2872. Szelinski, Herzogl. Oberlandmesser.	„ Braunschweig,	als Pionier beim Feldgerät-Ersatzpark des Eisenb.-Regts. Nr. 1.

Auf dem Felde der Ehre erlitten den Heldentod:

Bahrs, Steuerinspektor.	in Barth,	Beamtenstellvertreter und Trigonometer.
Neubauer, vereid. Landm.	„ Heinersdorf bei Berlin.	Leutnant d. R.
4145. Schönherr, Kat.-Kontroll.	„ Katscher (Schlesien).	Hauptmann d. R., Ritter des Eis. Kreuzes I. u. II. Kl.

Befördert wurden:

3188. Clement, Reg.-Landm.	in Limburg (Lahn),	zum Unteroffizier e. Strassenbaukompagnie.
Elberg, Reg.-Landm.	„ Treysa,	zum Leutnant d. R. einer Pionierkompagnie.

Erbe,	in Wiesbaden,	zum Unteroffizier e. Strassen-
Reg.-Landm.		baukompagnie.
Köhler, Bruno,	„ Hünfeld,	zum Unteroffizier e. Strassen-
Reg.-Landm.		baukompagnie.
Scheider,	„ Hünfeld,	zum Beamtenstellvertreter e.
Landmesser.		Feldbäckerei.
Zernikow,	„ Hersfeld,	zum Feldwebel der Haupt-
Reg.-Landm.		wetterwarte.

Durch Verleihung von Orden wurden ausgezeichnet:

Das Eiserne Kreuz I. Kl. erhielt:

Henne,	Reg.-Landm., in Marburg (Lahn),	Leutnant d. R.
4196. Schallenberger,	Reg.-Landm., „ Düren,	Oberleutnant.

Das Eiserne Kreuz II. Kl. erhielten:

3472. Claus,	Reg.-Landm., in Treysa,	Offizier-Stellvertr.
Gernandt,	Reg.-Landm., „ Eschwege,	Beamtenstellvertr.
4384. Groll,	Stadtlandm., „ Strassburg (Els.),	Beamtenstellvertr.
		bei e. Fliegerabt.
Heeger,	Reg.-Landm., „ Schmalkalden,	Beamtenstellvertr.
4923. Henning,	Reg.-Landm., „ Schmalkalden,	Beamtenstellvertr.
3952. Laureck,	Steuerinspekt., „ Werl,	Hauptmann d. L.

Das Oesterr. Militär-Verdienstkreuz III. Kl. erhielt:

3876. Krautz,	Reg.-Landm., in Limburg (Lahn),	Oberleutnant d. R.
---------------	---------------------------------	--------------------

Das Verdienstkreuz für Kriegshilfe erhielten:

Brambring,	Oberlandmesser,	in Bonn.
5850. Dallügge,	Oberlandmesser,	„ Bonn.
2278. Kunz,	Oberlandmesser,	„ Bonn.
3104. Röhrig,	Oberlandmesser,	„ Stolzenau (Weser).
2232. Schaafhausen,	Oberlandmesser,	„ Bonn.

Reg.-Landmesser Dorn in Fulda ersucht um nachstehende Berichtigung der Veröffentlichung auf Seite 246 Jahrgang 1917.

Dorn, Reg.-Landm., einberufen als ungedienter Landsturm, befördert am 11. 9. 15 zum Gefreiten, am 16. 9. 15 zum Unteroffizier. — Am 3. 12. 17 wegen Krankheit entlassen.

Harleshausen, im April 1918.

A. Hüser.

Personalmeldungen.

Königreich Preussen. Katasterverwaltung. Dem Reg.-Landmesser Steuerinspektor Schmelzer in Düsseldorf ist der Kronenorden 3. Kl., dem Katasterkontrolleur, Steuerinspektor Korth in Mühlhausen i. Th. der Rote Adlerorden 4. Kl. verliehen worden. Bestellt sind: die Katasterlandmesser Sust in Frankfurt und Ullerich in Osnabrück zu Katasterkontrolleuren in Soldau und Husum.

Landwirtschaftliche Verwaltung. Versetzt wurde der Oberlandmesser Kurt Müller von Limburg an der Lahn nach Wiesbaden am 1. 4. 18.

Königreich Bayern. Dem Obergeometer Franz Christoph in Passau wurde das König Ludwig-Kreuz für Heimatverdienste während des Krieges verliehen.

Grossherzogtum Hessen. Seine Königliche Hoheit der Grossherzog haben Allergnädigst geruht, am 3. April 1918 die Geometer 1. Kl. Karl Schmidt aus Cassel und Karl Tag aus Dieburg mit Wirkung vom 1. April 1918 zu Feldbereinigungsgeometern zu ernennen.

Inhalt.

Wissenschaftliche Mitteilungen: Das astronomisch-geodätische Netz I. Ordnung nördlich der Längengradmessung in 52 Grad Breite, von Eggert. — Zur Definition des Winkels, von Maurer. — Herleitung der Gauss'schen Flächenformel mittels Polarkoordinaten, von Stahb. — Ein neues Doppelprisma, von Grünert. — Geschichtliches über den Theodolit, von Breithaupt. — Praktische Winke für die Vermarkung und Signalisierung von Vermessungspunkten bei Stadtaufnahmen, von Radtke. — Neuregelung des Bodenkatasters in Mexiko, von Wolff. — **Bücherschau.** — Der Deutsche Geometerverein und der Krieg, von Hüser. — **Personalmeldungen.**