



Die Arbeiten Österreichs zu einem bestanschließenden Referenzellipsoid für Mitteleuropa

Friedrich Hopfner ¹

¹ *Chefastronom im Bundesamte für Eich- und Vermessungswesen*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **25** (6), S. 90–99

1927

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Hopfner_VGI_192714,  
  Title = {Die Arbeiten {"0}sterreichs zu einem bestanschlie{\ss}enden  
    Referenzellipsoid f{"u}r Mitteleuropa},  
  Author = {Hopfner, Friedrich},  
  Journal = {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen},  
  Pages = {90--99},  
  Number = {6},  
  Year = {1927},  
  Volume = {25}  
}
```



Die Arbeiten Österreichs zu einem bestanschließenden Referenzellipsoid für Mitteleuropa.

Von Dr. F. Hopfner, Chefastronom im Bundesamte für Eich- und Vermessungswesen, nach einem Vortrage im Österr. Geometerverein am 17. November 1927.

Während der letzten eineinhalb Dezennien ist in der Geodäsie ein Meinungsaustrausch darüber im Gange, ob dem noch vor kurzem allgemein in Gebrauch gestandenen Rotationsellipsoide ein dreiaxsiges Ellipsoid vorzuziehen ist. Diesem Meinungsaustrausch wird vielfach eine große Bedeutung beigemessen, da viele Geodäten geneigt sind, in der Diskussion eine prinzipielle Erörterung des Gegenstandes „Erdfigur“ zu erblicken. Diese Bedeutung kommt der aufgerollten Streitfrage gewiß nicht zu. Die Frage nach der Figur der Erde hat nämlich schon 1879 durch H. Bruns in seiner berühmten Arbeit „Die Figur der Erde“ bis zu einem gewissen Grade ihre erschöpfende Beantwortung gefunden. Man versteht nämlich seit diesem Zeitpunkte unter der Erdfigur eine gewisse Niveaufläche im Schwerkraftfelde der Erde; diese Niveaufläche, das sogenannte Geoid, dessen Lage gegenüber dem Erdschwerpunkte durch Angabe eines einzigen seiner Punkte eindeutig festgelegt werden kann, hat weder die Gestalt eines zweiachsigen, noch eines dreiachsigen Ellipsoides, wenn auch eine gewisse Ähnlichkeit mit den genannten beiden Flächen besteht. In dieser Ähnlichkeit liegt einer der Gründe, weshalb in den Zeiten vor Bruns selbst so eminent mathematisch veranlagte Köpfe wie Bessel auf Grund des damals vorliegenden Beobachtungsmateriales der Meinung sein konnten, daß die Gestalt der Erde durch ein passend bestimmtes Rotationsellipsoid hinreichend gut dargestellt werden könne. Die Verfeinerungen in der Meßtechnik haben diese Ansicht zu Falle gebracht und in den Jahren vor dem Erscheinen der Brunsschen Arbeit die Frage aufgerollt, was man denn unter der mathematischen Figur der Erde zu verstehen habe. Es ist bekannt, daß trotz des von Bruns vorgeschlagenen Verfahrens zur punktweisen Bestimmung des Geoides größere Erfolge wegen gewisser, auch heutzutage nicht zu behebender Schwierigkeiten nicht erzielt worden sind. Die Bestrebungen der Geodäsie, insbesondere der praktisch tätigen Geodäten, waren daher auch in den Jahren nach Bruns vielfach darauf gerichtet, wenn schon nicht das Geoid in seiner gesamten Erstreckung, so doch einzelne seiner Teile durch Stücke von Rotationsellipsoiden zu approximieren. Man gedachte bei diesen Versuchen, die sich an den Namen Helmerts knüpfen, einerseits aus der zwischen Geoid und Ellipsoid bestehenden, wenn auch entfernten Ähnlichkeit, andererseits aber aus der Tatsache Vorteil zu ziehen, daß sich das Geoid, wie bekannt, aus Stücken analytischer Flächen zusammensetzt, deren Approximation durch Teile von analytischen Flächen anderer Art, etwa durch Stücke von Ellipsoiden, sowohl vom theoretischen als auch vom praktischen Standpunkte als durchaus möglich und erreichbar bezeichnet werden muß. Hauptsächlich Erwägungen praktischer Natur waren es also gewesen, die die Entwicklung der Geodäsie in der angegebenen Richtung mitbestimmten.

Zu allen Zeiten war nämlich das Bestreben der praktisch arbeitenden Geodäten auf die Bestimmung einer Bezugs-, also Referenzfläche, gerichtet gewesen, auf der sich die an der Erdoberfläche durchgeführten geodätischen Längen- und Winkelmessungen ohne merklichen Zwang und in einfacher Weise mathematisch verarbeiten lassen. Die Frage nach der Erdfigur trat dabei in den Hintergrund; ihre Bestimmung war nicht mehr das Ziel geodätischer Beobachtungs- und Rechentätigkeit, sondern die Ermittlung der günstigsten oder, wie man sagt, bestanschließenden Bezugs- oder Referenzfläche für die geodätischen Operationen innerhalb eines vorgegebenen Vermessungsgebietes. Auch der gegenwärtig in der Geodäsie gepflogene Meinungsaustausch über das zweiachsige und dreiachsige Ellipsoid ist tatsächlich kein Streit über die Erdfigur, die ja mit diesen Flächen nur eine entfernte Ähnlichkeit gemeinsam hat, sondern im Grunde nur eine Diskussion über die Zweckmäßigkeit des dreiachsigen Ellipsoids als einheitliche Bezugsfläche für die gesamte Erdoberfläche. Von diesem Gesichtspunkte aus ließe sich übrigens eine prinzipielle Ablehnung des dreiachsigen Ellipsoids kaum rechtfertigen, da die Wahl der besonderen Art analytischer Flächen, mit denen die Approximation des Geoides erreicht werden soll, im Grunde durch keinerlei andere Vorschrift beschränkt ist, als daß die Bezugsfläche die Erdfigur im Vermessungsgebiete für die Belange der praktischen Vermessung hinlänglich ersetzt. Die Anhänger des dreiachsigen Ellipsoids könnten sich überdies auf die Tatsache berufen, daß das Geoid mehr als zwei Achsen besitzt, da schon das Niveausphäroid der Gleichung*)

$$\frac{k^2 E}{l} + \left[\frac{k^2}{2l^5} (B + C - 2A) + \frac{\omega^2}{2} \right] x^2 + \left[\frac{k^2}{2l^5} (C + A - 2B) + \frac{\omega^2}{2} \right] y^2 + \frac{k^2}{2l^5} (A + B - 2C) z^2 = W_0, \quad l^2 = x^2 + y^2 + z^2, \quad A \neq B,$$

mehr als zwei Achsen aufweist. Die Fläche zeigt zwar Symmetrie zu den Ebenen des Koordinatensystems, da sich die Flächengleichung bei der Vertauschung der positiven mit den negativen Koordinaten nicht ändert; aber die linke Gleichungsseite ändert ihren Wert, wenn x^2 mit y^2 vertauscht wird. Die Schnittfigur des Niveausphäroides mit der xy -Ebene, also gewissermaßen der Äquator der Fläche, ist daher gewiß kein Kreis.

Die Aufgabe, Teile des Geoids durch Stücke von Rotationsellipsoiden zu approximieren, ist wesentlich geometrischer Natur. Im Grunde besteht nämlich die Aufgabe darin, durch passende Verdrehung eines vorgegebenen Rotationsellipsoids im Raume oder durch seine geeignete Deformation in ein anderes Rotationsellipsoid oder durch beide Operationen zusammen die geforderte Anpassung beider Flächenstücke durchzuführen. In der Geodäsie gilt, wie bekannt, jenes Ellipsoid als das bestanschließende, für das die Quadratsumme der Lotabweichungen, also der Winkel zwischen den Normalen in entsprechenden Punkten des Geoids und des Rotationsellipsoids, ein Minimum ist.

*) Vgl. z. B. Prey, Mainka, Tams, Einführung in die Geophysik, Berlin, 1922.

Die praktische Lösung der formulierten Aufgabe ist ohne vorherige Durchführung gewisser triangulatorischer und astronomischer Arbeiten nicht ausführbar. Erstes Erfordernis ist zunächst eine genaue Triangulierung des Vermessungsgebietes und die damit verbundene astronomische Bestimmung der Polhöhe und des Azimutes einer Dreiecksseite in einem der Triangulierungspunkte, nämlich im sogenannten Ausgangspunkte der Triangulierung. Der rechnerischen Bearbeitung der Triangulierungsergebnisse legt man sodann eines der bekannten Rotationsellipsoide von Bessel, Clarke oder Hayford zu Grunde; wenn es auch prinzipiell gleichgültig ist, welches Ellipsoid für die rechnerische Verarbeitung der Triangulierungsergebnisse als Referenzfläche gewählt wird, so wird man dennoch schon für die rechnerischen Vorarbeiten ein Ellipsoid bevorzugen, auf dem sich die gemessenen Strecken und Winkel ohne merklichen Zwang rechnerisch verarbeiten lassen. Die sich aus der Dreiecksberechnung und in weiterer Folge aus dem Netzausgleich zusammensetzenden rechnerischen Arbeiten lassen sich in ihrem Endergebnis dahin charakterisieren, daß ihr geometrischer Inhalt nur in der Übertragung und Ausbreitung des an der Erdoberfläche gemessenen Dreiecksnetzes auf die gewählte Referenzfläche besteht. Zu diesem Behufe hat man bekanntlich den Ausgangspunkt der Triangulierung mit einem Punkte jenes Parallels am Referenzellipsoide zur Deckung gebracht, der die gleiche geographische Breite wie der Ausgangspunkt an der Erde aufweist; durch Drehung des Netzes um den Ausgangspunkt ließ sich sodann erreichen, daß die Dreiecksseite, deren Azimut astronomisch bestimmt worden war, auch auf dem Referenzellipsoide das nämliche Azimut erhält. Durch diese Operationen wurde übrigens auch teilweise über die Lage des Referenzellipsoides zum Geoide verfügt; die Normalen im Ausgangspunkte an das Geoid und an das Referenzellipsoid fallen zusammen und die kleine Achse des Referenzellipsoides liegt parallel zur Rotationsachse der Erde. Es sind das Dinge, die jedem Geodäten sattem bekannt sind.

Durch die Orientierung des Dreiecksnetzes hat jeder Netzknoten am Referenzellipsoide eine bestimmte geographische Breite und Länge und jede Dreiecksseite ein bestimmtes Azimut erhalten. Diese drei Bestimmungsstücke lassen sich bekanntlich rechnerisch für jeden Netzknoten am Ellipsoid durch sogenannte geodätische Übertragung aus der Breite und Länge des Ausgangspunktes und aus dem Ausgangsazimute mit Hilfe der kürzesten Entfernungen zwischen den Netzknoten herleiten. Mit der Errechnung der Breiten, Längen und Azimute am Referenzellipsoide, also der, wie man sagt, geodätischen Breiten, Längen und Azimute, ist der erste Teil der Vorarbeiten abgeschlossen. In der Tat ist nunmehr die Lotrichtung am Referenzellipsoide in einem jeden Netzknoten vollständig bekannt; doch ist die Bemerkung vielleicht nicht überflüssig, daß die Lotrichtung schon durch je zwei von den drei Winkeln vollständig bestimmt ist, also etwa durch Angabe der Länge und Breite oder der Breite und eines Azimutes im Netzknoten.

Die Unterschiede in den Krümmungsverhältnissen am Geoide und auf der gewählten Referenzfläche bedingen, wie leicht einzusehen, Unterschiede

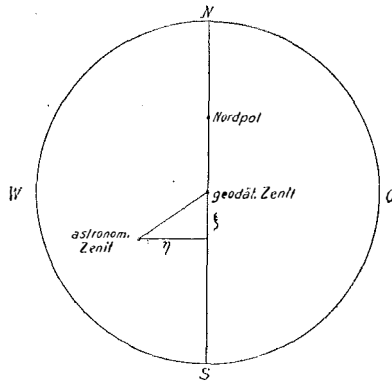
in den Richtungen der Normalen an beide Flächen. Man muß daher schließen, daß die geodätisch bestimmten Breiten, Längen und Azimute von den korrespondierenden astronomischen Bestimmungsstücken im allgemeinen verschieden sein werden. Als zweites Erfordernis zur Ermittlung der Lotabweichungen in jedem Netzpunkte der Triangulierung ergibt sich daher die Beobachtung, also die astronomische Bestimmung, der Breite, Länge und eines Azimutes in jedem Dreieckspunkte, wobei immer je zwei von diesen drei Bestimmungsstücken zur Orientierung des Lotes am Geoid hinreichen.

Vergleicht man die rechnerisch für das Referenzellipsoid ermittelten Werte mit den astronomisch, also durch Beobachtung am Geoid bestimmten Werten für die Breite, Länge und das Azimut, so bemerkt man, wie erwartet, Unterschiede, u. zw. teils systematischen, teils zufälligen Charakters: einerseits beobachtet man nämlich ein beständiges Anwachsen der Unterschiede vom Ausgangspunkte her, wo zufolge der getroffenen Annahmen über die Lage des Referenzellipsoides zum Geoid die Unterschiede verschwinden, andererseits erfolgt die Zunahme der Unterschiede meist ganz unregelmäßig und ist wohl auch stellenweise von einer Abnahme unterbrochen. Die systematische Zunahme der Unterschiede rührt davon her, daß das Referenzellipsoid andere Krümmungsverhältnisse aufweist als das Geoid; hingegen werden die unregelmäßig verlaufenden Änderungen der Lotabweichungen von den lokalen Verbiegungen des Geoids hervorgerufen. Man spricht, diesen Verhältnissen Rechnung tragend, von Lotabweichungen und Lotstörungen und versteht unter den Lotabweichungen den systematischen Teil in den Unterschieden.

Nur in den seltensten Fällen werden auf einem Dreieckspunkte alle drei Bestimmungsstücke astronomisch ermittelt. Selbst im Zeitalter der Radiotechnik ist nämlich die astronomische Bestimmung der geographischen Länge mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft; überdies ist ja die Lotrichtung schon durch die beiden Winkel Breite und Azimut vollkommen bestimmt. Werden jedoch auf einem Dreieckspunkte alle drei Bestimmungsstücke astronomisch ermittelt, so erhält man sowohl in Breite als auch in Länge und im Azimut eine Lotabweichung. Diese drei Lotabweichungen sind indessen nicht unabhängig von einander. Sie sind durch die sogenannte Laplacesche Gleichung miteinander verknüpft, deren geometrischer Inhalt sich dahin charakterisieren läßt, daß die Normale an jeder der beiden Flächen durch je zwei von den drei Bestimmungsstücken vollständig bestimmt ist. Die Laplacesche Gleichung ist deshalb von großer Wichtigkeit, da sie zu entscheiden gestattet, ob ein in einem Dreieckspunkte gefundenes Lotabweichungssystem geometrisch überhaupt möglich ist. Punkte, in denen alle drei Bestimmungsstücke astronomisch beobachtet wurden, heißen Laplacesche Punkte.

Bei der üblichen Art der Verarbeitung der Triangulierungsergebnisse fallen im Ausgangspunkte die Normalen an das Geoid und an das Referenzellipsoid miteinander zusammen. Die Lotabweichung im Ausgangspunkte

der Triangulierung ist daher Null. Hiedurch wird über die Lage des Referenzellipsoides zum Geoide wenigstens teilweise verfügt. Theoretisch erscheint es hingegen richtiger, die Lage des Referenzellipsoides zum Geoide vorläufig unbestimmt zu lassen und daher auch im Ausgangspunkte der Triangulierung eine Lotabweichung zuzulassen, die im weiteren Verlaufe der Rechnung dann so zu bestimmen ist, daß der Anschluß des Referenzellipsoides zum Geoide ein möglichst inniger wird. Zur Erreichung dieses Zieles bedarf man gewisser Gleichungen, der sogenannten Lotabweichungsgleichungen, die den Zusammenhang zwischen den Lotabweichungen zweier Punkte herstellen.



Es sei ξ die Abweichung des astronomischen Zenits, d. h. des Zenits für das Geoid, vom korrespondierenden Zenitpunkt für das Referenzellipsoid im Meridian (positiv gezählt nach Süd) und η die Abweichung des astronomischen Zenits in der hierzu senkrechten Richtung (positiv gezählt nach West); es bedeute $\frac{da}{a}$ die Änderung im Logarithmus der halben großen Achse und da die Änderung der Abplattung des Referenzellipsoides beim Übergang zu einem benachbarten Ellipsoide. Bedeuten ferner i und k zwei Punkte, die durch die vorhin beschriebenen geodätischen Operationen miteinander verbunden sind und in denen astronomische Beobachtungen angestellt wurden, so ist der Zusammenhang der Lotabweichungen ξ_i, η_i im Punkte i mit den Lotabweichungen ξ_k, η_k im Punkte k beim Übergang vom Referenzellipsoide zu einem unendlich benachbarten Ellipsoide durch folgende Gleichungen bestimmt*):

$$\xi_i = m_i \xi_k + n_i \eta_k + p_i \frac{da}{a} + q_i da + l_i$$

$$\eta_i = m_i' \xi_k + n_i' \eta_k + p_i' \frac{da}{a} + q_i' da + l_i' \quad (i, k = 0, 1, 2, \dots, s)$$

$$\eta_i = m_i'' \xi_k + n_i'' \eta_k + p_i'' \frac{da}{a} + q_i'' da + l_i''$$

*) Hinsichtlich ihrer Ableitung vgl. Helmert, Die mathem. u. physikal. Theorien der höheren Geodäsie, I. Bd; ferner Prey, Mainka, Tams a. a. O.

In diesen Gleichungen bedeuten $m_i, n_i, \dots, m_i', n_i', \dots, m_i'', n_i'', \dots$ bekannte Koeffizienten, die sich aus den für das Referenzellipsoid vorliegenden Angaben zahlenmäßig berechnen lassen; in die Koeffizienten l_i, l_i', l_i'' gehen die Unterschiede zwischen den geodätisch und astronomisch bestimmten Breiten, Längen und Azimuten ein. Für die Ost-West-Komponente η_i erhält man immer dann zwei Gleichungen, wenn in jedem der beiden Punkte sowohl die geographische Länge als auch ein Azimut astronomisch bestimmt wurde. Durch Gleichsetzen der rechten Seiten beider Gleichungen erhält man die Laplacesche Gleichung für den Punkt k in einer erweiterten Form.

Man denke sich für je zwei Punkte, in denen zumindest die Breite und ein Azimut oder die Breite und die Länge astronomisch beobachtet wurde, die zugehörigen Lotabweichungsgleichungen aufgestellt. Es entstehen hierdurch Ketten von Lotabweichungsgleichungen, die den Punkt 1 mit dem Punkte 2, diesen mit dem Punkte 3 usw., schließlich den Punkt r mit dem Punkte s und diesen mit dem Ausgangspunkte 0 verbinden. Durch Elimination der Zwischenpunkte kann man daher erreichen, daß die Lotabweichungen in jedem Punkte 1, 2, 3, . . . s sich als lineare Funktionen der Lotabweichungen ξ_0, η_0 im Ausgangspunkte und der Änderungen $\frac{da}{a}$ und da ergeben. Das Ergebnis der Elimination sind also Gleichungen der Form:

$$\xi_i = P_i \xi_0 + Q_i \eta_0 + R_i \frac{da}{a} + S_i da + T_i$$

$$\eta_i = P_i' \xi_0 + Q_i' \eta_0 + R_i' \frac{da}{a} + S_i' da + T_i' \quad (i = 1, 2, 3, \dots, s)$$

$$\eta_i = P_i'' \xi_0 + Q_i'' \eta_0 + R_i'' \frac{da}{a} + S_i'' da + T_i''$$

Der einfachste und heutzutage noch recht häufige Fall in der Anwendung der Lotabweichungsgleichungen liegt vor, wenn im Vermessungsgebiete sich überhaupt kein Laplacescher Punkt vorfindet, also auf den Triangulierungspunkten, wie in der Regel, nur Breiten und Azimute astronomisch beobachtet wurden. In diesem Falle liegt für jeden Netzpunkt eine Gleichung für ξ und nur eine Gleichung für η vor.

Wie bekannt, heißt in der Geodäsie jenes Ellipsoid das bestanschließende, für das die Quadratsumme der Lotabweichungen im Vermessungsgebiete ein Minimum ist. Zufolge dieser Forderung wird man daher in obigen Gleichungen die Größen $\xi_0, \eta_0, \frac{da}{a}, da$ so zu bestimmen haben, daß sich nach Substitution der Werte für diese Größen die Quadratsumme aus den Lotabweichungen $\xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2, \dots, \xi_s, \eta_s$ zu einem Minimum ergibt; man wird also, kurz gesagt, die Unbekannten $\xi_0, \eta_0, \frac{da}{a}, da$ aus obigen Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmen.

Mit der Kenntnis der Werte für die Größen

$$\frac{da}{a}, da, \xi_0, \eta_0, \xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2, \dots, \xi_s, \eta_s$$

ist das angestrebte Ziel erreicht. Zunächst geben die Größen da und da die Verbesserungen, die an die große Halbachse und die Abplattung des bisher in Verwendung gestandenen Referenzellipsoides anzubringen sind, um dieses in das bestanschließende Ellipsoid im Vermessungsgebiete zu verwandeln. Mit den Lotabweichungskomponenten $\xi_0, \eta_0, \xi_1, \eta_1, \dots, \xi_s, \eta_s$ sind sodann die Lotabweichungen relativ zum bestanschließenden Ellipsoid für jene Netzpunkte im Vermessungsgebiete bekannt, in denen astronomische Beobachtungen angestellt worden sind. Allerdings ist nunmehr die Lotabweichung im Ausgangspunkte der Triangulierung nicht mehr Null. Aber durch die Wahl des nach Form und Lage günstigsten Ellipsoides wird erreicht, daß die Lotabweichungen relativ zu diesem Ellipsoide von ihrem systematischen Teile befreit sind; die verbleibenden Reste, das sind die Lotstörungen, sind dann nur den lokalen Verbiegungen des Geoids zufolge der Massenunregelmäßigkeiten im Vermessungsgebiete zuzuschreiben.

Varianten der Methode bieten sich von selbst dar. Überdeckt das Vermessungsgebiet beispielsweise nur einen kleinen Teil der Erdoberfläche, so wird es sich meist empfehlen, in obigen Gleichungen $da=0$ zu setzen, was augenscheinlich darauf hinausläuft, daß man die Abplattung des ursprünglichen Ellipsoides beibehält und nur seine große Halbachse und Lage zum Geoid ändert; oder man setzt beide Verbesserungen $da=da=0$ und ändert dann nur die Lage des Referenzellipsoides, das somit durch eine kleine Verdrehung in das bestanschließende Ellipsoid verwandelt wird. Man kann aber auch $\xi_0 = \eta_0 = 0$ setzen und nur die Verbesserungen da, da berechnen; dieser Vorgang läuft augenscheinlich darauf hinaus, daß man das bestanschließende Ellipsoid derart dem Geoid anpaßt, so daß die Lotabweichung im Ausgangspunkte der Triangulierung Null bleibt.

Zahlreiche Beispiele zu den vorangehenden Ausführungen findet man in drei, seit 1914 in Österreich erschienenen Veröffentlichungen, in denen die inzwischen zur Berechnung eines bestanschließenden mitteleuropäischen Ellipsoides in Österreich durchgeführten Vorarbeiten einer vorläufigen Verwertung zugeführt werden. Bereits 1907 hatte Wilhelm Tinter, indem er den Vorschlag Helmerts auf Untersuchung der Krümmungsverhältnisse in den großen Gradmessungsbogen aufnahm, in der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung einen dahingehenden Antrag eingebracht; aber erst sieben Jahre später, also 1914, ist an die Ausführung dieses Vorschlages geschritten worden, nachdem Herr Richard Schumann den Vorschlag Tinters in den Sitzungen der Österreichischen Kommission vom 13. und 14. Jänner 1924 wieder aufgenommen und dahin präzisiert hatte, 1. plausibelste Verbesserungen für die Halbachsen des bisher als Referenzellipsoid zugrundegelegten Besselschen Rotationsellipsoides für das Gebiet der österreichisch-ungarischen Monarchie,

2. ein zusammenhängendes System von Lotabweichungen auf den auszugleichenden Meridian- und Parallelbogen,
3. plausibelste Lotabweichungen für den Ausgangspunkt der österreichischen Triangulierung, also für den Hermannskogel,

zu berechnen. Schließlich sollten Anschlüsse an die vom Zentralbureau der Internationalen Erdmessung gerechneten großen Gradmessungsbogen und Vergleiche mit diesen vorgenommen werden. Zur Durchführung dieses großangelegten Planes erschien es geboten, ein zusammenhängendes System von mindestens drei Meridian- und einem Parallelbogen über das Gebiet der ehemaligen Monarchie zu legen und mit der zunächst gesonderten Bearbeitung eines jeden der projektierten Gradmessungsbogen zu beginnen.

Die zur Erreichung des angestrebten Endzieles notwendigen Vorarbeiten waren zum damaligen Zeitpunkte in Österreich wenigstens zum großen Teile schon geleistet; die Triangulierung I. Ordnung war vom bestandenem Militärgeographischen Institute nahezu vollständig durchgeführt und gerechnet worden und auf zahlreichen (rund 100) Punkten waren von diesem Institute und vom bestandenem Gradmessungsbureau zumindest die Polhöhe und ein Azimut oder eine Länge astronomisch bestimmt worden. Die Verteilung der astronomischen Stationen über das Gesamtgebiet der Monarchie war allerdings eine sehr ungleichmäßige und daher die noch heute in Österreich im Gange befindliche Verdichtung des astronomischen Netzes geboten, die noch kurz vor dem Kriege dank der Einflußnahme des damaligen Leiters der geodätischen Gruppe im Militärgeographischen Institute, des Herrn Leopold Andres, energisch in Angriff genommen wurde. Auch mit der Inangriffnahme der rechnerischen Arbeiten wurde nicht gezögert und noch im März 1914 mit der Berechnung des Meridianbogens von Großenhain nach Pola am bestandenem Gradmessungsbureau begonnen.

Zu diesem Zeitpunkte ließ Herr Schumann als erste Frucht seiner persönlichen Arbeiten für ein bestanschließendes mitteleuropäisches Referenzellipsoid seine Untersuchung über die Lotabweichung am Laaerberge*) erscheinen, in der er das in der Monarchie vorhandene astronomisch-geodätische Material hinsichtlich seiner Anpassung an das in Verwendung stehende Besselsche und in weiterer Folge an ein bestanschließendes Rotationsellipsoid und die Frage nach der Eignung des Laplaceschen Punktes Laaerberg als Ausgangspunkt für die österreichische Landesvermessung einem eingehenden Studium unterzieht. Etwa eineinhalb Dezennien vorher hatte übrigens schon Herr Franz Netuschil, Major im Militärgeographischen Institute, eine Zusammenstellung der Lotabweichungen in der Monarchie gegeben und sechs Lotabweichungsgleichungen aufgestellt**). Der Veröffentlichung Schumanns kommt nicht allein wegen der Erörterung der für Österreich prinzipiell so wichtigen Fragen eine ungewöhnliche Bedeutung zu, sondern sie ist wegen ihres Reichtums an Beispielen für die Nutzbar-

*) Über die Lotabweichung am Laaerberg bei Wien, Wien, 1914.

***) Mitteilungen des Militärgeographischen Institutes, XIX. Bd., 1899; XX. Bd., 1900; XXI. Bd. 1901.

machung der Lotabweichungsgleichungen bei der Untersuchung subtiler geodätischer Fragen auch in didaktischer Hinsicht von seltenem Wert.

Drei Jahre später, also 1917, erschien eine neue Arbeit Schumanns über die Lotabweichung am Hermannskogel*), in der unter Verzicht auf die strengen Lotabweichungsgleichungen nach verhältnismäßig einfachen Formeln und unter Benützung der am Gradmessungsbureau inzwischen gewonnenen mehr oder weniger endgültigen Werte für die Polhöhen und Azimute auf den Stationen entlang des Meridians Großenhain—Pola die Lotabweichung im Ausgangspunkte der österreichischen Triangulierung bestimmt wird, wobei Schumann das in Verwendung stehende Besselsche Rotationsellipsoid durch eine geeignete Drehung in das sich dem genannten Meridianbogen bestanschließende verwandelte.

Selbstverständlich hatte sich der inzwischen ausgebrochene Weltkrieg auf den Fortgang der am Militärgeographischen Institut und am Gradmessungsbureau im Zuge befindlichen Arbeiten für ein bestanschließendes Referenzellipsoid nachteilig ausgewirkt; das Militärgeographische Institut stellte wegen der ihm durch den Krieg erwachsenen neuen Aufgaben seine astronomischen Arbeiten vollständig ein; am österreichischen Gradmessungsbureau nahmen zwar die rechnerischen Arbeiten unter der Leitung Schumanns ihren Fortgang, doch machten sich infolge der eingetretenen Personalveränderungen merkbare Verzögerungen fühlbar. Immerhin war es möglich, bereits zwei Jahre nach Kriegsschluß die Rechenarbeiten am Meridianbogen Großenhain—Pola zu beenden und die Ergebnisse im Jahre 1922 der wissenschaftlichen Welt bekanntzugeben**). Das Hauptergebnis bestand in der Verknüpfung von 33, auf acht Polygone aufgeteilten astronomischen Stationen durch insgesamt 40 Paare von Lotabweichungsgleichungen; ferner wurden für die vier, über den Meridian verteilten Laplaceschen Punkte Großenhain, Dablitz, Kremsmünster und Pola neun vollständige Systeme von Lotabweichungsgleichungen nebst den zugehörigen Laplaceschen Gleichungen aufgestellt. Als wichtiges Nebenresultat muß die bei der Durchführung der Arbeit festgestellte innere Widerspruchslosigkeit des österreichischen Triangulierungsnetzes I. Ordnung bezeichnet werden. Eine erhöhte Bedeutung hat die Bearbeitung des Meridianbogens später noch dadurch erfahren, daß es Herrn A. Berroth***) mit Hilfe der über Österreich zur Aufstellung gelangten Lotabweichungsgleichungen möglich geworden ist, die bisher nur in groben Umrissen bekannten Beziehungen zwischen den Lotrichtungen im österreichischen, ungarischen, bayrischen und preußischen Triangulierungsausgangspunkte festzustellen.

Während noch die Rechenarbeiten für den Meridianbogen Großenhain—Pola im Gange waren, wurde über Vorschlag Schumanns auch schon

*) Über die Lotabweichung am Hermannskogel usw.; Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, math.-naturw. Kl., Abt. IIa, 126. Bd.

***) Der Meridianbogen Großenhain—Kremsmünster—Pola, Wien 1922, Bundesvermessungsamt.

***) Zeitschrift für Vermessungswesen, 53. Bd., Stuttgart 1924.

der Meridianbogen Schneekoppe—Mte. Hum in Angriff genommen und mit vorläufigen Berechnungen für den Parallelbogen Pfänder—Czernowitz am Gradmessungsbureau begonnen. Die Fortführung dieser Arbeiten übernahm nach Auflösung des Gradmessungsbureaus das aus der zentralen Organisation des österreichischen Vermessungswesens hervorgegangene Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen. Zwar ist an dieser Dienststelle infolge des inzwischen eingetretenen Beamtenabbaues nach etwa eineinhalbjähriger Rechentätigkeit einstweilen ein Stillstand in den Arbeiten an den beiden Gradbogen eingetreten, doch hat das Amt die insbesondere für die Vollendung des Parallelbogens so wichtige Beobachtungstätigkeit wieder aufgenommen und in den verflossenen drei Jahren zur Verdichtung der astronomischen Stationen in Österreich Polhöhen und Azimute auf insgesamt zwölf Triangulierungspunkten beobachten lassen.

Trotz der nach Kriegsende eingetretenen Veränderungen steht nämlich die Österreichische Kommission für die Internationale Erdmessung auf dem Standpunkte der Fortführung der vor dem Kriege so verheißungsvoll in Angriff genommenen Arbeiten zur Bestimmung eines sich Mitteleuropa anschließenden Rotationsellipsoides. Wenn die Kommission auch die inzwischen eingetretenen Schwierigkeiten keineswegs verkennt, so ist sie dennoch der Überzeugung, daß, wenn schon nicht gegenwärtig, so doch in der Zukunft sich bei allen an der Frage eines solchen Ellipsoides interessierten Staaten die Erkenntnis von der Notwendigkeit einträchtiger Zusammenarbeit mit Österreich zur Erreichung dieses Zieles schließlich durchsetzen wird.

Die Versuchs- und Prüfungsanstalt für geodätische Instrumente.

Nach Erlangung der behördlichen Autorisation hat diese Versuchsanstalt ihre Tätigkeit im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien, Friedrich Schmidt-Platz 3, eröffnet. Dadurch erscheint eine Anregung, die Hofrat Prof. Dr. E. Doležal bereits im Jahre 1919 anlässlich der Neugestaltung des Vermessungswesens in Österreich gemacht hat, die von Herrn Kommerzialrat Neuhöfer mit großer Liebe und Ausdauer verfolgt wurde, nunmehr verwirklicht.

Diese Anstalt befaßt sich mit der Prüfung und Begutachtung geodätischer Instrumente in bezug auf ihre Leistungsfähigkeit, welche, im Falle sie den gestellten Bedingungen entsprechen, mit einem Attest der Prüfungsanstalt versehen werden, welchem der Charakter einer öffentlichen Urkunde zukommt.

Diese Anstalt steht unter der Leitung des Oberbaurates Dr. Hopfner; ein ehrenamtlich tätiger Beirat, mit dem Präsidenten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen an der Spitze, dem derzeit Hofrat Dr. Dimmer, Hofrat Prof. Dr. Doležal, Prof. Heilebrand, Hofrat Wintner, Kapitän Deskovich, Kommerzialrat Ganser, Kommerzialrat Neuhöfer, und Mechaniker Rost angehören, widmet sich mit Freude und Hingebung den ihnen übertragenen Funktionen.

Diese Institution ist berufen, sowohl die Interessen der Konsumenten zu schützen, als auch jene der Produzenten geodätischer Instrumente zu fördern, weshalb wir die Aufmerksamkeit der geehrten Leser auf dieselbe lenken.
