

I.

Das Resultat der telegraphischen Längenbestimmungen zwischen Berlin und Königsberg und Berlin und Brüssel, nebst einer historischen Notiz über geographische Längenbestimmungen im Allgemeinen.

Von Dr. C. Bruhns.

Die Kugelgestalt der Erde wurde bekanntlich zuerst von Pythagoras ¹⁾, von Eudoxus und darauf von Aristoteles ²⁾ angenommen und erklärt, in der Alexandrinischen Schule war sie bekannt und Ptolemäus, der letzte würdige Zögling dieser Schule, der Verfasser unseres berühmten astronomischen Lehrbuches, des Almagest, setzt sie in seiner uns hinterlassenen Geographie voraus. In dieser Geographie ist das erste Verzeichniß von mehr als 2500 Ortsbestimmungen, es sind angegeben geographische Breiten und Längen. Die Breiten wurden durch Sonnenhöhen bestimmt und ihre Genauigkeit erstreckt sich etwa bis auf 1°, die Längen, wenigstens einige davon, sind, wie Delambre in seiner *histoire de l'astronomie, tom. II, pag. 522* meint, durch Finsternisse bestimmt; Ptolemäus führt nämlich selbst eine Mondfinsterniß, welche zu Arbela um 5 Uhr, zu Carthago um 2 Uhr beobachtet wurde, auf. Doch da man damals weder Chronometer, noch Pendeluhren, noch Räderuhren hatte, so hingen die Zeitbestimmungen von Sonnen- und unzuverlässlichen Wasseruhren ab, bei denen Fehler von $\frac{1}{4}$, ja bis zu einer Stunde vorkommen konnten. Die hierdurch bestimmten Längen bekamen also die Fehler der Zeitbestimmung und in der That erstreckt sich die Genauigkeit der Ptolemäischen Längen nur bis auf 3 bis 4 Grad. — Nur einige Hauptpunkte hat Ptolemäus durch solche Beobachtungen bestimmt, die anderen Oerter sind durch die

¹⁾ Gruppe, das cosmische System der Griechen. Berlin 1851, p. 51.

²⁾ Aristoteles, *de coelo* II, 14.

durch Reisen ermittelten Entfernungen der Oerter von einander und die berechneten Breitenunterschiede angeschlossen.

Im Mittelalter war Alles im Dunkeln; von Längenbestimmungen finden wir selbst bei den Arabern, die durch eine Gradmessung ¹⁾ den Umfang der Erde bestimmten, Nichts; ja in Europa wurde selbst die Kugelgestalt geleugnet, weil, wie Whewell ²⁾ in seiner Geschichte der inductiven Wissenschaften sagt, das christliche Dogma keine Antipoden dulden konnte, und wem ist nicht bekannt, auf welche Hindernisse der große, von Toscanelli unterrichtete Columbus stiefs, als er mit dem Globus in der Hand den spanischen Machthabern expliciren wollte, daß ein Weg gen Westen nach Indien führen müsse. — Seine Entdeckungen wurden bald durch seine Nachfolger vermehrt und diesen kam auch in den Sinn, die Lage des neu entdeckten Welttheils zu bestimmen.

In Deutschland war um dieselbe Zeit der Astronom Johann Regiomontan der Wiederbegründer der practischen Astronomie geworden, und eines seiner großen Verdienste bestand darin, daß er genaue Ephemeriden für den Mond und die Planeten für 30 Jahre vom Jahre 1476 bis 1506 im Voraus berechnete. Während Columbus, auf Toscanelli gestützt, glaubte, daß von der Westküste der iberischen Halbinsel bis zu der Ostküste des chinesischen Reiches statt der 230 Längengrade die Entfernung nur 52 Längengrade sei, wagte Amerigo Vespucci schon mit der Benutzung der Regiomontan'schen Ephemeriden aus der Conjunction des Mars mit dem Monde am 23. August 1499 die Längendifferenz mit Nürnberg (die Ephemeriden des Regiomontan waren für den Meridian von Nürnberg berechnet) zu bestimmen. Auch auf der Fahrt des Magellans soll Andres von San-Martin ³⁾ ähnliche Bestimmungen gemacht haben; aber bei diesen einzelnen Beobachtungen ist es geblieben und mehr als 100 Jahre sind noch verflossen, bevor auch nur mit einiger Genauigkeit Beobachtungen gemacht wurden.

Columbus fand auf seiner Reise die Veränderung der Declination der Magnetnadel, er passirte die Linie ohne Abweichung, und nachdem Hartmann ⁴⁾ im Jahre 1543 die Inclination entdeckt hatte und Robert Norman 1576 die Inclinationsboussole erfand, wollte Gilbert ⁵⁾ durch sie Breitenbestimmungen machen. Diese Idee ist bis jetzt, weil man noch zu wenig die Ursachen und Größe der magnetischen Variationen

¹⁾ Unter Almamon im Jahre 814 in der Ebene von Sindjar, südlich von Nisibis.

²⁾ Whewell, *History of the Inductive Sciences* Vol. I, pag. 254.

³⁾ Apelt, *Die Reformation der Sternkunde*.

⁴⁾ Dove's Repertorium der Physik Bd. II, pag. 129.

⁵⁾ Der Gedanke, durch die Declination der Magnetnadel Längenbestimmungen zu machen, rührt von Columbus her. Vgl. A. v. Humboldt, *Cosmos* II, 320.

kennt, nicht weiter gefördert worden; nur Humboldt sagt im *Cosmos* ¹⁾, daß sich an den Küsten Peru's in der Jahreszeit der beständigen Nebel die Breite durch die Inklination mit einer für die Schifffahrt hinreichenden Genauigkeit bestimmen liefse.

Wie konnte aber wohl von einer genauen Längenbestimmung die Rede sein, bevor man nicht genaue Zeitmesser hatte; durch den Aufschwung in der Schifffahrt wurden gute Uhren zum Bedürfnisse, und die schon zu Ende des 13. Jahrhunderts erfundenen Räderuhren bedurften noch Jahrhunderte, um so hergestellt zu werden, daß sie tragbar gemacht und zu dem Zweck der Längenbestimmung brauchbar wurden. Erst mußte Galilei in der Kirche zu Florenz die Gesetze des Pendels entdecken und Huyghens es mit dem Räderwerk verbinden, erst mußten die Unruhe und Spiralfeder durch Huyghens und Hooke erfunden werden, bevor die Idee des 200 Jahre früher lebenden Gemma Frisius, die Länge durch Zeitübertragung zu bestimmen, zum ersten Male im Jahre 1665 mit einer Huyghens'schen Uhr auf einer Fahrt nach Guinea in Ausführung kommen konnte. Es war noch nöthig, daß aufmunternde Preise von 1000 Kronen durch König Philipp II. von Spanien, von 30,000 Gulden durch Holland, und 1714 von 10, 15 und 20,000 Pfund St. durch das englische Parlament ausgesetzt wurden, ehe es dem Sohne eines Landzimmermeisters zu Foulby in Yorkshire, John Harrison, gelang, der in der Preisaufgabe gegebenen Bestimmung, daß das Chronometer in 6 Monaten nicht mehr wie 2 Minuten abweiche, zu genügen. Seit jener Zeit sind Verbesserungen über Verbesserungen gemacht und sie hier alle aufzuführen, würde eine Monographie der Chronometermacher, eine Geschichte der Uhrmacherskunst sein.

Die Anwendung der Zeitübertragung ist besonders in diesem Jahrhundert vielfach angewandt und ich erwähne nur die großen Chronometer-Expeditionen zwischen Berlin und Altona, zwischen Pulkowa und Altona, zwischen Altona und Greenwich.

Die Mondfinsternisse werden ihrer ungenauen Beobachtung wegen fast gar nicht mehr zu Längenbestimmungen gebraucht und auch die von dem großen Galilei gleich nach der Entdeckung der Jupitersatelliten vorgeschlagene Methode, die Jupitertrabanten-Verfinsterungen zu beobachten, wird selten angewandt. Für den Nautiker ist die Methode der Mondstrecken, welche 1514 Johann Werner ²⁾ in Nürnberg, 1524 Peter Apianus und etliche Jahre später mehrere andere Astronomen

¹⁾ *Cosmos* II, pag. 321. 322.

²⁾ Eigentlich ist die erwähnte Beobachtung der Conjunction des Mars von Amerigo Vespucci schon eine Mondstrecke-Beobachtung.

vorschlugen, die gebräuchlichste, für den Astronomen sind Sonnenfinsternisse, Planetenvorübergänge, Sternbedeckungen, Mondculminationen und Mondhöhen brauchbar. Weil man aber bei diesen Erscheinungen von der Gunst des Wetters abhängt, hat man auch andere Mittel erdacht, bei denen man zu jeder Stunde die Operationen machen kann und die Methode der künstlichen Signale ist mehrfach in Ausführung gekommen. Hin und wieder hat man auch durch trigonometrische Messungen die Längendifferenzen berechnen können.

Die Genauigkeit dieser Methoden ist verschieden groß; während die Mondfinsternisse die Längendifferenz nur bis auf etwa 2 Minuten in Zeit oder $\frac{1}{2}$ Grad in Bogen genau geben, lassen die Beobachtungen der Jupitertrabanten Fehler bis zu $\frac{1}{2}$ Zeitminute übrig und die Mondstrecken, besonders auf dem hin- und herschwankenden Schiffe gemessen, erreichen diese Grenze wohl schwerlich. Die Beobachtungen der Sonnenfinsternisse, der Sternbedeckungen, der Mondculminationen etc. haben gezeigt, daß sie, selbst wenn sie zahlreich vorhanden sind, doch Fehler bis zu $\frac{1}{2}$ Zeitsecunde übrig lassen. Die künstlichen Signale dürfen, um das Licht noch deutlich zu sehen, nicht allzu fern von einander sein und auf große Entfernungen sind zu viel Zwischenstationen nöthig, wodurch auch wieder die Genauigkeit des Resultats beeinträchtigt wird.

Bei dieser Art der Beobachtung hat man sich wohl von der Klarheit des Himmels unabhängig gemacht, nichts desto weniger ist man genöthigt, gewöhnlich im Freien zu arbeiten und gegen diese Methode ist die durch den electricischen Telegraphen weit vorzuziehen, weil man bei ihr ohne Zwischenstationen, so weit als nur immer der Draht geht, in seinem Zimmer ruhig die Zeichen geben kann oder ankommende Zeichen mit einer neben dem Beobachter stehenden Uhr zu vergleichen hat. Die Beobachtungen lassen sich zu jeder Tages-, zur Nachtzeit, im Winter, im Sommer machen, keine vorüberziehende Wolke kann wie bei den Erscheinungen am Himmel die oft tagelang dauernden Vorbereitungen zu Nichte zu machen und wenn man sich auf einen genau regelmäßigen Gang der Uhren verlassen könnte, würde man nicht einmal heiteres Wetter ¹⁾ zu Zeitbestimmungen nöthig haben. Die Genauigkeit kann außerdem so weit getrieben werden, wie man will, man braucht die Beobachtungen nur zu wiederholen und bis auf 2 bis 3 Hundertstel Zeitsecunden, d. h. bis auf 20—30 Fuß in unseren Breiten läßt sich das Resultat genau erhalten.

¹⁾ Eine Art der telegraphischen Längenbestimmung besteht darin, daß die Durchgänge der Sterne telegraphirt werden, dazu ist während der Beobachtungszeit heiteres Wetter nöthig.

Gauß, jener große Heros in den mathematischen Wissenschaften, leitete im Verein mit Weber im Jahre 1833 einen doppelten Draht von der Göttinger Sternwarte zum physikalischen Cabinet, und indem statt der hydro-galvanischen Ströme die Inductionsströme angewandt wurden, war die Möglichkeit, auf entfernten Strecken sich durch Buchstaben und Worte zu verständigen, zur Ausführung gebracht; Gauß schlug im Jahre 1839 zuerst die Benutzung der Telegraphen zu Längenbestimmungen vor, aber erst 1844 wurden rohe Versuche von Capitain Wilkes und bald darauf genauere von der Commission der nordamerikanischen Küstenvermessung gemacht. In den Jahren 1845—49 wurden die Längenbestimmungen zwischen den Sternwarten von Philadelphia, Washington, Jersey City, Hudson etc. gemacht, 1857 ist Quebeck mit Chicago verbunden. In Europa sind mir die telegraphischen Längenbestimmungen zwischen Greenwich und Paris, Greenwich und Brüssel, Berlin und Frankfurt a. M., Stockholm und Upsala, Berlin und Königsberg, Berlin und Brüssel und Greenwich und Cambridge bekannt, welche von 1853 an gemacht sind.

An den Längenbestimmungen zwischen Königsberg und hier und Brüssel und hier habe ich selbst mit Theil genommen und über die Art und Weise werde ich Näheres mittheilen.

Die Bestimmungen mit Königsberg wurden im Herbst 1856 am 26. October, am 15. und 16. November, am 30. November, und 1857 am 26. und 27. September und am 4. October gemacht. In Königsberg beobachtete Dr. Wichmann und einige Mal nahmen auch Herr Hagen und Herr Kaiser Theil, hier beobachteten Professor Encke, ich und einige Mal Dr. Förster mit.

Weil die Telegraphenbureaux sowohl in Königsberg wie hier von den Sternwarten ziemlich entfernt sind und nicht ohne beträchtliche Kosten die Leitungsdrähte nach den Sternwarten gezogen werden konnten, wurde die Zeit mit Chronometern von den Sternwarten bis zu den Telegraphenbureaux übertragen und an den Chronometern beobachtet. — Es wurden zwei verschiedene Methoden bei den Beobachtungen angewandt, die Methode der Signale und die der Coincidenzen. — Die auf den Stationen aufgestellten Apparate sind die Morse'schen Druck-Telegraphen, deren Einrichtung in jedem besseren Lehrbuch der Physik bereits angegeben ist. Sobald der Schlüssel auf den unter ihm befindlichen Ambos niedergedrückt wird, ist die Verbindung hergestellt und der Electromagnet des Relais auf der andern Station zieht seinen Anker an. Das Niederdrücken des Schlüssels auf den Ambos wurde auf der einen Station, das Aufklappen des Ankers auf den Electromagneten auf der andern Station beobachtet und die Differenz der beobachteten Zeiten ist die Längendifferenz. Brauchte bei dieser Methode der Sig-

nale der Strom eine Zeit, um von der einen Station zur andern zu kommen, oder erfolgt das Anziehen des Ankers durch den Electromagneten nicht in demselben Augenblick, in dem das Niederdrücken geschieht, so wird dieser Irrthum der Länge dadurch aufgehoben, daß die Stationen im Signalgeben abwechselten.

Bei der zweiten Methode wurde eine Pendeluhr benutzt, am Pendel war ein Platindraht befestigt und dieser tauchte bei der einen Elongation des Pendels, also alle 2 Secunden, in ein Quecksilbernäpfchen. Von der Uhr aus ging ein Draht nach dem Schlüssel, von dem Quecksilbernäpfchen einer nach dem unter dem Schlüssel befindlichen Ambos; sobald nun der Platindraht in das Näpfchen tauchte, war der Strom geschlossen und der Electromagnet auf der andern Station zog den Anker an. Auf der Station, auf der die Uhr ging, war auch das Relais zwischen Schlüssel und Erde eingeschaltet, so daß auf beiden Stationen alle 2 Secunden durch das Anziehen der Anker ein hörbarer Schlag entstand. Das Pendel, welches alle 2 Secunden den Strom schloß, war etwas länger oder kürzer als ein gewöhnliches Secundenpendel, das Anziehen der Anker erfolgte daher nach einem um ein Weniges größeren oder kleineren Zeitraum als 2 Secunden mittlerer Zeit, und verglichen mit den Chronometern gab es Schläge, die mit den Chronometerschlägen coincidirten. Die Zeit, bei welcher solche Coincidenzen stattfanden, wurde auf beiden Stationen aufgeschrieben, aus der Zwischenzeit der einzelnen Coincidenzen wurde nachher der Gang der Pendeluhr abgeleitet und alle Coincidenzen, sowohl die hiesigen wie die der andern Station, auf eine angenommene Zeit der Pendeluhr reducirt. Die Differenz der dazu gehörigen Ortszeiten giebt die Längendifferenz. Die Stromzeit, oder die Zeit, um welche der Strom den Electromagneten der andern Station später magnetisch machte, als den der hiesigen Station, wurde wieder dadurch eliminirt, daß sowohl hier als in Königsberg eine Pendeluhr, die mit einem alle 2 Secunden in ein Quecksilbernäpfchen tauchenden Platindraht versehen, aufgestellt war, die abwechselnd gingen. Das Endresultat ¹⁾ aller Versuche aus allen einzelnen Tagen aus beiden Methoden ist:

Königsberg liegt um 28 Minuten 24,1 Secunden östlicher
als Berlin.

Bei den Operationen zwischen hier und Brüssel beobachtete in Brüssel Herr E. Quetelet, hier Professor Encke, Dr. Förster und ich. Die Methoden waren dieselben, jedoch war die Brüsseler Sternwarte

¹⁾ Ausführliche Berichte über die Daten der einzelnen Tage sind in den Abhandlungen der Berliner Academie der Wissenschaften enthalten.

direct mit dem Telegraphendraht verbunden, so daß dort keine Uebertragung durch Chronometer nöthig war. Beobachtet wurde 1857 April 25 und 26, Mai 2 und 3 und 9 und 10 und October 10 und 11.

Es ist gefunden

Brüssel westlich von Berlin 36 Minuten 6,5 Secunden.

Die wahrscheinlichen Fehler dieser Resultate sind nach der Theorie nur einige Hundertstel Secunden.

Bei den Zeitbestimmungen, die bei Längenbestimmungen eins der wesentlichen Elemente sind, ist auch Rücksicht auf die persönliche Gleichung genommen.

Es war im Jahre 1795, als in Greenwich der Nachfolger des berühmten Bradley, Maskelyne, bemerkte, daß sein Adjunct Kinnebrook die Durchgänge der Sterne 0,5 — 0,8 Secunden später beobachtete, als er, und Maskelyne, der sich die Ursache nicht erklären konnte, entließ seinen Beobachter, glaubend, daß er ihn zum Beobachten nicht mehr gebrauchen könne. Dieser Schritt wurde anfangs wenig beachtet, später aber, als sich zeigte, daß zwei Beobachter fast nie zu derselben Zeit den Stern am Faden beobachten, hat man und nicht mit Unrecht Maskelyne's Härte gegen Kinnebrook getadelt.

Bei den Bestimmungen der Sternörter hat diese Differenz, welche unter dem Namen „Differenz der persönlichen Gleichung“ bekannt ist, keinen Einfluß, denn um eben so viel, als der eine Beobachter den Stern früher oder später beobachtet, um eben so viel findet er auch den Stand seiner Uhr anders. Dieser Stand der Uhr giebt aber die Zeitbestimmungen und da diese bei den Längenbestimmungen unmittelbar gebraucht werden, ist es nöthig, die Zeitbestimmungen auf einen und denselben Beobachter zu reduciren.

In Königsberg machte Dr. Wichmann, in Brüssel Herr E. Quetelet und hier ich die Zeitbestimmungen, Wichmann und ich haben uns hier nach vier verschiedenen Methoden im Beobachten verglichen und nahe dieselben Resultate gefunden, Quetelet und ich haben uns sowohl hier wie in Brüssel verglichen und das Resultat dieser Vergleichen ist gewesen, daß ich

0,07 Secunden früher als Dr. Wichmann

und 0,18 Secunden früher als E. Quetelet

beobachte.

Wegen dieser Differenzen sind, wie oben erwähnt, die Längendifferenzen corrigirt.

Die frühere Längenbestimmung zwischen Königsberg und hier gab
28 Minuten 25,0 Secunden,
so daß durch die jetzige Länge Königsberg uns um 0,9 Secunden oder

etwa 800 Fuß näher wäre. Die frühere Längenbestimmung war von Bessel ausgeführt, und da bei dieser nicht erwähnt ist, daß die persönliche Gleichung angebracht gewesen, so ist Encke der Meinung, daß sich die entstandene Differenz vielleicht dadurch erklären lasse.

Bessel hat sich nämlich mit Walbeck, Struve und Argelander verglichen und im 8ten Bande der Königsberger Beobachtungen sind die Zusammenstellungen gemacht. Nach diesen beobachtete Bessel an einer Uhr, deren Pendel ganze Secunden gab, fast um eine ganze Secunde früher als die andern Beobachter, dagegen an einem Pendel, das nur halbe Secunden schlug, nur $\frac{1}{2}$ Secunde. Es ist diese Differenz schwer zu erklären, sie scheint hiernach von dem Pendel abzuhängen. Struve sagte mir im vorigen Herbst, er hätte Bessel aufgefordert, sich mit ihm an einem Zweisekundenpendel zu vergleichen, denn hätte an diesem Bessel 2 Secunden früher beobachtet, so wäre dadurch etwas mehr entschieden; es ist zu bedauern, daß diese Vergleichung nicht ausgeführt worden ist.

Bringt man an die frühere Längenbestimmung die persönliche Gleichung, die Bessel an dem ganzen Secundenpendel ¹⁾ mit den übrigen Beobachtern fand, an, so stimmt sie mit der jetzigen fast nahe überein, von jetzt an muß aber die oben gegebene Längenbestimmung als die richtigste und genaueste angesehen werden und in den Jahrbüchern wird sie von jetzt an auch so angegeben werden.

Berlin, im Juli 1858.

II.

Ein Profil des Uralgebirges.

Von Dr. Ernst Hofmann, Kaiserl. Russ. General-Major im Corps der Berg-Ingenieure.

Im Anschluß an die im vorigen Bande der Zeitschrift publicirte Abhandlung über die hypsometrischen Verhältnisse des Uralgebirges geben wir diesem Hefte ein Profil dieses Gebirges von 51° bis 68° N. Br. mit, zu dessen Erläuterung nur wenige Worte erforderlich sind. Die auf dem Profil dunkler gehaltene Gebirgskette bezeichnet die Hauptkette des Ural; zuweilen aber erheben sich westlich von derselben höhere Bergspitzen, und diese sind durch eine hellere Schattirung kenntlich gemacht. Um das Profil nicht mit Namen zu überladen, sind die darauf eingetragenen Höhen mit fortlaufenden Nummern versehen, welche in dem nachfolgenden Verzeichniß ihre Erklärung finden, und

¹⁾ An einer Uhr mit ganzem Secundenpendel wird bekanntlich fast immer beobachtet.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für allgemeine Erdkunde](#)

Jahr/Year: 1858

Band/Volume: [NS 5](#)

Autor(en)/Author(s): Bruhns Carl

Artikel/Article: [Das Resultat der telegraphischen Längenbestimmungen zwischen Berlin und Königsberg und Berlin und Brüssel, nebst einer historischen Notiz über geographische Längenbestimmungen im Allgemeinen 1-8](#)