

ATLAS

des

Erdmagnetismus

(Berghaus' Physikalischer Atlas, Abteilung IV).

5 kolorierte Karten in Kupferstich
mit 20 Darstellungen.

Bearbeitet

von

DR. GEORG NEUMAYER,

Direktor der Deutschen Seewarte in Hamburg.



INHALT:

Vorbemerkungen.

- I. Linien gleicher Deklination (Isogonen) für 1885.o. (4 Karten.)
- II. Magnetische Meridian-Kurven und Gleichgewichts-Linien (V/R) in C. G. S. für 1885.o. (4 Karten.)
- III. Linien gleicher magnetischer Inklination (Isoklinen) für 1885.o. (4 Karten.)
- IV. Linien gleicher magnetischer Horizontal-Intensität für 1885.o. (4 Karten.)
- V. Änderung der magnetischen Deklination im Zeitraum von 1600—1858. (4 Karten.)



Vorbemerkungen.

Seit dem Erscheinen in 2. Auflage des „Physikalischen Atlas“ von H. Berghaus, IV. Abteilung, sind 4 Dezennien verflossen. Der Standpunkt der erdmagnetischen Forschung hat sich unterdessen nicht unwesentlich geändert und ist namentlich in Beziehung auf Güte und Umfang des Materials ein bedeutender Wandel zum Bessern eingetreten. Wenn bei der ersten Herausgabe das Beobachtungsmaterial sich nur auf vereinzelte Reisen und Unternehmungen beschränken mußte, Instrumente und Methoden der Beobachtung zum Teil nur in den ersten Anfängen der Entwicklung begriffen waren, ist dies heute wesentlich anders und konnte daher mit mehr Zuversicht an die Konstruktion der Karten geschritten werden, als es früher der Fall war. Ein Überblick über die Karten der frühern Ausgabe lehrt schon, daß es sich damals beinahe ausschließlich um die Darstellung der Beobachtungen und um die auf dieselben gegründeten Folgerungen einzelner Forscher handelte; so begegnet man den Namen Duperrey, A. Erman, Gauß u. a., während in der neuen Auflage die Arbeiten einzelner verschwinden und die Resultate von Expeditionen, Landes-Aufnahmen und Observatorien an ihre Stelle treten.

Besonders treten die Unterschiede zwischen damals und heute in der Bestimmung und Darstellung der Intensität des Erdmagnetismus hervor. Die Methoden, in absoluter Weise die Kraftäußerung des Erdmagnetismus darzustellen, waren damals, wenn auch eine geraume Zeit hindurch schon festgestellt, noch nicht so allgemein in die Praxis des Beobachtens übergegangen, daß längere und ausgedehntere Reihen der Bestimmung dieses Elementes vorgelegen hätten. Schon in der äußern Erscheinung spricht sich dieser Unterschied darin aus, daß die Werte der Intensität in willkürlicher (konventioneller) Einheit gegeben wurden, während in diesem Atlas dieselben in elektrischer (C. G. S.) Einheit erscheinen.

Wenn wir absehen von einigen Veröffentlichungen erdmagnetischer Karten, welche zu Anfang des vorigen Dezenniums von verschiedenen Instituten und für größere Gebiete der Erde veröffentlicht worden sind, wie beispielsweise die Karten der erdmagnetischen Elemente im Segelhandbuch für den Atlantischen Ozean (und in dem dazu gehörigen Atlas), herausgegeben von der Deutschen Seewarte 1882, bzw. 1881, so sind die in dieser Veröffentlichung niedergelegten Karten für 1885,0 die ersten, welche seit 1880,0 seitens der Seewarte herausgegeben sind. Es sind dieselben aber auch, da sie sich auf die ganze Erde beziehen, die rezentesten und beruhen auf einem zum Teil ganz neuen Material. Obgleich die magnetischen Beobachtungen, welche auf den wissenschaftlichen Weltreisen I. M. S. „Challenger“ und S. M. Korvette „Gazelle“ ausgeführt wurden, schon um das Jahr 1880 reduziert und in den wesentlichsten Resultaten abgeschlossen vorlagen, so waren diese letztern doch erheblich später vollständig zugänglich und konnten sonach bei dem Entwerfen von neuen erdmagnetischen Karten bislang eine Verwendung nicht finden. In der That sind erst in jüngster Zeit die auf den erstgenannten Reisen ausgeführten Beobachtungen in einer Veröffentlichung kartographisch zusammengefaßt worden¹⁾, während die Beobachtungen an Bord S. M. S. „Gazelle“ erst während der Bearbeitung der Karten in endgültiger Fassung erschienen sind²⁾. Allerdings waren die wesentlichsten Züge der Resultate beider Expeditionen schon früher teils durch Veröffentlichungen, teils durch handschriftliche Mitteilungen dem Verfasser dieses bekannt geworden.

Die beiden soeben genannten Expeditionen können föhlich als die Grundlage und die Abgrenzung — hinsichtlich des größern Alters — des hereinbezogenen Materials angesehen werden; hierin besteht auch ein wesentlicher Unterschied der frühern Arbeiten auf diesem Gebiete gegen die vorliegenden, daß man früher bei der Konstruktion der Karten älteres und neueres Material unterschiedslos zur Verwendung bringen mußte, während man nun sich an eine bestimmte Epoche, über welche zurückzugreifen nur in Ausnahmefällen zweckmäßig erschien, zu binden vermochte. Es muß wohl kaum erst besonders hervorgehoben werden, daß sich das soeben Gesagte nur auf alle jene Karten bezieht, welche für 1885,0 konstruiert sind. Bei der Beleuchtung der in den einzelnen Elementen vor sich gegangenen Änderungen mußte man natürlich alles das aus früherer Zeit Vorliegende benutzen, so daß die vorstehenden Bemerkungen darauf eine Anwendung nicht finden.

Es liegt nach dem soeben Ausgeführten auf der Hand, daß den Karten für 1885,0 ein wesentlich verschiedener Charakter und auch ein erhöhter Wert vor jenen beigelegt werden muß. Nur in einzelnen wenigen Fällen erwies es sich als unabweisbar, auf Arbeiten, welche vor den beiden wissenschaftlichen Expeditionen I. M. S. „Challenger“ und S. M. S. „Gazelle“ ausgeführt worden sind, zurückzugreifen, wobei übrigens bemerkt werden muß, daß für das ganze Gebiet der antarktischen Zone nur die in den Jahren 1839—1843 durch die Expedition des Sir James C. Ross und jene von der „Pagoda“ (1845) ausgeführten Beobachtungen zur Verfügung standen. Im übrigen mögen als Beispiele für die Ausnahmefälle die in Vorderindien zu Ende der fünfziger Jahre und die in Südost-Australien zu Anfang der sechziger Jahre dieses Jahrhunderts ausgeführten Beobachtungen angeführt werden.

Es muß gleich hier bemerkt werden, daß das Gesagte nur mit Bezug auf die Bestimmungen der Werte der magnetischen Elemente

zu einer gegebenen Zeit Anwendung finden kann. Zur Ableitung der Werte der Säkular-Änderung, welche zur Reduktion der beobachteten Werte auf eine bestimmte Epoche — also im vorliegenden Falle 1885,0 — dienen können, mußten, wie in dem schon angeführten Falle der historischen Beleuchtung, auch ältere Beobachtungen zu Rate gezogen werden. Aber auch hierbei wurde, wo es immer möglich war, darauf Bedacht genommen, die Werte der Reduktion auf eine Normal-Epoche aus nicht allzuweit in Zeit entfernt liegenden Beobachtungen abzuleiten. Eine eingehende Voruntersuchung, über welche das Nähere weiter unten gesagt werden soll, hatte ergeben, daß man sich, sofern es sich um einigermaßen genaue Werte handelt, auf die aus längern Reihen abgeleiteten Ausdrücke für die Ermittlung der Säkular-Änderungen für eine bestimmte Epoche nicht durchweg verlassen könne und sich daher zu beschränken habe auf für möglichst kurze Zeiträume und aus einschließenden Beobachtungen abgeleitete Mittelwerte der Säkular-Änderung. Wenn auch begrifflicher Weise im Falle der magnetischen Deklination in dieser Hinsicht geringere Schwierigkeiten vorlagen, als in jenem der beiden übrigen Elemente, so muß doch auch in Beziehung auf jenes Element die Ermittlung der Säkular-Änderung als weit entfernt von der wünschenswerten Zuverlässigkeit bezeichnet werden. Solange die Gesetze, welche den in Rede stehenden Vorgängen in den magnetischen Erscheinungen zu Grunde liegen, nicht festgestellt sind, wird von einer zuverlässigen Ableitung der Werte der Säkular-Änderung nicht die Rede sein können. Bevor des nähern auf diesen Gegenstand eingegangen werden kann, mögen hier noch einige Bemerkungen über das Material im allgemeinen eine Stelle finden.

Die Arbeiten und Forschungsergebnisse der beiden des öftern genannten wissenschaftlichen Expeditionen eignen sich schon deshalb dazu — wie oben schon hervorgehoben — als Grundlagen für die vorliegenden Karten zu dienen, weil sie nahezu in derselben Epoche gemacht wurden und weil sie mit derselben Gattung von Instrumenten (dem Foxschen Apparat), sowie nach denselben Methoden ausgeführt sind. Um letzteres zu gewährleisten, wurden auch bei den Arbeiten der „Gazelle“ die von dem verstorbenen Sir Frederic Evans für „Challenger“ entworfenen Instruktionen zu Grunde gelegt. Wie bekannt, wurden auch auf der Expedition von Sir James C. Ross nach den antarktischen Gebieten die magnetischen Beobachtungen mittels eines ähnlichen Apparates von Fox ausgeführt, so daß also auch in Beziehung hierauf in gewissem Sinne eine Anknüpfung der Schiffsbeobachtungen aus neuerer Zeit an die aus frühern Epochen möglich ist. Auch hinsichtlich der Korrekturen der ausgeführten Beobachtungen für die Einflüsse des Eisens an Bord konnten im allgemeinen die von Sir Edward Sabine in verschiedenen Nummern der „Contributions to Terrestrial Magnetism“ niedergelegten Grundsätze in gleicher Weise zur Anwendung kommen. Es mag übrigens jetzt schon hervorgehoben werden, daß die hier berührten Methoden der Reduktion mit Rücksicht auf das größere Quantum von Eisen, welches durch die Maschinen an Bord der neuern Schiffe bedingt ist, mannigfache Änderungen bzw. Erweiterungen zu erfahren hatten. Bei frühern Expeditionen war ungleich weniger Eisen an Bord; es konnte deshalb die Reduktion einfacher geführt werden, und es fielen deshalb, was hier mit Zuversicht ausgesprochen werden darf, die Endresultate älterer Expeditionen in gewisser Hinsicht zuverlässiger aus. Wenn auch durch häufiges Beobachten der Grundlagen für die Reduktion Sorge dafür getragen worden ist, diese möglichst zuverlässig zu gestalten, so bleibt doch stets noch so viel übrig, was sich nur durch momentane Ermittlung, wozu bei Expeditionen, die auch andern Zwecken zu dienen haben, die Zeit fehlt, feststellen läßt, und sich der Bestimmung entzieht, wodurch der Wert der Beobachtungen beeinträchtigt wird. Es sei hier nur daran erinnert, daß durch längeres Liegen eines Schiffes auf einem und demselben Kurse der magnetische Zustand desselben dermaßen gestaltet werden kann, daß bei einer plötzlichen Änderung des Kurses um einen größern Winkelwert eine Reduktion nur auf Grund genauester Bestimmung der dabei in Frage kommenden Koeffizienten ausgeführt werden darf, wenn für die Erforschung der Verteilung des Magnetismus über die Erdoberfläche Brauchbares erhalten werden soll. Daß sich bei dem gegenwärtigen Zustande unsers Wissens die diesbezüglichen Anforderungen erheblich steigerten, bedarf wohl kaum einer nähern Ausführung. Es wurden anderswo schon die für diesen Gegenstand maßgebenden Ansichten niedergelegt³⁾, weshalb es an dieser Stelle genügen darf, nur in aller Kürze darauf zurückzukommen.

Von maritimen Expeditionen, welche wesentliche Beiträge lieferten zur Konstruktion rezenter magnetischer Karten, mag hier noch hervorgehoben werden die denkwürdige Reise der „Vega“ unter Nordenföhl durch die Karasee und um den asiatischen Kontinent nach der Beringstraße; ferner die norwegische Expedition unter C. Wille und Mohn in den Gewässern zwischen Island, Norwegen und Spitzbergen, sowie auch die verschiedenen Reisen des holländischen Schiffes „Willem Barents“ in dem ozeanischen Gebiete zwischen Finnmarken, Nowaja Semlja und Franz Josefs-Land. Auch hinsichtlich dieser Expeditionen, welche sämtlich in die Epoche zwischen 1878 und 1883 fallen, kann dasselbe gesagt werden, was vorhin hervorgehoben wurde, daß im ganzen — was die Methoden der Beobachtung anlangt — möglichste Einheitlichkeit angestrebt wurde, wenn auch hinsichtlich der benutzten Instrumente manche Verschiedenheit der Konstruktion derselben nicht vermieden werden konnte.

¹⁾ Dr. Neumayers Vortrag vor dem VIII. Deutschen Geographentage in Berlin über das gegenwärtig zur Verfügung stehende erd- und weltmagnetische Material.

¹⁾ The voyage of H. M. S. „Challenger“. Physics and Chemistry. E. W. Creak, R. N., F. R. S. Staff Commander: Report on the Magnetic Results obtained by H. M. S. „Challenger“ during the years 1873—1876. London 1889.

²⁾ Die Forschungsreise S. M. S. „Gazelle“ in den Jahren 1874—1876 unter Kommando des Kapitäns zur See Freiherrn von Schleinitz. Herausgegeben von dem Hydrographischen Amt der Admiralität. Berlin 1888. II. Teil (Physik und Chemie), S. 185—189.

Dem Vernehmen nach wurden auch auf der Reise des schwedischen Kriegsschiffes „Vanadis“ um die Erde erdmagnetische Beobachtungen in größerm Maßstabe ausgeführt, die jedoch bei der Konstruktion der vorliegenden Karten nicht benutzt werden konnten, weil sie bis jetzt noch nicht erschienen sind.

Magnetische Landesvermessungen in größerm Umfange liegen in erster Linie jene vor, welche in Verbindung mit dem „Coast and Geodetic Survey“ der Vereinigten Staaten über ein ausgedehntes Gebiet zwischen 50° und 15° nördlicher Breite ausgeführt worden sind. An dieses magnetisch aufgenommene Gebiet schließt sich nördlich von den genannten Breiten parallel nach Nordwesten hin bis zur Barrow-Spitze eine magnetische Untersuchung von Alaska, die selbst das nordöstliche Ende des asiatischen Kontinents einschließt. Die Beobachtungen über sämtliche Elemente des Erdmagnetismus, wie sie in den Karten¹⁾ für das bezeichnete Gebiet niedergelegt sind, wurden vorher auf das Jahr 1885,0 reduziert. Es entstammen diese Beobachtungen zum großen Teil der neuesten Zeit, und da, wo dies nicht der Fall ist, hatte der Reduktion auf die Normal-Epoche eine eingehende Untersuchung über die Werte der Säkular-Änderung vorherzugehen. Auch in dieser letztern Hinsicht verdienen die Arbeiten des „Coast and Geodetic Survey“ die höchste Anerkennung. Es wird darauf an der geeigneten Stelle dieser Ausführungen zurückgekommen werden.

Um das, was über die magnetischen Arbeiten auf dem amerikanischen Kontinente zu sagen ist, zu erledigen, sei zunächst der magnetischen Aufnahme der Nordostecke von Südamerika durch Dr. van Rijkvorsel gedacht. Dieselbe bezieht sich auf ein Gebiet zwischen dem Äquator und dem Wendekreis des Steinbocks, welches sich von 35° bis 54° der westlichen Länge von Greenwich erstreckt. Auch in diesem Falle wurde der Ermittlung der Säkular-Änderung der verschiedenen magnetischen Elemente die wünschenswerte Sorgfalt gewidmet, obgleich die Beobachtungen in den ersten Jahren des vorigen Dezenniums ausgeführt worden sind, die Reduktion auf die Normal-Epoche (1885,0) daher vergleichsweise nur geringe Schwierigkeit verursachen konnte.

Die Südspitze von Amerika und Feuerland wurde bei Gelegenheit der Expedition im Systeme der internationalen Polarforschung 1882—1883 von dem Expeditionsschiffe „Romanche“ magnetisch genauer untersucht, während an andern Punkten des südamerikanischen Kontinents vereinzelt Beobachtungen neuern Datums ausgeführt wurden.

Auf dem europäischen-asiatischen Kontinente sind einzelne Länderstriche in magnetischer Hinsicht auch in neuerer Zeit genauer untersucht worden. Dahin gehören vor allem die auf verschiedenen Reisen von dem russischen Staatsrat Fritsche ausgeführten Beobachtungen, welche sich über das Gebiet von den russischen Ostsee-Provinzen zwischen 60° und 50° N. Br. bis zum 130° Ö. L. hinziehen. Eine eingehende Untersuchung über den Wert der Säkular-Änderung ist auch in diesem Falle den Reduktionen auf eine Normal-Epoche vorhergegangen²⁾, was mit um so größerer Sicherheit durchzuführen war, als während der Beobachtungsperiode die verschiedenen in jenem Gebiete legenden russischen magnetischen Observatorien berührt worden sind. Auch der Länderstrich zwischen Nertschinsk und dem Hoangho — einschließlic Peking — wurde durch zahlreiche magnetische Stationen bedacht.

Im Gebiete des russischen Reiches in Europa und im westlichen Teile von Asien wurde von verschiedenen Beobachtern während der letzten 15 bis 20 Jahre an zahlreichen magnetischen Stationen beobachtet. Es konnten die Resultate, da auch für diese Gebiete — wie wir weiter unten sehen werden — Untersuchungen über die Säkular-Änderungen vorlagen, auf die Normal-Epoche reduziert werden.

Von den übrigen europäischen Staaten haben sich besonders Frankreich, Ungarn und Italien, sowie England durch erneuerte magnetische Aufnahmen Verdienste um die Förderung erdmagnetischer Forschung erworben, während in Deutschland in erster Linie das ganze Küstengebiet von der russischen bis zur holländischen Grenze magnetisch untersucht worden ist, hinsichtlich der übrigen Teile Deutschlands aber auf den ältern Arbeiten gefußt werden mußte. Letzteres bot insofern keine unüberwindlichen Schwierigkeiten, als die Werte der Säkular-Änderungen auch für diese durch Beobachtungen in den sie umgebenden Ländern bestimmt werden konnten.

Die vortrefflichen Arbeiten von Thalèn, Lundquist u. a. im Südosten Schwedens tragen mehr den Charakter magnetischer Spezialuntersuchungen und konnten daher für die Konstruktion erdmagnetischer Karten in dem vorliegenden Maßstabe nur bedingt zur Verwendung gelangen.

Vorderindien ist neuerdings, seit den Arbeiten der Gebrüder Schlagintweit, nicht mehr eingehend magnetisch bearbeitet worden. Es mußte daher daran gedacht werden, mittels der Beobachtungen an den festen Stationen Bombay und Madras (zum Teil auch Trevandrum) die aus den Jahren 1857—1860 stammenden Beobachtungen auf das Jahr 1885,0 zu reduzieren.

Sonst sind auf dem europäischen-asiatischen Kontinente größere magnetische Aufnahmen nicht ausgeführt worden, und beschränken sich die Grundlagen der Karten darauf, einige an einzelnen Punkten und zu verschiedenen Perioden ausgeführte Beobachtungen auf die Normal-Epoche reduziert zu erhalten.

Die asiatische Inselwelt in der Nähe des Äquators wurde — wie bekannt — Anfang der 70er Jahre von Dr. van Rijkvorsel eingehend magnetisch vermessen, und konnten die damals erhaltenen Ergebnisse mit Hilfe der in den 50er Jahren ausgeführten Vermessungsarbeiten von Elliot und unter Anlehnung an die bis zur Gegenwart fortgeführten Beobachtungen des Observatoriums in Batavia mit genügender Sicherheit an die Epoche 1885,0 angeknüpft werden, wobei die an einigen Punkten Neu-Guineas in den Jahren 1886 und 1887 ausgeführten Beobachtungen des Dr. C. Schrader gute Dienste zu leisten vermochten.

Das japanische Inselreich ist in jüngster Zeit sogar zweimal magnetisch aufgenommen worden; es konnten jedoch zur Konstruktion der vorliegenden Karten nur die Aufnahmen des Dr. E. Naumann (in den ersten Jahren des vorigen Dezenniums) benutzt werden. Die Reduktion auf eine Normal-Epoche machte auch in diesem Falle — der vorliegenden Beobachtungen wegen — vergleichsweise geringe Schwierigkeit.

Auf dem australischen Festlande wurden in neuerer Zeit magnetische Aufnahmen nicht ausgeführt. Die eignen diesbezüglichen Arbeiten des Verfassers im Südosten des Kontinents zwischen dem 137° und 150° der Ostlänge von Greenwich beziehen sich auf die Epoche von 1858—1864. Da es wichtig schien, gerade dieses Gebiet mit einiger Sicherheit magnetisch niederzulegen, um darauf wenigstens einige

Schlüsse bezüglich der in den antarktischen Gegenden unter jenen Längengraden vorgegangenen Änderungen bauen zu können, hielt man es für zweckmäßig, mittels der aus den fortlaufenden Beobachtungen in Melbourne abgeleiteten Werte der Säkular-Änderungen die Kurvensysteme über jenem Gebiete herzustellen. Es schien dies um so mehr angängig, als der australische Kontinent von den Expeditionen „Challenger“ und „Gazelle“ unter steten magnetischen Beobachtungen nahezu umkreist worden ist, die vorhin erwähnten Beobachtungen auf Neu-Guinea einen erwünschten Anhalt boten und überdies die Säkular-Änderungen nur von kleinem Betrage sind. Auf der australischen Inselwelt — von Ozeanien nicht zu reden — ist vergleichsweise nur wenig zur Festlegung der magnetischen Kurvensysteme geschehen, wenn wir absehen von den Stationen auf Neu-Guinea und den Beobachtungen, welche vom Verfasser im April 1864 von der Bass-Straße bis Hobart durch Tasmanien gemacht worden sind. Unbegreiflich ist es, daß für die großen und blühenden Inseln Neuseelands aus neuerer Zeit keinerlei systematische magnetische Beobachtungen vorliegen. Man sollte meinen, daß ein Kulturland von der staatlichen Wohlfahrt Neuseelands sich einer Aufgabe von so wesentlicher Bedeutung für die Förderung erdmagnetischer Forschung, wie eine magnetische Aufnahme unzweifelhaft sein müßte, nicht mehr entziehen könnte. Vielleicht geschieht dies einmal, wenn mit einer Neuaufnahme des Ostens von Australien eine solche von Neuseeland verknüpft werden kann. Für die Kenntnis der Veränderungen in den erdmagnetischen Kurvensystemen südlich von dem hier im Auge gehaltenen Gebiete und in den antarktischen Regionen seit den Tagen von Ross würde sich ein solches Vorgehen als von großem Werte erweisen.

Was von magnetischem Materiale aus Afrika zu sagen ist, läßt sich in wenige Worte zusammenfassen. Es wurde vom Verfasser schon in einem oben bereits angezogenen, vor dem Geographentage in Berlin gehaltenen Vortrage hervorgehoben, daß nur hier und da an den Küstengebieten dieser immensen kontinentalen Masse magnetische Beobachtungen ausgeführt worden sind, die aber nicht annähernd genügen, die magnetischen Kurvensysteme mit einiger Bestimmtheit niederzulegen. Die Arbeiten an der Loango-Küste und weiter nach dem Innern zu von Capello und Ivens sind nahezu die einzigen Beobachtungen, welche aus neuerer Zeit südlich von der Linie in Afrika vorliegen. Aber auch im nördlichen Teile sind es nur die Gestade des Mittelmeeres, welche in magnetischer Beziehung einigermaßen untersucht worden sind. Das ganze große Gebiet an der Ostküste des Kontinents von Suez bis zum Kap hat keine zuverlässige Beobachtung der erdmagnetischen Elemente aufzuweisen, höchstens ist hier und da eine leidlich gute Bestimmung der magnetischen Deklination gemacht worden. Von der Strafe von Gibraltar bis zur Loango-Küste, von dem 18° S. Br. bis zur Kapstadt, sind überhaupt magnetische Beobachtungen nicht ausgeführt oder doch nicht bekannt geworden. Das Innere ist bis auf die schon erwähnten Untersuchungen von Capello und Ivens in magnetischer Hinsicht so gut wie unbekannt. Und doch hat sich die geographische Forschung der neuern Zeit mit besonderm Nachdrucke den afrikanischen Kontinent zum Felde ausgewählt und sind fast allenthalben Kolonisationsbestrebungen an den Küsten gefördert worden. Dieser große Mangel an diesbezüglichen wissenschaftlichen Ergebnissen von dorthier spricht nicht gerade für die Wissenschaftlichkeit des Geistes, der allen jenen Bestrebungen zu Grunde lag und wohl auch liegen konnte. Es ist nicht hier der Ort, des nähern auf diese nicht sehr ermutigende Tatsache einzugehen und etwa nachzuweisen, wie diesem schwer fühlbaren Mangel unsers geophysikalischen Wissens und der Erkenntnis der Verteilung der magnetischen Kraft über die Erde abzuwehren wäre. Es mag genügen, wiederum auszusprechen, daß, solange wir hinsichtlich des Verlaufes der magnetischen Kurven über eine so ausgedehnte Ländermasse wie Afrika immer noch auf einige Bestimmungen an der Küste oder gar auf Beobachtungen von Schiffen, welche den Kontinent umkreisen, beschränkt bleiben, von einer gründlichen Erforschung der magnetischen Verhältnisse der Erde gar nicht die Rede sein kann. Begreiflicherweise handelt es sich hier nicht etwa um ins einzelne gehende Aufnahmen — davon sind wir ja selbst in den europäischen Staaten noch weit entfernt —, sondern lediglich um das, was zur Bestimmung des allgemeinen, des terrestrischen Verlaufes der Kurven erforderlich ist. Auch auf der afrikanischen Inselwelt sieht es mit Beziehung auf magnetische Untersuchung nicht befriedigend aus, wenn auch zugegeben werden kann, daß die Bestimmungen der magnetischen Elemente seitens französischer Gelehrter an der Ostküste Madagaskars immerhin einigen Anhalt gewähren, in St. Paul de Loanda und auf der Insel Mauritius magnetische Observatorien unterhalten werden. Es ist dieses letztere aber — beiläufig gesagt — mit der magnetischen Station in St. Paul de Loanda im Westen die einzige magnetische Warte der Gegenwart im Osten, welche beachtenswerte Resultate liefert in dem ganzen Bereiche des ausgedehnten afrikanischen Gebietes.

Im Anfange der 70er Jahre wurden durch die Expeditionen des verstorbenen Weyprecht wertvolle magnetische Beobachtungen bis zum 80. nördlichen Breiten parallel hin teils an Bord, teils auch auf dem Eise ausgeführt, welche — in Verbindung mit jenen, die in den Jahren 1868—1870 von der zweiten deutschen Nordpol-Expedition ausgeführt worden sind — gestatteten, in magnetischer Hinsicht an die um dieselbe Zeit von schwedischen Gelehrten auf Spitzbergen gemachten Beobachtungen¹⁾ anzuschließen. Allein, wie wichtig die genannten Untersuchungen auch waren, so gewannen sie doch erst durch die Arbeiten der Internationalen Polarforschung 1882/1883, indem es nun möglich wurde, für jene Gegenden brauchbare Werte der Säkular-Änderungen abzuleiten, ihre volle Bedeutung.

Die Durchforschung der arktischen Zone — wie sie im Plane der Internationalen Polarforschung lag — ist unzweifelhaft eins der in seinen Folgen bedeutsamsten Unternehmen im Gebiete der erdmagnetischen Erscheinungen. Rund um den Pol wurde in der Polar-epoche an zahlreichen festen Stationen mit gut verglichenen Instrumenten und durch geübte Beobachter der Wert der magnetischen Elemente festgelegt, und zwar für eine genau definierte Epoche. Nicht allein, daß es durch diese Beobachtungen möglich wurde, eine Reduktion auf die Epoche auch von an andern Orten und zu andern Zeiten ausgeführten Beobachtungen eintreten zu lassen, konnte man sich auch — vielleicht zum erstenmal — ein allgemeines Bild über tägliche und jahreszeitliche Schwankungen in den Elementen über die Erde und damit von der Bedeutung wirklicher Mittelwerte machen. Für Gegenden, in welchen die periodischen und unperiodischen Schwankungen eine so hervorragende Rolle spielen, wie in der arktischen Zone, sind gerade die zuletzt hervorgehobenen Gesichtspunkte von

¹⁾ Coast and Geodetic Survey Report for 1885 (Appendix Nr. 6) und Report for 1882 (Appendix Nr. 12 und 13) u. s. w.

²⁾ Petermanns Mitteilungen: Ergänzungsheft XVII (1884—1885), Nr. 78: Fritsche, Ein Beitrag zur Geographie und Lehre vom Erdmagnetismus.

¹⁾ August Wijkander, Observations magnétiques, faites pendant l'expédition Arctique suédoise en 1872—1873. Stockholm 1876.

besonderm Werte. Es ist wohl nicht nötig, an dieser Stelle auf die Anordnung der einzelnen Stationen im internationalen Systeme des nähern einzugehen; es ist dies zu verschiedenen Zeiten und in besonderen Werken bereits geschehen, so dafs es genügen kann, nur darauf hingewiesen zu haben. Aber es ist vielleicht nicht überflüssig, wenn hier hervorgehoben wird, dafs keine Zone der Erde in ihrer Totalität so gründlich in magnetischer Hinsicht durchforscht worden ist, wie die arktische Zone in den letzten zwei Dezennien. Einen erheblichen Kontrast hierzu bietet die magnetische Durchforschung der antarktischen Zone. Hier ist seit den Tagen, in welchen Ross der Jüngere seine vortrefflichen magnetischen Untersuchungen bis zu hohen südlichen Breiten rund um den Pol durchführte und das Vermessungsschiff „Pagoda“ unter Moore (1845) ergänzende Beobachtungen ausführte, jenseit des 58° S. Br. nichts geschehen, was zu einer bestimmten Definierung der magnetischen Kurvensysteme führen könnte, wenn wir absehen von der Exkursion I. M. S. „Challenger“, welche im Jahre 1874 die magnetischen Elemente an Bord unter dem Meridian von Kerguelen bis zu 67° S. Br. bestimmte.

Der Vollständigkeit halber mag hier der im Jahre 1874/75 auf Kerguelen und den Auckland-Inseln ausgeführten magnetischen Untersuchungen¹⁾ gedacht werden. Durch diese wurde nicht nur der Wert der magnetischen Elemente auf den bezeichneten Inseln festgelegt, sondern auch eine Einsicht gewonnen in die Häufigkeit der magnetischen Störungen und deren Amplitude, sowie auch in den täglichen Gang der einzelnen Elemente. In Verbindung mit dem Systeme der Internationalen Polarforschung wurde an der Südspitze von Feuerland in Orange Bay und im Moltke-Hafen der Insel Süd-Georgien je ein magnetisches Observatorium errichtet und während der Dauer der Polarepoche unterhalten; die Ergebnisse aus den betreffenden Beobachtungen können als eine wesentliche Erweiterung der Ergebnisse jener beiden zuerst genannten Inselstationen in höhern südlichen Breiten angesehen werden. Wenn auch durch die in den Breiten zwischen 48° und 57° S. ausgeführten Beobachtungen die Kenntnis des magnetischen Zustandes der Erde innerhalb der antarktischen Zone nicht wesentlich gefördert worden ist, so ist doch die Thatsache der Errichtung derselben als eine Anerkennung des Grundsatzes anzusehen, dafs magnetische Untersuchungen innerhalb der Polarregionen, wenn sie gleichzeitig und nach demselben Systeme geführt werden, nur allein zum Ziele führen können.

Es wurde der Versuch gemacht, das, was in flüchtigen Zügen in Vorstehendem gesagt ist, auf einer Karte möglichst getreu zur Anschauung zu bringen. Die Karte zeigt denn auch, in welchen Teilen des Meeres sich die Fahrzeuge, welche magnetische Beobachtungen geliefert haben, bewegt. Wir sehen hier die Kurse vom „Challenger“ und der „Gazelle“, jene der „Vega“, des „Willem Barents“ und der norwegischen Expedition unter C. Wille niedergelegt. Die Gebiete, innerhalb welcher mehr oder minder eingehende magnetische Untersuchungen an Land ausgeführt wurden, sind durch einen Ton gekennzeichnet, während die festen magnetischen Warten — gleichgültig, ob sie nur eine Zeitlang oder für dauernd innerhalb der in Rede stehenden Epoche thätig waren — durch Punkte angedeutet sind. Um den Rahmen dieses Atlas nicht zu überschreiten, konnten diese sehr instruktiven Karten hier keine Aufnahme finden. Ein Blick auf diese Karten würde genügen, um zu erweisen, wie wenig symmetrisch die Gebiete, innerhalb welcher Beobachtungen ausgeführt wurden, auf der Erdoberfläche verteilt sind, und wie spärlich das Gesamtareal wirklich magnetisch aufgenommener Gebiete im Vergleich zu der Gesamtoberfläche der Erde bemessen ist, und ferner, wie weite Strecken zu Wasser und zu Land bis jetzt von magnetischer Untersuchung noch gar nicht berührt worden sind. Wohl ist es richtig, dafs die Darstellung, von der wir hier sprechen, sich nur auf die letzten beiden Dezennien und nur im Ausnahmefalle auch noch auf das sechste Dezennium dieses Jahrhunderts bezieht, also Beobachtungen, die vor jener Zeit gemacht worden sind, nicht zur Darstellung gelangen. Allein es wurde ja schon gleich im Beginn dieser Vorbemerkungen betont, dafs sich im wesentlichen die Karten der magnetischen Kurvensysteme für 1885,0 auf — im Sinne vorhergegangener Erklärungen — rezentes Material stützen und älteres nur hier und da zur Ergänzung herangezogen worden ist. In den meisten Fällen, in welchen Gebiete magnetischer Vermessungen zur Darstellung kommen, handelt es sich — gleichwie bei Beobachtungen von Fahrzeugen zur See — nur um Routen, längs welcher sich Stationen befinden, und kann also von einer Aufnahme der angedeuteten Gebiete im wahren Sinne nicht die Rede sein. Hierdurch tritt eine weitere Einschränkung der auf der Karte dargestellten Areale, die magnetisch vermessen sind, ein. Man erkennt aber auch, wenn man das Gebiet des Stillen Ozeans einer Prüfung unterwirft, dafs die Konstruktion von Kurvensystemen nicht möglich sein würde, wenn man nicht ältere Beobachtungen und Karten, die auf die Normal-Epoche reduziert worden sind, zu Hilfe nehmen würde. Andre Gebiete wieder, wie der westliche Teil des südamerikanischen Kontinents, lassen solche Anomalien im Verlaufe beispielsweise der Kurven der Horizontal-Intensität erkennen, dafs das vorliegende Material überhaupt zur genauen Definierung des Verlaufes dieser Kurven als ungenügend bezeichnet werden mufs. Hier, wie in gar vielen Fällen, hat eine graphische Interpolation und Ausgleichung einzutreten, wenn man die Gestaltung der Kurvensysteme im allgemeinen festlegen will.

Es bedarf wohl kaum einer nähern Ausführung, dafs wir unter diesen Verhältnissen noch weit davon entfernt sind, ein in jeder Hinsicht getreues Bild der magnetischen Kurvensysteme für die ganze Erde zu entwerfen. Es müfsten zu diesem Behufe die einzelnen Stationen nahe bei einander liegen und, falls lokale Störungen sich im Verlaufe erkennen lassen, ins einzelne gehende Untersuchungen das Bild vervollständigen. Aufnahmen der letztern Art waren in älterer Zeit jene von Bayern durch Lamont, von Böhmen und Ungarn durch Kreil, in neuerer Zeit von den letztgenannten Ländern durch Schenzl, von Südost-Schweden durch Thalén und Lundquist, von Italien durch Chistoni, von Frankreich und Belgien durch Moureaux und Perry und von der deutschen Küste durch W. Schaper, M. Eschenhagen und die Seewarte. In allerneuester Zeit wurden der magnetische Survey der Britischen Inseln von Rücker und Thorpe und die magnetische Detailvermessung des Südostens von Schweden durch Carlheim-Gyllenskiöld veröffentlicht, — aber nur teilweise bei den vorliegenden Karten verwertet. Für Länder aufserhalb Europas mögen die magnetischen Aufnahmen von den Vereinigten Staaten von Nordamerika durch den „Coast and Geodetic Survey“, von Japan durch Naumann, von dem ostindischen Archipel durch Elliot (aus älterer Zeit) und van Rijkevorsel als Beispiele genannt werden. Man sieht hieraus schon, dafs es sich

¹⁾ Es sind dieselben dem Werke über die „Gazelle“-Expedition, „Physik und Chemie“, Th. II, einverleibt.

nicht verlohnen würde, über jenen Gebieten, für welche die Kurvensysteme größtenteils durch Interpolation erhalten sind, die letztern durch punktierte Linien anzudeuten, wie dieses vielfach im Gegensatz zu den ausgezogenen Linien, welche eine sicherere Grundlage der Konstruktion andeuten sollen, der Fall ist. Es wurden aus diesem Grunde denn auch, um keine irrige Auffassung über größere oder geringere Zuverlässigkeit der Konstruktion zu veranlassen, alle Linien mit Rücksicht auf diesen Punkt auf den Karten gleich behandelt. Wie diese Behandlung geregelt wurde, wird an der geeigneten Stelle dieser Darlegungen ausgeführt werden.

Folgen wir in den weitem Ausführungen der Methode, welche sich zur Beurteilung des Wertes der vorliegenden Karten am meisten empfiehlt, so haben wir uns zunächst den folgenden Betrachtungen zuzuwenden.

Das Material und die Behandlung desselben.

1. In den einleitenden Ausführungen wurde zur Genüge hervorgehoben, welches Material bei der Konstruktion der vorliegenden Karten zur Verwendung gelangte: die Benutzung der in der Neuzeit ausgeführten Beobachtungsreihen wurde durchweg als erster Grundsatz festgehalten. Dabei sind namentlich auch ältere Karten und solche, die in jüngster Zeit erschienen sind, bei der Konstruktion der einzelnen Kurvensysteme zu Rate gezogen worden. Es wird sich empfehlen, um überall ein klares Verständnis zu gewährleisten, sich dessen zu erinnern, was im Vorhergehenden schon besonders hervorgehoben wurde.

2. Dem Eintragen der neuern Beobachtungen in Arbeitskarten, welche in großem Maßstabe angefertigt wurden, ging für die ganze Erde eine Untersuchung über den Wert der Säkular-Änderungen der einzelnen Elemente voraus. Diese Untersuchung stützte sich zum Teil auf den Vergleich der Kurvensysteme, wie sie zu verschiedenen Zeiten für ein Gebiet entworfen worden sind, teils auch sind dieselben abgeleitet worden aus längern Beobachtungsreihen einer und derselben magnetischen Warte, wobei zu bemerken ist, dafs die zur Anwendung gebrachten Werte als Mittelwerte für die Epoche 1870 — 1890 anzusehen sind.

3. Die einzelnen Beobachtungen oder Beobachtungsreihen sind — nach Zonen geordnet — in Tabellen eingetragen worden, welche nach der geographischen Länge fortschreiten und Kolonnen enthalten, in welchen die jeweiligen Werte der Säkular-Änderung — wie sie zur Anwendung gelangen — eingetragen sich befinden. Der für die Normal-Epoche angenommene Wert des betreffenden Elementes fand in einer weitem Kolonne Aufnahme. Es bedarf wohl nicht erst der Erwähnung, dafs diese tabellarischen Übersichten alles das enthalten, was sich auf Tageszeit und Datum der Beobachtung bezieht, so dafs in einem jeden einzelnen Falle ein Überblick gewonnen werden kann, aus welchen Elementen das Endresultat abgeleitet ist.

4. Die auf diese Weise aus allem verfügbaren Material erhaltenen und auf die Normal-Epoche reduzierten Werte der einzelnen Elemente wurden in die vorher schon erwähnten Arbeitskarten der Reihe nach und mit Sorgfalt einzeln eingetragen. Nur in Fällen, wo — wie beispielsweise für die Vereinigten Staaten von Nordamerika — die entworfenen Kurvensysteme für die Normal-Epoche fertig vorlagen, wurde davon Abstand genommen. Es sind diese Kurvensysteme in die Arbeitskarten übertragen worden, jedoch in der Weise, dafs die vielfach vorkommenden Anomalien im Verlaufe derselben ausgeglichen worden sind. Dafs dabei alle Sorgfalt darauf verwendet wurde, dafs das Charakteristische in dem allgemeinen Verlaufe nicht verwischt wurde, mufs wohl nicht erst hervorgehoben werden.

5. Es ist einleuchtend, dafs die auf diese Weise in die Arbeitskarten eingetragenen Werte — insofern sie von verschiedenen Quellen herrühren — ohne Mühe verglichen werden können. Da die einzelnen Elemente ganz getrennt gehalten, für jedes Element eigne Karten angefertigt wurden, so war eine Überlastung der Karten und dadurch ein Unklarwerden derselben nicht zu befürchten. Bei einem Vergleiche erwies es sich in Fällen, wo größere Unterschiede hervortraten, als notwendig, auf die Original-Beobachtungen — soweit dieselben vorlagen — zurückzugehen, um nach den Ursachen der Abweichung zu forschen. Solches war vielfach da der Fall, wo sich die Kurse von „Challenger“ und „Gazelle“ — wie beispielsweise im Atlantischen Ozean — an verschiedenen Stellen kreuzten und die auf die Normal-Epoche reduzierten Werte eines Elementes Differenzen zeigten.

Man sieht, dafs auf diese Weise eine gewisse Kritik hinsichtlich eines endgültig anzunehmenden Wertes geübt wurde. Ganz ähnlich wurde verfahren, wenn Reihen am Lande ausgeführter Beobachtungen in Vergleich gebracht werden konnten mit an Bord eines Schiffes ausgeführten. Hierfür mögen als ein Beispiel die Beobachtungen während der Reise I. M. S. „Challenger“ längs der brasilianischen Küste und die daselbst von Dr. van Rijkevorsel am Lande gemachten angeführt werden. Da die Säkular-Änderungen für die in Rede stehende Epoche und jenes Gebiet zuverlässig sind, so liefs sich auch die Reduktion auf eine Normal-Epoche und — auf Grundlage derselben — eine strengere Vergleichung durchführen.

6. Es wurde in den einleitenden Bemerkungen schon hervorgehoben, dafs für Gebiete, für welche neuere magnetische Beobachtungen nicht vorlagen, die ältern, zum Teil schon in Kurvensysteme niedergelegten unter Anwendung der betreffenden Säkular-Änderung auf die Normal-Epoche zurückgeführt wurden. Bei dem Anschlusse solcher Kurvensysteme an die aus neuern Beobachtungen unmittelbar abgeleiteten wurde mit Kritik und Umsicht verfahren, damit die Korrektheit des allgemeinen Bildes in keiner Weise gefährdet werden konnte. Es ist hier nicht die Stelle, auf die Einzelheiten der angewandten Methode der Interpolation einzugehen. Solche technische Darstellungen würden zu weit führen, ohne die Einsicht in das Wesen der einzelnen Manipulationen zu erhöhen.

7. Die Polargebiete wurden in erster Linie unabhängig von den Konstruktionen in der gemäßigten und warmen Zone in den einzelnen Arbeitskarten behandelt. Im allgemeinen war die Methode dieselbe, wie vorhin dargelegt. Jedoch war es für die arktische Zone möglich, die Konstruktion der Kurvensysteme wesentlich durch Beobachtungen — an einer vergleichsweise großen Anzahl magnetischer Warten ausgeführt — zu unterstützen. Dafs ein Gleiches von der antarktischen Zone nicht gesagt werden kann, leuchtet an und für sich ein, weshalb denn auch die obigen Bemerkungen nur für die arktische Zone gelten. Für das Südpolgebiet wurden die von Sir Edward Sabine entworfenen Kurvensysteme angenommen, jedoch mit solchen Modifikationen, wie sie sich aus den rezenten, in der subantarktischen Zone ausgeführten

Beobachtungen mit einiger Sicherheit für ein jedes derselben folgern ließen. Der Anschluss der Kurvensysteme, wie sie sich für die Nordpolargegenden ergaben, an solche für die gemäßigten Zone wurde mit ganz besonderer Sorgfalt und unter Anwendung der strengsten Kritik durchgeführt.

8. Bei der Verwendung der Resultate der einzelnen Aufnahmen und der bereits für dieselben abgeleiteten isomagnetischen Kurvensysteme wurde in der Herstellung der Karten nirgends der Versuch gemacht, die oft durch lokale Verhältnisse bedingten Unregelmäßigkeiten (Ausbiegungen, Schleifen &c.) in die Kurven zu übertragen; vielmehr wurde durch Ausgleichung dieser Unregelmäßigkeiten im Verlaufe die normale Richtung für die in Frage stehende Gegend abgeleitet und ein Anschluss (eine Übereinstimmung) an die Arbeiten über Gegenden erzielt, von welchen solche ins einzelne gehende Vermessungen nicht vorliegen¹⁾.

9. Nachdem für zahlreiche, die ganze Erde umfassende Partien die einzelnen Kurvensysteme auf den Arbeitskarten entworfen waren, wurden dieselben in die eigentlichen Konstruktionskarten, welche gleichfalls in größerm Maßstabe (die Polargegenden und die Gebiete zwischen 75° N. und 65° S. getrennt) vorlagen, übertragen. Die Größe dieser Karten, welche nach Mercators Projektion für das zuletzt genannte Gebiet entworfen sind, ist 1,20 m Länge und 0,61 m Höhe. Die Polarkarten, welche vom Pole bis zum Äquator reichen, haben einen Durchmesser von 0,62 m. Bei diesen Größenverhältnissen wurde es möglich, durchweg das Gradnetz in einzelnen Graden der Länge und Breite auszuführen, so dass sowohl das nachträgliche Einzeichnen von Werten eines bestimmten Elementes, als auch das Entnehmen derselben mit Genauigkeit bewirkt werden konnte.

10. War auf diese Weise für ein jedes der Kurven-Systeme die endgültige Feststellung herbeigeführt, so wurden nach diesen unsere Karten entworfen bzw. gezeichnet. Es bezieht sich dies begreiflicherweise nur auf die Hauptkarten der einzelnen Blätter von Nr. I—IV und auf jene der Kartons, welche für die Epoche 1885,0 gelten, da nur für diese die Konstruktion in den Arbeitskarten auszuführen war. Diese sind:

1. Linien gleicher Deklination (Isogonen) in Mercators Projektion.
2. Linien gleicher Deklination in den Polargebieten.
3. Die magnetischen Meridiankurven und Gleichgewichts-Linien (\sqrt{r}) in C. G. S. und Mercators Projektion.
4. Linien gleicher magnetischer Total-Intensität (Isodynamen) in C. G. S. und Mercators Projektion.
5. Linien gleicher magnetischer Total-Intensität (Isodynamen) in C. G. S. und Polar-Projektion.
6. Linien gleicher magnetischer Inklination (Isoklinen) in Mercators Projektion.
7. Linien gleicher magnetischer Inklination (Isoklinen) in den Polargebieten in Polar-Projektion.
8. Linien gleicher magnetischer Horizontal-Intensität in elektrischer Einheit (C. G. S.) in Mercators Projektion.
9. Linien gleicher magnetischer Horizontal-Intensität in den Polargebieten in Polar-Projektion.

Wir werden später auf die Einzelheiten der Beschreibung der Karten zurückkommen. Zunächst ist es wichtig, das Wesentlichste über die Ableitung der Werte etwas näher zu beleuchten.

Einige allgemeine Erklärungen.

Es erscheint zweckmäßig, ehe in die Erörterung der Erscheinungen auf dem Gebiete des Erdmagnetismus eingegangen wird, einige allgemeine Erklärungen vorzuschicken. In der ersten Auflage geschah dies gleichfalls, aus welchem Grunde sich schon eine ähnliche Behandlung des wichtigen Gegenstandes auch in dieser Auflage empfiehlt, damit die Benutzung dieses Atlas auch ohne Zurückgreifen auf eine frühere Auflage oder andre Werke möglich wird.

Die Erscheinungen des Erdmagnetismus pflegt man in Beziehung auf die Richtung der erdmagnetischen Kraft und deren Stärke zu betrachten: Eine frei in dem Raume schwebende magnetische Nadel wird, unter dem Einflusse der magnetischen Kraftäufserung der Erde stehend, eine gewisse Richtung annehmen und dieselbe mit einer gewissen Energie einzuhalten bestrebt sein. Die Richtung im Raume mit Beziehung auf den Horizont wird durch Zerlegung in eine horizontale und eine vertikale Komponente am bequemsten definiert, wenn man zu gleicher Zeit die Stärke dieser Komponenten in einem bestimmten Maße ausdrückt. Die Richtung mit Beziehung auf den astronomischen Meridian eines Ortes wird durch den Winkel bestimmt, der durch diesen Meridian und die Achse der Magnetnadel gebildet wird. Es wird dieser Winkel die magnetische Deklination, auch Variation genannt. Die Ebene, welche durch die Achse der Nadel gelegt gedacht werden kann, heißt der magnetische Meridian. Eine frei im Raume schwebende Magnetnadel liegt im magnetischen Meridian und die oben erwähnte Zerlegung in Komponenten geschieht daher in der Ebene desselben. Der Winkel, welchen die Magnetnadel mit dem Horizonte eines Ortes bildet, wird magnetische Inklination oder Neigung genannt. Bezeichnet man diesen Winkel mit J , die in einem gewissen Maße ausgedrückten Komponenten Z = Vertikal-Komponente und H = Horizontal-Komponente, so besteht die einfache trigonometrische Relation $\tan J = \frac{Z}{H}$. Wenn die ganze auf die Nadel wirkende Kraft mit T bezeichnet wird, so ist

$$T = Z : \sin J = H : \cos J.$$

Man nennt die Stärke, mit welcher die frei im Raume schwebende Nadel durch die ganze Kraftäufserung der Erde angezogen wird, die Totalintensität (T), die horizontale Komponente die Horizontalintensität (H), die vertikale Komponente die Vertikalintensität (Z).

Die magnetische Deklination und magnetische Inklination sind nach den obigen Definitionen Winkelwerte und werden dementsprechend in Graden, Minuten und Bruchteilen derselben (oder Sekunden) ausgedrückt.

Die magnetische Kraft wird seit den berühmten Arbeiten von Gauss²⁾ in absolutem Maße ausgedrückt, während vor jener Zeit dieselbe in willkürlichem Maße gegeben war. In frühern³⁾ Werken und der ersten Auflage dieses Werkes war die willkürliche Einheit zum Maße der magnetischen Kraftäufserung der Erde angenommen und sind die in dem Atlas aufgenommenen isodynamischen Karten mit Zugrunde-

legung dieser willkürlichen Einheit entworfen. Als Einheit galt die von Humboldt 1802 bestimmte Intensität auf dem magnetischen Äquator im einstigen Königreich Quito (bei Cajamarca¹⁾). Später wurde, namentlich bei englischen Werken, die Londoner Einheit zu Grunde gelegt, und es ist von Wichtigkeit, die Angaben nach früherem und jetzigem Maße vergleichen, um die zu verschiedenen Zeiten erschienenen Arbeiten einigermassen benutzen zu können.

Als Maß der magnetischen Kraftäufserung wählte man ursprünglich nach dem Vorgange von Gauss als Einheit diejenige Kraft, welche im stande ist, einem Milligramm in einer Zeitssekunde ein Millimeter Beschleunigung zu erteilen. Man bezeichnet dieselbe mit den Buchstaben G. E. (Gauss'sche Einheit).

In neuerer Zeit, auf dem elektrischen Kongresse in Paris 1881, wurde eine etwas andre Kräfteinheit angenommen, und zwar das Gramm, das Centimeter und die Sekunde. Das System, dessen Fundamenteinheiten für Länge, Masse und Zeit soeben gegeben wurden, wird nach internationaler Vereinbarung mit den Buchstaben C. G. S. bezeichnet. Es ist einleuchtend, dass die G. E.-Einheit auf die C. G. S.-Einheit dadurch zurückgeführt wird, dass man das Komma in der ersten um eine Stelle nach links rückt; so wird beispielsweise 1,345 G. E. = 0,1345 C. G. S. Die willkürliche Einheit (W. E.) wird auf die Gauss'sche Einheit dadurch zurückgeführt, dass man dieselbe mit 1000 multipliziert und zu dem Logarithmus der so erhaltenen Zahl den Logarithmus von 0,0034941 (= 7,5433353) hinzulegt, wodurch man den Logarithmus der Gauss'schen Einheit erhält. Die ganze Intensität in London wird durch die Zahl 1,372 ausgedrückt, wenn man die willkürliche Einheit zu Grunde legt, wie dies in den Karten der frühern magnetischen Atlanten geschehen ist.

In England wendete man früher allgemein eine andre Einheit (E. E.) für das Maß der magnetischen Kraftäufserung an; in neuerer Zeit wird die C. G. S. Einheit und selbst die G. E.-Einheit²⁾ bei erdmagnetischen Messungen vielfach verwendet. Die englische Maßeinheit wird durch die Sekunde (s), den englischen Fuß (g) und das Grain (p) bezeichnet. Die folgende Tafel enthält die Definition der einzelnen Maßeinheiten für die magnetische Kraft, sowie in der letzten Kolonne den Faktor bzw. Logarithmus desselben zur Zurückführung derselben auf das absolute Maß der Gauss'schen Einheit³⁾.

Einheit in	g	p	s	Reduktion auf G. E.
Deutschland u. Frankreich (G. E.) . . .	1 Millimeter	1 Milligr.	1 Sekunde	mittlerer Zeit — C. G. S. 0,1
Elektrische Einheit (C. G. S.)	1 Centimeter	1 Gramm	1 Sekunde	
England (E. E.)	1 engl. Fuß	1 grain	1 Sekunde	
				log. E. E. + 9,663776

In den sämtlichen Karten dieses Atlas ist die magnetische Kraftäufserung in elektrischer (C. G. S.) Einheit ausgedrückt, wenn nicht besonders angegeben wird, dass die Gauss'sche Einheit zur Anwendung kommt.

Die Werte der erdmagnetischen Elemente: Deklination, Inklination und Intensität (entweder horizontale, vertikale oder Totalintensität) sind für ein und denselben Ort der Erde keine konstanten Größen; sie ändern sich mit der Zeit entweder in periodischer oder unperiodischer Weise. Die periodischen Veränderungen vollziehen sich in kleinern oder größern Zeitabschnitten, und man spricht von der täglichen, jährlichen und säkularen Änderung (Variation) eines bestimmten Elementes, wenn man zunächst von allen weitern, weniger genau festgestellten Änderungen absieht. Zur Konstruktion magnetischer Karten sind vor allem die säkularen Änderungen von besonderer Bedeutung, es soll daher von ihnen das auf die Ableitung des Materials für eine bestimmte Epoche Bezughabende hier besprochen werden.

Von den säkularen Änderungen.

Wie schon weiter oben bemerkt worden ist, sind die säkularen Änderungen der magnetischen Elemente und deren genauere Ermittlung als die wichtigste Vorarbeit für die Konstruktion isomagnetischer Karten anzusehen, da es doch einmal nicht möglich ist, die dafür erforderlichen magnetischen Beobachtungen über die Erde zu ein und derselben Zeit — wie es ja eigentlich erforderlich wäre — zu erhalten. Aus ältern und neuern Arbeiten über diesen Gegenstand wurde dem auch zunächst alles darauf Bezughabende entnommen und in zur Arbeit der Konstruktion der Karten geeignete Tabellen gebracht. Es wird nicht möglich sein, einen vollständigen Litteraturnachweis über den in Frage stehenden Gegenstand hier zu geben, und mögen die nachfolgenden allgemeinen Betrachtungen diesen Ausfall ersetzen.

Es gab eine Zeit, wo man sich mit der Hoffnung trug, den Gang der säkularen Änderungen durch allgemeine Formeln, die womöglich für die ganze Erde als zutreffend angenommen wurden, ausdrücken zu können. Unter dieser Voraussetzung — wäre sie richtig gewesen — hätte man leicht die Reduktion auf eine Normal-Epoche für jedes beliebige Element durchführen können. In Wirklichkeit mußte man jedoch diese Hoffnung aufgeben, sobald man sich einmal ernstlich unter Zugrundelegung guter Beobachtungen mit der Sache befaßt hatte. Die Wissenschaft ist noch weit davon entfernt, mit absoluter Sicherheit auch nur für einzelne Orte mit genügender Schärfe die säkularen Änderungen darstellen zu können. Auch dürfte ein wesentlicher Fortschritt nach dieser Richtung nicht zu erzielen sein, solange das Wesen dieser Gattung der Erscheinungen noch in tiefes Dunkel gehüllt ist. Man wird sich noch lange damit zu begnügen haben, für möglichst viele Orte und Gebiete aus nicht allzu weit von einander entfernt liegenden Beobachtungen Mittelwerte für eine bestimmte Epoche abzuleiten und bei den Reduktionen in Anwendung zu bringen. Es muß gleichzeitig betont werden, dass nicht für alle magnetischen Elemente diese wichtigen Reduktions-Faktoren mit gleicher Leichtigkeit und Sicherheit abgeleitet werden können, und zwar wesentlich aus dem Grunde, weil die Beobachtungen an einzelnen Orten oder in einzelnen Gebieten sich für die Deklination beispielsweise über einen ungleich längern Zeitraum erstrecken, die Grundlagen der Rechnung daher erheblich sicherer sind, als für die magnetische Inklination und Intensität. Die letztere wurde überhaupt ja erst seit dem Anfange dieses Jahrhunderts in ausgiebigerer Weise zum Gegenstande der Beobachtung gemacht.

¹⁾ Der Wichtigkeit der Sache wegen ist dieser Punkt, obgleich in den einleitenden Bemerkungen schon berührt, hier wieder zum Abdrucke gebracht.

²⁾ Gauss, Intensitas vis magneticae terrae ad mensuram absolutam revocata.

³⁾ Gauss und Weber, Atlas des Erdmagnetismus.

¹⁾ Zweite Auflage dieses Werkes.

²⁾ Rücker and Thorpe, A magnetic Survey of the British Isles. For the epoch 1886.0. London 1890.

³⁾ Gauss, Intensitas vis magneticae &c.

Einen wesentlichen Anhalt für die Ableitung brauchbarer Werte für die Säkular-Änderungen bieten die zahlreichen, von magnetischen Observatorien herausgegebenen und sich über längere Zeiträume erstreckenden Jahrbücher. Wenn auch die Zahl der magnetischen Werten über die Erde eine vergleichsweise geringe ist und dieselben nicht gleichmäßig verteilt sind, so läßt sich doch immerhin an der Hand des auf diesem Wege erhaltenen Materials ein einigermaßen zutreffendes Bild der Mittelwerte dieses Reduktions-Elementes entwerfen.

Zu verschiedenen Zeiten, und so namentlich auch in den letzten Jahren, hat man sich bestrebt, durch eingehende Untersuchungen die Säkular-Änderungen für Deklination, Inklination und Horizontal-Intensität aus den zu verschiedenen Zeiten ausgeführten magnetischen Landesaufnahmen abzuleiten. Hervorragend sind in dieser Beziehung die hierher gehörigen Arbeiten des Coast and Geodetic Survey der Vereinigten Staaten, deren Resultat in mehreren umfassenden Monographien niedergelegt ist. Wir müssen uns hier darauf beschränken, zu erwähnen, daß diese wichtigen Untersuchungen sowohl bei dem Ableiten der Werte der Reduktion überhaupt, als auch zum Entwerfen einzelner in dem Werke aufgenommenen Karten verwendet worden sind. Anschließend an die Arbeiten des Coast and Geodetic Survey auf diesem Gebiete können die Resultate aus einer anfangs der vierziger Jahre von Lefroy in Kanada ausgeführten, in ihren Resultaten erst vor einigen Jahren veröffentlichten Landesvermessung als sehr wertvoll bezeichnet werden. Über den Wert der Säkular-Änderungen auf den Kontinenten Europa und Asien liegen einzelne bedeutende Untersuchungen vor, unter denen jene von Tillo, Mielberg, v. Fritsche, Chistoni, Moureaux u. a. namhaft gemacht werden. Aus den Landesvermessungen von Norddeutschland, Ende der fünfziger Jahre und in der Gegenwart ausgeführt, sowie den Landesvermessungen von Böhmen und Ungarn, Italien, Frankreich und namentlich der britischen Inseln ergaben sich brauchbare Werte für jedes der Elemente, wenn auch nicht verkannt werden kann, daß dieselben nur als approximative Mittelwerte anzusehen sind. Eine wertvolle Untersuchung über die Säkular-Änderung der einzelnen Elemente konnte auf Grund der magnetischen Aufnahmen in dem ostindischen Archipel, welche anfangs der fünfziger und anfangs der siebziger Jahre dieses Jahrhunderts ausgeführt worden sind, angestellt werden. Im übrigen mußte sich die Ableitung von Reduktionswerten in den meisten Fällen auf — durch längere Jahre voneinander getrennte — Bestimmungen der magnetischen Elemente stützen. Daß dieses letztere Verfahren eine brauchbare Annäherung und einen Notbehelf bilden kann, liegt auf der Hand, namentlich wenn man nur rezente Beobachtungen — was ja nach dem Gesagten höchst wünschenswert ist — heranzieht.

Über die Ozeane die Untersuchung über den Wert der Säkular-Änderungen auszudehnen, bietet besondere Schwierigkeiten, weil die festen Stationen der Natur der Sache nach in diesem Falle fehlen. Es schien aus diesem Grunde zweckmäßig, die zu verschiedenen Zeiten entworfenen isomagnetischen Kurven-Systeme zur Ableitung von Approximativ-Werten zu benutzen, indem man dabei in erster Linie die neuesten Beobachtungsreihen verwertete. Auf diese Weise ist es möglich geworden, einen ziemlich zuverlässigen Überblick über die Werte der Säkular-Änderungen der einzelnen Elemente für die Epoche 1870 bis 1890 auf der Erde zu geben und so die Reduktion auf die Normal-Epoche 1885.0 durchzuführen.

Es wurde schon der magnetischen Aufnahme des Dr. van Rijkvorsel im Gebiete des Ostindischen Archipels gedacht und hervorgehoben, daß diese Aufnahme einen besondern Wert dadurch erhalte, daß in den fünfziger Jahren eine ähnliche von Elliot ausgeführt worden sei. Die Ableitung eines mittleren Wertes der Säkular-Änderungen der Elemente für die Epoche (1851—1875) ist für die Ausdehnung des ganzen Gebietes dadurch ermöglicht. Besonders wertvoll sind für den

gleichen Zweck die Beobachtungen des magnetischen Observatoriums in Batavia.

In den arktischen Gebieten, wo zu verschiedenen Zeiten, und zwar oft über längere Epochen ausgedehnt, an verschiedenen Orten gute magnetische Beobachtungen gemacht worden sind, können die mittlern Werte der Säkular-Änderungen vergleichsweise als recht gut festgestellte erachtet werden. Als Stationen von besonderem Werte in dieser Hinsicht können die folgenden bezeichnet werden: Kap Thordsen und Polhem auf Spitzbergen, Goodthaab in Süd-Grönland, Kingua Fjord im Cumberland-Golfe, Fort Rae, die Barrow-Spitze und in den Finmarken Bossekop. Die meisten der über die Beobachtungen während der Polar-Epoche 1882—83 erschienenen Werke enthalten eingehende Untersuchungen über diesen Gegenstand, deren Ergebnisse für die vorliegende Arbeit maßgebend gewesen sind.

Von jenen Beobachtungsstätten, für welche die Säkular-Änderungen aus längern Reihen von Beobachtungen entwickelt werden konnten, mögen genannt werden: Como, Mailand, Modena, Padua, Pavia, Venedig, Verona, Paris, London, Berlin, St. Petersburg, Göttingen aus früherer Zeit; aus neuerer Zeit liegen teils für sämtliche, teils auch nur für einzelne Elemente Untersuchungen vor von: Göttingen (Carl Schering), Upsala und Stockholm (E. Solander), Wilhelmshaven (Marine-Observatorium), Hamburg und die deutsche Küste (die Seewarte), Kew (Observatory) in Europa. Außerhalb Europas sind in dieser Hinsicht zu nennen: Zi-ka-wei (Observatorium), Batavia (Observatorium), Mauritius (Alfred-Observatorium), Tokio (Observatorium), Melbourne (Observatorium), Rio de Janeiro (Weyer und Cruls) u. a. m.

Hier sollen einige der Resultate der in Vorstehendem gekennzeichneten Untersuchungen mitgeteilt werden.

Die Säkular-Änderungen der magnetischen Deklination.

Wenn auch die Beobachtungen über die Werte der magnetischen Deklination in einzelnen Epochen der Zeit nach ziemlich weit zurückreichen, so darf doch nicht vergessen werden, daß älteren Beobachtungen — sagen wir: vor dem Beginne des gegenwärtigen Jahrhunderts — wegen der den Instrumenten wie den Methoden anhängenden Mängel nur bedingt ein besonderer Wert beigelegt werden kann. Man hat sich hierbei zu vergegenwärtigen, daß in früheren Zeiten weder die Indexfehler der zur Verwendung gelangenden Nadeln so genau bestimmt werden konnten, noch auch Fürsorge getroffen wurde, dieselben durch Kombination verschiedener Beobachtungen zu eliminieren. Auch konnte die Bestimmung des Eisengehaltes in den Apparaten nicht in betracht gezogen werden. An eine Reduktion der Beobachtungen auf Normalstände war noch weniger zu denken, woraus sich ergibt, daß die Kombination älterer mit neuern Beobachtungen zu Zwecken der Ableitung strenger Werte der Säkular-Änderung der Deklination zu Bedenken Veranlassung geben muß. Allein in Ermangelung durchaus klassischer Werte wird man sich noch für geraume Zeit mit dem, was jetzt an Material für Untersuchungen dieser Art vorliegt, zu begnügen haben. In der nachfolgenden Tabelle sollen die Epochen, für welche die Ableitungen gelten, sowie die Autoritäten in der Rubrik für Bemerkungen Aufnahme finden. Es wird noch hinzugefügt, daß nur die Glieder zweiter Ordnung berücksichtigt werden, und zwar auch in solchen Fällen, in welchen Glieder höherer Ordnung abgeleitet worden sind. Die genäherte (parabolische) Formel für die Säkular-Änderung ist bekanntlich

$$\delta = D - a(t^1 - t) + b(t^1 - t)^2 + \dots,$$

worin δ die magnetische Deklination für die Zeit t^1 ist, t die Zeit, von welcher aus die Zählung beginnt; a und b sind die mit dem Zeitgliede zu verbindenden Koeffizienten; D ist der Wert der Deklination zur Zeit t . Westliche Deklination wird mit + (positiv), östliche mit — (negativ) bezeichnet.

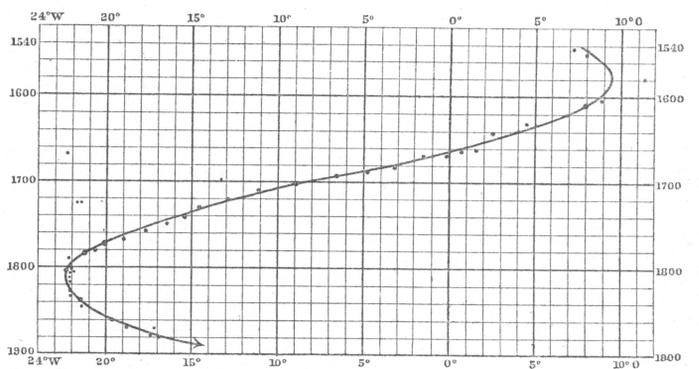
Orte	Breite	D	a	b	Epoche	Bemerkungen.
St. Petersburg	59° 57' N.	1° 37,64'	— 6,5200'	—	1873—85	$t = 1873$ nach Müller
Berlin	52 30 "	18 7,30	+ 0,2681	— 0,070'	1730—1870	$t = 1800$ nach Erman
Göttingen	51 32 "	14 51,70	— 8,8430	— 0,053	von 1632 an	$t = 1867,52$ nach Kohlrausch
Greenwich	51 29 "	20 24,97	— 7,8730	+ 0,049	1858—75	$t = 1866$ nach Neumayer-Petersen
Prag	50 5 "	12 34,08	— 7,0480	+ 0,092	1855—76	$t = 1865$ nach Neumayer
Wien	48 12 "	11 39,42	— 7,3436	+ 0,017	1853—77	$t = 1865$ nach Neumayer-Petersen
München	48 9 "	14 58,92	— 7,2822	+ 0,005	1842—72	$t = 1857$ nach Neumayer-Petersen
Mailand	45 28 "	13 31,00	— 6,7270	— 0,004	1836—83,6	$t = 1880,0$ nach Chistoni
Venedig	45 26 "	11 49,00	— 6,8250	— 0,008	1847,7—83,7	$t = 1880,0$ nach Chistoni
Padua	45 24 "	11 56,00	— 6,8100	— 0,005	1730,0—1883,7	$t = 1880,0$ nach Chistoni
Toronto	43 40 "	1 57,58	+ 2,8390	— 0,013	1841—71	$t = 1856$ nach Neumayer-Petersen
Rio de Janeiro	22 54 S.	0 24,40	+ 8,0940	+ 0,022	1670—1885	$t = 1850$ nach Weyer und Schott.
Melbourne	37 50 S.	— 8 19,74	+ 1,1800	+ 0,020	1858—84	$t = 1871,5$ nach Neumayer.

In dieser Tabelle wurde nur die geographische Breite angegeben, weil danach — von Norden nach Süden fortschreitend — die Stationen geordnet sind; die geographische Länge wird sich leicht ergänzen lassen. Man ersieht daraus erstens, daß die Zahl der Orte, für welche die Formeln für die Säkular-Änderung der Deklination entwickelt werden kann, noch eine sehr geringe ist und sich durchaus nicht in einigermaßen gleichmäßiger Weise über die Erde verbreitet; zweitens aber, daß die Länge der einzelnen Epochen weder gleich, noch auch die Epochen selbst identisch sind. Solange in dieser Hinsicht keine Einheit und Einheitlichkeit erzielt werden kann, wird sich wohl wenig von einigermaßen entscheidendem Charakter aus Zusammenstellungen wie den obigen folgern lassen, was auf die Natur dieser noch immer rätselhaften Erscheinungen Licht werfen könnte.

Wir heben nur einzelnes, das aus der obigen Tabelle sich ableiten läßt, hier hervor. Für Venedig würde nach der Formel die magnetische Deklination im Jahre 1975 = 0 werden. Für Berlin war im Jahre 1673 die Deklination = 0 und wird es wieder werden im Jahre 1923; sie zeigte ein westliches Maximum von 18° 9' im Jahre 1798. In Göttingen war nach der betreffenden Formel die Deklination im Jahre 1632 = 0 und wird wieder = 0 werden im Jahre 1938; das westliche Maximum von 19° 32' hatte sie erreicht im Jahre 1785.

In der vorstehenden Tabelle ist über die Säkular-Änderung in Paris keine Angabe enthalten; da aber gerade für diese Station schon sehr frühe und auch sehr zuverlässige Beobachtungen der magnetischen Deklination vorliegen, so mag es gestattet sein, einiges darüber hier anzuführen. In der 6. Ausgabe des Coast and Geodetic Survey befinden sich in den Methods and Results (Appendix 12, Report for 1886, S. 296) einige diesbezügliche Angaben von Interesse. Es erstrecken sich die Beobachtungen von 1540 bis 1885, also über 345 Jahre. Danach läßt sich die hier gegebene Kurve konstruieren, wodurch die säkulare Schwankung in Paris mit annähernder Genauigkeit dargestellt werden kann, und zwar sind die beobachteten Werte in dem Schema durch Punkte angezeigt.

Säkular-Änderung der magnetischen Deklination in Paris. von 1540—1885.



Bemerkung muß dabei werden, daß die diese Kurve darstellende Formel nur in ihrem ersten periodischen Gliede eine Berücksichtigung gefunden hat; würden auch die zweiten periodischen Glieder in Kurven dargestellt werden, so ergibt sich daraus nach den Untersuchungen von Charles A. Schott eine Serie von Wellen, welche mit der fortschreitenden Zeit bis zum Jahre 1880 eine stets geringer werdende Amplitude zeigen.

Nach der Kurve war die Deklination in Paris im Jahre 1580 etwa 9° 30' Ost, und zwar hatte sie damals die weiteste Ausweichung nach Osten. Im Jahre 1660 war die Deklination in Paris Null, im Jahre 1700 = 8° West und erreichte etwa im Jahre 1810 die größte westliche Ausweichung von 22° 18', um sich sodann wieder ostwärts zu

bewegen. Gegenwärtig hat die westliche Deklination ungefähr einen Wert von 15° bis 16°.

In ähnlicher Weise, wie die Deklinations-Veränderungen in Paris untersucht worden sind, wurden dieselben auch für Kristiania einer Diskussion unterworfen, und zwar vermag in diesem Falle eine Haupt-

$$D = -5,99^\circ + 13,53^\circ \sin(t - 1502,2)$$

worin *D* die mittlere magnetische Deklination bezeichnet und *t* die Jahreszahl; jedoch ist in diesem Falle die ältere Eulersche Bezeichnung, welche mit der heute in der Nautik im Gebrauch befindlichen identisch ist, angewendet, d. h. östlich ist positiv, westlich ist negativ. Daraus ergibt sich das Maximum oder die größte östliche Deklination für Kristiania von 7° 56' für das Jahr 1612 und als Minimum oder größte westliche Deklination 20° 1' für das Jahr 1822. Die Deklination war = 0 in den Jahren 1530 und 1681 und wird zuerst wieder = 0 werden im Jahre 1950. Die größte jährliche Veränderung beträgt 14,4' in den Jahren 1720 und 1930.

Wenn die Wissenschaft des Magnetismus der Erde gegenwärtig auch noch weit davon entfernt ist, für mehrere Orte diese interessanten Erscheinungen ähnlich, wie es für Paris, Kristiania und einige andre Orte in Europa der Fall ist, in längern Perioden mit einiger Sicherheit zu verfolgen, so ist es doch möglich gewesen, mit annähernder Genauigkeit die Linien gleicher magnetischer Deklination (Isogonen) für verschiedene Zeitpunkte in Karten darzustellen, wobei man sich allerdings nur der spärlichen, für diese Zeitpunkte vorhandenen, einigermaßen zuverlässigen Beobachtungen bedienen konnte. Auf Tafel 43 (IV. Abteil. Erdmagnetismus V) sind solche Karten der Isogonen oder Linien gleicher magnetischer Deklination von Chr. Hansteen für 1600, von Edmund Halley für 1700, von Chr. Hansteen für 1800 und nach der britischen Admiralität für 1858 dargestellt. Ein Blick auf diese Karten genügt, um sich von den erheblichen in dem Zeitraume von 258 Jahren in dem Verlaufe der Isogonen vorgegangenen Veränderungen zu überzeugen. Diese Karten, auf welche übrigens bei Besprechung der Isogonenkarte (für 1885 Abteilung IV, Erdmagnetismus I, Karte Nr. 39) nochmals zurückgekommen werden wird, enthalten unter anderm auch durch Linien angedeutet die Züge, auf welchen sich die magnetische Deklination innerhalb angegebener Zeiträume nicht geändert hat.

Es lassen sich an der Hand des bis jetzt vorliegenden Materials überhaupt nur Mittelwerte der magnetischen Deklinations-Säkulär-Änderung für einzelne Epochen ableiten, wie das schon aus dem Frühergesagten hervorgeht. Dafs bei solcher Sachlage nicht daran gedacht werden kann, für eine bestimmte Epoche Linien gleicher Werte der Säkulär-Änderung der Deklination zu ziehen, braucht wohl kaum erst hervorgehoben zu werden. Wenn nun auf dem Karton der Isogonenkarte für 1885 der Versuch gemacht ist, nach dem Entwurfe von Tillo für das östliche Europa und westliche Asien und für unsere gegenwärtige Zeit solche Linien zu verzeichnen, so kann dem nur ein beschränkter Wert beigegeben werden. Der Karton enthält im allgemeinen die Werte der Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination für die Epoche 1870—1890. Es sind darauf die Linien ohne Säkulär-Änderung für diese Epoche angegeben, sowie auch namentlich nach amerikanischen Untersuchungen die Linien ohne Deklination (die agonischen Linien) für verschiedene Epochen.

Die Werte der Säkulär-Änderung sind in ganzen Minuten ausgedrückt, und geben die algebraischen Zeichen den Sinn an, in welchem sich die Magnetnadel in der gegenwärtigen Epoche bewegt, d. h. das negative Zeichen deutet eine Bewegung der Nadel nach Ost, das positive Zeichen eine Bewegung der Nadel nach West an, in Übereinstimmung mit dem, was wir oben über das algebraische Zeichen der Deklination gesagt haben. In den Gebieten westlicher Deklination deuten die Säkulär-Änderungen mit einem Minus-Zeichen (—) eine Abnahme der Deklination an, während sie in den Gebieten mit östlicher Deklination eine Zunahme dieser Deklination bekunden. Man hat sonst auch die Gepflogenheit, wie oben schon angedeutet, in nautischen Werken das Zeichen der Säkulär-Änderung der Deklination ohne Rücksicht auf die Deklination selbst zu wählen, d. h. eine zunehmende östliche Deklination ebensowohl, wie eine Zunahme der westlichen durch ein positives Zeichen der Säkulär-Änderung anzudeuten; dasselbe gilt hinsichtlich der Abnahme der betreffenden Deklinationen. Die erstere Beziehungsweise, diejenige, die in diesem Atlas befolgt worden, bietet ein besseres Mittel für die Veranschaulichung der Bewegung der Nadel in der Säkulär-Änderung, während die letztere vielleicht in der Praxis der Navigation den Vorzug verdient.

Zur Beleuchtung dieses interessanten Gegenstandes mag ein begrenztes Gebiet, das des Indischen Ozeans, dienen. Eine genauere Untersuchung zeigt, dafs um das Jahr 1890 die Magnetnadel unbeschadet des Umstandes, dafs die Isogone Null das Gebiet nahezu in der Mitte durchschneidet, zwischen den Philippinen und dem Kap der Guten Hoffnung ungefähr bis zum 40. Grade südlicher Breite sich nach Osten bewegt (die Säkulär-Änderung also negativ ist); ausserhalb dieses Gebietes, nach Nordosten hin, über dem südöstlichen China bewegt sich die Nadel nach Westen. Das gleiche gilt von dem Südosten Australiens und dem Gebiete höherer Breiten. Dabei muß jedoch hervorgehoben werden, dafs neuere Untersuchungen über diesen Gegenstand darzuthun scheinen, dafs ein begrenztes Gebiet westlicher Bewegung der Magnetnadel in der Säkulär-Änderung über den Sunda-Inseln liegt.

Es sollen nun einige, neuern Untersuchungen entnommene Werte der Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination für verschiedene Gegenden der Erde besprochen werden, und zwar zunächst

für Europa.

Das sicherste Mittel, die Säkulär-Änderungen an einem bestimmten Orte zu verfolgen, bieten begreiflicherweise die Beobachtungen an magnetischen Warten, wo für kürzere Zeiträume die absoluten Werte eines Elementes — also im vorliegenden Falle der Deklination — mit größter Genauigkeit angegeben werden können. Verbindet man dann die im Jahreszyklus gleichgelegenen Zeiträume für 1, 2 oder mehr Jahre mit einander, so erhält man daraus begreiflicherweise einen von der jährlichen Periode des Elementes unabhängigen Wert der Säkulär-Änderung desselben²⁾. Ein andres wertvolles Mittel für diese Bestimmung bieten die für gewisse Länder in verschiedenen Perioden ausgeführten magnetischen Aufnahmen, denn auch in diesen Fällen wird die Re-

periode von 420 Jahren, begleitet von einer sekundären Periode von 82 Jahren, wozu die Epochen 1502,2 und 1517,5 gehören, als Grundlage der Rechnung zu dienen¹⁾. Die allgemeine Formel, welche zur Darstellung der Säkulär-Änderung für Orte, an denen sehr weit zurückliegende Beobachtungen vorhanden sind, angewendet wird, ist:

$$\frac{360^\circ}{420} + 0,53^\circ \sin(t - 1517,5) \cdot \frac{360^\circ}{82}$$

duktion auf Normalstände vorausgesetzt, wodurch natürlich der Wert der einzelnen Beobachtung bedeutend erhöht wird.

Für die Epoche von 1858—1890 wurden folgende Mittelwerte der Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination abgeleitet:

Für Edinburg	war die Säkulär-Änderung	— 9,1'
„ Inverness	„ „	— 9,0
„ Utrecht	„ „	— 8,6
„ Liverpool, Stornoway	„ „	— 8,2
„ Greenwich, Jersey, Kiel	„ „	— 7,6
„ Amiens, Berlin, Brünn, Hamburg, Paris, Pavia	„ „	— 7,4
„ Rostock	„ „	— 7,2
„ München	„ „	— 7,1
„ Bordeaux	„ „	— 7,0
„ Lissabon, Mailand, Toulouse	„ „	— 6,8
„ Flensburg, Krakau, Prag, Salzburg	„ „	— 6,6
„ Verona	„ „	— 6,5
„ St. Petersburg	„ „	— 6,0
„ Dirschau-Danzig	„ „	— 5,7
„ Kertsch, Odessa	„ „	— 5,2
„ Moskau	„ „	— 4,9

Das Mittel der Zeit in der Epoche ist für diese Reihe 1872,6, für welche die obigen Werte Geltung haben.

Aus dem Frühergesagten geht hervor, dafs sich für ein und denselben Ort die Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination mit der Zeit ändert. Gegenwärtig wird beispielsweise die jährliche Abnahme der westlichen Deklination in West-Europa von Jahr zu Jahr kleiner; so ist für Hamburg die Säkulär-Änderung der Deklination gewesen

für 1856	— 8,4'
„ 1865	— 8,0
„ 1873,3	— 7,4
„ 1880	— 7,0
„ 1885	— 6,4
„ 1890	— 5,2

Bei der Herstellung der magnetischen Karten dieses Atlas mußte man sich zu Zwecken der Reduktion auf die einheitliche Epoche 1885,0 in Ermangelung exakterer Werte mit einer mittlern Säkulär-Änderung für 1870—90 begnügen. Es gilt dies begreiflicherweise nicht nur für den Fall von Hamburg, sondern auch für andre Lokalitäten, für welche die betreffenden Werte abgeleitet werden müßten.

Für Amerika.

Durch die umfassenden Arbeiten des Coast and Geodetic Survey der Vereinigten Staaten¹⁾ über die Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination im nördlichen Amerika ist für die Reduktion auf eine einheitliche Epoche eine vortreffliche Grundlage gewonnen, und zwar wie sie einheitlicher wohl für keinen der übrigen Erdteile gegeben ist. Hervorgehoben sei, dafs für eine große Anzahl von Punkten die für die Berechnung der Säkulär-Änderung vorhandenen Beobachtungen sehr weit zurückreichen, so dafs es möglich wurde — wie dies schon früher hervorgehoben worden ist — die Formeln abzuleiten und auf diese Weise für verschiedene Epochen zu berechnen. Es werden darin die Säkulär-Änderungen in drei Gruppen gegeben; die erste derselben enthält hauptsächlich die magnetischen Stationen an der atlantischen Küste und in dem Gebiete ostwärts des Appalachian-Gebirges; die zweite Gruppe enthält hauptsächlich die magnetischen Stationen in dem zentralen Teile der Vereinigten Staaten zwischen dem Appalachian- und dem Rocky Mountains-Gebirgszuge; die dritte Gruppe enthält die magnetischen Stationen in der Nähe der pazifischen Küste der Vereinigten Staaten; es erstreckt sich das Gebiet derselben vom Isthmus von Tehuantepec (Mexiko) nach Norden hin bis zur Behringstraße und dem arktischen Meere, sowie der Küste von Alaska.

Aus dem reichen Material soll an dieser Stelle aus jeder Gruppe eine Anzahl von Stationen ausgewählt werden, für welche die Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination für verschiedene Epochen gegeben wird.

In den hier unten folgenden Tabellen ist die Zunahme der westlichen Deklination mit dem algebraischen Zeichen plus (+), die Zunahme der östlichen Deklination mit dem algebraischen Zeichen minus (—) gegeben. Die Abnahme ist in jedem Falle als mit dem entgegengesetzten Zeichen behaftet zu verstehen.

Gruppe I.

Name der Station.	Jahr der ersten Beobachtung.	Säkulär-Änderung für die Epoche		
		1885,0.	1890,0.	1895,0.
Saint Johns, Newfoundland	1630 (?)	— 1,7'	— 2,4'	— 3,4'
Quebec, Canada	1642	+ 0,7	0,0	— 0,9
Charlottetown, Prince Edward Island	1833	— 0,3	— 1,4	— 2,4
Montreal, Canada	1700 (?)	+ 3,6	+ 3,3	+ 3,4
Bangor, Me.	1805	+ 2,8	+ 2,4	+ 1,9
Halifax, Nova Scotia	1608	+ 0,7	+ 0,3	— 0,1
Albany, N. Y.	1817	+ 3,4	+ 3,0	+ 2,5
Oxford, N. Y.	1794	+ 4,0	+ 3,7	+ 3,4
Cambridge, Mass.	1708	+ 1,8	+ 1,5	+ 1,2
Boston, Mass.	1700	+ 2,6	+ 2,2	+ 1,9
Providence, R. J.	1717	+ 4,7	+ 4,4	+ 3,6
New Haven, Conn.	1750 (?)	+ 4,1	+ 3,8	+ 3,4
Nantucket, Mass.	1700 (?)	+ 1,6	+ 1,2	+ 0,8
New York City, N. Y.	1609	+ 3,7	+ 3,8	+ 3,8
New Brunswick, N. J.	1800	+ 2,6	+ 2,2	+ 1,8
Philadelphia, Pa.	1701	+ 4,7	+ 4,4	+ 4,4
Baltimore, Md.	1679	+ 3,4	+ 3,1	+ 2,8
Washington, D. C.	1750 (?)	+ 3,2	+ 1,5	+ 1,2
Cape Henry, Va.	1700	+ 3,2	+ 3,0	+ 2,8
Charleston, S. C.	1700	+ 3,2	+ 2,9	+ 2,5

¹⁾ Weyer, Über die magnetische Deklination Kristianias und ihre Säkulär-Änderung. Astronom. Nachrichten, Bd. 123.
²⁾ Es schließt dies nicht aus, dafs noch eine oder die andre Periode, etwa die 11,3-jährige, die Werte beeinflusst.

¹⁾ Methods and Results Secular Variation of the Magnetic Declination in the United States and at some foreign Stations. Sixth Edition. Appendix No. 12, 1886, und Appendix No. 6, 1888. Charles A. Schott.

Gruppe II.

Name der Station.	Jahr der ersten Beobachtung.	Säkulär-Änderung für die Epoche		
		1885,0.	1890,0.	1895,0.
York Factory, Brit. Nordamerika . . .	1725	+ 9,4'	+ 10,9'	+ 12,2'
Fort Albany, Brit. Nordamerika . . .	1668	+ 4,7	+ 5,4	+ 6,1
Toronto, Canada	1840	+ 2,3	+ 3,8	+ 4,4
Milwaukee, Wis.	1859	+ 5,3	+ 5,4	+ 5,5
Buffalo, N. Y.	1797	+ 4,8	+ 4,5	+ 4,2
Detroit, Mich.	1810	+ 2,8	+ 2,5	+ 2,1
Chicago, Ill.	1823	+ 3,7	+ 3,8	+ 3,7
Michigan City, Ind.	1830	+ 3,5	+ 3,5	+ 3,4
Pittsburgh, Pa.	1840	+ 3,4	+ 3,2	+ 3,0
Denver, Colo.	1866	+ 2,8	+ 3,1	+ 3,4
Cincinnati, Ohio	1806	+ 3,5	+ 3,4	+ 3,3
Saint Louis, Mo.	1835	+ 4,4	+ 4,4	+ 4,3
Nashville, Tenn.	1829	+ 4,4	+ 4,6	+ 4,7
New Orleans, La.	1700	+ 4,1	+ 4,2	+ 4,3
San Antonio, Tex.	1525	+ 3,3	+ 3,6	+ 3,8
Key West, Fla.	1750 (?)	+ 3,6	+ 3,4	+ 3,2
Havana, Cuba	1726	+ 3,4	+ 3,2	+ 3,0
Kingston, Jamaica	1726	+ 2,4	+ 2,3	+ 2,1
Barbados, Caribbee Islands	1726	+ 2,2	+ 1,9	+ 1,7
Panama, New Granada	1775	+ 2,5	+ 2,5	+ 2,4

Gruppe III.

Name der Station.	Jahr der ersten Beobachtung.	Säkulär-Änderung für die Epoche		
		1885,0.	1890,0.	1895,0.
Acapulco	1744	+ 2,9'	+ 3,2'	+ 3,5'
Vera Cruz	1727	+ 4,9	+ 5,1	+ 5,2
City of Mexico	1769	+ 2,1	+ 2,3	+ 2,5
Magdalena Bay	1714	+ 1,0	+ 1,4	+ 1,9
Cerros Island	1714	+ 1,7	+ 2,1	+ 2,5
Santa Barbara	1714	+ 0,4	+ 0,7	+ 1,1
San Francisco	1783	- 0,4	- 0,2	+ 0,1
Vancouver	1788	+ 0,2	+ 0,8	+ 1,3
Port Townsend	1841	+ 1,5	+ 2,0	+ 2,5
Sitka	1779	+ 2,3	+ 2,7	+ 3,1
St. Paul, Kadiak	1778	+ 6,6	+ 6,9	+ 7,2
Port Clarence	1827	+ 10,0	+ 10,4	+ 10,7

Da man aus den Karten der magnetischen Deklination für 1885,0 und einem bestimmten Ort der Erde den Charakter der Deklination ersehen kann (westliche Deklination +, östliche Deklination -), so vermag man mit den Werten der obigen Tabellen bei algebraischer Behandlung der Zeichen für eine bestimmte Zeit den Wert der Deklination abzuleiten. Man kommt auf diesem Wege und bei so genauer Grundlage zum Begriffe einer Ephemeride der magnetischen Deklination. Dafs hier an nur für sehr wenige Gebiete der Erde gedacht werden kann, geht aus dem schon Gesagten hervor.

Für das Gebiet von Südamerika liegen weniger zahlreiche und sichere Angaben über die Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination vor, namentlich gehen auch die Angaben nicht weit genug in Zeit zurück, um durch sie für längere Epochen Mittelwerte ableiten zu können. Aus neuerer Zeit sind es besonders die Untersuchungen von Dr. van Rijkevorsel im Nordosten Südamerikas, die zum mindesten für recente Perioden die Anhaltspunkte bieten¹⁾. Von allen Beobachtungen, welche Herrn van Rijkevorsel zur Verfügung standen, zieht derselbe den Schlufs, dafs er für die Epoche seiner Vermessung (1882/83) den Wert von +8,5' pro Jahr anzunehmen geneigt ist, um welchen Betrag also die westliche Deklination zunimmt. Diese Zunahme der Bewegung der Nadel nach Westen läfst sich für die ganze Küste bis zum Kap Horn konstatieren, nimmt jedoch bis zum Betrage von 3,6' ab, welch letzterer Wert durch die französische Expedition nach Orange Bai (1882/83) ermittelt worden ist. Da sich — wie aus dem Karton der Karte Nr. 39 hervorgeht — die Linie ohne Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination der Westküste von Südamerika nähert, so sind die Werte für die westliche Bewegung der Magnetnadel an dieser Küste kleiner als im Osten, und zwar nach Norden hin nahezu gleichbleibend. Diese Angaben beziehen sich auf die Epoche 1870—1890; bei dem mangelhaften Materiale kann von einer genaueren Angabe, welche sich auch auf die Epoche 1885,0 bezöge, nicht die Rede sein.

Im arktischen Amerika wurde durch die in den letzten Dezennien daselbst ausgeführten Beobachtungen einiger Anhalt für die Ableitung mittlerer Werte für die Säkulär-Änderung geboten. Im allgemeinen sind dort die Beträge derselben sehr erheblich und schwanken zwischen 10' und 15', indem die Bewegung der Nadel, welche im nordatlantischen Ozean und in Grönland bis etwa zum 90.° der W. L. v. Gr. eine östliche ist, westlich wird

In Afrika.

Für diesen Kontinent liegen nur für vereinzelte Punkte die Daten vor, um mittels derselben genaue Werte der Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination auch nur mit einiger Sicherheit für eine recente Epoche ableiten zu können. Es mag der Vollständigkeit halber hier erwähnt werden, dafs in der Karte der „Variationslinien der Magnetnadel“ in den Gewässern um Afrika nach J. Rennell²⁾ durch eine Vergleichung mit dem gegenwärtigen Verlaufe der Linien ein Mittel geboten wäre, vorausgesetzt, dafs die ältern, aus den Jahren 1789 und 1793 stammenden Linien zuverlässig wären, für das seitdem verflossene Jahrhundert einen Mittelwert der Bewegung der Magnetnadel abzuleiten. Begreiflicherweise könnte ein solches Verfahren in Wirklichkeit wenig Interesse bieten, da es bei der gänzlich verschiedenen Lage und Richtung der einzelnen Isogonen unmöglich ist, sich ein Bild über den eigentlichen Verlauf der Umwandlung der magnetischen Zustände von damals und jetzt zu machen. Aber auch — wie schon bemerkt — für rezente Perioden herrscht noch immer grofse Unsicherheit, und es wäre endlich an der Zeit, wirklich wertvolle Beobachtungen von diesem Kontinente, der in dem letzten halben Jahrhundert so vielfach Gegenstand der Durchforschung war und auch in politischer Hinsicht ein erhebliches Interesse gewonnen hat, zu erhalten. Die in der Karte eingetragenen Werte sind teilweise aus ziemlich zuverlässigen Beobachtungen an einzelnen Küstenpunkten abgeleitet, teilweise sind sie gefolgert aus den Untersuchungen für die umliegenden Meere, wobei namentlich die Untersuchungen im Indischen Ozean von

Nutzen sein konnten. Für die Nordküste lassen sich die Werte der Säkulär-Änderung mit ziemlicher Sicherheit aus Untersuchungen in Süd-Europa und in einzelnen Gebieten der Küste selbst ableiten. Streng genommen sind es nur drei Punkte Afrikas (wenn man Mauritius dazu rechnet), von welchen aus neuerer Zeit fortlaufende Beobachtungen vorliegen: St. Paul de Loanda, Mauritius und Capetown³⁾. Nach den auf dem Atlantischen Ozean angestellten diesbezüglichen Untersuchungen hat es den Anschein, als ob eine Linie ohne Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination quer durch denselben, die afrikanische Küste in der Gegend von Kap Palmas und beim Kap der Guten Hoffnung berührend, zöge, wie dies auf dem Karton über die Säkulär-Änderung auf Karte 39 angedeutet ist. Es wurde früher schon über die Bewegung der Magnetnadel nach Gröfse und Richtung über dem Gebiete des Indischen Ozeans gesprochen und soll später noch einmal darauf zurückgekommen werden.

Für Asien.

Bei der Besprechung der Säkulär-Änderung über dieses ausgedehnte Ländergebiet werden wir nicht umhin können, nochmals — wenn auch nur in allgemeinen Zügen — die Säkulär-Änderungen im östlichen Europa zu berühren. Für den Norden liegen die ausgedehnten Untersuchungen von Tillo²⁾ und von Fritsche³⁾ vor. Danach wurden die Linien gleicher Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination im Karton gezogen, und zwar sowohl jene für 1850, wie jene für 1882, welch letztere eine um etwa 5' verschiedene Säkulär-Änderung angeben. Dafs es sich auch in diesem Falle nur um Approximationen handeln kann, bedarf nach dem, was bereits über den Gegenstand gesagt worden ist, nicht der nähern Ausführung. Es kann hier nicht der Ort sein, in Einzelheiten der interessanten Untersuchung einzugehen, wie ebenso wenig auf jene der interessanten Abhandlung von H. Fritsche⁴⁾, in welcher eine Summe interessanter Details über den Gegenstand niedergelegt sind. Eine von dem Verfasser ausgeführte Untersuchung ergibt im wesentlichen die gleichen Resultate, wenn auch in einzelnen Punkten Abweichungen zu konstatieren sind, die sich zur Genüge aus der Unsicherheit der Grundlagen erklären. Es läfst sich im allgemeinen feststellen, dafs die Bewegung der Magnetnadel nach Osten hin (also Säkulär-Änderung mit negativem Vorzeichen) über den ganzen asiatischen Kontinent bis zu jenem eiförmigen Gebiete der Isogonen im Osten vorwaltet, ebenso wie in Europa und Afrika⁵⁾. Die Linie ohne Säkulär-Änderung schneidet, von den Philippinen kommend, den 50. Grad N. Br. in etwa 110° der Ostlänge v. Gr., was in gewissem Sinne sich vereinigen läfst mit den weiter oben angeführten, von Tillo abgeleiteten Linien gleicher Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination. In der Mitte der Gruppe der Philippinen beträgt im Jahre 1890 die Zunahme der westlichen Deklination nur etwa 0,5'. In Hongkong ist für 1884/5 die Abnahme der Ost-Deklination 1,5'. In Zi-ka-wei (Shanghai) ist die Bewegung der Nadel +1,1', also westlich, und in Taschkent nach den Beobachtungen von F. v. Schwarz -4'. In Japan nimmt Naumann die westliche Bewegung der Nadel zu 3,3' an, was also eine Zunahme der dort herrschenden westlichen Deklination bedeutet. Alle diese Angaben sind für die Epoche von 1882/5 ermittelt. Für das ganze Gebiet von Vorder-Indien, in welchem eine östliche Bewegung der Nadel zwischen 3,5' und 1,5' aus den Beobachtungen von Schlagintweit und einigen neuern Forschern abzuleiten ist, müssen diese angelegenen Mittelwerte für die Epoche 1857—1885 in Ermangelung zuverlässiger Angaben genügen. Wie schwierig übrigens die Angabe genäherter Werte der Säkulär-Änderung für einen Kontinent wie der asiatische ist, geht aus einer Untersuchung hervor, welche Stellung in dem Lena-Gebiete angestellt hat⁶⁾. Wir lesen dort S. 4: „Hiernach ist bei den Orten mit westlicher Deklination die Magnetnadel in den Jahren 1829—1888 noch weiter nach Westen gewandert, d. h. die westliche Deklination hat im nördlichen Teile der ostasiatischen Insel mit westlicher Deklination (für den zentralen Teil dieser Insel hat Fritsche bereits früher eine Zunahme der westlichen Deklination von 1830—1870 konstatiert) zugenommen. In Enissei hat die östliche Deklination in den Jahren 1829—1873 viel stärker als bei Irkutsk und Kirzensk zugenommen, bei den Orten mit östlicher Deklination hat dagegen eine Wanderung der Magnetnadel im entgegengesetzten Sinne stattgefunden, so dafs die östliche Abweichung der Magnetnadel gewachsen ist.“

„Diese Veränderungen in der Stellung der Magnetnadel weisen darauf hin, dafs im nordwestlichen Teile des inselförmigen Gebietes der westlichen Deklination keine einfache Verschiebung der Isogonen, sondern ein Aneinanderdrängen derselben stattgefunden hat, welches wahrscheinlich auch von Änderungen der Richtung der Linien gleicher magnetischer Deklination begleitet war. Zugleich mufs sich aber auch das Gebiet der westlichen Deklination bedeutend vertieft haben, wenigstens ist in Sibirien bisher niemals eine auch nur angenähert so grofse westliche Deklination beobachtet worden, wie wir sie in Jakutsk bestimmt haben.“

Es wurde dieser Anomalie in der Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination hier ausführlicher erwähnt, weil in derselben auch die Ursache zu erkennen ist, auf welche die grofse Differenz der im Jahre 1888 in Jakutsk beobachteten magnetischen Deklination und jener für diesen Ort in unsern Karten gegebenen zurückzuführen ist. Diese Differenz beträgt 5,7', um welchen Wert die westliche Deklination der Karte zu klein ist.

Nach Fritsche und F. Müller ist die Magnetnadel in Irkutsk von 1829—1873 um ungefähr 1,6' jährlich nach Osten vorgerückt, während die rückläufige Bewegung nach Westen von 1873—1888 etwa 2,0' per Jahr betrug. In Bantochtschikowo (58° 1' N. Br., 108° 39' Ö. L. v. Gr.) ging der magnetische Meridian von 1829—1873 jährlich 1,9' nach Osten, während die Rückbewegung nach Westen mit einer Geschwindigkeit von jährlich ungefähr 4,7' erfolgte. Dafs unter solchen Verhältnissen ohne genauere Kenntnis, und zwar in kürzern Zeiträumen eine Reduktion der magnetischen Deklination auf eine bestimmte Epoche nicht ausgeführt werden kann, leuchtet ein, und es erklären sich hieraus die stellenweise hervortretenden Differenzen der Karten gegenüber den beobachteten Werten.

Es wurde oben schon auf die eigentümliche Gestaltung der Verhältnisse der Säkulär-Änderung über dem ostindischen Archipel, namentlich Batavia hingewiesen. Es erscheint dort ein Gebiet der Bewegung der Nadel nach Westen, die in Batavia für das Jahr 1887—1890 zu etwa 2,5' angenommen werden kann. Nach den Beobachtungen von

¹⁾ Auch diese sind in den letzten Jahren nicht mehr fortgeführt worden; wenigstens wurden sie nicht veröffentlicht.

²⁾ v. Tillo, Repertorium der Meteorologie, Bd. VIII, 1883, Nr. 2.

³⁾ v. Fritsche, Peterm. Mitteil., Jahrg. 1888.

⁴⁾ Dr. H. Fritsche. Ein Beitrag zur Geographie und Lehre vom Erdmagnetismus Asiens und Europas. Peterm. Mitteil., Erg.-Heft Nr. 73, Gotha 1885.

⁵⁾ Report of the Scientific Results of the voyage of H. M. S. „Challenger“.

Vol. II, 1889.

⁶⁾ Stelling, Eduard. Magnetische Beobachtungen im Lena-Gebiet im Sommer 1888, Repertorium der Meteorologie, Bd. XIII, Nr. 4.

¹⁾ Magnetic Survey of the Eastern part of Brazil, by Dr. van Rijkevorsel and E. Engelenburg, Amsterdam 1890, S. 68, 69.

²⁾ Allgemeine geographische Ephemeriden von Zach, Bd. IV, 1799, S. 187.

Die erheblichen Differenzen in der Zeit der Wendepunkte in der Säkular-Änderung der Inklination oft für ganz nahe bei einander gelegene Orte läßt auf einen beträchtlichen Grad der Unsicherheit in Bestimmungen dieser Art schließen.

Es sollen nun wieder die Ergebnisse aus ältern und namentlich auch recentern Beobachtungen zusammengestellt werden.

Europa.

Aus den magnetischen Aufnahmen von Frankreich 1848,7¹⁾ und 1885,0 ergeben sich folgende Mittelwerte für einzelne Schnittpunkte auch der angrenzenden Länder- und Meeresteile:

Breite N.	Länge von Paris.	Säkular-Änderung.	Bemerkung.	
49,8°	8,0° W	-2,56'	Die mittlere Abnahme der magnetischen Inklination N ist für Orte westlich von Paris -2,93'.	
48,2	7,8	-2,75		
46,9	7,5	-2,89		
45,5	7,2	-2,89		
44,2	7,0	-3,00		
42,7	7,0	-2,84		
41,5	7,0	-3,13		
42,0	0,5 O	-3,31		
51,0°	0,4° O	-2,59'		Die mittlere Abnahme der magnetischen Inklination N ist für Orte östlich von Paris -2,41'.
51,0	8,1	-2,42		
49,7	8,0	-2,48		
48,3	8,0	-2,32		
46,9	7,8	-2,12		
45,5	7,5	-2,20		
44,4	7,3	-2,42		
43,3	7,0	-2,76		

Nach neuern Untersuchungen von Rücker und Thorpe²⁾ ergeben sich für die Epochen 1869-85 und 1859-85 bzw. die Mittelwerte der Säkular-Änderung der magnetischen Inklination von -2,35' und -2,85', also eine entschiedene Abnahme des Wertes mit der fortschreitenden Zeit.

Für Ungarn sind die Veränderungen für 2 Epochen festzustellen, welche durch die Vermessungen in den Jahren 1850, 1875 und 1885 bestimmt werden.

Westl. Länge von Gr.	Epoche 1850-75.	Epoche 1875-85.	Bemerkungen.
15°	—	-2,10'	Der Mittelwert der Abnahme der Inklination für die Epoche 1850-85 ergibt sich zu -2,1'.
16	-2,14'	-2,30	
17	-2,12	-2,56	
18	-2,12	-2,64	
19	-2,06	-2,40	
20	-2,05	-2,18	
21	-2,02	-2,17	
22	-1,79	-2,03	
23	-1,50	—	
24	-1,63	—	
25	-1,91	—	
Mittel	-1,90'	-2,30'	

Es ist auffallend, daß aus dieser Zusammenstellung sich eine Progression der abnehmenden Säkular-Änderung ergibt.

Aus den magnetischen Aufnahmen von Österreich in den Jahren 1850 und 1890 ergeben sich für diese Epoche die folgenden Mittelwerte für die nachbenannten Orte:

Budweis	-1,42'	Linz	-1,70'
Iglau	-1,48	Salzburg	-1,62
Znaim	-1,45	Radstadt	-1,88
Brünn	-1,50	Agram	-1,93
Olmütz	-1,30	Belgrad	-1,88
Teschen	-1,40	Lussin piccolo	-1,99
Krakau	-1,35	Cattaro	-2,84

Die N.-Inklination nimmt um die obigen Beträge ab.

Für Italien gibt Chistoni, aus Beobachtungen von 1838,5 und 1885,0 abgeleitet, folgende Werte der Abnahme der nördlichen Inklination:

Rom	-2,5'	Florenz	-2,5'
Neapel	-2,8	Mailand	-2,5

wozu noch die in den obigen Tabellen gegebenen Orte, für welche die Formeln entwickelt sind, treten.

Für Montcalieri wird für das Jahr 1887 die Säkular-Änderung der magnetischen Inklination nur noch zu 1,3' angegeben.

Für England liegen die gründlichsten Untersuchungen über die Säkular-Änderung der magnetischen Inklination vor, weil dazu die in drei verschiedenen Epochen ausgeführten magnetischen Landesvermessungen verwendet werden konnten. Im Nachfolgenden ist eine Zusammenstellung der wesentlichsten Ergebnisse, wie solche in dem vor trefflichen Werke von Rücker und Thorpe³⁾ enthalten sind, gegeben:

Orte.	Mittl. jährl. Abnahme der Inklination		Orte.	Mittl. jährl. Abnahme der Inklination	
	1837-67 (1847,0).	1857-88 (1872,5).		1837-67 (1847,0).	1857-88 (1872,5).
Lerwick	-1,65'	-0,96'	Campelton	-1,99'	-1,39'
Aberdeen	-2,02	-1,33	Scarborough	-2,02	-1,63
Kirkwall	-1,97	-1,07	Stonyhurst	—	-1,75
Wick	-2,02	-1,11	Cambridge	-2,50	-1,58
Inverness	-1,92	-1,37	Lovestoft	-2,17	-1,54
Edinburgh	-1,82	-1,14	Kew	-2,65	-1,62
Glasgow	-1,80	-1,42	Plymouth	-2,73	-1,89

Als Verhältniszahl der Säkular-Änderung in den beiden Epochen wird für Nord-Schottland zu 1,57, für Süd-Schottland zu 1,49 und für England zu 1,47 angegeben.

Für die Epoche von 1834-88 wird als Verhältniszahl angenommen:

Loch Aylort zu	-1,0'	Kew zu	-1,5'
Kerrera	-1,2	Greenwich	-1,5
Stranraer	-1,4	Leeds	-1,5
Stonyhurst	-1,6		

Für Deutschland liegen als eine wichtige Grundlage für die Bestimmungen der Säkular-Änderung der magnetischen Inklination die

¹⁾ Aufnahme von 1858.
²⁾ M. Survey of the British Isles for &c., S. 87.
³⁾ Rücker, A. W., und T. E. Thorpe: A magnetic Survey of the British Isles for the Epoch Jan. 1st 1886, S. 82-87.

Landesvermessungen Lamonts im Jahre 1858 und die neuern Messungen von Dr. Neumayer (1856 und 1873), Dr. Eschenhagen, Dr. Schaper im Litorale zwischen Elbe und Oder, sowie die fortlaufenden Beobachtungen an den Zweigstellen der Seewarte, die Aufnahmen von Dr. Neumayer und Dr. Duderstadt aus neuerer und neuester Zeit vor. Besonders wertvoll sind die Beobachtungen am Marine-Observatorium in Wilhelmshaven.

Lamont gab bekanntlich für die fünfziger Jahre die Säkular-Änderung der Inklination zu -2,5' (Dr. Neumayer für Kiel und Hamburg zu 2,65') an; er folgte diesen Wert teils aus eignen Beobachtungen, teils aus den von früherer Zeit vorliegenden.

Wichtig würde für die Kenntnis der Vorgänge in den magnetischen Elementen eine Wiederholung der magnetischen Landesaufnahme Bayerns sein. Ohne diese müssen wir uns für Deutschland auf das Litorale und die Ergebnisse aus Vermessungen in den Nachbarländern hinsichtlich der Säkular-Änderung beschränken.

Für die Epoche 1858-88 ergeben sich die folgenden Werte:

Wilhelmshaven	-1,52'	Oberhausen	-1,60'
Altona	-1,56	Leipzig	-1,52
Bremerhaven	-1,20	Bonn	-1,48
Göttingen	-1,31	Cuxhaven	-1,52
Cöln	-1,63	Hannover	-1,61
Königsberg	-1,30	Münster	-1,65
Emden	-1,53	Gotha	-1,59
Bremen	-1,58	Utrecht	-1,80

Nach den Beobachtungen von Dr. Neumayer in den Jahren 1856 und 1873 und von Schaper 1885 erhält man für Hamburg die Säkular-Änderung -1,3' und für Kiel -1,4'.

Nach demselben Beobachter ist die Säkular-Änderung für 1873-85: Hamburg -0,32', Kiel -0,40', Berlin 0,34'. Gegenwärtig ist in Norddeutschland die Säkular-Änderung sehr klein und schwankend; für Süddeutschland liegen, wie schon gesagt, keine Bestimmungen aus neuerer Zeit vor.

Aus dem Norden Europas liegen einige neueste Bestimmungen vor; so von Upsala 1882-88, wo die Säkular-Änderung nahezu Null ist, während für 1872,5-1882,3 -0,6, für 1886-88 +0,26 (unsicher) sich ergibt.

Für Stockholm findet man von 1869,8-1888,9 im Mittel -0,7', in Kristiania zwischen 1880-90 -1,5, Boscop zwischen 1883-90 -1,0' (?).

Europäisches Rußland und Asien.

Über die Werte der Säkular-Änderung liegen von Erman, Smirnow, Fritsche und besonders von v. Tillo umfassende Arbeiten aus frühester und späterer Zeit vor, aus welchen hier das Wesentlichste gegeben werden soll.

Nehmen wir zunächst die Epoche von 1828-73 in Betracht, so ist:

im Westen v. d. mittlern Region	Nischnij Nowgorod in 46 Jahren keine Änderung,	Zunahme der nördl. Inkl.,	
	Ssarotow „ 43 „ + 2,8'		
	Kamyschin „ 41 „ + 7,4 „		
	Murom „ 46 „ + 13,0 „		
	Astrachan „ 41 „ + 18,0 „		
	Zarizyn „ 44 „ + 5,5 „		
	für Odessa in 9 Jahren		-16,8' Änderung
	(„ Königsberg) „ 28 „		-27,0 „
	(„ Krakau) „ 17 „		-31,0 „
	(„ St. Petersburg) „ 42 „		-21,0 „
(„ Stockholm) „ 21 „	-31,0 „		
(„ Pskow) „ 13 „	-8,3 „		
im Osten v. d. mittlern Region	in Werschoturje in 45 Jahren	+10,9' Änderung	
	„ Bogoslawsk „ 45 „	+14,9 „	
	„ Tjumen „ 45 „	+29,9 „	
	„ Prjessnogorskowskaja „ 41 „	+42,6 „	
„ Rotscherdyzkaja „ 44 „	+37,3 „		

Die zahlreichen und gründlichen Arbeiten, welche von den oben genannten russischen Gelehrten über den Gegenstand geschrieben worden sind, ermöglichen eine Zusammenstellung in nach der Zeit gesonderten Gruppen¹⁾. Auszüge daraus sind im Nachfolgenden enthalten:

I. Gruppe.

Mittlere Epoche 1840,0 (1830-50).

Orte.	Mittlere Epoche.	Anzahl der Jahre.	Säkular-Änderung.
Atschinsk	1848,4	38,7	+1,9'
Besymiannyi	1847,0	47,0	-0,4
Haparanda	1837,2	24,5	-1,7
Helsingfors	1841,0	16,0	-1,3
Madras	1849,5	13,0	+1,7
Smyrna	1836,5	13,0	-3,5
Tjoek	1836,5	16,0	-1,3
Tjukalinsk	1848,4	38,8	+0,9
Torneo	1848,5	2,0	-1,8
Wiborg	1849,0	37,0	-0,8

II. Gruppe.

Mittlere Epoche 1860,0 (1850-70).

Orte.	Mittlere Epoche.	Anzahl der Jahre.	Säkular-Änderung.
Archangelsk	1861,2	32,5	-0,3'
Barnaul	1853,2	47,3	+1,5
Bombay	1862,2	12,5	-0,3
Chorimtu	1853,2	43,1	+2,7
Hongkong	1863,5	41,0	+3,8
Irkutsk	1856,4	54,3	+1,9
Kalgan	1852,2	42,5	+3,0
Katharinenburg	1859,6	34,0	+1,2
Krasnojarsk	1851,9	45,6	+1,9
Madras	1863,0	14,0	-0,3
Mergenew	1853,2	46,5	0,0
Mongut	1854,4	35,7	+2,3
Moskau	1856,1	55,2	-0,5
Murnoco	1851,5	46,0	0,0
Nertschinsk	1854,8	41,2	+2,6
Nischnij Nowgorod	1853,0	48,9	2,0
Odessa	1863,0	26,1	-0,0
Omsk	1852,2	44,9	+1,0

¹⁾ Carls Repertorium der Experimental-Physik, Bd. XIII, 1877, S. 331-371.

Orte.	Mittlere Epoche.	Anzahl der Jahre.	Säkulär-Änderung.
Onega	1852,0	45,0	- 0,5
Orenburg	1852,2	43,3	+ 0,5
Peking	1857,0	51,0	+ 2,9
Perm	1853,4	49,9	+ 0,5
Saigon	1857,5	31,0	+ 0,3
Schlüsselburg	1865,0	11,1	- 1,0
Sebastopol	1867,0	5,1	- 1,7
Shanghai	1868,5	21,0	+ 3,5
Singapore	1856,0	38,0	- 1,1
Tiflis	1863,0	5,1	- 1,0
Tobolsk	1850,5	34,0	+ 1,1
Tomsk	1851,3	44,6	+ 1,4
Tscherdyn	1863,2	30,4	+ 0,1
Twer	1851,5	46,0	- 0,2
N. Uralsk	1853,0	47,0	+ 0,5
Werschné Winsk	1851,4	44,5	+ 2,5
Yenisseisk	1852,1	45,2	+ 1,5
Zaritzyn	1862,4	24,7	- 0,7

III. Gruppe.

Mittlere Epoche 1880 (1870—90).

Orte.	Mittlere Epoche.	Anzahl der Jahre.	Säkulär-Änderung.
Astrachan	1871,0	20,8	0,0'
Baku	1870,4	21,2	- 0,7
Fort Embinsk	1872,2	3,3	0,0
Irgis	1872,8	4,5	0,0
Kiew	1875,2	2,9	- 1,5
Piatigorsk	1873,0	7,0	- 0,7
Pleskau	1870,9	11,0	- 0,8
St. Petersburg	1870,8	13,5	- 0,7
Warschau	1871,8	8,7	- 1,3
Wilna	1871,6	8,2	- 1,6
Wologda	1874,0	7,0	0,0
Wytegra	1874,0	7,0	- 0,6

Von Interesse sind auch die von Rykatschew für die Epoche 1862,5 bis 1881,5 (1872) bestimmten Säkulär-Änderungen für das Gebiet des Kaspischen Meeres. Nach diesen Bestimmungen würde sich dort die Säkulär-Änderung in den Grenzen von +2,8' bis -3,6' bewegen. Namentlich macht sich die Abnahme in dem Minuswerte zwischen 1870 und 1880 sehr bemerkbar.

Es mag hier erwähnt werden, daß die Untersuchungen v. Tillo's über die Frage, inwiefern sich die Säkulär-Änderungen überhaupt und hier jene der Inklination als eine Funktion der Zeit und des Ortes darstellen lassen, wenn sie auch kein positives Ergebnis bieten, doch die Richtung kennzeichnen, nach welcher in späterer Zeit dieser wichtige Gegenstand weiter verfolgt werden sollte¹⁾.

Ferner sind für Asien noch etwa folgende Angaben aus neuerer Zeit heranzuziehen. Nach Creak ist die Säkulär-Änderung der Inklination in der Epoche 1880, wie folgt:

für Bombay	+ 1,2'	für Kobe	+ 3,5'
„ Hongkong	+ 4,2	„ Simonoseki	+ 4,0
„ Yokohama	+ 3,4		

Nach der neuern magnetischen Landesvermessung in Japan durch Herrn Knott ist die nördliche Inklination einer jährlichen Abnahme von etwa 2,0' unterworfen, während das Observatorium von Manila (Philippinen) für 1890 die magnetische Inklination um 0,3' zunehmend erscheinen läßt (+ 0,3).

Dr. Schrader folgert aus den Beobachtungen I. B. M. S. Challenger und seinen eignen (Mitte der achtziger Jahre) +4' — eine Zunahme. Fritsche gibt die Säkulär-Änderung von Singapore zu -1,0', Creak nach neuern Beobachtungen (1880) zu -0,2' an.

Von dem Indischen Archipel liegen durch die Aufnahme Elliots und Rijkevorsels die Materialien vor, woraus der letztere für Batavia folgert, daß die Säkulär-Änderung -0,97' beträgt (eine Zunahme der südlichen Inklination). Neuern Untersuchungen am Observatorium in Batavia zufolge hat dieser Wert sehr zugenommen und ergibt sich für 1882—85 zu -2,5' (Zunahme der südlichen Inklination), 1885,5—1888 selbst auf -4,0'.

Zu diesen Angaben fügen wir noch hinzu, daß nach den Beobachtungen des Observatoriums in Katharinenburg im Jahre 1889 die Säkulär-Änderung der magnetischen Inklination +0,7' (Zunahme der nördlichen Inklination), 1860 dagegen +1,2' war; ferner leiten wir aus den Beobachtungen des Observatoriums in Zi-ka-wei (Shanghai) für die Epoche 1884—86 eine jährliche Abnahme der nördlichen Inklination von 2,3', dagegen aus der Epoche 1880—85 eine Zunahme von 0,32'. Die Beobachtungen am magnetischen Observatorium in Taschkent ergeben für die Epoche 1877—82 eine jährliche Zunahme der nördlichen Inklination von 2,1'

Amerika.

Nordamerika. Wie bei Besprechung der Säkulär-Änderung der magnetischen Deklination, so kann auch in diesem Falle hervorgehoben werden, daß die Veröffentlichung des Coast and Geodetic Survey (Methods and Results) eine reiche Fundgrube für Untersuchungen dieser Art bieten.

Aus einer frühern Epoche (1860—80) mögen die folgenden Mittelwerte zunächst eine Stelle finden:

für Halifax (bis 1882)	- 2,3', später nur noch - 1,6'
„ Quebec	- 1,6
„ Montreal	- 1,2.

Aus der großen Zahl von Stationen mögen 11, für welche die Formeln abgeleitet sind, ausgewählt und daraus die Säkulär-Änderung für das Jahr 1885,0 abgeleitet werden:

Cambridge u. Boston	- 7,5'	Washington	- 3,5'
New Haven	- 5,6	Toronto	- 2,5
Albany u. Greenbush	- 6,6	Cleveland	- 3,6
New York	- 5,4	Detroit	- 2,8
Philadelphia	- 5,5	St. Louis	- 5,0
Baltimore	- 4,8		

Es wird bei der Mitteilung dieser Werte an der betreffenden Stelle hervorgehoben, daß dieselben für mehrere Jahre ihre Gültigkeit beibehalten; dem entgegen wird aus den Beobachtungen in Washington für

die Epoche 1888—90 eine jährliche Abnahme von nur 1,2' abgeleitet (oben - 3,5).

Über die Linie ohne Säkulär-Änderung, welche sich durch Amerika über den Südatlantischen Ozean hinzieht, wurde oben schon berichtet.

Südamerika. Nach van Rijkeyorsel und Engelenburg ergeben die Untersuchungen über die Säkulär-Änderung zu verschiedenen Zeiten die folgenden Werte, welche sie mit allem Vorbehalte mitteilen.

Orte.	Epoche.	Säkulär-Änderung.	Inklination.
Rio de Janeiro	1839—80	+ 1,8'	Südlich
Bahia	1843—84	- 3,0	Nördlich
Pernambuco	1847—81	- 7,2	„
Cearà	1865—81	- 9,6	„
Maranhão	1828—82	- 1,2	„
Pará	1834—83	0,0	„

Nach Süden zu erhöht sich die Abnahme der südlichen Inklination rasch; aus ältern Beobachtungen (1820—83) wird die jährliche Abnahme bei dem La Plata etwa +7,2' (Abnahme der südlichen Inklination), an der Küste von Patagonien +9,3' und erreicht in Orange Bay nach den Beobachtungen der Französischen Polarstation (1882—83) den Wert von +11,3'. In Valdivia und Valparaiso wäre die Säkulär-Änderung ungefähr +6,0' und +5,0', in Coquimbo +4,0', und nimmt, das Zeichen beibehaltend, bis zum Gebiete ohne Säkulär-Änderung (im nördlichen Teil des Golfs von Californien) ziemlich gleichmäßig ab.

Afrika.

Wie es hinsichtlich der Bestimmung der magnetischen Elemente und deren Änderungen für diesen Kontinent bestellt ist, wurde schon mehrfach im Laufe dieser Ausführungen berührt. Es steht sehr wenig Zuverlässiges zur Verfügung. Im allgemeinen liegt derselbe im Gebiete der Abnahme der nördlichen und der Zunahme der südlichen Inklination. Für 1880 finden wir bei Creak¹⁾ die Säkulär-Änderung angegeben:

Madeira - 5,0' (nördl. Inklination), Gaboon R. - 12,0' (südl. Inklination), Simons Bay (Cape G. Hope) - 5,0' (südl. Inklination). Aus dem Jahre 1860 ist noch Sierra Leone mit -9,3' bekannt.

Bei den Untersuchungen der Säkulär-Änderung der Inklination im nördlichen Teile des afrikanischen Kontinents kann nur Südeuropa, Spanien und Italien, sowie Südfrankreich einigen Anhalt bieten. Für 1880 und Gibraltar wird für dieses Element -4,5' angenommen. In Süditalien und Dalmatien wird gegenwärtig die Säkulär-Änderung höchstens -2,5' betragen, in Suez für 1880 -1,0'. Auf der Linie Gibraltar—Suez dürfte sie von Westen nach Osten fortschreitend ziemlich gleichmäßig abnehmen, während die nördlich dieser Insel gelegenen Gebiete etwas weniger Säkulär-Änderung mit negativem Zeichen haben werden: Tunis etwa -2,5' oder -2,0, Bengasi -1,7'.

Für die Ostküste sind die aus einer Diskussion der magnetischen Verhältnisse des Indischen Ozeans erhaltenen Resultate zu Rate zu ziehen.

Die Linie ohne Änderung der Inklination zieht sich für 1890 vom Eingang in den Persischen Meerbusen (Bender-Abbas), im weiten Bogen östlich von Sokotra und nördlich von den Chagos-Inseln nach Penang.

Creak gibt für 1880 Mauritius²⁾ -1,2', Natal -4,0'.

Im Gebiete des Indischen Ozeans — auch Strafe von Mozambique mit -2,5' — scheint bis zu hohen Breiten eine Zunahme der südlichen Inklination zu herrschen, namentlich auch an der Westküste des australischen Kontinents.

Australien.

An der zuletzt genannten Küste schwankt die Zunahme der südlichen Inklination etwa zwischen -0,5 und -1,0'. Die Ostküste und der Süden scheinen von einer Änderung der Inklination nicht berührt zu sein.

Für 1880—86 kann für Melbourne genommen werden -0,26', für Sydney 0,0'.

In den Jahren 1858—64 scheint die südliche Inklination jährlich um -0,70' zugenommen zu haben in Melbourne; die oben gegebene Formel gibt weitem Aufschluß.

Für Hobarton war für die Periode 1845—64 die Säkulär-Änderung -0,73'³⁾.

Für das ganze Gebiet des Stillen Ozeans ist wenig, was nicht schon von den Küsten gesagt worden ist, zu Forschungen über die Säkulär-Änderung der Inklination zu verwenden; nur für Wellington auf Neuseeland ist nach Creak diese Änderung zu -1,0' anzunehmen.

Die Säkulär-Änderung der Horizontal-Intensität.

Was über die Säkulär-Änderungen der magnetischen Inklination gesagt worden ist, gilt im höhern Maße noch von den Säkulär-Änderungen der Intensität: Alle Ermittlungen sind gegenwärtig noch als vorläufig anzusehen, da die Beobachtungsreihen zur Ableitung definitiver Werte noch als zu kurz anzusehen sind. Alle seit den letzten 60 Jahren vorgegangenen Veränderungen in dem Werte der Horizontal-Intensität können zunächst nur insofern als von Interesse bezeichnet werden, als wir dadurch überhaupt zunächst nur allgemein mit dem wichtigen Gegenstande bekannt werden; was die Untersuchungen dieser Art besonders erschwert, ist überdies der Mangel der Einheitlichkeit der zur Anwendung gebrachten Maße. Die etwa auf eine Umrechnung in ein bestimmtes Maß, etwa das Gaußsche, zu verwendende Mühe und Zeit verlohnten sich kaum, wegen der sonstigen, den Reihen anhaftenden Mängel. Besonders auch ist in diesem, wie im Falle der übrigen Elemente die Ungleichheit der Epochen, innerhalb welchen die Veränderungen vor sich gingen, störend. Ohne eine Übereinstimmung in dieser Hinsicht wird sich durchaus Verwertbares nicht erzielen lassen. Wir werden uns im Nachfolgenden daher darauf beschränken, einige für die Berechnung der Werte der Elemente aus den Karten verwendbare Daten zu geben und im übrigen die Richtung anzudeuten, nach welcher in Zukunft die Forschung sich zu wenden hätte.

Die Karte der Abteilung IV dieses Atlas (Nr. 42) enthält 2 Kartons, welche die Total-Intensität darstellen, und zwar sind in dem einen die Isodynamen verzeichnet, welche aus allen Beobachtungen sich ergaben, die vor dem Jahre 1838 gemacht worden sind; während der andre die Linien gleicher Total-Intensität für die Epoche für 1840—1845 enthält. Bestimmte Schlüsse, etwa auf Verschiebungen der Punkte größter Intensität oder Änderung in dem Verlaufe der Linie geringster Total-

¹⁾ Creak, E. W., Staff Comm. R. N. Deviations of the Standard Compass.

²⁾ Aus den Beobachtungen des Observatoriums in Mauritius ergibt sich für 1882 bis 1887 eine Abnahme der südlichen Inklination (-1,5').

³⁾ Neumayer, Discussions &c., S. 157.

¹⁾ v. Tillo, Über die geographische Verteilung und säkulare Änderung der Deklination und Inklination im Europäischen Rußland, Bd. VIII, 1881. Rep. d. Met.

Intensität für jeden Meridian (Dynamisch-magnetischer Äquator), können aus diesen Karten nicht gefolgert werden. Solches muß der Zukunft und einem um vieles bessern Material vorbehalten bleiben.

Die angefügten Tabellen sind nur unter der angegebenen Beschränkung als wertvoll anzusehen und sind zum größten Teile Arbeiten derselben Autoren entnommen, welche in den vorhergehenden Abschnitten bereits angeführt worden sind. Der Einfachheit wegen unterbleibt mit wenigen Ausnahmen die Wiederholung der Namen. Es mag gleich hier bemerkt werden, daß Tabellen über Säkular-Änderung der Total-Intensität, die sich bereits vielfach zusammengestellt vorfinden, hier nicht gegeben werden. Wir beschränken uns lediglich auf die Angaben über Veränderung der Horizontal-Komponente der erdmagnetischen Kraft.

Nach diesen erklärenden Bemerkungen mag zunächst allgemein hervorgehoben werden, daß eine Linie, oder ein Gebiet, auf welchem eine Säkular-Änderung der Horizontal-Intensität nicht wahrgenommen wurde, sich von etwa 50° N. Br. und 120° W. L. quer durch den Nordamerikanischen Kontinent hindurch und nordöstlich von Florida zwischen den Bahama- und Bermudas-Inseln hinzieht. Von dort scheint eine Linie ohne Änderung den Atlantischen Ozean bis zu den Kap-Verden zu durchschneiden, in den Afrikanischen Kontinent einzutreten und denselben bei Zanzibar wieder zu verlassen. Im Indischen Ozean hat es

den Anschein, als ob die Linie ohne Säkular-Änderung der Horizontal-Intensität, dem Parallel von 10° S. Br. folgend, nach Anjer und Djilolo im Bogen den 150° Ö. L. in 30° N. Br. erreicht. Von dort weiterhin durch den nördlichen Stillen Ozean geht diese Null-Linie vielleicht in einer solchen Weise, daß sie sich dem angeführten Ausgangspunkt im Nordamerikanischen Kontinente anschließt. Inwiefern diese Linie der Null-Änderung der Horizontal-Intensität nur für die gegenwärtige Epoche gilt, oder eine gewisse Beständigkeit zeigt, läßt sich gegenwärtig nicht entscheiden, und es wird auch um deswillen die vorstehende Angabe unter allem Vorbehalt hier gegeben.

Eine Diskussion der verfügbaren Beobachtungen, welche an einzelnen Observatorien angestellt worden sind, hat auch in diesem Falle zur Ableitung genäherter Formeln für die Bestimmung des Wertes der Horizontal-Intensität für eine gegebene Zeit geführt; wenn X der für die Zeit t' gesuchte Wert der Horizontal-Intensität, t das Jahr bedeutet, in welchem der Wert der Horizontal-Intensität H war, und a und b wieder die an einem bestimmten Orte abgeleiteten Koeffizienten bedeuten, so haben wir eine Gleichung von der Form:

$$X = H + a(t' - t) + b(t' - t)^2 + \dots$$

Die nachfolgende Tabelle enthält für einige Orte die aus Beobachtungen abgeleiteten Werte der Koeffizienten.

Orte	Breite	H G. E.	a	b	Epoche	Bemerkungen.
Berlin	52° 30' N.	1,7594	- 0,0008	+ 0,00002	von Anfang der Messungen an	$t = 1800$ nach Erman
Göttingen	51 32 "	1,8497	+ 0,0035	+ 0,00003	1835—1880	$t = 1870$ nach Kohlrausch
Greenwich	51 29 "	1,7694	+ 0,0016	+ 0,00005	1854—1875	$t = 1864$ nach Neumayer-Petersen
Prag	50 5 "	1,9264	+ 0,0022	+ 0,00001	1855—1876	$t = 1865$ nach Neumayer-Petersen
Wien	48 12 "	2,0090	+ 0,0057	+ 0,00003	1853—1877	$t = 1865$ nach Neumayer-Petersen
München	48 9 "	1,9694	+ 0,0026	+ 0,00001	1842—1872	$t = 1857$ nach Neumayer-Petersen
Venedig	45 26 "	2,1370	+ 0,0017	- 0,00001	1835—1883,7	$t = 1880$ nach Chistoni
Verona	45 26 "	2,1320	+ 0,0024	- 0,00005	1827—1883,7	$t = 1883,0$ nach Chistoni
Padua	45 24 "	2,1370	+ 0,0024	+ 0,00001	1827—1883,7	$t = 1880$ nach Chistoni
Toronto	43 40 "	1,6145	- 0,0015	+ 0,00008	1841—1871	$t = 1856$ nach Neumayer-Petersen
Melbourne	37 50 S.	2,3630	- 0,0006	+ 0,00000	1858—1884	$t = 1871,5$ nach Neumayer-Petersen

Will man H in C. G. S.-Einheiten ausdrücken, so wäre auch bei den Werten der Koeffizienten a und b hinter dem Komma noch eine Null einzuschreiben.

Die Glieder höherer Ordnung sind hier, auch wenn sie abgeleitet worden waren, als für die im Auge gehaltenen Zwecke unwesentlich, fortgelassen.

Aus einer Diskussion der einzelnen Gleichungen ergeben sich einige bemerkenswerte Thatsachen.

Nach Adolf Erman's Berechnungen ergibt sich, daß die Horizontal-Intensität in Berlin im Jahre 1816 ein Minimum von 0,1753 C. G. S. erreicht hatte und seither bis zur Gegenwart in der Zunahme begriffen war.

Nach Kohlrausch hatte die Horizontal-Intensität in Göttingen im Jahre 1817 den geringsten Wert von 0,1756 C. G. S. erreicht und ist seither stets zunehmend gewesen. K. Schering hat nach einer von ihm aufgestellten periodischen Funktion für Göttingen den kleinsten Wert der Horizontal-Intensität auf das Jahr 1823,5 mit einem Wert von 0,1767 C. G. S. verlegt, und es würde nach ihm das Maximum im Werte von 0,1876 C. G. S. im Jahre 1897,8 eintreten.

Für andere Orte sind in ähnlicher Weise mit größerer oder geringerer Bestimmtheit und innerer Übereinstimmung die Wendepunkte in dem säkularen Verlaufe der Horizontal-Intensität ermittelt worden.

Wie in dem Falle der Magnetischen Deklination und Inklination, so bieten auch in diesem Falle die in verschiedenen Epochen ausgeführten magnetischen Aufnahmen in Verbindung mit den Bestimmungen an einzelnen magnetischen Warten das wesentlichste Mittel für die Ableitung der Säkular-Änderung. In Nachfolgendem werden die Ergebnisse einer Untersuchung hierüber, beziehungsweise einer Zusammenstellung des bereits darüber Ermittelten gegeben, und zwar werden die Säkular-Änderungen unter Fortlassung der vorangehenden Nullen in Einheiten der fünften Dezimale der C. G. S.-Einheit gegeben.

Es wird sich empfehlen, auch in diesem Falle wieder die Werte der Säkular-Änderung im allgemeinen nach Kontinenten zu ordnen.

Europa.

Für Frankreich und die angrenzenden Länder- und Meeresteile erhält man, wenn man die Beobachtungen von Lamont für 1848,5 und die neuen von Moureaux für 1885,0 zu Grunde legt, für die mittlere Periode 1867,0 die in nachstehender Tabelle enthaltenen mittlern Werte der Säkular-Änderung für die Schnittpunkte:

Breite N.	Länge von Paris	Säkular-Änderung in Einheiten der fünften Stelle C. G. S.	Breite N.	Länge von Paris	Säkular-Änderung in Einheiten der fünften Stelle C. G. S.
49,6°	8,0° W	+24	51,0°	2,0° W	+22
48,5	8,75	+25	51,5	8,25 O	+24
47,3	7,5	+27	49,8	8,0	+25
46,0	7,3	+28	48,5	8,0	+24
44,8	7,0	+28	47,2	8,0	+22
43,6	7,0	+27	46,1	7,75	+22
42,5	7,0	+25	44,9	7,5	+22
41,7	4,0	+24	43,9	7,25	+24
41,7	2,0 O	+24	42,8	7,0	+25

Das Mittel sämtlicher Werte westlich von Paris ist +26; das Mittel aller Werte östlich von Paris +23. Aus den Beobachtungen, welche in den Jahren 1855 bis 1889 in Paris (Park von St. Maur) und Perpignan angestellt worden sind, ergibt sich für die Gegenwart für Paris ein Wert der Säkular-Änderung von +19 und für Perpignan von +17.

England bietet wegen der verschiedenen daselbst ausgeführten Vermessungen eine Gelegenheit zur Ableitung guter Werte der Säkular-Änderung der Horizontal-Komponente. Kombiniert man die im Jahre 1857 von Welsh ausgeführten Beobachtungen mit jenen von Rücker und Thorpe im Jahre 1886, so ergibt sich ein mittlerer Wert von +18. Für die Epoche 1885—1888 leiten die zuletzt genannten Gelehrten die in nachfolgender Tabelle angeführten, unter sich erheblich von einander abweichenden Mittelwerte ab.

Station	Anzahl der Jahre	Säkular-Änderung in Einheiten der fünften Stelle C. G. S.
Stornoway	3	+7
Loch Aylort	4	+49
Stranraer	4	+12
Stonyhurst	3	+23
Kew	4	+17
Greenwich	3	+19

Für Großbritannien werden für die gegenwärtige Epoche die Mittelwerte, wie folgt, angenommen: England... +22, Schottland... +18, Irland... +20.

Für Deutschland sind bei Ableitung von Mittelwerten die Beobachtungen von Lamont im Jahre 1858 und von Neumayer von 1856 von Wert, wenn dieselben mit neuern Beobachtungen zusammengestellt werden. Für die Epoche 1856—1888 (mittlere Epoche 1873) erhalten wir nach den Arbeiten von Dr. Eschenhagen für Nordwest-Deutschland die folgenden Mittelwerte:

Breite N.	Säkular-Änderung in Einheiten der fünften Stelle C. G. S.		
	7°	9°	11° O. Gr.
54,5	—	+21,1	—
53,5	+20,8	+20,3	—
52,5	+21,9	+20,2	+20,2
51,5	+22,0	+20,1	+22,1
50,5	+22,2	+20,1	—

Lamont hatte für 1858 den Wert der Säkular-Änderung zu +22,0 angenommen.

Im übrigen nördlichen Deutschland sind noch nachfolgende Orte hinsichtlich des Werts der Säkular-Änderung mit mehr oder minder Sicherheit bestimmt:

Göttingen	für 1886 —1889	+13
Wilhelmshaven	„ 1879 —1890	+18,5; in den letzten Jahren +14
Hamburg	„ 1856,5—1873	+22
„	„ 1856,5—1888	+20
„	„ 1873 —1886	+16
Cuxhaven	„ 1873,3—1888,8	+15 bis +18
Berlin	„ 1873 —1887	+20
Lübeck	„ 1885,5—1890,5	+14
Kiel	„ 1856 —1885	+18
„	„ 1856 —1873	+23
„	„ 1873 —1885	+12
„	„ 1885 —1890	+12
Rostock	„ 1858 —1888	+17
Dirschau (Danzig)	„ 1858 —1888	+17

Im Süden Deutschlands sind neuere Beobachtungen von einzelnen Observatorien sowohl wie von Landesvermessungen nicht ausgeführt worden, weshalb einzelne Werte der Säkular-Änderung nicht angeführt werden können; dagegen sind für Österreich und die Küstenländer auch in neuerer Zeit zahlreiche magnetische Bestimmungen gemacht, welche, mit jenen von Kreil und andern kombiniert, für die Epoche 1850—1890 einen Mittelwert der Säkular-Änderung von +20 ergeben. Für die einzelnen Städte haben wir die folgenden Werte:

Lussin piccolo . . .	+19,4	Cattaro	+16,6
Belgrad	+12,6	Agram	+25,6
Iglau	+21,0	Znaim	+17,9
Brünn	+22,9	Olmütz	+17,1
Salzburg	+20,9	Radstadt	+20,8

Auch für Ungarn sind durch verschiedene Vermessungen die Werte in Übereinstimmung mit den soeben gegebenen festgestellt.

Aus den an den Zentral-Stellen (magnetischen Warten) in Wien und Prag angestellten umfassenden Beobachtungen ergeben sich für die Epoche 1879,5—1889,5 die Mittelwerte der Säkular-Änderung der Horizontal-Intensität beziehungsweise zu +11 und +12. Bemerkenswert ist in beiden Fällen die grobe Schwankung der Werte für die einzelnen Jahre, und ferner die geringen Mittelwerte.

Für Italien mögen folgende Angaben genügen, und zwar für die Epoche 1840—1883.

Como	+24	Padua	+21
Pavia	+22	Venedig	+20
Mailand +24			

Für den ost-europäischen, asiatischen Kontinent liegen zahlreiche und gute Ermittlungen der Werte der Säkular-Änderung der Horizontal-Intensität vor. Dieselben sind in den Werken des Generalmajors von Tillo niedergelegt. Die nachfolgenden Tabellen enthalten einige Angaben daraus, und zwar in drei Gruppen geordnet. I. Gruppe 1850 ± 3, II. Gruppe 1870 ± 3, III. Gruppe 1880 ± 5.

C. G. S.-Einheit.
I. Gruppe. 1850 ± 3.

Orte.	Mittlere Epoche.	Anzahl der Jahre.	Säkular-Änderung in Einheiten der fünften Stelle C. G. S.
Archangelsk	1852,0	51	+ 3
Jakutsk	1851,2	44	+ 7
Jekatherimburg	1852,5	48	- 4
Irkutsk	1850,0	41	- 32
Kalgan	1850,8	40	- 14
Kasan	1851,9	50	0
Kojelskaja	1851,3	43	- 10
Moskau	1849,0	41	+ 7
Murom	1852,5	44	+ 5
B. Nertschinsk	1853,0	41	- 22
St. Nertschinsk	1852,9	41	- 28
Nijni-Nowgorod	1853,0	49	+ 2
Obdorsk	1848,6	20	- 4
Omsk	1848,8	38	- 18
Orenburg	1851,6	43	- 6
Pern	1853,5	50	- 5
St. Petersburg	1853,0	49	+ 8
Saratow	1852,7	45	+ 4
Tjumen	1849,6	42	- 17
Tobolsk	1848,1	39	- 20
Tomsk	1850,0	42	- 23
Twer	1851,5	46	+ 2
Zaritzyn	1852,5	44	+ 5

II. Gruppe. 1870 ± 3.

Orte.	Mittlere Epoche.	Anzahl der Jahre.	Säkular-Änderung in Einheiten der fünften Stelle C. G. S.
Aschur	1870,8	21	+ 9
Baku	1870,8	22	+ 10
Chiwa	1874,2	2	+ 193 ?
Jakutsk	1873	44	+ 7
Irgis	1872,7	5	- 22
Kasalinsk	1873,3	3	- 9
Orsk	1871,5	2	- 48
Petrowsk	1874,0	15	+ 9

III. Gruppe. 1880 ± 5.

Orte.	Mittlere Epoche.	Anzahl der Jahre.	Säkular-Änderung in Einheiten der fünften Stelle C. G. S.
Kertsch	1876,1	9	+ 32
Lempesse	1878,0	4	+ 12
Nikolajew	1878,3	5	+ 19
Pawlowsk	1879,5	2	+ 5
Sebastopol	1877,8	5	+ 50
Taganrog	1878,1	7	+ 11
Warschau	1876,2	1	+ 20

Über den Wert der Säkular-Änderung im nördlichen und nördlichsten Teile des Kontinents, zwischen 60° N. Breite und dem Kap Tscheljuskin (77,6°), läßt sich nur sagen, daß derselbe für das ganze Gebiet nur sehr gering ist. Aus den seit 1818 ausgeführten Beobachtungen würde sich nur auf eine Säkular-Änderung der Horizontal-Intensität von 0,5 Einheiten der fünften Stelle der C. G. S.-Einheit schließen lassen ¹⁾.

In Batavia ist die Säkular-Änderung der Horizontal-Intensität für die Epoche 1869—1874 nach Dr. van Rijkevorsel zu +13 festgestellt, später nahm sie im Betrage stetig ab bis 1884. Von diesem Jahre an scheint sie nach den Beobachtungen des Observatoriums in den entgegengesetzten Charakter sich verändert zu haben und zwar ist sie -12. Bombay hat für 1865—1870 +18 gehabt, 1880 -20, Singapore +20.

Tokio hatte 1886—1887 nach Dr. Knott +23, Zi-ka-wei +30.

Für Taschkent gibt eine Diskussion der Beobachtungen am Observatorium daselbst als Mittelwert der Säkular-Änderung für die Epoche 1872—1880 +28.

Für die Philippinen (Manila) ist für 1888—90 ein Wert von +15 abgeleitet.

In Hongkong ergibt sich die Säkular-Änderung für die Epoche 1884,5—1888,5 zu +26.

Amerika.

In Beziehung auf Nordamerika wurde schon weiter oben der Linie ohne Säkular-Änderung gedacht und deren Verlauf angegeben.

Nördlich dieser Linie nimmt die Horizontal-Intensität zu (ist die Säkular-Änderung +), südlich davon nimmt sie ab (ist die Säkular-Änderung -). Es schwankt der Wert in den Atlantischen Gestaden der Union zwischen +8 und +12; auf der Südseite der Null-Linie nimmt derselbe bis -24 zu, und zwar erreicht die Säkular-Änderung diesen Betrag in Panama. Diese Angaben beziehen sich auf die Epoche 1880—1885.

Nach den Arbeiten des Coast and Geodetic Survey (Report for the fiscal year ending with June 1885, Part I. p. 271) wurden die Stationen, an welchen die Säkular-Änderung bestimmt werden konnte, in 5 Gruppen geteilt und die mittlern Mittelwerte für jede Gruppe abgeleitet. Dies gibt folgende Werte:

- I. Gruppe, Halifax, Quebec, Montreal: Epoche 1856 und 1881 . . . +24.
- II. Gruppe, Cambridge, Toronto, New Haven, Albany, New York, Sandy Hook, Philadelphia: Epoche 1859 und 1881 . . . +24.
- III. Gruppe, Baltimore, Washington, Cleveland, Detroit: Epoche 1858 und 1880 . . . +13.
- IV. Gruppe, Havana, Panama, Acapulco, Mexiko, San Blas: Epoche 1856 und 1877 . . . -24.
- V. Gruppe, Magdalena Bay, San Diego (Kalif.), Santa Barbara (Kalif.), Monterey, San Francisco, Cape Disappointment: Epoche 1874 und 1882 . . . -32.

Von Süd-Amerika sind etwa die folgenden Angaben für die Säkular-Änderung von Wert:

Dr. van Rijkevorsel gibt für die Orte Rio de Janeiro, Bahia, Pernambuco, Ceará etwa für 1880—1882 einen Mittelwert von -50 bis -60.

Zwischen Montevideo und Valparaiso wird für die Epoche der Reisen I. Br. M. S. Challenger die größte Säkular-Änderung zu -78 angegeben. (Creak).

Für Kap Horn (Orange Bay) konstatierte die Französische Expedition im System der internationalen Polarforschung für 1882—83 eine Säkular-Änderung von +9, die Deutsche Expedition nach Süd-Georgien für diesen Ort und dieselbe Epoche einen Wert von +10.

Es muß übrigens hervorgehoben werden, daß für die Magelhaens-Straße für 1880 nach andern Quellen die Säkular-Änderung zu -20, für Coquimbo zu -78, für Pisco zu -59 angegeben wird.

Afrika.

Hier liegen nur sehr wenige zuverlässige Bestimmungen vor. Die bei deren Besprechung in ihrem Verlaufe quer durch diesen Kontinent beschriebene Linie ohne Säkular-Änderung scheint die Werte derart zu scheiden, daß nördlich von ihr die Horizontal-Intensität zunimmt, während südlich von ihr dieselbe abnimmt. Im nördlichen Teile des Kontinents schließen sich die Beträge an jene des südlichen Europas an und schwanken zwischen +26 und +19, von Westen nach Osten bis zu dem letzten Betrage in Suez abnehmend. In Madeira ist der Betrag etwa +28.

Im südlichen Teile nehmen die Werte der Säkular-Änderung nach Süden hin bis zu dem Betrage (in der Nähe des Kaps der Guten Hoffnung) von -30 ab, sind im Westen größer als im Osten.

An der Ostküste von Kap Delgado bis Port Elisabeth sind die Werte in den Grenzen von -6 bis -25; in Tamatave auf Madagaskar wird die Säkular-Änderung zu -11, auf Mauritius zu -10 angenommen.

Australien.

Der Südosten ist auf diesem Kontinente allein mit genügender Schärfe der magnetischen Untersuchung unterworfen worden, um mit einiger Sicherheit für die Epoche von 1858—1864 die Säkular-Änderung festzustellen; sie ist zu -20 ermittelt worden. Für die darauf folgende Epoche scheint die Abnahme der Säkular-Änderung mit den Jahren, während sie das Zeichen beibehält, erwiesen zu sein. Zwischen 1880—1886 wird für Melbourne der Wert zu -10, für Sydney, für welches genauere Beobachtungen nicht vorliegen, zu -12 anzunehmen sein.

Im Norden der Arafura-See und Torres-Straße erreicht die Säkular-Änderung gleichfalls den Betrag von -10 bis -12, während sie im nördlichen Teil Neu-Guineas nur noch -5 für die Epoche 1875—1886 sein wird.

Eine Besprechung der magnetischen Verhältnisse der südlichen Teile des Indischen Ozeans, auf ungefähr 50° der Breite, führte zur Annahme, daß längs des genannten Breitenparallels die Säkular-Änderung von -36 unter dem Meridian des Kaps bis -11 unter dem Meridian von Tasmania abnimmt. Bei Kerguelen beträgt sie danach -30.

Zum Schlusse seien noch einige hierher gehörige Resultate aus den Arbeiten der internationalen Polarforschung (1882—1883) hier angeführt: Spitzbergen . . . -32, Jan Mayen . . . -20, Godhaab -10, Kingua-Fjord . . . -10, Bosekop . . . -4, Point Barrow . . . +69 und Sodankylä, wo die Säkular-Änderung der Horizontal-Intensität verschwindend klein gefunden worden ist.

Die periodischen und unperiodischen Schwankungen der erdmagnetischen Elemente.

Die Elemente des Erdmagnetismus sind verschiedenen, in bestimmten Epochen vor sich gehenden periodischen Schwankungen unterworfen. Von diesen sind von besonderer Bedeutung jene, die sich innerhalb eines Sonnentages vollziehen. Die übrigen sind in ihrer Amplitude wesentlich geringer und haben vorzugsweise eine wissenschaftliche Bedeutung. Die während eines Sonnentages auftretenden haben auch eine jährliche Periode, die sich nach dem Stande der Sonne, ob nördlich oder südlich von dem Orte der Beobachtung und nach Größe und Charakter der Sonnendeklination richtet. Im allgemeinen sind die Schwankungen der magnetischen Elemente in der täglichen Periode größer, wenn Deklination der Sonne und Breite des Beobachtungsortes gleichnamig, und kleiner, wenn beide ungleichnamig sind. Neuere Untersuchungen haben erwiesen, daß auch die Rotation der Sonne um ihre Axe eine Periode in den Schwankungen der erdmagnetischen Elemente bedingt; es wurde dieselbe zu 25,87 mittleren Sonnentagen abgeleitet. Ferner läßt sich in den periodischen Schwankungen der erdmagnetischen Elemente die Periode der Sonnenflecken-Häufigkeit von 11,3 Jahren erkennen. Diese letztere Periode, welche mit jener der Polarlichterscheinung zusammen zu fallen scheint, ist auch, wie wir später sehen werden, in den unperiodischen Schwankungen der erdmagnetischen Elemente nachzuweisen.

Forschungen über das Wesen der täglichen Schwankungen in den Elementen des Erdmagnetismus sind von großer Tragweite für die Ergründung des Wesens der magnetischen Kraftäußerung der Erde und deren Zusammenhang mit kosmischen Vorgängen. Das Feld dieser Forschung liegt nahezu unerschlossen vor uns und ist erst an den äußersten Grenzen berührt worden. Aber die bereits gewonnenen Resultate sind derart, daß sie zur Weiterforschung anspornen. Hier ist es nicht möglich, auf diese Resultate des Näheren einzugehen, vielmehr sollen nur einige Thatsachen der Vollständigkeit dieser Ausführungen halber erwähnt werden.

Betrachten wir zunächst nur die täglichen Schwankungen in den Elementen des Erdmagnetismus, da sie ihrem Werte nach die bedeutendsten und auch am gründlichsten bis jetzt der Untersuchung unterworfen worden sind. Es wurde schon hervorgehoben, daß die täglichen Schwankungen von dem Stande der Sonne, deren Deklination, abhängig sind. Die Amplitude der Schwankungen ist größer, wenn die Sonne über der Hemisphäre des Beobachtungsortes steht, und kleiner, wenn sie über der entgegengesetzten Hemisphäre sich befindet. Die Wendepunkte in den Schwankungen verschieben sich in der jährlichen Periode. Orte, welche innerhalb der Tropen liegen, über welchen also die Sonne zweimal im Jahre senkrecht steht, partizipieren hinsichtlich des Charakters der täglichen Schwankungen in den magnetischen Elementen, namentlich der Deklination, an der Eigenartigkeit in dieser Hinsicht beider Hemisphären.

Mit Bezug auf die Abhängigkeit der täglichen Schwankung, namentlich der Größe derselben, von der geographischen Position läßt sich noch wenig Bestimmtes sagen; dagegen erscheint es erwiesen, daß die Amplitude der Schwankungen um so erheblicher ist, je näher die Orte der Beobachtung an dem magnetischen Pole der Hemisphäre, in welcher sich dieselben befinden, gelegen sind. Auch scheint die bezeichnete Entfernung eine Beziehung zur Verschiebung der Wendepunkte zu haben.

Betrachten wir zunächst die magnetische Deklination mit Bezug auf ihre tägliche Schwankung, ihren täglichen Gang. Dieser letztere

¹⁾ v. Tillo, Magnet. Horizontal-Intensität in Nord-Sibirien, Seite 7; Rep. d. Met., Bd. X, N. 7.

wird dadurch erhalten, daß man für eine bestimmte Epoche die Mittel aus allen Ständen für eine jede Stunde ableitet und aus den so erhaltenen 24 Werten eine, diesen täglichen Gang darstellende Kurve konstruiert. Es wird später zu berühren sein, daß bei der Ableitung dieses Ganges, und es gilt dieses auch für die übrigen Elemente, man die Störungen (unperiodische Schwankungen) auszuschneiden hat; es ist dies um so notwendiger, als auch diese Störungen wieder in einer täglichen Periode auftreten und daher das Endresultat, wenn nicht ausgeschieden, verwirrend beeinflussen müssen. Das bei der Ausschneidung der Störungen zu befolgende Prinzip ist übrigens gegenwärtig noch nicht mit wünschenswerter Bestimmtheit festgestellt und kann sonach auch nicht zur allgemeinen Anwendung gelangen. Für einzelne Orte ist der Versuch, eine Norm aufzustellen, mit mehr oder minder Erfolg zwar gemacht worden, allein es sind dies nur vereinzelt Versuche gewesen, weshalb denn auch in diesen Darlegungen über den täglichen Gang vorausgesetzt wird, daß eine Ausschneidung der Störungen nicht stattgefunden hat.

Auf Tafel Nr. 39 (IV. Abteilung, I) findet sich in einem Karton unten rechts eine graphische Darstellung des täglichen Ganges (der täglichen Variation) der magnetischen Deklination auf der Erdoberfläche. Die Darstellung bezieht sich auf in der Epoche 1882—1883 ausgeführte Beobachtungen. Durch die in dieser Epoche der internationalen Polar-Forschung gewonnenen Resultate ist es endlich einmal möglich geworden, gleichzeitig über einen großen Teil der Erde, einschließlich der Nordpolarzone, Aufzeichnungen zu machen, und nur solche sind, nach dem, was oben gesagt worden ist, vergleichbar.

Zum Zwecke der Darstellung der Erscheinungen wurde die Erdoberfläche in verschiedene Zonen geteilt: die Polaren, die magnetisch-gemäßigten und die Zonen innerhalb der Wendekreise. Ein Blick auf die in Merkators Projektion entworfene Karte zeigt, wie dies auch die auf derselben gegebene Legende erklärt, die großen Unterschiede in den Bewegungen einer horizontalen Magnetnadel mit Beziehung auf den astronomischen Meridian eines Ortes. Da unsere Karte auch die Stunden des Tages am oberen und unteren Rande verzeichnet enthält, so erkennt man ohne Schwierigkeit, in welchem Sinne und zu welchem Betrage zu einer Stunde in einer jeden Zone der Winkel zwischen Magnetnadel und astronomischem Meridian schwankt. Bezieht man die Schwankungen nur auf das Nordende der Nadel, so sieht man, daß die Veränderungen in der Richtung der Magnetnadel in beiden Hemisphären in entgegengesetztem Sinne erfolgen, und wie ferner die Amplituden der Schwankungen mit dem Stande der Sonne in der oben angedeuteten Weise zusammenhängen; auch zeigt eine nähere Prüfung der Kurven, daß innerhalb der Tropen der Charakter der Schwankungen, je nach dem Stande der Sonne, in Beziehung auf den Beobachtungsort sich so ändert, daß sie in dem Sinne erfolgen, in dem sie vor sich gehen in derjenigen Hemisphäre, über welcher sich die Sonne befindet.

Die aus den Beobachtungen in der Nordpolargegend abgeleiteten Kurven lassen erkennen, wie erheblich die Amplitude der täglichen Schwankungen der magnetischen Deklination mit dem Herannahen an den magnetischen Pol wächst, sowie denn auch die Größe der Schwankungen, je nach den Jahreszeiten, eine andere wird. Aus der Legende, welche diesem Karton beigelegt ist, läßt sich mit Leichtigkeit ferner entnehmen, wie man aus den für die Polargegend geltenden und an die Kurven geschriebenen Zahlen ersehen kann, wie sich in der Jahreszeit nördlicher Deklination der Sonne die Kurve im Vergleich zu jener für die südliche Deklination derselben gestaltet.

Am Rande des Kartons, welcher die Einteilung in Minuten für jede Zone enthält, ist durch einen Pfeil angezeigt, daß die Ordinaten der Kurve nach oben westliche oder + Abweichung von dem Mittel, jene nach unten östliche oder — Abweichung bedeuten, im übrigen ist die Darstellung auf diesem Karton einfach und ohne weiteres verständlich; es wird nur noch, um Mißverständnissen vorzubeugen, erwähnt, daß bei den Schwankungen der Deklination auf das Zeichen derselben (ob sie östlich oder westlich ist) keine Rücksicht genommen wird. Erst durch eine solche Auffassung ist es möglich, einen allgemeinen Einblick in die Erscheinung auf der Erdoberfläche zu gewinnen.

Es wurde schon hervorgehoben, daß die Amplitude der täglichen Schwankungen an einem jeden Orte der Erde noch einer periodischen Veränderung unterworfen ist, deren weitere Verfolgung hier nicht beabsichtigt werden kann: Sonnenflecken, Polarlichter, die Sonnenrotation und anderes mehr steht zu den periodischen Veränderungen in den magnetischen Elementen in Beziehung.

Auch die Horizontal-Komponente des Erdmagnetismus ist im Laufe eines Sonnentages regelmäßigen Schwankungen unterworfen, deren Größe gleichfalls wieder von der Lage mit Beziehung auf den magnetischen Pol der Hemisphäre, ob näher daran oder weiter davon entfernt, größer oder kleiner ist.

Im allgemeinen trifft der kleinste Wert der Horizontal-Intensität im Laufe des Tages auf 10^h vormittags, der größte auf 9^h nachmittags. Die Mittelwerte derselben treffen auf 7^h morgens und 3^h nachmittags. Es ist hinsichtlich des Ganges der Horizontal-Intensität übrigens nicht für die verschiedenen Orte die gleiche Übereinstimmung zu finden, wie bei den anderen Elementen: Die Wendepunkte liegen nicht stets überall zu denselben Zeiten. Die deutsche Station in Kingua-Fjord, welche sehr nahe an dem magnetischen Pole der Nordhemisphäre gelegen war, ergab für die Epoche 1882—1883 die Amplitude der Schwankung von +52 bis —63 der vierten Dezimale der Gaußschen Einheit in der mittleren Jahreskurve. An der deutschen Station auf Süd-Georgien, welche weitab vom magnetischen Südpol gelegen war, ergaben sich die Schwankungen in der Horizontal-Intensität von viel geringerem Werte. Es wurde dort für die gleiche Epoche und die Jahreskurve nur eine Amplitude der täglichen Variation von +11 bis —5 Einheiten der vierten Dezimale Gaußscher Einheit gefunden.

Der tägliche Gang der Total-Intensität des Erdmagnetismus erreicht an einzelnen Punkten der Erdoberfläche ein Maximum in den späten Nachmittagsstunden, ein Minimum um 10^h morgens.

Die tägliche Periode der magnetischen Inklination zeigt ihren größten Wert um 10^h vormittags; dieser nimmt alsdann langsam ab, bis ungefähr 10^h nachmittags, um darauf anfangs langsamer, später, etwa von 5^h vormittags an, rascher gegen 11^h zum Maximum zurückzukehren. Ihren Mittelwert erreicht die Inklination in der täglichen Periode zwischen 7^h und 8^h des Vormittags und um 3^h des Nachmittags. Es ist dabei zu bemerken, daß in diesem Falle die Bewegung des Nordendes der Nadel in beiden Hemisphären entgegengesetzt ist in der täglichen Variation, indem das Maximum der Nordinklination mit jenem der Südinklination zusammenfällt oder doch nahezu gleichzeitig eintritt, d. h. das Nordende der Nadel in der nördlichen magnetischen Hemisphäre sich nach unten, während sich dasselbe Ende in der südlichen magnetischen Hemisphäre nach oben bewegt hat; ähnlich, nur im entgegengesetzten Sinne, verhält es sich mit dem Eintritt des Minimums.

Die Zeiten des Eintrittes der Wendepunkte verschieben sich in der jährlichen Periode, während die Größe der Amplitude gleichfalls in der schon im allgemeinen bezeichneten Weise sich ändert. Im Mittel beträgt sie für gemäßigten Breiten 2 bis 3 Bogenminuten. In Melbourne, auf südlicher Breite, beträgt die Amplitude im Sommer der südlichen Hemisphäre 3,7 Minuten, im Winter dagegen nur etwas mehr als 3 Minuten. Noch ist von der jährlichen Periode der magnetischen Inklination zu bemerken, daß sie für die beiden Hemisphären in der Zeit vom Juni bis August ihren kleinsten, in der Zeit vom Dezember bis Februar ihren größten Mittelwert hat. Der Unterschied ist jedoch sehr gering, für Melbourne und die Epoche 1858—1864 nur 0,14 Minuten.

Unter den periodischen Schwankungen der magnetischen Elemente, die einer näheren Untersuchung bis jetzt unterworfen worden sind, wären noch diejenigen zu nennen, welche mit dem Monde in Beziehung stehen und zwar von dem Stundenwinkel desselben abhängig sind. Die Amplitude dieser Schwankungen ist nur sehr klein; sie beträgt beispielsweise bei der Deklination in Melbourne im Maximum 36—45 Bogensekunden und ist der Charakter der Lunarvariation insofern von jenem des täglichen Ganges verschieden, als er für Orte von der Breite von Melbourne je zwei ausgesprochene Maxima und Minima zeigt. Am geringsten ist die Amplitude und die Kurve am wenigsten bestimmt ausgesprochen, wenn die Deklination der Sonne und des Mondes gleichnamig und der Breite von Melbourne entgegengesetzt sind, oder, wenn die Deklinationen entgegengesetzte Zeichen haben und die Sonne über der nördlichen Hemisphäre steht.

Die unperiodischen Schwankungen in den magnetischen Elementen können zu Zeiten und in den Polargegenden einer hohen Grad erreichen. Man faßt dieselben unter der Bezeichnung magnetische Störungen (magnetische Stürme oder Gewitter) zusammen. Es treten dieselben in den meisten Fällen gleichzeitig auf der ganzen Erdoberfläche oder wenigstens einem großen Teile derselben auf und sind am heftigsten in der Nähe der magnetischen Pole, wo die Horizontal-Komponente nahezu verschwindet und die störenden Kräfte um so wirksamer eingreifen. Das, was über Gleichzeitigkeit der Erscheinung gesagt wurde, gilt nur für den Fall, daß dieselbe überhaupt wahrgenommen wird; denn wir werden gleich an einem Beispiele sehen, daß sehr mächtige Störungen an einzelnen Orten nur in sehr geringem Maße, wenn überhaupt, als solche sich geltend machen. Auch in dieser Klasse von magnetischen Schwankungen zeigt sich sowohl eine tägliche als auch eine jährliche Periode, wie dies die Untersuchungen von Sabine, Neumayer und anderen erwiesen haben. Es stehen dieselben ferner in einer nahen Beziehung zur Häufigkeit des Polarlichtes, der Sonnenflecken und der Sonnenfackeln. Auch die unter dem Namen Erdströme bekannten Störungen des magnetischen Gleichgewichtes auf der Erdoberfläche gehören hierher. Es haben dieselben zu den periodischen und unperiodischen magnetischen Schwankungen eine Beziehung, wie neuere Untersuchungen erwiesen haben; allein diese Beziehungen sind in den Grundzügen noch so wenig bestimmt erkannt, daß wir sie hier nur berührt haben wollen.

Betrachten wir zur Erläuterung des Gesagten die Störungen in der magnetischen Deklination an einem bestimmten Beispiele: Es werden hiezu die am 15. November 1882, einem Termtage der internationalen Polarforschung, beobachteten großen Störungen in der Deklination gewählt. Zum Zwecke der Vergleichung sind die Beobachtungen an den Stationen Fort Conger (81° 44' N. Br.), Kingua Fjord (66° 36' N. Br.), Fort Rae (62° 39' N. Br.), Pawlowsk (59° 41' N. Br.), Süd-Georgien (54° 31' S. Br.) auf Simultanzeit reduziert, und zwar wurde hierfür in Gemäßheit internationaler Abmachung die mittlere Göttinger Zeit angenommen. Das hier unten folgende Diagramm enthält die gleichzeitigen Beobachtungen der magnetischen Deklination an den genannten Stationen in der Weise aufgetragen, daß östliche Abweichungen von der Mittellage sich auf den nach oben gehenden Ordinaten, westliche Abweichungen auf den nach unten gehenden Ordinaten befinden. An der rechten Seite ist die Einteilung nach Graden, von 0° bis 12° gegeben. Die beiden Gradintervalle von 5—7 sind zu Zwecken der Ablesung der kleineren Schwankungen nochmals von 12 zu 12 Minuten eingeteilt.

Wir ersehen mit einem Blicke, daß in Kingua-Fjord und Fort Conger, welche beide nahezu gleichweit vom magnetischen Nordpol entfernt sind, die Deklination im Laufe des Tages um mehr als 10 Grade schwankt, und zwar in beiden Fällen um die Hälfte dieses Betrages nach Osten und nach Westen abweicht. Für Fort Rae ist die Schwankung eine ungleich geringere, im Maximo nur etwa 4° übersteigend, während in Pawlowsk und auf Süd-Georgien die Schwankungen sich innerhalb Bruchteilen eines Grades halten, also um vieles geringer sind als selbst in Fort Rae. Ein Vergleich des Charakters der Kurven zeigt in vieler Hinsicht eine gewisse Parallelität, wenn auch nicht zu verkennen ist, daß dieselbe nicht allenthalben im Laufe des gestörten Tages hervortritt. Es ist noch hervorzuheben, daß die in dem Diagramm gezeigten Bewegungen nicht das Charakteristische derselben durchaus wiedergibt. Photographisch-registrierende Apparate ergeben in solchen Fällen, wie der hier dargestellte, ein beständiges Zittern der Nadel um die Gleichgewichtslage. (Siehe Abbildung Seite 16.)

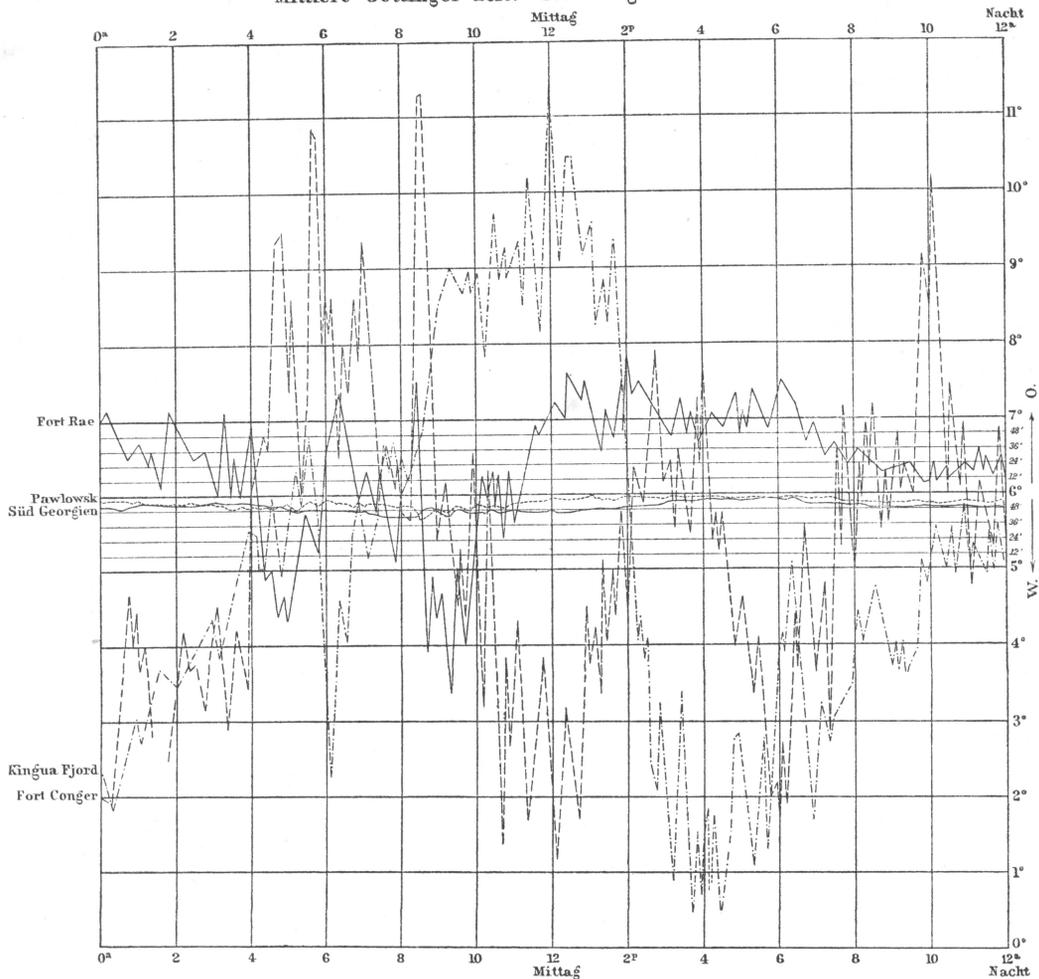
In ähnlicher Weise, wie die Störungen in der Deklination, treten dieselben auch bei den übrigen Elementen des Erdmagnetismus auf. Wir müssen jedoch davon absehen, hier auch diese des näheren zu beleuchten, um so mehr, da für den durch diesen Atlas angestrebten Zweck die Störungserscheinungen eine untergeordnete Bedeutung haben.

Karte Nr. 40 der allgemeinen Serie, oder Abteilung IV Nr. II. Diese Karte stellt in Merkator's Projection

die magnetischen Meridiankurven und die Gleichgewichtslinien

(Linien gleichen magnetischen Potentials $\frac{V}{R}$) für 1885,0 dar. Die Meridiankurven sind durch Konstruktion aus der Deklination (Isogonenkarte) erhalten worden, während die Gleichgewichtslinien nach der Gaußschen Theorie durch Rechnung abgeleitet sind. Die Werte der Linien sind in der C. G. S. - Einheit ausgedrückt.

Es ist aus der Theorie bekannt, daß die Gleichgewichtslinien in einem jeden Falle in einem und demselben Punkte der Erdoberfläche senkrecht auf den Meridiankurven, d. h. auf der Richtung der Magnetnadel, stehen müssen. Man kann eine unendliche Anzahl solcher Meridiankurven auf der Erde von Pol zu Pol gezogen sich denken. Wählt man aber einen bestimmten Abstand derselben, so daß, wie auf unserer Karte, die einzelnen Kurven auf dem terrestrischen Äquator etwa 10° der Länge voneinander abstehen, so erhält man ein System von Kurven, das mit den Gleichgewichtslinien, namentlich wenn auf der Kugel projiziert, ein vortreffliches Bild der Verteilung der magnetischen Kraft auf der Erdoberfläche gewährt. Für die Gleichgewichts-



linien, die man auch wohl, obgleich nicht passend, magnetische Parallelen nannte, wurde in unserer Karte der Abstand zwischen je zwei aufeinanderfolgenden zu zwei Hundertstel der C. G. S.-Einheit angenommen.

Über die Bedeutung sowohl der magnetischen Meridiankurven wie der Linien gleicher Werte des magnetischen Potentials wird hier nur so viel gesagt, als erforderlich ist, um den Wert der vorliegenden Karte zu erkennen. Die grundlegenden Definitionen können hier aus naheliegenden Gründen nicht wiederholt werden¹⁾. Es mögen nur die folgenden wesentlichen Eigenschaften der Kurven rekapituliert werden: Die Meridiankurven ziehen sich von magnetischem Pol zu magnetischem Pol; ein Schiff, welches nach einem örtlich nicht beeinflussten Kompass stets Nord steuert und von einem Punkte in der Nähe des Südpoles ausgeht, muß einer Meridiankurve folgend schließlich den Nordpol erreichen, vorausgesetzt, daß der Magnetismus der Erde eine Veränderung nicht erleidet. Die Gleichgewichtslinien, von welchen eine jede rund um die Erde in sich selbst wieder zurückkehrt, bilden in sich geschlossene Linien. Ein Schiff, welches von einem Punkte der Erdoberfläche ausgehend nach einem örtlich nicht beeinflussten Kompass stets West (oder Ost) steuert, muß schließlich, nachdem es rund um die Erde gesegelt, zu demselben Punkte wieder zurückkehren und hat sich daselbe auf einer Gleichgewichtslinie bewegt.

Das magnetische Potential ($\frac{V}{R}$) wächst auf unserer Karte von Süden nach Norden arithmetisch und ist die größte Zunahme von $-0,32$ durch 0 bis $+0,32$ in C. G. S.-Einheiten. Die Null-Linie wird zuweilen auch magnetischer Äquator für die Deklination genannt. (Berghaus, Physikalischer Atlas, II. Abth. Tafel Nr. 2).

Es ist einleuchtend, daß die Karte der Gleichgewichtslinien auch eine Karte der Isogonen ersetzen kann, indem dieselbe in vieler Hinsicht ein vollkommeneres Bild von der magnetischen Deklination auf der Erdoberfläche als diese letztere giebt. Aus der Richtung der Gleichgewichtslinien hat man, da die Magnetnadel darauf senkrecht steht, sofort die Richtung der letzteren. Verbindet man daher alle Punkte der Gleichgewichtslinien, in welche diese genau von Osten nach Westen (also parallel mit den Breitenparallelen) ziehen, so erhalten wir eine Linie ohne magnetische Deklination oder eine agone Linie, welche auf diese Weise von Pol zu Pol gezogen werden kann.

Die Gleichgewichtslinien unserer Karte sind, wie schon bemerkt, aus der Rechnung abgeleitet und genau so, wie sie sich aus dieser ergaben, in der Karte niedergelegt worden, ohne eine Rektifikation in solchen Fällen vorzunehmen, wo sie auf den durch Konstruktion erhaltenen magnetischen Meridiankurven nicht vollkommen senkrecht stehen, wie dies der Theorie nach sein muß. Man ersieht, daß die Übereinstimmung, wenige Gebiete ausgenommen, eine befriedigende und nahezu vollkommene ist. Aus dem Vorhin über die Ableitung der agone Linie Gesagten erhellt, daß man aus den Gleichgewichtslinien den Charakter der Deklination, ob östlich oder westlich, erkennen kann. Es müssen die Gleichgewichtslinien bei westlicher Deklination von Nordost nach Südwest ziehen, weil die Normalen darauf nach Westen abweichen; bei östlicher Deklination ziehen diese Linien von Nordwesten nach Südosten, weil nun die Normalen auf die Linien nach Osten abweichen.

Das Nordende der Nadel ist immer nach der Richtung der zur Gleichgewichtslinie senkrecht stehenden Linie gekehrt, nach welcher die Werte von $\frac{V}{R}$ wachsen, dagegen ist das Südende der Nadel stets nach der Richtung der Normalen zur Gleichgewichtslinie gekehrt, nach welchen diese Werte abnehmen.

In den Polargegenden haben die Gleichgewichtslinien eine ellipsenartige Form, durch welche man ohne Schwierigkeit die Lage der Pole erkennen kann. Die Senkrechten auf den Gleichgewichtslinien richten

sich stets nach dem Inneren der Ellipse: im Falle der nördlichen Hemisphäre, weil die Werte des Potentials zunehmen, nach dem Nordpole, in der südlichen stets nach dem Südpole, weil in dieser Richtung die Werte des Potentials abnehmen. Im ersteren Falle sind die Ellipsen länger gestreckt als in dem letzteren, woraus wiederum für den letzteren eine raschere Änderung des Potentials erhellt, als in dem ersteren.

In dem Karton unserer Karte unten rechts ist ein verkleinertes Bild der Karten der gleichen Werte des magnetischen Potentials ($\frac{V}{R}$) nach dem Atlas von Gauss und Weber gegeben. Es beziehen sich die Gleichgewichtslinien auf die Epoche 1830 und sind deren Werte in willkürlicher Einheit ausgedrückt. Werden Linien in so gedrängter Weise, wie dies hier der Fall ist, — und in erhöhtem Maße bei der Darstellung nach Gauss, bei welcher der Maßstab die doppelte Anzahl der Gleichgewichtslinien zu ziehen gestattet, wie in unserer Karte —, gegeben, so erhält man in der dadurch entstehenden Schattierung ein vorzügliches Bild der Verteilung des magnetischen Potentials. „Wir sehen, daß an den magnetischen Polen gar kein Schatten ist und daß der Schatten mit der Entfernung davon zunimmt. Vergleicht man beide Polargegenden miteinander, so findet man in der südlichen viel mehr Schatten als in der nördlichen. Übrigens muß auch hier bemerkt werden, daß man sich das Liniensystem eigentlich auf eine Kugel übertragen vorstellen muß.“ (Gauss und Weber. Atlas Seite 21.)

Vergleicht man die Karte der gleichen Werte des magnetischen Potentials für 1830 mit jener für 1885, so gewinnt es den Anschein, als wenn die Null-Linie und damit das ganze System etwas nach Westen vorgerückt wäre. Bestimmte Folgerungen lassen sich bei der Kürze des Zeitraumes, in welchem Untersuchungen dieser Art geführt worden sind, heute noch nicht ziehen.

Es ist zu bedauern, daß die räumlichen Verhältnisse des Atlas es nicht zuließen, diese Kurvensysteme auch auf einer Karte von anderer, etwa orthographischer Horizontal-Projektion darzustellen, weil dadurch viel des Gesagten an Klarheit und Anschaulichkeit gewonnen hätte.

Der Karton unserer Tafel II rechts unten stellt die Linien gleicher Total-Intensität (Isodynamen) in Merkator's Projection dar, während in der Mitte derselben die Isodynamen für beide Hemisphären in der Polar-Projektion gegeben sind. Die einzelnen Kurven sind um $0,02$ C. G. S.-Einheiten voneinander verschieden, während die Bezeichnung nur für jede zweite Kurve eingeschrieben ist.

Für die Konstruktion der Karte in der Nordpolar-Zone lagen nun die, während der Epoche 1882—1883 im System der internationalen Polarforschung ausgeführten magnetischen Beobachtungen vor. Der Verlauf der Isodynamen wurde daraus nicht unwesentlich abweichend von dem, was früher angenommen wurde, erhalten. Für die Südpolar-Gegeuden liegt auch jetzt noch kein neues Material vor, so daß das, was auf unserer Karte in diesem Falle abweichend von dem bisherigen dargestellt wurde, als aus den neueren Beobachtungen in den südlich subpolaren Gegenden gefolgert anzusehen ist.

Die Sammelpunkte der magnetischen Kraftäufserung (Foci, Punkte der Maximalwerte) treten weniger bestimmt und klar hervor, als bisher angenommen wurde: Anstatt der Punkte sehen wir mehr oder minder ausgebreitete Gebiete, die in unserer Karte durch einen Ton gekennzeichnet sind. Es sind dies namentlich in dem über dem amerikanischen Kontinent gelagerten Teil mit einem Maximalwert von $0,64$ C. G. S. und mehr. Danach wurde selbst ein kleines Gebiet von $0,69$ oder $0,70$ C. G. S. (also dem für den nördlichsten der Sammelpunkte der Südhemisphäre gleich) angenommen. Weitere Forschungen, namentlich Beobachtungen, werden diesen interessantesten Punkt klarzulegen haben.

Die Linie kleinster Intensität auf jedem Meridian, der dynamische Äquator, berührt den Wendekreis des Steinbocks, da wo derselbe die Ostküste Südamerikas durchschneidet, und kreuzt nach Osten hin das Gebiet kleinster Intensität auf der Erde ($0,26$ C. G. S.) und den

¹⁾ Gauss und Weber, Atlas des Erdmagnetismus § 26, 27 und 28, Seite 18 ff.

terrestrischen Äquator in 20° Ö. L. Von hier ab erhebt sie sich zur größten nördlichen Breite von etwa 10° in 130° Ö. L., von da wieder sich dem Äquator zuwendend, den sie in etwa 149° W. L. schneidet, um zum südamerikanischen Festlande und zu dem Punkte, von welchem wir ausgingen, zurückzukehren. Die größte Differenz der Total-Intensität auf dem dynamischen Äquator ist durch die Werte 0,26 und etwa 0,39 C. G. S. (in 10° N. Br. und 100° Ö. L.) gegeben.

Die Karte in Merkators Projektion enthält auch den magnetischen Äquator verzeichnet.

Ein Vergleich der beiden Polargegenden zeigt, daß die Linien gleicher Intensität in der Südhemisphäre viel gleichmäßiger und gedrängter verlaufen. Man wird unmittelbar darauf hingeleitet, die Frage aufzuwerfen, ob nicht die größere kontinentale Masse im Norden die Unregelmäßigkeit im Verlaufe der Kurven bedingt. Wenn man die orthographische Horizontal-Projektion, von welcher oben schon gesprochen wurde, so einteilt, daß die eine, die nördliche Polargegend darstellende, die Landhemisphäre, die andere, die Südpolargegend darstellende, die Wasserhemisphäre umfaßt, so wird man überrascht durch eine Gleichmäßigkeit und Dichte des Verlaufes der Isogonen über letzteren auch bis zum Äquator hin. Man wird hier unwillkürlich an die Untersuchungen Dr. Menzner's über die Abhängigkeit der Lage der Pole von der Verteilung von Land und Wasser erinnert¹⁾.

Auf der Karte IV, Abteilung IV (Atlas Nr. 42) sind unten zwei Kartons, die Isodynamen für die Epoche 1838 (alle bis dahin ausgeführten Bestimmungen der Total-Intensität) und für die Epoche 1840—1845 darstellend; die erstere ist in willkürlicher, die andere in englischer Einheit gegeben. Ein Vergleich, der allerdings durch die verschiedenen Maßeinheiten erschwert wird, zeigt ganz erhebliche Unterschiede in der Darstellung, welche wohl nicht allein auf in den Zeiträumen vorgegangene Veränderungen in der Horizontal-Intensität zurückgeführt werden können, vielmehr teils besseren und vollständigeren Beobachtungen und teils einer anderen Auffassung des tatsächlichen magnetischen Zustandes der Erde zugeschrieben werden müssen.

Die Karte unten links — die ältere — ist jene, welche zuerst einer Berechnung nach der Gauß'schen Theorie, worüber wir später sprechen werden, zu Grunde gelegt wurde. Sie hat schon deshalb ein erhebliches wissenschaftliches Interesse, welches noch durch einen Vergleich mit der vorher besprochenen Karte auf Tafel Nr. 40 erhöht wird. Der Karton unten rechts stellt sich zwischen die beiden soeben erwähnten Karten in die Mitte, beruht schon auf erheblich besseren und vollkommeneren Daten als die erstere und kann in der That als die erste auf gutem Material für Karten der Total-Intensität beruhende angesehen werden. Auch hier fällt, was vorher schon hervorgehoben wurde, besonders der Unterschied des Verlaufes der Isodynamen in der Nordpolargegend und über Nordamerika auf. Auf der älteren Karte tritt weit mehr das Schematische und minder, als in der neueren Karte, das den tatsächlichen Erhebungen Entsprechende hervor. In der Südhemisphäre zeigen sich in den älteren, wie in den neuesten Karten (Nr. 40) die beiden Sammelpunkte der Total-Intensität des Erdmagnetismus wohl ausprägend.

Karte III, Abteilung IV, Erdmagnetismus, in der allgemeinen Serie Nr. 41 enthält die Linien gleicher magnetischer Inklination (Isoklinen) für 1885. Die Hauptkarte ist in Merkators Projektion, die Polargebiete in Polarprojektion in der Weise gegeben, daß die Grundzüge des Verlaufes der Isoklinen für die ganze Erdoberfläche hervortreten.

Die beiden Kartons rechts und links unten wurden bei Gelegenheit der Besprechung der Säkular-Änderung der magnetischen Inklination schon erklärt und bedürfen daher keiner weiteren Besprechung. Das, was dort über die Säkular-Änderung dieses Elements gesagt worden ist, kann, wenn die rezentesten Werte derselben zur Anwendung gebracht werden, dazu dienen, die Angaben der Hauptkarte auf Nr. 41 für einen bestimmten Ort auch für ein etwas späteres Jahr als 1885 abzuleiten.

Eine nähere Erklärung über die Bedeutung der Linien gleicher magnetischer Inklination und deren Verteilung über die Erdoberfläche ist nach dem, was in den erklärenden Bemerkungen gesagt worden ist, nicht erforderlich.

Nr. IV, Abteilung IV, Blatt Nr. 42 enthält in der Hauptkarte die Linien gleicher magnetischer Horizontal-Intensität. Auch hier ist für die Polargegenden eine Darstellung des Verlaufes dieser Linien in Polar-Projektion beigegeben.

Von besonderem Interesse ist in dieser Karte das Gebiet des Maximums der Horizontal-Komponente auf der Erdoberfläche, welches sich von Vorderindien in einer langgestreckten Ellipse über den Ostindischen Archipel in einer Höhe von 0,38 C. G. S. und darüber bis in die Mitte Neu-Guineas erstreckt.

Ein minder stark ausgeprägtes Maximal-Gebiet zieht sich nahezu durch den ganzen Stillen Ozean bis zur Pazifischen Küste von Zentralamerika und kann als Fortsetzung beziehungsweise Abstufung des vorhin genannten ostindischen Maximums aufgefaßt werden. Es zieht sich demnach ein breiter Gürtel hohen Wertes der Horizontal-Komponente des Erdmagnetismus, zwischen 0,38 und 0,30 C. G. S. schwankend, in den äquatorialen Gegenden rund um die Erde. Auf unserer Karte ist durch Kolorit-Töne, ähnlich wie im Falle der Karte der Inklination, die Abnahme der Horizontal-Komponente nach den Polen zu veranschaulicht. Ein elliptisches Gebiet von 0,01 C. G. S.-Einheiten, welches im hohen Norden über dem arktischen Archipel Nordamerikas lagert, ist als das Minimal-Gebiet der Horizontal-Komponente der Erde aufzufassen. In der antarktischen Region, wo neuere Beobachtungen gänzlich fehlen, hat die elliptische Form der 0,01 C. G. S.-Isodynamie nicht die Ausdehnung wie im Norden, und sind auch in diesem Falle die einzelnen Linien näher aneinandergedrängt.

Unsere Aufmerksamkeit erregt unter anderem der Verlauf der Linien gleicher Horizontal-Intensität in der Nähe der Westküste von Südamerika, da dieselben dort in einer schwer erklärlichen Weise nach Süden hin, gewissermaßen der Konfiguration des Kontinentes folgend, ausbeugen. Die Achse dieses Gebietes kann durch eine von der Strafe von Lemaire nach einem Punkte in 40° S. Br. und 80° W. L. gezogene Linie definiert werden. Eine gründliche Untersuchung längs dieser Linie vermöchte wichtige Aufschlüsse zu geben. Wenn wir uns einen Augenblick das vergegenwärtigen, was über die Karte der Linien gleichen Potentials und den durch dieselbe dargestellten „Schatten“ gesagt worden ist, so erkennt man durch einen Vergleich mit unserer Karte der Horizontal-Intensität, daß die letztere am größten, wo jener Schatten am stärksten ist. Wo dies Gebiet zu suchen, wurde soeben dargelegt. Ein strengerer Vergleich zwischen dem System der Gleichgewichtslinien und jenem der Linien gleicher Horizontal-Komponente

zeigt, daß die Horizontal-Intensität überall dem Abstände der Linien für gleiche Werte von $\frac{V}{R}$ umgekehrt proportional ist¹⁾.

Karte V, Abteilung IV in der allgemeinen Serie Nr. 43 zeigt die Änderungen der magnetischen Deklination von 1600—1858 und zwar über die ganze Erdoberfläche oder doch große Teile derselben. Die ersten 3 Karten sind in Zeiträumen von 100 Jahren, nämlich 1600, 1700 und 1800 entworfen, während die letzte, wohl die erste genauere und zuverlässigere Darstellung gewährend, für das Jahr 1858 gilt. In dieser Reihe der Darstellungen steht nahezu in der Mitte zwischen den beiden letzten, also für 1800 und 1858 die Karte der von Gauß²⁾ berechneten Werte der Deklination für 1830, und ist ein Vergleich dieser letzteren mit jenen von hohem Interesse. Wir erkennen durch einen solchen sofort: wenn auch von einer Übereinstimmung bis auf wenige Grade nicht die Rede sein kann, so sind doch im großen und ganzen dieselben Grundzüge des Verlaufes der Isogonen für beide Fälle nicht zu verkennen; ferner geht daraus auch, was *a priori* einleuchtet, die größere Zuverlässigkeit der Karte von 1858 hervor. Bei der dürftigen Zahl von Beobachtungen, die für die Konstruktion der Karte von 1800 Hansteen zur Verfügung stand, war der Verschiedenheit der Auffassung des Verlaufes der Kurven ein größerer Spielraum gelassen, weshalb denn auch die Abweichungen von der Wirklichkeit erheblicher sein werden. Es wird dies auch noch im besonderen beleuchtet durch eine Isogonenkarte, welche wir von J. Rennell für das Jahr 1790 (1789—1793) und für Afrika und die angrenzenden Meere besitzen³⁾. Diese Karte sollte, da sie ein wenig von jener von 1800 differiert, mit dieser für den betreffenden Teil der Erde übereinstimmen, was jedoch nur in sehr beschränktem Maße der Fall ist: Der Auffassung ist hier freier Spielraum gelassen. Auf dieser Karte findet sich auch die Angabe, daß die Säkular-Änderung der magnetischen Deklination für den Atlantischen Ozean für die vorhergegangenen 7 Jahre nur etwa 1 Grad betrug, für den Indischen Ozean etwas weniger. Für das Rote Meer wird diese Säkular-Änderung zwischen 1762 und 1776 als nahezu verschwindend angegeben. Worauf sich diese Angaben gründen, wird ebensowenig erörtert, wie die Grundlage für die Konstruktion der Isogonen derselben näher bezeichnet wird.

Da, wo von der Säkular-Änderung der magnetischen Deklination die Rede war, wurde bereits alles das besprochen, was auf den Wert dieser Karten Bezug hat.

Magnetische Einzelaufnahmen (Landesvermessungen).

Es würde dieser Abriss über die Darstellung der magnetischen Verhältnisse auf der Erdoberfläche durch Kurvensysteme unvollständig sein, würde nicht auch in Kürze etwas über die Niederlegung magnetischer Kurven im Einzelnen gesagt werden. Die Kurvensysteme, welche auf den vorliegenden Karten zur Besprechung kamen, sind sämtlich als in bezug auf die ganze Erdoberfläche gegeben aufzufassen und können deswegen auch Abweichungen von dem normalen Verlaufe der Kurven, wie sie in großer Zahl und über die ganze Erdoberfläche verbreitet vorkommen, nicht wiedergeben. In diesem Sinne werden die Linien unserer Karte in passender Weise als die „terrestrischen isomagnetischen Linien“ bezeichnet. Es bilden so die aus denselben sich für gewisse Punkte ergebenden Werte die Normalwerte für dieselben. Die Anzahl von Beobachtungen, wonach diese Kurven entworfen wurden, ist eine vergleichsweise geringe, und überdies sind Unregelmäßigkeiten in den Werten der magnetischen Elemente nahe bei einander liegender Orte durch eine graphische oder rechnerische Ausgleichung eliminiert worden.

Wenn man aus einer größeren Anzahl von Punkten, die über ein Gebiet verbreitet liegen, magnetische Beobachtungen erhalten hat und zeichnet danach die isomagnetischen Kurven, so wird man bald erkennen, daß der Verlauf dieser Linien Unregelmäßigkeiten unterworfen ist, die nur auf größere oder geringere Lokal-Störungen in demselben zurückgeführt werden können.

Kurven, welche streng nach den Beobachtungen und ohne Anwendung einer Ausgleichungsmethode auf einem gewissen Gebiete gezogen werden, nennt man im Gegensatz zu den terrestrischen wahren isomagnetischen Linien. Es werden sich dieselben um so mehr der Wahrheit nähern, je zahlreicher die Beobachtungsorte sind. Die Aufnahme solcher „wahrer“ isomagnetischen Linien über ein größeres oder kleineres Gebiet nennt man magnetische Landesaufnahme oder Landesvermessung.

Im allgemeinen können die über ein solches Gebiet hinziehenden terrestrischen isomagnetischen Linien, mit welchen die Werte der „wahren“ verglichen werden, nach dem Gesagten ein Mittel bieten, um sich ein Urteil über den Grad des Gestörtseins der magnetischen Verhältnisse in diesem Gebiete zu bilden.

Je nach dem Grade der Störung der Kurven in ihrem Verlaufe unterscheidet man, nach dem Vorgange von Rücker und Thorpe in ihrem Berichte über die dritte magnetische Landesvermessung der britischen Inseln, Distrikts-Störungen und Lokal-Störungen im eigentlichen Sinne.

Die Ergründung der Ursachen, auf welche die Distrikts-Störungen zurückzuführen sind, muß als eine der wichtigsten, das Wesen des terrestrischen Magnetismus nahe berührende Aufgabe bezeichnet werden. Lokal-Störungen im engeren Sinne, welche vielfach auf Lager von Mineralien und magnetischen Gesteinsmassen zurückgeführt werden, können nicht, wie interessant dieselben auch sind, als von gleicher allgemeiner Bedeutung, wie die Distrikts-Störungen, bezeichnet werden. Die durch Gesteinsmassen oder Erzlager hervorgebrachten Störungen sind schon seit lange zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht worden und daher auch ihrem Wesen nach bei weitem besser erkannt, als die Gattung der Distrikts-Störungen, welche erst seit der Vorname wirklicher magnetischer Landesvermessungen, wie sie von Sabine, Welsh, Lamont und anderen um die Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts ausgeführt worden sind, eingehend beachtet wurden.

In dem umstehenden Kärtchen der Britischen Inseln sehen wir die Isogonen, wie sie von Rücker und Thorpe für das Jahr 1886.0 ausgeführt worden sind, sowohl ausgeglichene, als terrestrische Isogonen, wie auch mit den Störungen behaftet, als wahre Isogonen verzeichnet. Man erkennt ohne Schwierigkeit, an welchen Stellen der Britischen Inseln sich die wesentlichsten Störungen im Verlaufe der Kurven finden, und würde man nach dem oben Gesagten die Werte der magnetischen Deklination, wie sie beobachtet und in der Karte verzeichnet wurden, für ein gegebenes Gebiet mit den Werten der terrestrischen Isogonen vergleichen, so kann man daraus sich ein Urteil über den Grad der Störung, sofern dabei nur die Deklination in Frage kommt, bilden. Erst wenn man in ähnlicher Weise auch die Liniensysteme der beiden

¹⁾ Siehe Poggenorff's Annalen, Supplement Bd. V, S. 592, und Petermann's Mitteilungen, 1888, S. 142, v. Dr. Eschenhagen.

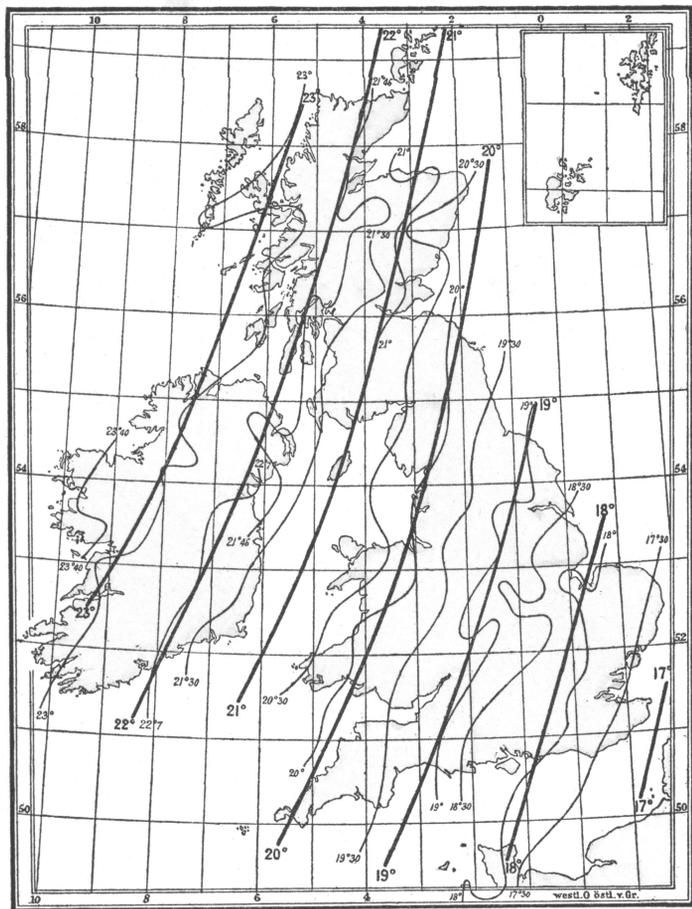
²⁾ Gauß und Weber, Atlas des Erdmagnetismus, Seite 22.

³⁾ Gauß und Weber, Atlas des Erdmagnetismus, Tafel XIII.

⁴⁾ Allgemeine geographische Ephemeriden von Zach, Band IV, 1799, Seite 187.

Magnetische Landesvermessung von Grossbritannien (1886.0).

Die terrestrischen (—) und wahren (—) Isogonen.



übrigen Elemente vergleicht, vermag man die Störung nach den 3 Elementen zu definieren.

Es kann hier nicht des näheren auf die Folgerungen eingegangen werden, welche zum Teil schon in ziemlich bestimmter, teils auch in hypothetischer Weise aus den Kurvensystemen einzelner Landesvermessungen gezogen worden sind; es liegt hier noch ein weites Feld für die Forschung vor, das einzig und allein durch Vornahme magnetischer Landesvermessungen entsprechend bearbeitet werden kann. Solche Vermessungen müssen daher auf das nachdrücklichste empfohlen werden. Je einheitlicher dieselben in den verschiedenen Kulturländern der Erde und auch sonst, namentlich über die Meere, ausgeführt werden, um so rascher darf man einen Erfolg in dieser, die Physik der Erde nahe berührenden wichtigen Angelegenheit erwarten. Welche Bedeutung dieselben auch hinsichtlich der Ermittlung der säkularen Änderung haben, wurde an anderer Stelle hervorgehoben.

Zur Erläuterung der Bedeutung des soeben Gesagten mögen einige Beispiele von weitausgedehnten Störungsgebieten dienen:

Von hohem Interesse in magnetischer Hinsicht ist das ganze Gebiet der Ostsee. Durch Untersuchungen, die schon vor mehr als einem Jahrhundert im Finnischen Meerbusen (Iussar-ö) ausgeführt worden sind, wurde nachgewiesen, daß daselbst die Richtung und die Kraft des Erdmagnetismus in ganz erheblichem Maße gestört sind und von dem, was man für das Normale für jene Gegenden anzunehmen genötigt ist, abweichen. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß diese Störungen sich in meridionaler Richtung weit durch Finnland hin bis in die Gegend der Polarstation Sodankylä erstrecken und daß auch nach Süden hin der Verlauf der magnetischen Kurven über die Ostseeprovinzen und nach der deutschen Küste von Ost- und West-Preußen vielfach gestört sind. Aus den Untersuchungen der schwedischen Gelehrten Thalén, Lundquist und Carlheim-Gyllensköld erhellt, wie unregelmäßig der Verlauf der isomagnetischen Linien im südöstlichen Schweden sich gestaltet. Diese Unregelmäßigkeit wird noch in Christiania, wie schon Hansteen gefunden, erkannt. Es steht zu erwarten, daß dieselbe sich noch weiter nach Norden hin bis Haparanda, wenn auch nicht in derselben Stärke und Ausdehnung, hinziehen wird. Andererseits ist durch Untersuchungen, welche Lamont schon vor mehr als 30 Jahren an den Küsten von Pommern, Mecklenburg und Holstein und auf den dänischen Inseln ausführte, erwiesen, daß in der ganzen Ausdehnung des genannten Gebietes erhebliche Störungen in der Verteilung der magnetischen Kraft existieren. Die neuen, mehr ins Einzelne gehenden Aufnahmen von Mynster, Fischer, Schaper, Neumayer und Duderstadt (See- warte) bestätigen in vollstem Umfange die früher gewonnenen Anschauungen über die Ausdehnung dieser Störung. Eine jüngst von Paulsen ausgeführte magnetische Aufnahme von Bornholm erweist zwar, daß gegenwärtig (1891) die 9°-Isogone die Insel von Südost nach Nordwest durchschneidet, was an und für sich schon eine Anomalie gegen den regelmäßigen Verlauf dieser Kurve von etwa $-1,8^\circ$ (zu klein) bedeutet, allein nach Nordosten hin, in kurzer Entfernung bei Christians-ö bis zu 11° zunimmt (während sie doch abnehmen sollte) und nach dem Südwesten der Insel bis zu 8° abnimmt (während sie nach dieser Richtung doch zunehmen sollte). Eine strenge Durchführung der magnetischen Aufnahme für das ganze, in Obigem flüchtig bezeichnete Gebiet müßte sich als von dem höchsten Interesse für die Theorie des Erdmagnetismus erweisen.

Ein anderes Beispiel starker magnetischer Lokalstörung wird uns durch Generalmajor Dr. Alexis von Tillo bekannt gegeben, welcher in seinen Aufnahmen im Jahre 1889 auf einem Gebiete zwischen Charkow und Kursk von nur 35 Kilometer meridionaler und 25 Kilometer in Ost-West-Erstreckung ganz enorme Unregelmäßigkeiten in der Verteilung der magnetischen Kraft gefunden hat. Aus den terrestrischen Isogonen würden sich die magnetischen Elemente für die Epoche 1889 ungefähr ergeben: Deklination: 1° Ost; Inklination: 64° Nord; Horizontal-Intensität: 0,21 C. G. S.; Total-Intensität: 0,48 C. G. S.; dagegen sind innerhalb des Gebietes die folgenden Werte der magnetischen Elemente beobachtet worden:

Ort	Dekl.	Inkl.	H-I	T-I
Nepchaero (Dorf)	$+48^\circ$ (W)	81° N	0,11	0,84
Wisloje	-33° (O)	52° N	0,40	0,65
Kisselwo	-38° (O)	63° N	0,33	0,72
Sobirins	$+30^\circ$ (W)	60° N	0,88	0,75
Petropawlowka	-20° (O)	76° N	0,19	0,80

Diesen vorläufigen Angaben werden, dem Vernehmen nach, bald ausführliche isogonische Karten folgen, welchen man mit großem Interesse entgegensehen darf.

Wir erfahren aus den Beobachtungen des Direktors des Magnetischen Observatoriums in Irkutsk, Dr. Stelling¹⁾, welche derselbe im Jahre 1888 im Lena-Gebiete anstellte, daß die Ergebnisse nicht unerheblich von unseren Karten abweichen. Diese Abweichungen erregen unser lebhaftes Interesse, da sie auch auf den Gang der Säkulär-Änderungen der Deklination in jener Gegend neues Licht zu werfen scheinen.

Wir haben für die folgenden Orte

Ort	Dekl. 1888	Diff. gegen unsere Karte
Jakutsk	$W 10^\circ 03'$	$+5^\circ 43'$
Olekminsk	$W 5^\circ 16'$	$+2^\circ 51'$
Witimsk	$W 1^\circ 15'$	$+1^\circ 20'$
Blagoweschtschenskij-Prüsk	$W 2^\circ 35'$	$+1^\circ 40'$
Banschtschikowo	$O 1^\circ 31'$	$+0^\circ 04'$
Irkutsk	$O 2^\circ 16'$	$0^\circ 00'$

Da bei Bildung der obigen Differenzen die Werte der Karte in allen Fällen von den Bestimmungen Stelling's abgezogen wurden, so ergibt sich, daß die Karte durchweg zu kleine Werte der Deklination zeigt. Wir lesen hierüber in dem angezogenen Werke Seite 14: „Hier- nach ist bei den Orten mit westlicher Deklination die Magnetnadel in den Jahren 1829 bis 1888 noch weiter nach Westen gewandert, d. h. die westliche Deklination hat im nördlichen Teile der ostasiatischen Inseln mit westlicher Deklination zugenommen; bei den Orten mit östlicher Deklination hat dagegen eine Wanderung der Magnetnadel in entgegengesetzter Richtung stattgefunden, so daß die östliche Abweichung der Magnetnadel gewachsen ist. Diese Veränderungen in der Stellung der Magnetnadel weisen darauf hin, daß im nordwestlichen Teile des insel-(ei-)förmigen Gebietes der westlichen Deklination keine einfache Verschiebung der Isogonen, sondern ein Aneinanderdrängen derselben stattgefunden hat, welches wahrscheinlich auch von Änderung der Richtung der Linien gleicher magnetischer Deklination begleitet war. Zugleich muß sich das Gebiet der westlichen Deklination auch bedeutend vertieft haben: wenigstens ist in Sibirien bisher niemals eine auch nur angenähert so große westliche Deklination beobachtet worden, wie wir sie in Jakutsk bestimmt haben.“ Horizontal-Intensität und Inklination zeigen nach den Untersuchungen von Stelling ungleich kleinere Abweichungen von den aus den Karten gefolgerten Werten der magnetischen Elemente.

Die durch die eben berührte Untersuchung erwiesene Thatsache ist von erheblicher wissenschaftlicher Bedeutung; wir erkennen daraus, daß es mindestens Orte der Erde gibt, für welche nach unserem gegenwärtigen Wissen die Ableitung der magnetischen Elemente nach angenommenen Werten der Säkulär-Änderung sich nicht möglich erweist.

Aus den Vermessungen in den Vereinigten Staaten von Amerika, namentlich jener des Staates Missouri, ließen sich ebensowohl wie aus den Vermessungen Sekinos und Kōdaris (Naumann) und Knott's in Japan, Neumayers in Australien und anderen eine große Zahl Beispiele ähnlicher Störung, wenn auch minder ausgeprägt wie in den angeführten Fällen, nachweisen. Über die Ursachen, über das, was bereits darüber festgestellt ist, an dieser Stelle zu referieren, würde verfrüht sein und gehört an und für sich nicht in den Rahmen dieser Erörterungen.

Es muß hier nur noch der Lokal-Störungen, wie sie bei Inseln vielfach beobachtet werden, Erwähnung gethan werden. Die Untersuchungen darüber wurden wesentlich durch die Expedition „Challenger's“ gefördert²⁾. Besonders eingehend untersucht wurden: Madeira, Teneriffa, Bermuda-Inseln, St. Vincent (Kap Verden), St. Pauls-Rock, Tristan da Cunha, Sandwich-Inseln, Juan Fernandez, Ascension und St. Helena. Die wesentlichsten Resultate der Untersuchungen lassen sich dahin zusammenfassen: Auf Inseln nördlich vom magnetischen Äquator wird das Nordende der Nadel gewöhnlich vertikal abwärts und im horizontalen Sinne nach dem höher gelegenen Lande hingezogen, südlich vom magnetischen Äquator sind die entgegengesetzten Wirkungen wahrnehmbar, das Nordende der Nadel wird abgestoßen. Die durch solche Einflüsse verursachten Störungen bringen selten ernste Gefahren für die Navigation mit sich, andere dagegen, deren Ursachen unter der Meeresoberfläche liegen und wahrscheinlich durch nahe an dieselben heranreichende größere vulkanische Gebirgsmassen begründet sind, erreichen einen solchen Umfang, daß sie gefährlich werden können. Beispiele dieser Art sind an der Nordwestküste von Australien bei Cossack, wo entfernt von der Küste 30° Ablenkung der Nadel beobachtet werden, die Küste von Labrador, jene von Madagaskar, von Réunion u. a. m.³⁾

Im Einklang mit diesen Erscheinungen stehen die über Gebirgsmagnetismus von verschiedenen Beobachtern, so auch in jüngster Zeit von O. E. Meyer angestellten Untersuchungen. Das Resultat der bezüglichen Forschungen faßt dieser wie folgt zusammen: „In unseren nördlichen Breiten wird jede magnetische Bergkuppe, mit Ausnahme vereinzelt vorspringender Felsen, an ihrer Oberfläche nur magnetische Südpole, keine Nordpole aufweisen können. Das würde im wesentlichen übereinstimmen mit der Auffassung Lamonts, daß die in Bayern beobachteten örtlichen Störungen durch die Verstärkung des südlichen Magnetismus am Orte der Störung veranlaßt werden.“⁴⁾

Die Anwendung dieser Ergebnisse auf die Orte südlicher Breiten mit gestörten magnetischen Verhältnissen bedarf nach dem, was oben bereits gesagt worden ist, keiner weiteren Erörterung mehr.

Die Gaußsche Theorie des Erdmagnetismus, angewendet auf die Karten der magnetischen Elemente für 1885.

Gauß hat in seiner allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus⁵⁾ gezeigt, in welcher Weise man die Elemente der Theorie des Erdmagnetismus aus einer Anzahl von exakten Bestimmungen der magnetischen Elemente abzuleiten vermag. Ferner wurde von ihm im Laufe der ersten darauf Bezug habenden Rechnungen erkannt, daß man dieselben wenigstens bis zu den Größen der vierten Ordnung ausdehnen müsse, wonach die Anzahl der zu bestimmenden Koeffizienten auf 24 steigt. Wenn Gauß auch glaubt, daß die Glieder der fünften Ordnung (also 35 Koeffizienten) noch ansehnlich genug sein würden, so beschränkt er sich dennoch auf die Ableitung von 24 Konstanten,

¹⁾ Repertorium für Meteorologie Bd. XIII, Nr. 4.

²⁾ Creak, E. W. The Physics and Chemistry of the voyage of H. M. S. Challenger, Part VI, Report on magnetic results p. 2-6.

³⁾ Der Kompas an Bord, Seite 37 und 38.

⁴⁾ Meyer, O. E., Messungen der erdmagnetischen Kraft in Schlesien (1888) und über Gebirgsmagnetismus (1889).

⁵⁾ Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1833 von C. F. Gauß und W. Weber, S. 1-57.

namentlich weil er der Überzeugung war (Seite 30 und 31), daß der Einfluß der vielen unzuverlässigen Daten, womit die einzelnen Koeffizienten noch behaftet seien, viel zu beträchtlich wäre, als daß es verstatet sein könnte, in das „Eliminations-Geschäft“ eine noch größere Anzahl von unbekanntem Größen aufzunehmen. Es ist bekannt, daß erst die von Sabine herausgegebene Karte der „ganzen“ Intensitäten in willkürlicher Einheit die Möglichkeit darbot, eine solche Rechnung der Elemente der Theorie des Erdmagnetismus durchzuführen. Es galt die Rechnung für das Jahr 1830 und wurde dieselbe auf Grund der Werte von 12 Punkten auf 7 Parallelkreisen durchgeführt. Weit davon entfernt, die auf diesem Wege aus den Elementen der Theorie des Erdmagnetismus (den 24 Konstanten) abgeleiteten Karten der isomagnetischen Linien mit jenen aus wirklichen Beobachtungen erhaltenen vergleichen zu wollen, erklärt er vielmehr, daß die Vergleichung der Theorie und Erfahrung durch diese Karten mangelhaft ausfallen müsse, da das Material zu mangelhaft und zu ungleichmäßig über die Erde verteilt sei. Es wird in einer anderen Stelle (Atlas des Erdmagnetismus Seite 32) wörtlich von ihm hervorgehoben: „Was die Vergleichung der Theorie und Erfahrung betrifft, durch Eintragung einzelner Beobachtungen in unsere Karten und graphische Darstellung der Differenzen, so würde diese zwar nicht ohne Interesse sein, aber doch nur dann Nutzen schaffen, wenn die Beobachtungen zahlreich genug, zuverlässig und nahe gleichzeitig wären; wo dann diese Vergleichung die Grundlage einer Verbesserungsrechnung werden könnte. Dazu ist nicht erforderlich, daß diese Beobachtungen aus der Zeit (1830) herrühren, für welche der magnetische Zustand der Erde in den vorliegenden Karten (Barlow für Deklination, Horner für Inklination, Sabine für ganze Intensität) bestimmt wird, aus welcher Zeit keine solchen Beobachtungen existieren, sondern diese Beobachtungen können erst künftig gemacht werden, und dennoch wird ihre Vergleichung mit der Theorie durch Eintragung in unsere Karten und graphische Darstellung der Differenzen zur Grundlage einer Verbesserungsrechnung dienen können, durch welche zwar der magnetische Zustand der Erde nicht mehr für die vergangene Epoche besser, sondern für die neue Epoche mit einer Genauigkeit bestimmt werden kann, welche die jetzt erreichbare weit übertrifft. — Es ist Hoffnung, daß ein solches vollständigeres und zuverlässigeres System gleichzeitiger Beobachtungen wirklich bald ausgeführt und der hier angedeutete Gebrauch davon wirklich bald gemacht werden wird.“

Nach dem Gesagten wäre es unrichtig, wollte man den Versuch der Darstellung der Differenzen nach Gauß'schen Berechnungen ausführen.

Da das Bestreben darauf gerichtet sein mußte, endlich das von Gauß angedeutete Ziel zu erreichen, so wurden im Laufe der Zeit, als bessere Beobachtungen vorlagen, die Versuche auf Grund derselben erneuert; so durch Ad. Erman und Petersen, welche die bis ungefähr zum Jahre 1870 vorhandenen magnetischen Beobachtungen mittels der angenommenen Säkular-Änderung auf 1829 reduzierten und nun für 9 gleichweit voneinander abstehende Meridianpunkte auf 10 Breitenparallele die magnetischen Elemente entnahmen und die Rechnung durchführten. Die Resultate dieser Berechnung sind in dem im Auftrage der Kaiserlichen Admiralität herausgegebenen Werke „Die Grundlagen der Gauß'schen Theorie und die Erscheinungen des Erdmagnetismus im Jahre 1829 (Berlin 1874)“ niedergelegt worden. Als die deutsche Seewarte magnetische Karten für das Jahr 1880 herausgegeben hatte, berechnete G. v. Quintus Icilius nach denselben für 10 Parallelkreise und 12 äquidistante Meridianpunkte auf denselben die magnetischen Elemente der Theorie des Erdmagnetismus, und zwar ist diese Rechnung auch wieder auf Glieder vierter Ordnung ausgedehnt worden¹⁾.

Da die bisherigen Versuche, die Theorie auf Grundlage der Gauß'schen mit der Erfahrung nicht in vollen Einklang zu bringen waren, so schien es zweckmäßig, die neuen Karten für 1885, bei welchen nun zum ersten Male die maritimen Beobachtungen von „Challenger“ und „Gazelle“ nebst dem neuesten Material zur Verwertung kommen konnte, die Rechnung zu wiederholen und zunächst auch nur die Glieder vierter Ordnung, also 24 Konstanten zu berücksichtigen. Es wurden zu diesem Behufe die magnetischen Elemente auf 25 Breitenparallelen und je 72 äquidistanten Meridianen durchgeführt (also für 1800 Schnittpunkte). Zuerst wurden gleichfalls bei der Berechnung nur die Glieder vierter Ordnung in Erwägung gezogen; die Ausnahme der Werte für die Schnittpunkte war infolge des großen Maßstabes der Original-Karten (siehe Einleitung) und der Untereinteilung in einzelne Grade der Länge und Breite sehr erleichtert und wurde dabei ein hoher Grad der Genauigkeit erreicht.

Werden nach dem Vorgange von Gauß die Elemente der Theorie des Erdmagnetismus (die 24 Koeffizienten oder Konstanten) der Reihe nach $g_{1,0}, g_{2,0}, g_{3,0}, g_{4,0}, g_{1,1}, \dots, g_{4,1}, h_{1,1}, h_{2,1}, h_{3,1}, h_{4,1}, g_{2,2}, \dots, g_{4,2}, h_{2,2}, \dots, h_{4,2}, g_{3,3}, g_{4,3}, h_{3,3}, h_{4,3}, g_{4,4}, h_{4,4}$ bezeichnet, so findet man in der anliegenden Tabelle die Resultate der Rechnung für die Periode 1830 nach Gauß, 1829 für Erman und Petersen, 1885 für Neumayer-Petersen zusammengestellt, und zwar sind nun alle Werte in C. G. S.-Einheiten ausgedrückt.

Gauß'sche Konstante.	Erman-Petersen für 1829 in C. G. S.	Gauß für 1830 in C. G. S.	Neumayer-Petersen für 1885 in C. G. S.	Gauß'sche Konstante.
$g_{1,0}$	+ 0,320074	+ 0,323477	+ 0,315720	$g_{1,0}$
$g_{2,0}$	+ 0,001210	- 0,007708	+ 0,007906	$g_{2,0}$
$g_{3,0}$	- 0,018763	- 0,006593	- 0,024363	$g_{3,0}$
$g_{4,0}$	- 0,027877	- 0,038035	- 0,034395	$g_{4,0}$
$g_{1,1}$	+ 0,028953	+ 0,031106	+ 0,024814	$g_{1,1}$
$g_{2,1}$	- 0,044537	- 0,050635	- 0,049798	$g_{2,1}$
$g_{3,1}$	+ 0,029863	+ 0,042956	+ 0,039560	$g_{3,1}$
$g_{4,1}$	- 0,088405	- 0,053291	- 0,080597	$g_{4,1}$
$h_{1,1}$	- 0,060109	- 0,062456	- 0,060258	$h_{1,1}$
$h_{2,1}$	+ 0,000720	- 0,002107	+ 0,012999	$h_{2,1}$
$h_{3,1}$	+ 0,016446	+ 0,016700	+ 0,007383	$h_{3,1}$
$h_{4,1}$	- 0,008197	+ 0,022402	- 0,011877	$h_{4,1}$
$g_{2,2}$	+ 0,001249	+ 0,000172	- 0,005667	$g_{2,2}$
$g_{3,2}$	- 0,030728	- 0,025575	- 0,027857	$g_{3,2}$
$g_{4,2}$	- 0,015592	- 0,016000	- 0,019754	$g_{4,2}$
$h_{2,2}$	- 0,012637	- 0,013631	- 0,012604	$h_{2,2}$
$h_{3,2}$	- 0,006211	- 0,007955	- 0,000443	$h_{3,2}$
$h_{4,2}$	+ 0,010851	+ 0,014876	+ 0,007147	$h_{4,2}$
$g_{3,3}$	- 0,001272	+ 0,000488	- 0,003270	$g_{3,3}$
$g_{4,3}$	+ 0,006708	+ 0,006909	+ 0,006842	$g_{4,3}$
$h_{3,3}$	- 0,007248	- 0,006552	- 0,005492	$h_{3,3}$
$h_{4,3}$	+ 0,003014	- 0,000062	+ 0,005121	$h_{4,3}$
$g_{4,4}$	+ 0,000895	- 0,001442	- 0,000849	$g_{4,4}$
$h_{4,4}$	+ 0,001109	+ 0,001109	+ 0,000968	$h_{4,4}$

¹⁾ Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, IV. Jahrgang, 1881, Nr. 2.

Wenn oben von der Berechnung der Werte $\frac{V}{R}$ (des magnetischen

Potentials und der Gleichgewichts-Linien) die Rede war, so sei der Vorbeugung einer irrigen Auffassung halber erwähnt, daß die Größen der vorstehenden Tabelle in der 3. Kolumne (für 1885,0) jener Berechnung zu Grunde lagen.

Die Ableitung der 24 Gauß'schen Konstanten von Quintus Icilius ist in obige Zusammenstellung nicht aufgenommen worden, weil die Daten, auf welchen sie beruht, nach dem früher Gesagten ungleich weniger Wert haben als jene für 1885,0 und überdies die Epoche 1880,0 so nahe an die Epoche der jüngsten Berechnung herankommt, daß ein Vergleich der beiden Serien bei der Ungleichwertigkeit der Grundlagen einen Zweck nicht haben könnte.

Aus dem zuletzt angeführten Grunde erscheint auch ein Vergleich der verschiedenen Serien in der Absicht, eine bestimmte Schlussfolgerung daraus zu ziehen, überhaupt nicht gerechtfertigt. Spätere Untersuchungen über diesen wichtigen Gegenstand werden erst die Grundlagen für solche bestimmte Schlussfolgerungen zu liefern haben.

Ehe wir den Gegenstand in dem vorhin angedeuteten Sinne weiter verfolgen, sollen hier die Resultate der Berechnung des magnetischen Haupt-Moments und der Lage der magnetischen Achse der Erde aus den 24 Gauß'schen Konstanten für 1885,0 angeführt werden:

Das magnetische Moment der Erde ergibt sich für 1885,0 zu $0,32237 R^3$ C. G. S. (wo R den Erdradius in der entsprechenden Längeneinheit ausgedrückt bedeutet).

Die Lage der magnetischen Achse der Erde wäre nach der Berechnung für 1885,0:

$$\begin{matrix} \text{von } 78^\circ 20' \text{ Nördl. Br.} \\ \text{und } 292^\circ 43' \text{ L. östl. v. Gr.} \end{matrix} \left\{ \text{nach} \begin{matrix} 78^\circ 20' \text{ Südl. Br.} \\ 112^\circ 43' \text{ L. östl. v. Gr.} \end{matrix} \right.$$

Es darf hier wohl an die von Gauß in seiner allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus (Seite 45) gegebene Definition des Begriffes der magnetischen Achse der Erde um so mehr erinnert werden, als vielfache Abweichungen von derselben zu irrigen Deduktionen darüber geführt haben. Es heißt dort wie folgt:

„Die einzige Art, wie man dem Begriffe der magnetischen Achse eines Körpers eine allgemein gültige Haltung geben kann, ist die im 5. Artikel der *Intensitas vis magneticae* festgesetzte, wonach darunter eine gerade Linie verstanden wird, in Beziehung auf welche das Moment des in dem Körper enthaltenen freien Magnetismus ein Maximum ist. Zur Bestimmung der Lage der magnetischen Achse der Erde in diesem Sinne und zugleich des Moments des Erdmagnetismus in Beziehung auf dieselben ist nun nach dem, was oben im 17. Artikel (der angeführten Abhandlung) bemerkt ist, bloß die Kenntnis der Glieder erster Ordnung von V erforderlich.“

In der hier folgenden Tabelle sind die Resultate der früheren Berechnungen des magnetischen Moments der Erde und der Lage der magnetischen Erdachse zusammengestellt, wobei die Berechnung für 1880,0 keine Aufnahme gefunden hat. Bei sämtlichen Berechnungen wurde die Erde als Kugel angenommen, also die elliptische Gestalt derselben nicht berücksichtigt.

Für das Jahr	Richtung der magnetischen Achse der Erde.	Magnetisches Moment der Erde.	Berechner.
1829	von $\left\{ \begin{matrix} 78^\circ 16' \text{ N.B.} \\ 295^\circ 15' \text{ L. östl. v. G.} \end{matrix} \right\}$ nach $\left\{ \begin{matrix} 78^\circ 16' \text{ S.B.} \\ 115^\circ 15' \text{ L. östl. v. G.} \end{matrix} \right\}$	$0,32690 R^3$	Erman-Petersen.
1830	von $\left\{ \begin{matrix} 77^\circ 50' \text{ N.B.} \\ 296^\circ 29' \text{ L. östl. v. G.} \end{matrix} \right\}$ nach $\left\{ \begin{matrix} 77^\circ 50' \text{ S.B.} \\ 116^\circ 29' \text{ L. östl. v. G.} \end{matrix} \right\}$	$0,33092 R^3$	Gauß.
1885	von $\left\{ \begin{matrix} 78^\circ 20' \text{ N.B.} \\ 292^\circ 43' \text{ L. östl. v. G.} \end{matrix} \right\}$ nach $\left\{ \begin{matrix} 78^\circ 20' \text{ S.B.} \\ 112^\circ 43' \text{ L. östl. v. G.} \end{matrix} \right\}$	$0,32237 R^3$	Neumayer-Petersen.

Dasselbe, was oben hinsichtlich des Wertes einer Vergleichung der einzelnen Ergebnisse mit Beziehung auf darin vorgegangene Veränderungen gesagt worden ist, muß auch mit Beziehung auf die obigen Werte betont werden: es werden solche Vergleichungen späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben müssen. Zwar glaubt Quintus Icilius²⁾ es aussprechen zu können: „Auch das magnetische Moment der Erde scheint in dieser Zeit eine merkliche Zunahme erlitten zu haben, denn aus den neuen Elementen berechnet es sich = $3,4080 R^3$, während es 1830 sich = $3,3092 R^3$ (G. E.), also um etwa 3% kleiner ergeben hatte“; allein, welche Bewandnis es damit hatte, zeigt am deutlichsten der aus der Berechnung für 1885,0 hervorgegangene Wert unserer Tabelle.

Dagegen glauben wir gleichfalls das in der zum öfteren angezogenen Abhandlung hinsichtlich der magnetischen Erdachse Gesagte aus unserer Tabelle ableiten zu können: daß sich die Lage der magnetischen Erdachse im Laufe der letzten 50—60 Jahre nur wenig geändert hat.

Es war vorhin von dem Verfahren die Rede, welches Gauß vorgeschlagen hat, um die Differenzen zwischen Berechnung der magnetischen Elemente und den beobachteten Werten derselben in Karten darzustellen und darauf eine Verbesserungs-Rechnung gründen zu können. Diese erhebliche Arbeit wurde für 1885 mit den 24 Konstanten der obigen Tabelle ausgeführt, und für bestimmte Schnittpunkte auf der Erdoberfläche wurden die Werte der erdmagnetischen Elemente berechnet und mit den für diese Schnittpunkte ermittelten faktischen Beobachtungen verglichen. Nach den auf diese Weise erhaltenen Differenzen, Berechnung weniger Beobachtung, welche in Karten eingetragen wurden, sind Gebiete des Exzesses der Berechnung über die Beobachtungen und Gebiete des Defektes der Berechnung gegen die Beobachtung konstruiert worden. Ein Versuch, auf die Ergebnisse dieser interessanten Untersuchung eine Verbesserungs-Rechnung zu gründen, wurde nicht gemacht und muß als ein noch zu lösendes mathematisch-physikalisches Problem bezeichnet werden³⁾.

Auch für die Berechnung für 1829 (Erman-Petersen) wurden solche Differenz-Karten entworfen, nachdem die Differenzen vorher aus der betreffenden Abhandlung entnommen worden waren. Die Karten waren in beiden Fällen nach Merkator's Projektion entworfen; anschaulicher und darum wohl auch lehrreicher müßte das Verzeichnen der Gebiete von Exzess und Defekt auf einer Kugeloberfläche sich erweisen.

Es ist unmöglich, in diesem kurzen Abriss die sämtlichen Resultate der Berechnung und Zeichnung wiederzugeben; solches wird in einer besonderen Abhandlung zu geschehen haben. Hier mögen mit der Absicht, eine fruchtbringende Anregung zur Forschung auf diesem Gebiete zu geben, nur noch einige der Schlussfolgerungen, insofern gegenwärtig

¹⁾ Deutsche Ausgabe in Poggendorff's Annalen, Jahrgang 1833, Bd. XXVIII, Seite 258 u. ff.

²⁾ Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, 1881, Nr. 2: „Der magnetische Zustand der Erde“ &c. von Quintus Icilius.

³⁾ Dr. G. Neumayer, Über das gegenwärtig vorliegende Material für die erd- und weltmagnetische Forschung. Verhandlungen des VIII. Deutschen Geographen-Tags in Berlin 1889. Seite 33 u. ff.

noch davon die Rede sein kann, gegeben werden, und folgen wir hier den Ausführungen des angezogenen Vortrages von Dr. Neumayer.

„Hinsichtlich der Deklinations-Abweichungen ist zu bemerken, daß in den Gegenden der gemäßigten Breiten und den Tropen Abweichungen von $+6^\circ$ und -6° vorkommen, während darin auch 0° Abweichungen nicht selten sind. Die größte verzeichnete Abweichung ist negativ und erreicht die Höhe von 25° . Es findet sich dieselbe auch in der Berechnung von Erman-Petersen wieder, und zwar nahezu von demselben Betrage. Ihre Lage ist in 90° W. L. und 65° N. Br. In dem Gebiete positiver Abweichung (berechnete Werte größer als die beobachteten), welches sich von der agonischen Linie im Osten durch den Stillen Ozean nach der agonischen Linie im Westen zieht, kommen Abweichungen von nahezu 3° vor und erreichen in der Gegend des 180° Längengrades ihren höchsten Wert. In den weiter nach den Polen zu gelegenen Gebieten erreichen positive und negative Abweichungen erheblich höhere Werte, was auch schon in der Untersuchung von Erman-Petersen hervortritt. Wenn auch zwischen den Resultaten beider Untersuchungen der Abweichungen eine gewisse Ähnlichkeit des Verlaufes der Gebiete von gleichem algebraischen Zeichen nicht zu verkennen ist, so fällt doch andererseits die Thatsache auf, daß Gebiete, die früher negative Abweichungen zeigten, jetzt solche von positiven erkennen lassen. Letzteres gilt besonders von Vorderindien und dem Ostindischen Archipel; es erreichen jedoch gerade in diesen Gebieten die Abweichungen keine sonderlich hohen Beträge. Südamerika, welches nach früheren Untersuchungen mehrfach von Gebieten mit wechselnden Vorzeichen durchschnitten sich zeigte, gehört nach Neumayer's Untersuchung ganz dem Gebiete an, in welchem die Rechnung eine östlichere Richtung als die Beobachtung ergibt; die numerischen Werte schwanken daselbst von $-1,3^\circ$ bei Kap Horn und $-1,9^\circ$ bei Pernambuco. Eine strenge Abgrenzung der Gebiete, innerhalb welcher die Deklination nach der Berechnung mit jener nach der Beobachtung gut übereinstimmt, läßt sich eben so wenig durchführen, als ein bestimmtes Urteil darüber fällen, ob die neueste Untersuchung vom Standpunkte der Ansmiegung der Rechnung an die Beobachtung günstiger genannt werden kann als die frühere.“

„Hinsichtlich der Abweichungen der magnetischen Inklination für die gemäßigten und tropischen Regionen läßt sich konstatieren, daß dieselben verhältnismäßig hohe Werte erreichen, und zwar gilt dies für die Gruppen beider Zeichen. Es sind die Beträge für die bezeichneten Gebiete durchweg höher als jene in den Polar-Regionen. Besonders charakteristisch ist das Gebiet positiver Abweichung, welches sich von der Halbinsel Yacutan und über den nördlichen Teil des südamerikanischen Kontinents nach der Küste von Mozambique hinüberzieht und Abweichungen zwischen 5° und 1° aufweist. Das daran sich knüpfende Interesse ist um so mehr berechtigt, als auch die frühere Untersuchung (1829) ein ähnliches Resultat ergab. Dies ist auch der Fall bezüglich der Abweichungen von Rechnung gegen Beobachtung in dem den Süden des amerikanischen Kontinents durchschneidenden Gebiete zu südlicher Werte, das in den in Rede stehenden Breiten bis nahe zum Meridian von Greenwich heranreicht. Während die Gegend um die Falklands-Inseln eine Abweichung von ungefähr -4° erkennen läßt, ist dieselbe unter dem gleichen Meridian auf 10° S. Br. $+5^\circ$. Es mag hervorgehoben werden, daß durch die Untersuchungen der französischen Expedition nach dem Kap Horn (1882/83) einerseits, durch die Untersuchungen von Dr. van Rijkvovsel andererseits innerhalb der gewählten Epoche für die Beobachtung vortreffliche Grundlagen für die Reduktion gewonnen worden sind. Das auf unserer Karte sich darstellende Gebiet positiver Abweichung, welches über Japan lagert und sich nach Alaska hinüberzieht, ist auch auf den Karten für das Jahr 1829 zu erkennen, während die numerischen Werte in beiden Untersuchungsreihen zwischen 1° und nahezu 3° schwanken. Nur wenige Grade nach Süden hin zieht sich ein Gebiet südlicher Abweichung, das 1829 Werte bis zu 4° zeigte, während dieselben allerdings durch die neueren Untersuchung bis auf etwa 3° herabgemindert werden. Wichtig erscheint auch der Umstand, daß sich zwischen den beiden Gebieten eine schmale Zone von nahezu vollständiger Ansmiegung der Rechnung an die Beobachtung hinzieht und dadurch auf nur wenige Breitengrad-Differenzen in der berechneten und beobachteten Lage der Inklinationsnadel von nahezu 5° hervortreten. Auch über dem asiatischen Kontinent — etwa vom Kap Komorin an — hat sich der positive Charakter nach der neueren Untersuchung nur wenig gegen jenen von 1829 geändert. Fast das Gleiche kann gesagt werden — sowohl Charakter als numerische Werte anlangend — von dem Gebiete von Sumatra bis zu dem Meridian von Cape Howe an der Südostküste Australiens. Im allgemeinen kann man in Beziehung auf die Gebiete der Ansmiegung eine erhebliche Ähnlichkeit für die beiden bezeichneten Epochen der Berechnung konstatieren, und gilt dieses auch für die schmale Zone negativer Abweichung, welche einen Teil von Zentral- und Süd-Europa durchzieht.“

„Die Abweichungen in dem Werte der Horizontal-Komponente erreichen für einzelne Gebiete der Erde einen sehr erheblichen Wert. Wichtig ist dabei die Zone negativer Abweichung (zu kleiner Werte der Rechnung gegen die Beobachtung), welche sich um die ganze Erde zieht und, von dem 60° Grade der Breite im Norden ausgehend, einen Teil Nordamerikas durchschneidet und in einem, den Erdäquator berührenden Bogen sich über Arabien nach dem Ochotskischen Meere hinzieht. Die numerischen Werte schwanken innerhalb dieser Zone zwischen 4% und 9% der jeweiligen Werte der Horizontal-Komponente an der betreffenden Stelle und erreichen ihren größten Wert in Ostasien unter dem 50° Grad der Breite und ferner auf dem Atlantischen Ozean in 10° N. und 30° W. Länge. Weitere Gebiete erheblicher Störung, und zwar einer Verminderung des Wertes der Horizontal-Komponente, sind auf einer zweiten, sich nahezu vollständig um die Erde herumziehenden Zone, welche den größten Teil Australiens (jedoch hier an Größe von geringem Belang) und Neu-Guineas bedeckt und sich unter dem 180° der Länge von Greenwich am weitesten nach Norden sich erstreckenden Bogen nach der Südspitze Amerikas zieht und — nur durch ein Gebiet der Ansmiegung getrennt — die Südspitze Afrikas einschließt, zu finden. Auch hier schwanken die numerischen Werte sehr bedeutend und erheben sich bis zu 7% oder 8% der jeweiligen Werte der Horizontal-Komponente. Auf dieser Zone sind die am meisten gestörten Orte auf dem 180° Längengrade und in 10° Süd (im Nordosten von Neu-Caledonien und den Neu-

Hebriden) und dann wieder bei der Südspitze Amerikas zu finden. Auch in diesem Falle läßt sich eine erhebliche Ähnlichkeit der Diskussions-Resultate vom Jahre 1885 und 1829 erkennen. Damals wie jetzt zeigen einzelne Striche erhebliche positive, andere erhebliche negative Abweichungen. Ein Unterschied ist etwa darin zu konstatieren, daß bei den früheren Untersuchungen die Abweichungen die höchsten positiven Werte erreichten, während sie nun einen negativen Charakter tragen. Ein Vergleich der Gebiete der Ansmiegung in diesem Elemente dürfte ergeben, daß eine erhebliche Vergrößerung desselben für das Jahr 1885 nicht konstatiert werden kann.“

Der vorstehenden allgemeinen Synopsis der Differenzen-Gebiete folgte im weiteren Verlaufe der Untersuchung eine eingehende Studie über Verteilung und Gruppierung derselben, deren Ergebnisse hier nur ganz allgemein angedeutet werden können. Die Frage nach der Methode einer darauf begründeten Verbesserungs-Rechnung wurde zunächst dabei, wie schon erwähnt, nicht berührt.

Die magnetische Deklination läßt etwa 11 wohlunterscheidbare, durch Areale der Ansmiegung von einander getrennte Gebiete erkennen: den 6 Gebieten westlicher (+) Abweichung der Rechnung stehen 5 Gebiete östlicher (—) Abweichung der Rechnung von der Beobachtung gegenüber. Die Gebiete positiver Abweichung ergeben ein höheres Gesamt-Areal als die Gebiete negativer Abweichung. Es mag hier besonders auf das elliptische Gebiet westlicher Deklination in Ostasien hingewiesen werden, welches nach der Rechnung kleinere Werte der Deklination als die Beobachtung erzielt; nach neueren Beobachtungen (siehe oben) sind aber die wirklichen Werte der Deklinationen erheblich größer als bisher angenommen, so daß die negativen Differenzen noch um ein Beträchtliches größer werden.

Die magnetische Inklination zeigt 7 wohlunterscheidbare, durch Areale der Ansmiegung von einander getrennte Gebiete, von welchen 3 positive und 4 negative Differenzen (Berechnung — Beobachtung) angehören. Die Gesamt-Areale der beiden Gruppen scheinen nahezu gleich groß zu sein; die Ansmiegungs-Zonen sind in diesem Falle, hinsichtlich des Umfanges, sehr auffallend. Bei den einzelnen Gebieten lassen sich Achsen einzeichnen, welche eine gewisse Parallelität untereinander zeigen. Diese Achsen verlaufen im allgemeinen von Südwesten nach Nordosten und bilden mit dem Erdäquator Winkel von zwischen 20° und 30° .

Die Horizontal-Komponente läßt 10, durch Areale der Ansmiegung getrennte Gebiete, wovon 6 einen positiven und 4 einen negativen Charakter tragen, erkennen; bei den ersteren ist die aus der Rechnung abgeleitete Horizontal-Intensität größer als die beobachteten, bei der letzteren kleiner. Es ziehen sich, wie oben schon hervorgehoben, diese Gebiete gleich Gürteln um die ganze Erde, und es lassen sich auch hier wieder Achsen annehmen, die eine erhebliche Parallelität unter einander zeigen und im allgemeinen von Südosten nach Nordwesten laufen, indem sie mit dem Erdäquator Winkel von zwischen 20° und 30° bilden. Als von besonderem Interesse kann hervorgehoben werden, daß unter den großen Festland-Massen der Erde über Australien die Berechnung mit der Beobachtung am vollkommensten übereinstimmt und zwar in allen drei Elementen des Erdmagnetismus kaum nennenswerte Differenzen zeigt; was hierbei das Bestimmende ist, ob vielleicht die geringere plastische Gestaltung des Kontinents, wäre von hohem Werte durch weitere Untersuchungen eingehend zu prüfen. Das daran sich knüpfende Interesse wird noch durch den Umstand erhöht, daß etwa 600 Seemeilen von den Nordostküsten Australiens im Stillen Ozean nahezu die erheblichste Differenz (negativ) in den Werten der Horizontal-Komponente, wie sie durch Rechnung und durch Beobachtung erhalten werden, konstatiert werden kann.

Allgemein sei hier nur bemerkt, daß zur Bildung der Gebiete (deren Abgrenzung) es erforderlich war, vorher über die Grenzwerte zu bestimmten Annahmen zu gelangen.

Es sei gestattet, nochmals hervorzuheben, daß diese Differenzen sich nur auf den Vergleich mit den terrestrischen Kurven (siehe oben) beziehen; lokale Störungen im eigentlichen Sinne, die man im allgemeinen bei den Beobachtungen verwenden soll, wenn es sich um die Ableitung dieser Kurvensysteme handelt, können in diesen Differenzen nicht, oder doch nicht zum vollen und richtigen Ausdruck gelangen. Auch wird, soviel darf man nach dem heutigen Stande des Wissens wohl auszusprechen wagen, die Theorie, selbst wenn die Glieder 5. und höherer Ordnung in die Rechnung hereingezogen werden, die unbedingte Ansmiegung an die Beobachtungsergebnisse nach der gegenwärtig verwendeten Methode der Untersuchung wohl nicht erzielen. Erweiterung der Theorie (etwa nach der von Dr. A. Schmidt angegebenen Richtung¹⁾ wird erst eine andere Behandlung des Materials und der Frage, die uns hier beschäftigt, überhaupt anzubahnen haben. Es wurde im Verlaufe dieser Erörterungen genugsam betont, daß Gauß uns auch hier die möglicherweise zum Ziele führenden Wege angedeutet hat. Vielleicht auch, daß die rechnerische Behandlung der Beobachtungen in gestörten Gebieten, wo sie bei der allgemeinen Diskussion Verwendung finden sollen, eine andere, als die bisher übliche werden muß; in dieser Hinsicht sind die Untersuchungen von Dr. Carlheim-Gyldenköld von Interesse.²⁾

Wie immer wir auch diesen wichtigen Gegenstand der Physik der Erde auffassen mögen, so werden wir stets zur Überzeugung gelangen müssen, daß hier nur die ersten Grundlagen gewonnen sind, daß alle Zusammenstellungen und Arbeiten auf dem Gebiete des Erdmagnetismus noch das Gepräge der ersten Stadien der Entwicklung und demnach der Unvollständigkeit tragen, welche Überzeugung uns zur Weiterforschung anspornen muß. Es gilt dies in gleichem Maße in Beziehung auf die allgemeine Theorie des Erdmagnetismus und den ganzen Komplex der hierher gehörigen Erscheinungen, wie auch von der Beobachtung der Werte der erdmagnetischen Elemente. In letzter Hinsicht muß daran erinnert werden, daß außer zahlreichen, systematisch über die Erdoberfläche verteilten magnetischen Beobachtungen auch die Einzel-Aufnahmen von Ländern und Länderstrichen ganz unerläßlich sein werden, wenn ein wirklicher Fortschritt in der Erkenntnis über das Wesen des Magnetismus der Erde und wohl auch des Weltalls erzielt werden soll.

¹⁾ Mathematische Entwicklung zur allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus. Aus dem Archiv der Seewarte 1889.

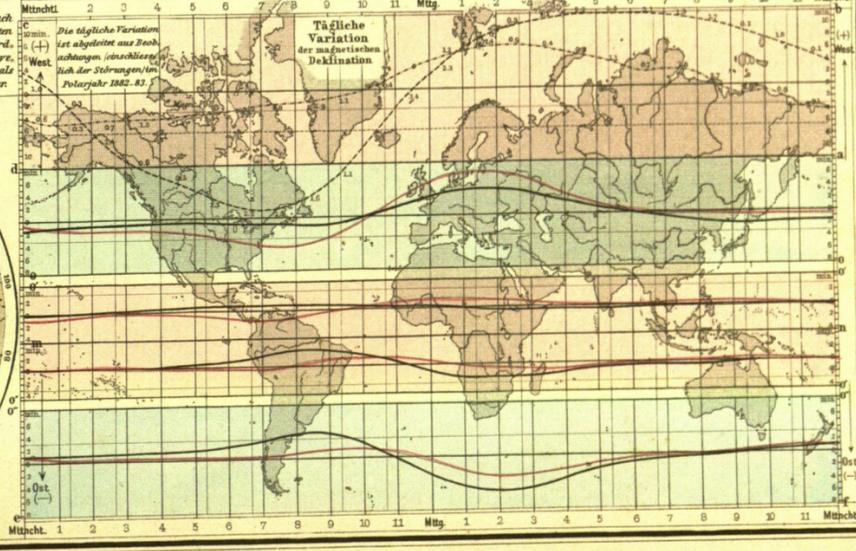
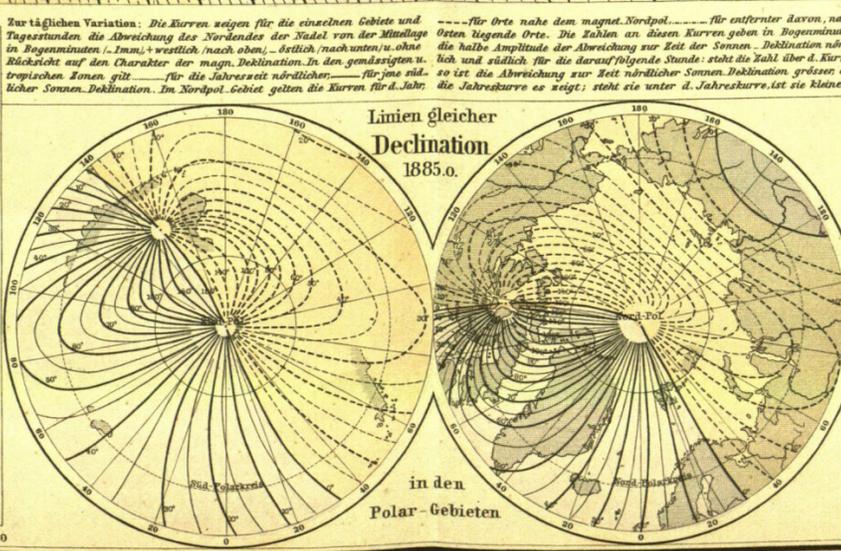
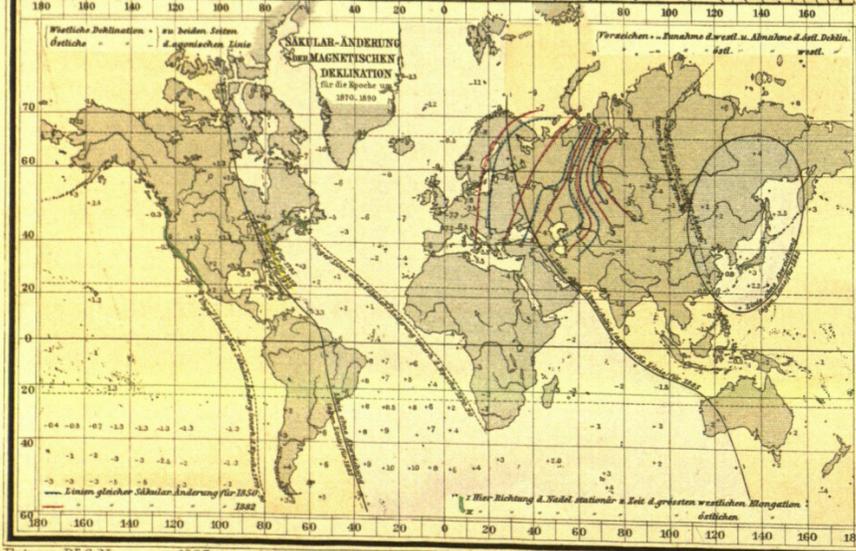
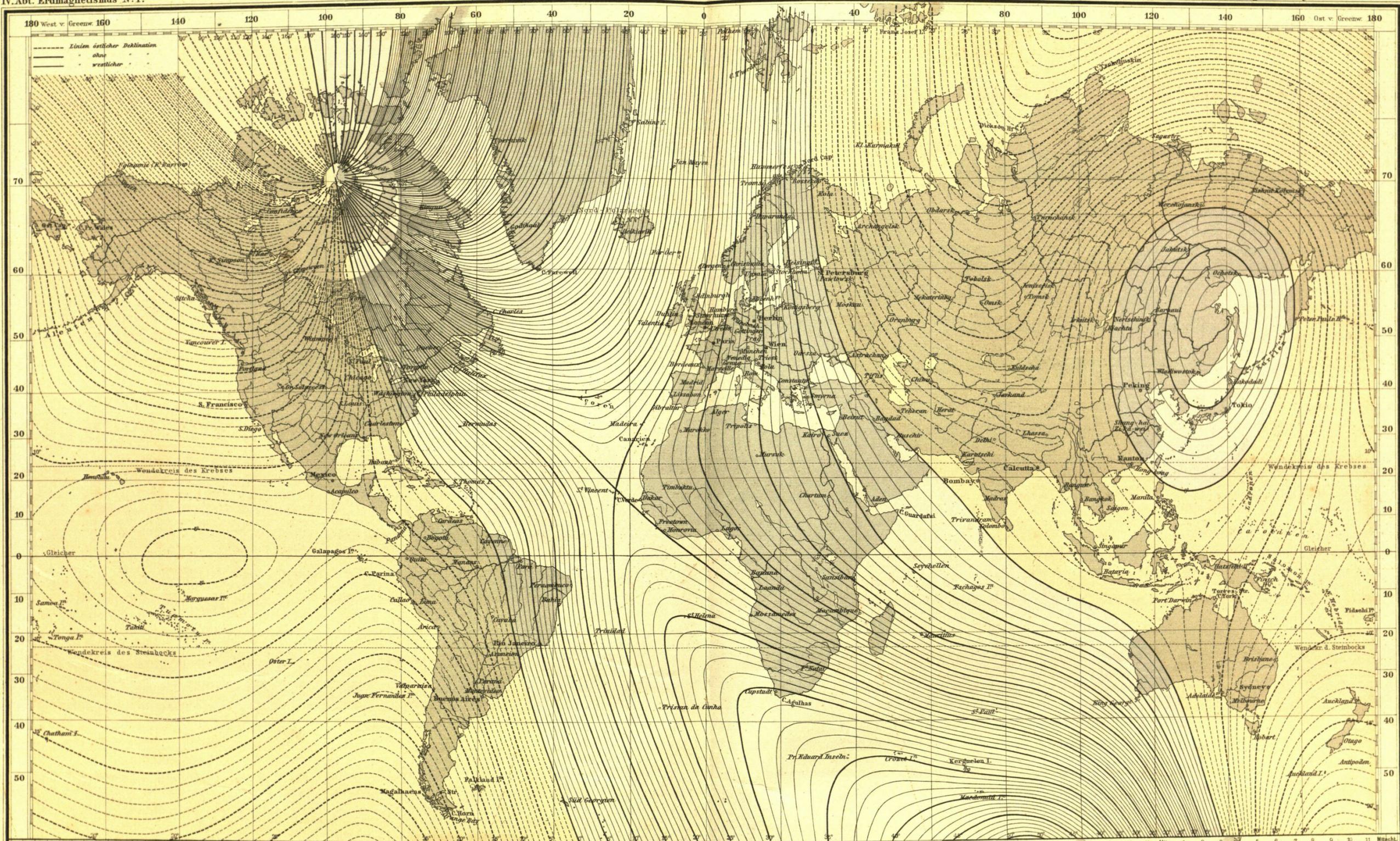
²⁾ Détermination des éléments magnétiques dans la Suède méridionale, Stockholm 1889.

LINIEN GLEICHER DEKLINATION (ISOGENEN)

FÜR 1855.

Berghaus' Physikal. Atlas N° 39.

IV. Abt. Erdmagnetismus N° I.

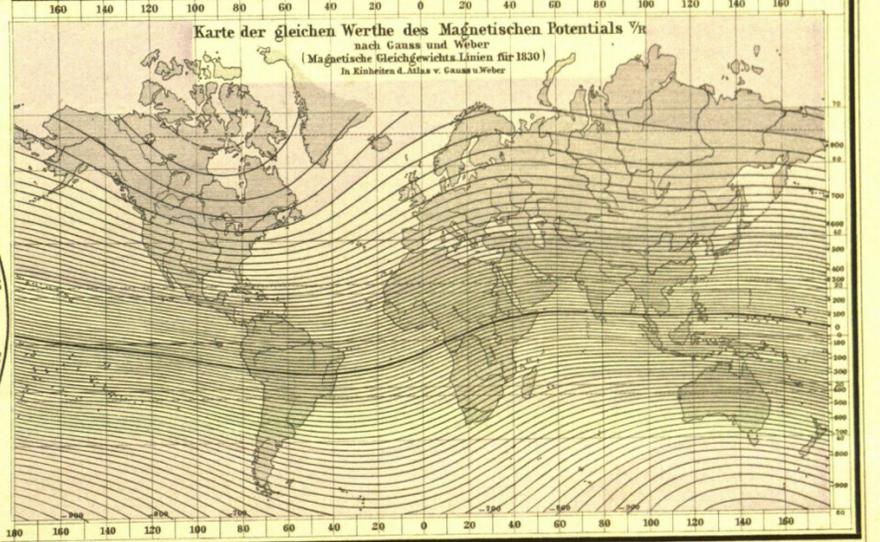
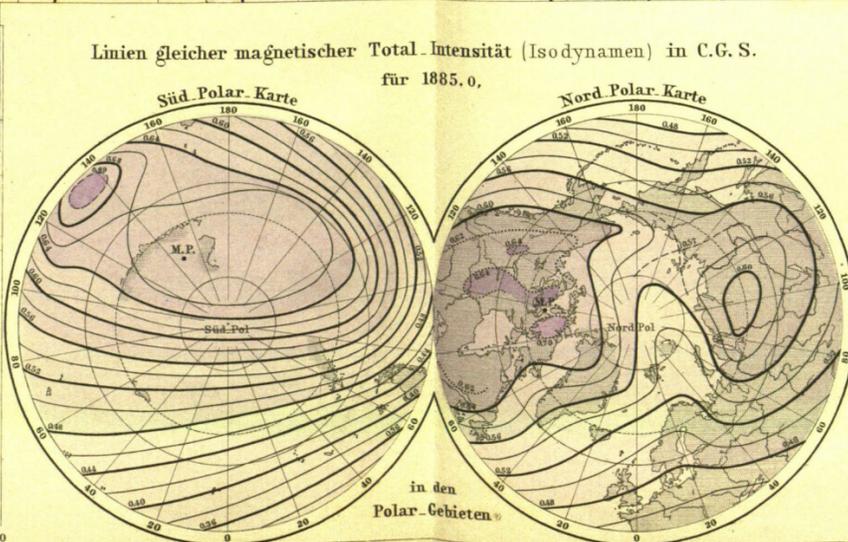
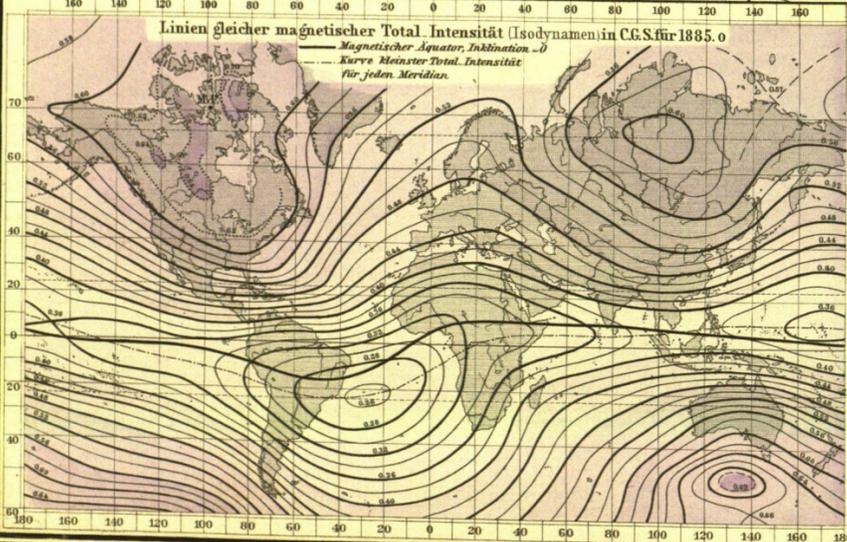
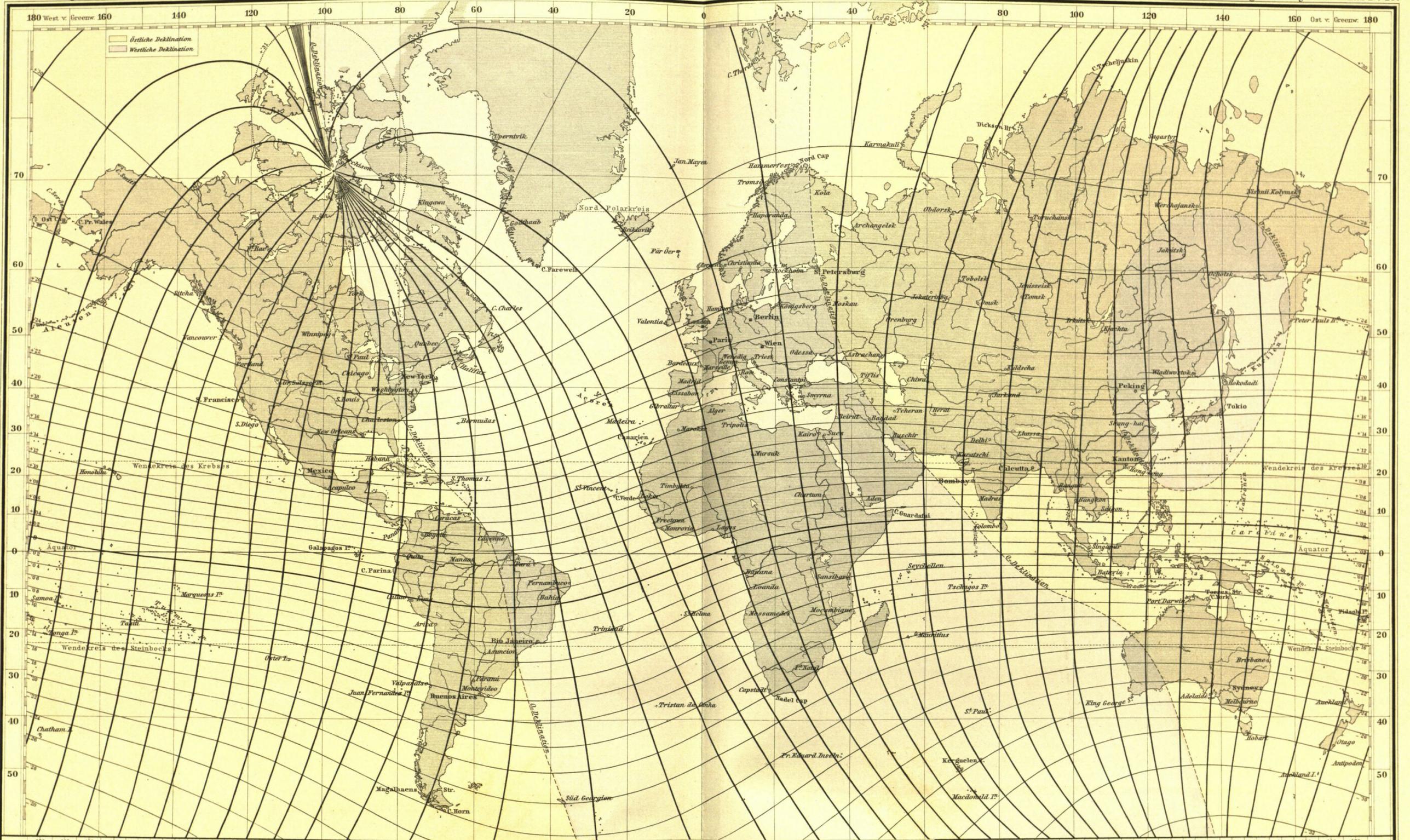


DIE MAGNETISCHEN MERIDIAN-KURVEN UND GLEICHGEWICHTS-LINIEN ($\frac{1}{R}$) IN C.G.S.

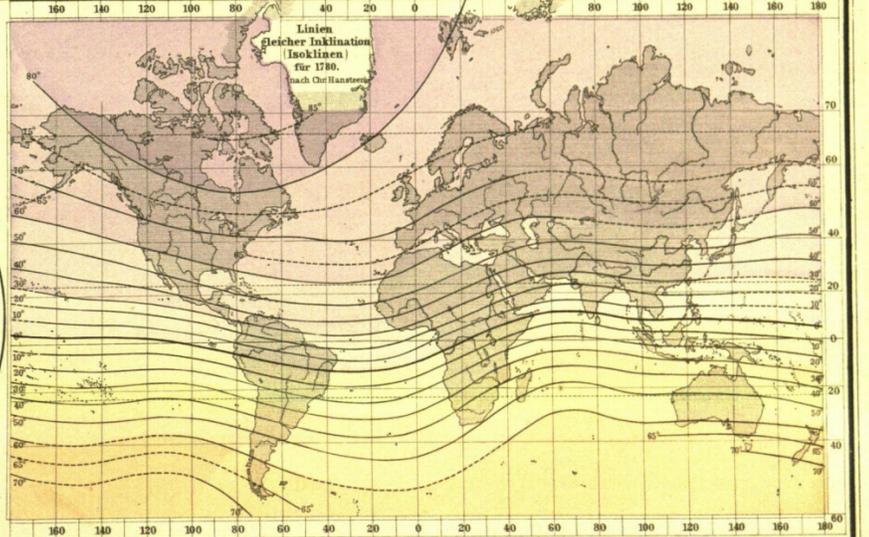
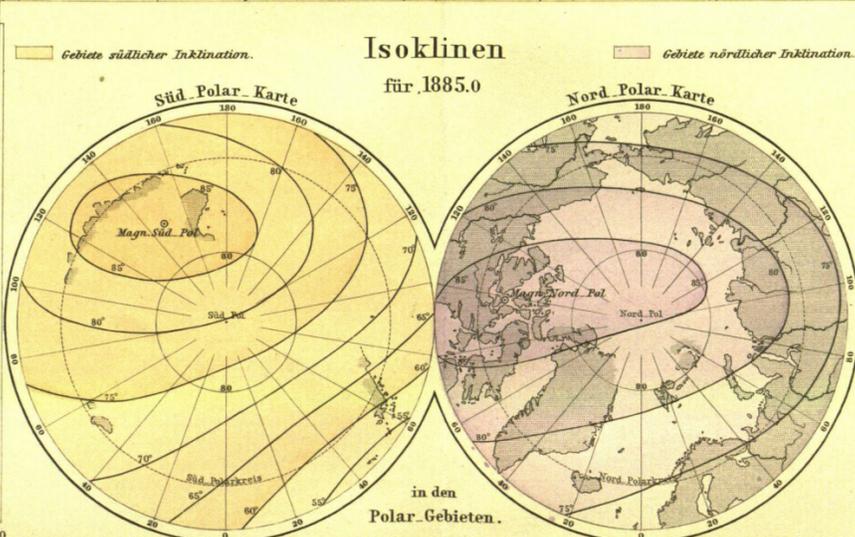
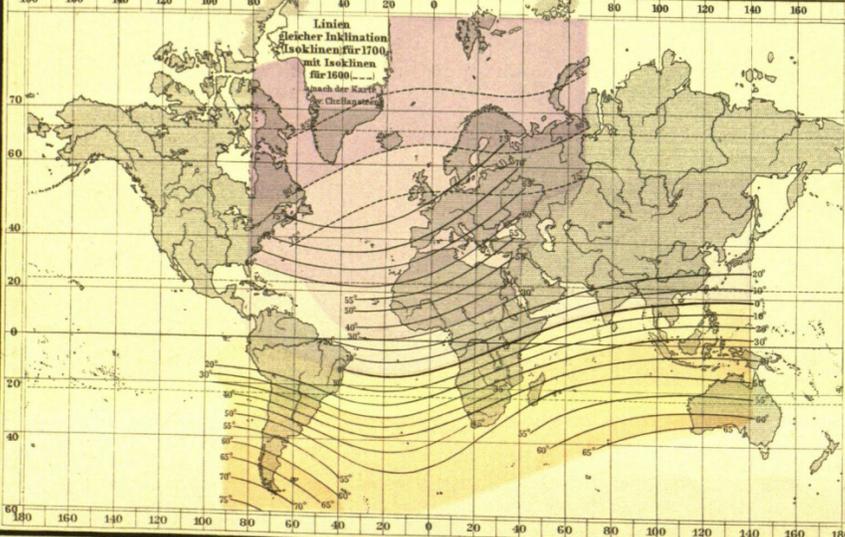
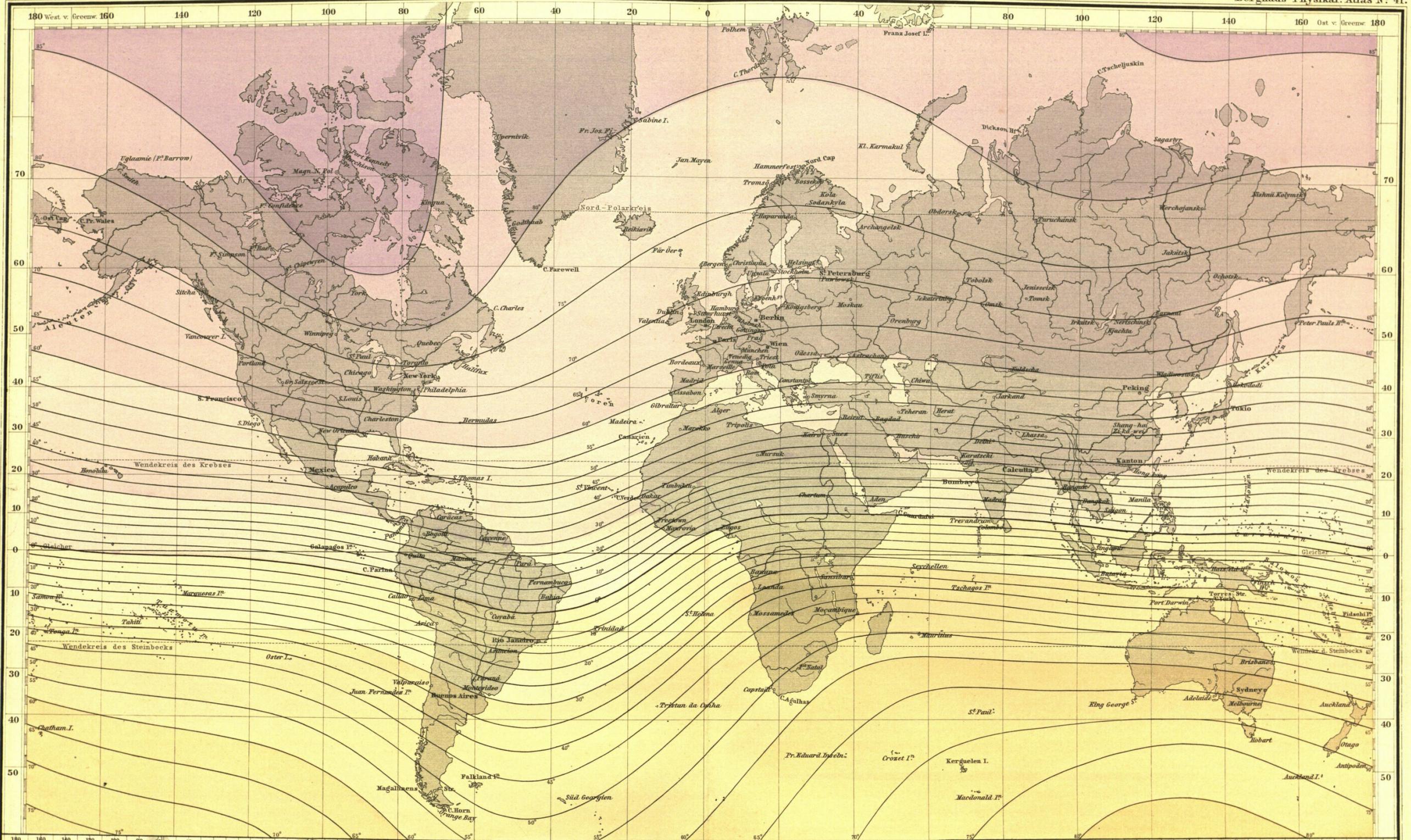
IV. Abt. Erdmagnetismus N^o II.

FÜR 1885.0.

Berghaus' Physikal. Atlas N^o 40.



LINIEN GLEICHER MAGNETISCHER INKLINATION (ISOKLINEN)

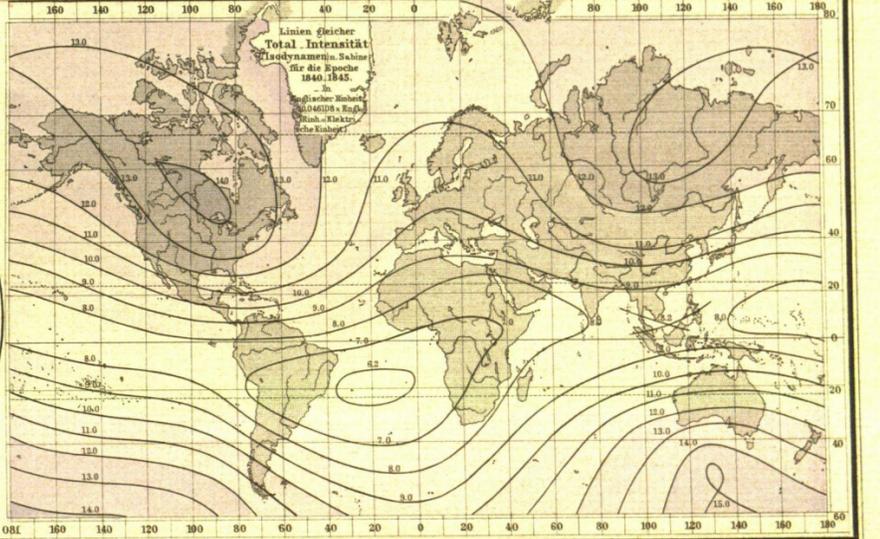
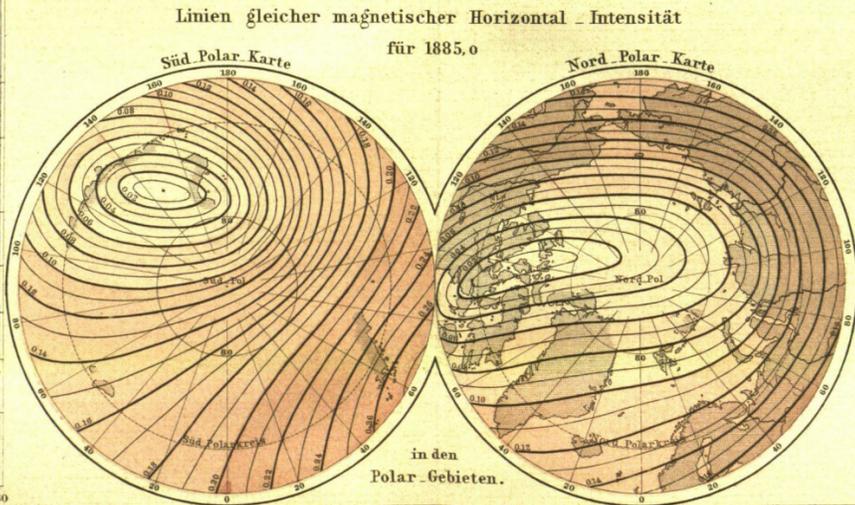
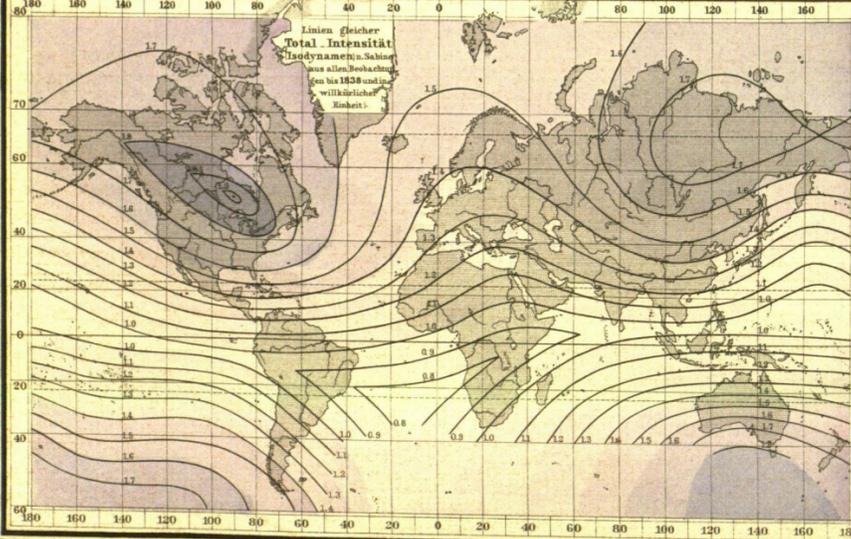
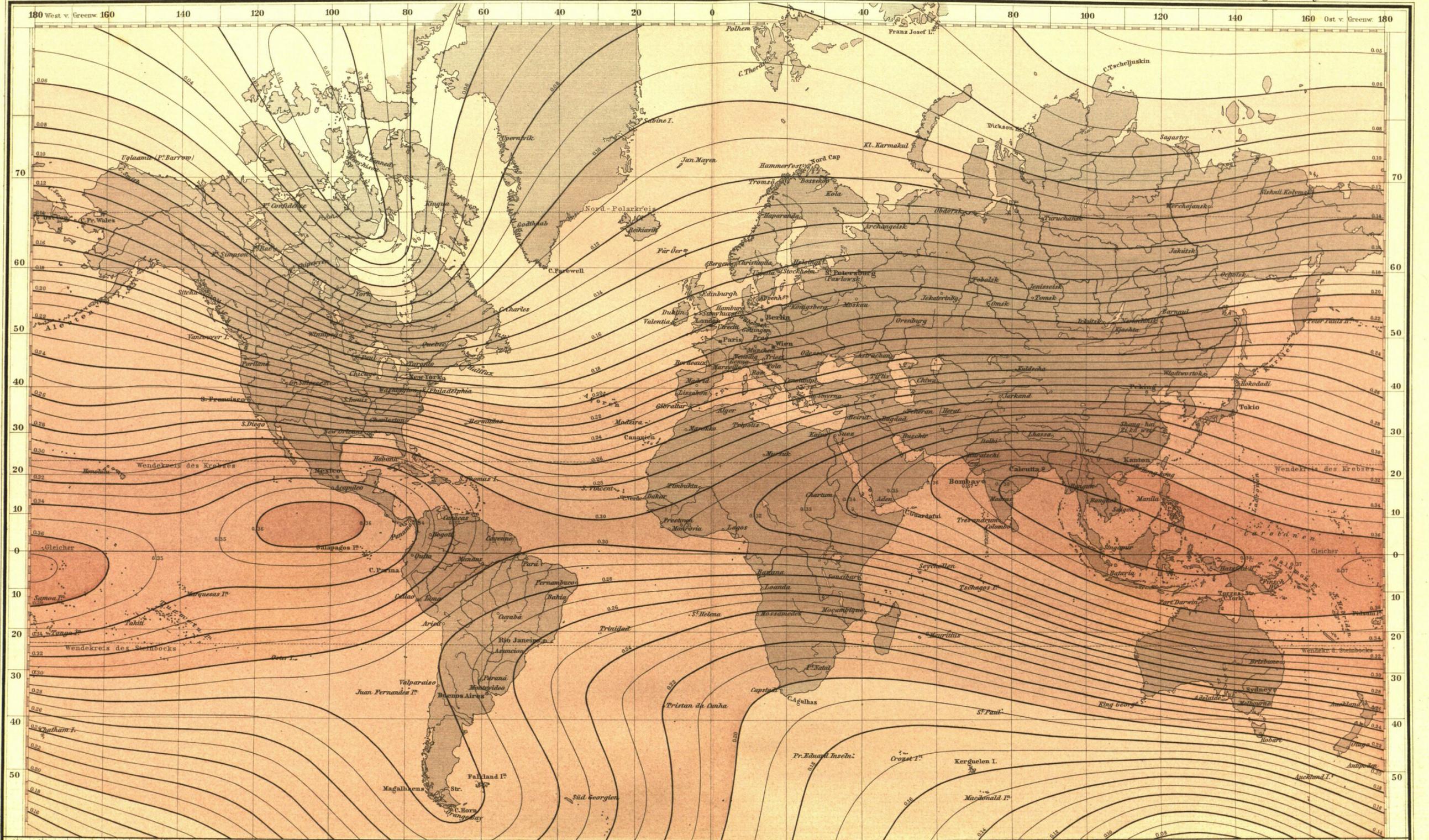


LINIEN GLEICHER MAGNETISCHER HORIZONTAL-INTENSITÄT

FÜR 1885.0
in Elektrischer Einheit (C.G.S.)

IV. Abt. Erdmagnetismus N^o IV.

Berghaus' Physikal. Atlas N^o 42.



Entw. v. D^r G. Neumayer, Mitte 1888, Ausg. 1889.

ÄNDERUNG DER MAGNETISCHEN DEKLINATION IM ZEITRAUM VON 1600 - 1858

