

Werk

Jahr: 1929

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:5

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0005

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0005

LOG Id: LOG_0077

LOG Titel: Vorträge, gehalten auf der Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, Dresden, 3. bis 5. Oktober 1929

LOG Typ: section

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain there Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Vorträge, gehalten auf der Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft,

Dresden, 3. bis 5. Oktober 1929.

Unsere heutige Kenntnis über die Verteilung des Erdmagnetismus.

Von **A. Nippoldt**, Potsdam. — (Mit drei Abbildungen.)

Die Anzahl der heute verfügbaren neueren magnetischen Beobachtungen wird abgeschätzt. Weiter wird die Güte der heutigen magnetischen Erdkarten beurteilt und verlangt, daß neue Karten ohne Stützung auf die alten gezeichnet werden.

Die erste und einzige Unterlage für alle unsere Studien über das beharrliche Feld des Erdmagnetismus sind die Ergebnisse der magnetischen Landesaufnahmen und magnetischer Reisebeobachtungen. Auf sie stützt sich die Herstellung der isomagnetischen Karten, also das geographische Allgemeinbild, und erst hierauf die Ableitung der Gaußschen Elemente der Theorie und damit die weitere theoretische Forschung.

Es ist aber wichtig, sich über den Umfang unserer tatsächlichen Kenntnis über die geographische Verteilung unserer Beobachtungen Klarheit zu verschaffen. Wir verbinden dies mit einer kurzen Kritik unseres seither in Karten festgelegten Materials.

Als Gauß seine Theorie entworfen hatte, waren magnetische Beobachtungen noch so spärlich, daß er zunächst eine Berechnung seiner Koeffizienten für verfrüht ansah; erst als Sabine seine isomagnetischen Karten herausgab, schritt er zur Berechnung, alles Entscheidende aber der Zukunft überlassend.

Wir wissen, wie die Zukunft sich bemühte, die Kenntnis der Verteilung der erdmagnetischen Elemente zu erweitern, und wie auch immer wieder von Zeit zu Zeit versucht wurde, Zahlwerte der Elemente der Theorie abzuleiten. Dies geschah in der Hoffnung, daß das vermehrte Beobachtungsmaterial auch die theoretischen Schlüsse befestige, bis schließlich die Erkenntnis durchbrach, daß wir so lange nichts Entscheidendes sagen können, bis nicht auch die Meeresoberfläche vermessen sei.

Es war L. A. Bauer, der Leiter der erdmagnetischen Abteilung der Carnegie-Institution, der diese Erkenntnis in die Tat umsetzte und die Weltmeere systematisch der Vermessung unterzog. Zugleich ging er auch daran, alle jene Landgebiete erforschen zu lassen, die nicht von heimischen Unternehmungen einer Bereisung unterworfen wurden. Auf diese Weise ist unser Beobachtungsmaterial in den letzten Jahrzehnten ungemein vermehrt und vor allem gleichmäßiger in der Verteilung gemacht worden. Das Beispiel hat zudem aneifernd auf viele andere Stellen gewirkt, die mit der Pflege von der Wissenschaft des Erdmagnetismus betraut sind.

Um mir ein anschauliches Bild über die Verteilung der heute zur Verfügung stehenden neueren Beobachtungen zu verschaffen, habe ich mich der etwas umständlichen Aufgabe unterzogen, die Anzahl der Messungen abzuschätzen, und zwar getrennt nach geographisch geschlossenen Gebieten. Aus dem Flächeninhalt dieser Bezirke findet sich so die Reichweite, die einer einzelnen Station zukommt, und daraus wieder der durchschnittliche Abstand zweier Beobachtungspunkte. Die Zahlen finden sich in nebenstehender Tabelle, zum Teil auch in der beiliegenden Karte dargestellt.

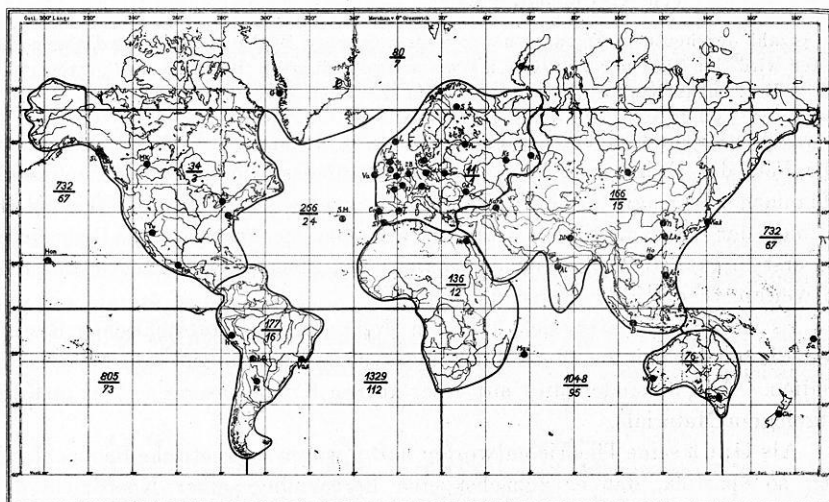


Fig. 1.

Ab Abinger	Ho Hongkong	Mk Meanook	S. M. San Miguel
Al Alibag	Hon Honolulu	M. S. Matoschskin Schar	St Stonyhurst
Ag Agincourt	Hua Huaneyao	N Nantes	Sw Swidr
Ant Antipolo	Ir Irtutsk	Od Odessa	T Tortosa
B Buitenzörg	K Katharinenburg	Pi Pilar	Teo Teoluyucan
Ch Cheltenham	Kak Kakiwka	Pw Pawlowsk	Too Toolangi
Chr Christchurch	Kars Karsani	R. S. Rude Skov	Ts Tsingtau
Co Coimbra	Ks Kasan	S Sodankylä	Tu Tucson
D. B. de Bilt	L Lervick	Sa Samoa	Va Valencia
D. D. Dehra Dun	Lkp Lukiapang	Sd Seddin	Vas Vasouras
E Eskdalemuir	L. Q. La Quiaca	S. F. San Fernaudo	V. J. Val Joyeus
G Godhavn	M München-Maisach	Si Sitka	W Watheroo.
H Heluan	Mau Mauritius		

Im einzelnen ist zu bemerken, daß unter die Ozeane die in ihnen gelegenen Inseln mit eingerechnet sind. Die Arktis umfaßt Beobachtungen auf Land und auf Eis. Die Zahlen für die Antarktis besagen nicht viel, da die vorhandenen Messungen meist dicht beieinander liegen und sich nicht über den ganzen Kontinent verteilen. Das für geophysikalische Betrachtungen nicht selbständig existierende Südliche Eismeer ist in die benachbarten Weltmeere einbezogen worden.

Die Zahlen der Tabelle sprechen für sich selbst und bedürfen daher kaum einer Erläuterung. Höchstens ist von der dritten Zahlenspalte zu erwähnen, daß in ihr die Güte der Vermessung in Europa gleich Eins gesetzt ist, sie also angibt, wievielmals schlechter die anderen Bezirke vermessen sind, als dieser best durchforschte. Die Gesamtzahl aller Beobachtungspunkte der Erde ist rund 27 000, wovon der Hauptanteil immer noch auf das Land entfällt und nur etwas über 4000 auf die Meere.

Bezirk	Stationszahl	Pro Station qkm	Rel. zu Europa	Abstand km
Europa	9 000	1 100	1	33
Asien	2 500	16 600	15	129
Afrika	2 200	13 600	12	116
Australien	1 000	7 600	7	87
Nordamerika	6 000	3 400	3	59
Südamerika	1 000	17 700	16	133
Arktis	2 300	8 000	7	36
Antarktis	100	5 000	5	71
Nördl. Großer Ozean	1 100	73 200	67	270
Südl. „ „	1 000	80 500	73	284
Nördl. Atlant. „ „	1 000	26 600	24	163
Südl. „ „	400	132 900	112	365
Indischer Ozean	700	104 800	95	324
Meer	4 200	87 000	79	295
Land	22 800	6 340	58	80
Gesamt	27 000	18 890	17	137

Die Karte gibt die Verhältnisse noch anschaulicher wieder. Sie bezeichnet durch eine Umrahmung mit starken Linien die Grenzen der einzelnen geographischen Bezirke. In jedem befinden sich zwei Zahlen, wovon die obere angibt, wieviel Hunderte von Stationen in dem Bezirk vorhanden sind, und die untere, wievielmals schlechter das Gebiet vermessen ist als Europa.

Eine dritte Darstellung liefert Fig. 2; sie gibt den mittleren Abstand zweier Beobachtungspunkte in Kilometern, und zwar nach der Größe geordnet.

Natürlich sind die Stationen innerhalb der Bezirke nicht gleichmäßig verteilt. Am besten steht auch hier Europa da. In einzelnen europäischen Ländern kommt eine Station auf eine Fläche von:

	qkm		qkm
Holland	100	Italien	1445
Dänemark	117	Rumänien	1804
Belgien	217	Spanien	2002
Corsika	316	Österreich-Ungarn	3118
Finnland	373	Norwegen	5423
Großbritannien	394		
Norddeutschland	438		
Schweiz	515		
Schweden	609		
Frankreich	666		

(in altem politischen Umfang)

Die Länder links halten sich unter dem Durchschnitt 1098 von Europa, jene rechts übersteigen ihn. Für Rußland war mir bei Abfassung der hier ge-

brachten Übersicht die genaue Anzahl der neueren Messungen noch nicht bekannt; sie war für das Europäische Rußland zu 2000 und wohl etwas zu klein angesetzt. Der Balkan fehlt, weil noch nicht alle angestellten Beobachtungen veröffentlicht worden sind.

In Nordamerika entfällt der Hauptteil auf die Union mit Alaska, insgesamt etwa 4000 Punkte, und der weitere auf Südkanada und Mittelamerika.

Mittlerer Abstand der Stationen.

I	<i>Europa</i>	33 km
I	<i>Nord-Amerika</i>	59 "
II	<i>Antarktis (Land)</i>	71 "
III	<i>Australien</i>	87 "
III	<i>Arktis (Land)</i>	89 "
IIII	<i>Afrika</i>	116 "
IIII	<i>Asien</i>	129 "
IIII	<i>Süd-Amerika</i>	133 "
IIII	<i>nördl. Atlant.Ozean</i>	163 "
IIII	<i>nördl. Grosser Ozean</i>	270 "
IIII	<i>südl. Grosser Ozean</i>	284 "
IIII	<i>Indischer Ozean</i>	324 "
IIII	<i>südl. Atlant.Ozean</i>	365 "
IIII	<i>Meer</i>	295 "
II	<i>Land</i>	80 "
II	<i>Erde</i>	137 "

Fig. 2.

In Asien liegen allein 1400 Stationen in Britisch-Indien, und sonst der überwiegende Anteil in Französisch-Hinterindien und China, während Sibirien nur längs Verkehrslinien vermessen ist.

In Afrika verdichtet sich alles auf die zwei Bezirke Südafrika und Nordküste; sonst sind auch hier nur Reisewege vermessen, so besonders die ganze Küste und einige Linien quer durch die Sahara.

In Südamerika sind es die Flüsse, welche von magnetischen Expeditionen vermessen sind, und an Ländern nur ein Gebiet in Brasilien.

Australien besitzt durch die eifrige Tätigkeit der Carnegie-Institution eine verhältnismäßig dichte Aufnahme. Die Arktis ist durch die große Zahl der Nordpolexpeditionen mit Stationen gut überzogen, doch macht es hier besondere Mühe, die Messungen auf eine Epoche zu reduzieren.

Die beiden Hälften des Großen Ozeans sind einander sehr gleichwertig vermessen, während der nördliche Atlantische Ozean als best befahrenes Meer alle anderen an Dichte der Stationen übertrifft und auch besonders seinen südlichen Anteil.

Bei unseren Abschätzungszahlen sind nur die Beobachtungen von heute bis zurück etwa zur Mitte des vergangenen Jahrhunderts beachtet worden. Hierbei entfällt unfraglich der Hauptanteil auf die Jahrzehnte seit 1880, wie denn überhaupt die Anzahl der Stationen wächst, je näher man der Jetztzeit kommt. Als Neumayer*) seine Karten der isomagnetischen Linien in Berg-hauss' Physikalischem Atlas zeichnete, war das verwendete Beobachtungsmaterial viel geringer an Umfang. Im Texte zu diesen Karten erwähnt er, daß

*) G. Neumayer: Verhandl. d. 8. Deutschen Geographentages zu Berlin, S. 57—59. Berlin 1889.

er alle Beobachtungen in einer Liste nach Streifen von Länge und Breite ordnete. Diese Liste ist im Besitz des Observatoriums zu Potsdam, und so können wir auszählen, daß ihm für die ganze Erde 441 Stationen zur Verfügung standen. Danach verstehen wir nunmehr die Karten, welche er dem 8. Deutschen Geographentag zu Berlin im Jahre 1889 vorlegte, und die die Abweichungen wiedergeben, welche zwischen den Beobachtungen und der Rückberechnung aus der von ihm abgeleiteten Kugelfunktionsdarstellung für 1885 bestehen.

Es erhebt sich nun die Frage, wie genau unsere heutigen magnetischen Weltkarten sind.

Da sie praktisch in der Hauptsache nautischen Zwecken dienen, so sind es nautische Behörden, welche die heutigen magnetischen Karten herausgeben. Die englische Karte wird von der Britischen Admiralität, die amerikanische von dem Hydrographischen Amt zu Washington und die deutsche von der Hamburger Seewarte bearbeitet. Alle diese Ämter versichern, bei den neuesten Ausgaben die Ergebnisse der Vermessung der Weltmeere durch die Carnegie-Institution verwendet zu haben. Es ist daher für die Frage, wie genau unsere Weltkarten jetzt sind, wichtig, welche Abweichungen sie gegen die jüngste Vermessungsfahrt der „Carnegie“ aufweisen. Wir wollen diese Zahlen nach den betreffenden Berichten des Kapitäns Ault*) besprechen, wobei stets im Gedächtnis zu halten ist, daß die neueren Karten gegen die alten verbessert sein sollen.

Die Fehler beziehen sich auf die siebente Kreuzfahrt; sie begann am 11. Mai 1928 und ist jetzt noch im Gange. Wir betrachten zunächst den nördlichen Atlantischen Ozean, also das am meisten befahrene Meer. Hier finden sich die durchschnittlichen Fehler in

	Deklination	Inklination	Horizontalintensität
Englische Karten	0.69 ⁰	0.43 ⁰	438 γ
Amerikanische Karten	0.57	0.53	414
Deutsche Karten	0.66	0.61	298
	aus 133	49	50 Punkten

Hierunter fallen in Deklination 36, 17, 37 Punkte auf Abweichungen von 1⁰ und mehr mit maximal 2.5, 2.3 und 3.2⁰. In Inklination sind es 3, 8 und 12 Stationen mit 1⁰ und mehr Fehlern und maximal 1.3, 1.6 und 2.2⁰. In Horizontalintensität sind die Zahlen 18, 18 und 13 mit über 500 und maximal 1100, 900 und 800 γ .

Im östlichen Teile des südlichen Großen Ozeans zwischen Callao und Samoa sind die Fehler in Deklination 0.40, 0.31 und 0.26⁰, also etwas besser, in Inklination 0.62, 0.47 und 0.37⁰, also teils besser, teils schlechter als im Nordatlantik, und in Horizontalintensität 524, 380 und 224 γ , mithin ungefähr dasselbe.

Man muß von diesen Abweichungen feststellen, daß sie durchaus von derselben Größenordnung geblieben sind wie die früheren der noch nicht verbesserten Karten.

*) J. P. Ault: Terr. Magn. **33**, 121—128, 189—194 (1928); **34**, 117—121 (1929)

Dieses wenig angenehme Bild wird nun noch wesentlich dadurch verschlechtert, daß diese Fehler sich nicht etwa räumlich ausgleichen, sondern im Gegenteil die Verteilung eine ganz systematische ist. Durch große zusammenhängende Gebiete der hier betrachteten Meere erfolgen die Abweichungen von den Beobachtungen nach der gleichen Seite, und zwar bei allen drei Karten in durchaus der gleichen Weise. Die Möglichkeit, daß etwa die Messungen an Bord der „Carnegie“ systematisch fehlerhaft seien, fällt ganz außer Betracht, und so bleibt nur der Schluß, daß alle drei Karten in ihrer Linienführung nicht voneinander unabhängig sind. Wahrscheinlich basieren sie letzten Endes alle auf den alten Karten von Sabine und wagen keine entschlossene Änderung gegen sie. Die Beobachtungen auf der „Carnegie“ sind viel genauer als die Fehler; sie betragen in Deklination und Inklination bei gutem Wetter $0.1'$, in Horizontalintensität 50γ und bei schlechtem Wetter etwa doppelt soviel. Die Güte der Ortsbestimmungen ist in Länge und Breite kleiner als $3'$).

Aus dieser Sachlage ergibt sich der Wunsch, die magnetischen Karten noch einmal von neuem zu zeichnen, und zwar nur an Hand der Beobachtungen und ohne Vergleich mit den älteren. Außerdem sei vorgeschlagen, daß eine erste Karte nur da Linien zieht, wo Beobachtungen vorliegen. Unbeschadet dessen kann man für die praktischen Berufe sie über die ganze Welt hin vollenden, aber dem Theoretiker muß die Möglichkeit gegeben sein, die Karte für seine Zwecke selbständig zu ergänzen.

Ehe man neue Karten der Verteilung der erdmagnetischen Elemente über die Erde zeichnen kann, müssen die Kurven gleicher Werte der Säkularvariation ermittelt sein. Die neueren Untersuchungen über diese Variation haben dargetan, daß sie Ovaloide sind, welche die Erde in dem Ausmaß von Kontinenten bedecken. Die Zahl und die Verteilung der ständigen Observatorien (vgl. die Karte S. 352) genügen für sich allein nicht, den Verlauf der Säkularkurven zu finden. Vergleichen wir übrigens, wie die Observatorien sich auf die einzelnen Gebiete verteilen, in die wir die Erde zerlegt haben, so sieht man, daß ein jedes heute einigermaßen gut durch diese ständigen Observatorien überwacht wird. Man muß trotzdem die Säkularvariation auch durch Wiederholungsmessungen an Punkten früherer Aufnahmen kontrollieren.

Nach der hier nun gewonnenen Kritik der Karten müssen wir die seitherigen Ergebnisse der auf sie gegründeten Berechnungen der Gaußschen Koeffizienten mit anderen Augen ansehen wie seither.

Es ist dabei überraschend, daß die numerischen Ergebnisse der verschiedenen vorhandenen Berechnungen nicht so sehr verschieden ausfallen, wie man, schon wegen der Zunahme der Beobachtungen und der Güte ihrer Verteilung, eigentlich erwartet hatte. Gauß hatte nur 84 Punkte benutzt, so daß ihr Abstand im Mittel über die ganze Erde 2464 km betrug. Ad. Schmidt hatte bei seinen

*) L. A. Bauer: Nature, 28. Oktober 1909.

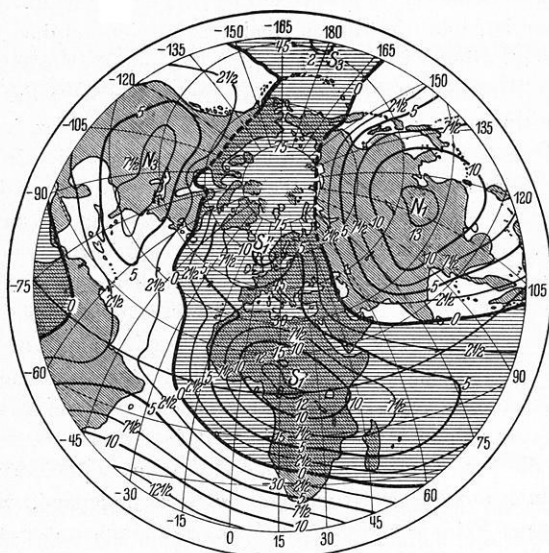


Fig. 3.

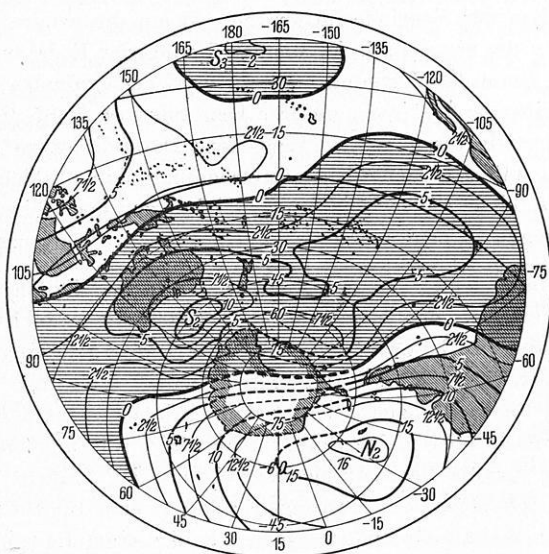


Fig. 3 a.

1800 Punkten nur noch 532 km, und die Ozeanvermessung, über die ganze Erde ausgedehnt gedacht, käme auf einen Abstand von nur 266 km.

Wesentlicher ist, daß die älteren Rechnungen sich auf das Gebiet zwischen 60° südlicher und nördlicher Breite beschränken. Schon früher hat L. A. Bauer*) gezeigt, daß die Hinzunahme der Polarkalotten den Wert des ersten Koeffizienten, der den Hauptteil des Momentes liefert, um 4,6 Proz. vergrößert. Die neuere Potentialberechnung von Dyson und Furner hat dies in noch erhöhtem Maße bestätigt. Man sieht aus der Tabelle, daß wenigstens die Arktis auch über ein genügendes Material an Beobachtungen verfügt. Die Schwierigkeit, es zu verwenden, liegt nur in der Zurückführung auf Normalwerte, d. h. in der Anbringung der Korrekturen wegen der verschiedenen zeitlichen Variationen in diesem Gebiet der Erde. Sobald man also darangeht, aus den Karten das magnetische Moment der Erde und seine Achsenrichtung abzuleiten, müssen auch die Polarkappen eine revidierte Darstellung der isomagnetischen Linien erhalten. Anlässlich der geplanten Forschungsfahrt der Aeroarktik ist für die Nordpolarkappe eine solche Darstellung zurzeit in Arbeit.

Erst wenn die drei Koeffizienten des ersten Gliedes der Gaußschen Kugelfunktionsdarstellung auf dieser Grundlage neu berechnet sind, wird es möglich sein, das homogene Feld korrekt abzuleiten, und dann unter Abzug von dem tatsächlichen Feld das überbleibende (residual) Feld zu ermitteln.

Dieses überbleibende Feld, von dem wir bei dieser Gelegenheit eine neue Form der Darstellung geben, ist dann der Ausgangspunkt für die geophysikalischen Untersuchungen im engeren Sinne, die Frage nach dem Zusammenhang zwischen ihm und dem Bau der Erdrinde im großen. Wenn die neuere Vermessung der Erde etwas über die anomalistische Magnetisierung der Erde aussagen kann, so ist es in erster Linie die Verteilung der terrestrisch-regionalen Anomalien, wie sie dies überbleibende Feld nach unserer Kenntnis von 1885 liefert.

Überblicken wir die ganze hier gegebene Darstellung, so kommen wir zu dem Erkenntnis, daß alle endgültige Entscheidung davon abhängt, ob wir das jetzt vorhandene reiche Beobachtungsmaterial frei von den früheren kartographischen Darstellungen in neue magnetische Karten der Erde umarbeiten können.

Anmerkung: Kurz vor der Niederschrift dieser Zeilen erhielt ich den umfangreichen Katalog der magnetischen Beobachtungen in Rußland und den umliegenden Ländern, besorgt von B. P. Weinberg, Leningrad 1929. Er betrifft Messungen an etwa 8400 Punkten, wobei allerdings alle auch weit zurückliegenden Beobachtungen beachtet worden sind, reicht demnach dem zeitlichen Umfang nach über meine Statistik hinaus. Wie ungemein wertvoll ein solcher Katalog für die Bearbeitung eines Gebiets ist, braucht kaum betont zu werden; sind doch sogar die Messungen alle auf eine Epoche (1925) bezogen worden. Mögen recht viele andere Staaten bald diesem Beispiel folgen!

*) L. A. Bauer: Terr. Magn. 4, 33 ff. (1899).