

Werk

Jahr: 1930

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:6

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0006

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0006

LOG Id: LOG_0082

LOG Titel: Ein Universal-Induktionsmagnetometer

LOG Typ: article

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 these 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

⁵⁾ P. Dubois: Nächtliche effektive Strahlung, Gerlands Beitr. z. Geophys. **22**, Heft 1/2, 1929.

⁶⁾ Paschen: Annalen der Phys. u. Chemie **51**, 51 (1894).

⁷⁾ Rubens und Aschkinass: Annalen der Phys. u. Chemie **64**, 584 (1898).

⁸⁾ Hettner: Über das ultrarote Absorptionsspektrum des Wasserdampfes. Dissertation Berlin 1918.

⁹⁾ F. E. Fowle: Water-vapor transparency to low-temperature radiation. Smithsonian miscellaneous collections, Vol. **68**, Nr. 8.

¹⁰⁾ Eva von Bahr: Ann. der Phys. **29**, 780 (1909); **33**, 585 (1910).

¹¹⁾ Peppler: Beiträge zur Phys. d. freien Atmosph., Bd. IV, S. 224.

¹²⁾ Hann-Süring: Lehrbuch der Meteorologie.

¹³⁾ K. Büttner: Strahlungsversuche im Flugzeug. Beiträge zur Phys. d. freien Atmosph. **16**, 156, 1930.

Ein Universal-Induktionsmagnetometer

Von **W. Uljanin, Kasan***) . — (Mit zwei Abbildungen)

Einleitung. Im Jahre 1915 habe ich**) eine Induktionsmethode angegeben zur Messung der Intensität des erdmagnetischen Feldes. Es ist mir gelungen, sie auszubilden und ein Instrument zu konstruieren, welches alle drei Elemente, die Intensität und die beiden Richtungswinkel des Erdfeldes, zu bestimmen gestattet. Das Magnetometer läßt sich leicht transportabel herstellen, so daß es auch für genaue Feldarbeit verwendet werden kann.

Vor einigen Jahren hat D. la Cour***) eine besondere Induktionsmethode zur Messung der Vertikalkomponente angegeben und einen speziellen Apparat konstruiert, der recht genaue Messungen gestattet. Er ist besonders für Stationen höherer Breiten wertvoll, aber infolge seiner Kompliziertheit wahrscheinlich nur für Observatoriumgebrauch gedacht.

Die von mir angewendete Methode zur Messung der Intensität des Erdfeldes beruht auf der vollständigen Kompensation dieses Feldes durch das Feld einer stromdurchflossenen Spule. Der dazu notwendige Strom wird mit der nötigen Genauigkeit durch Kompensation eines Normalelementes gemessen. Von den verschiedenen Mitteln, welche die Abwesenheit eines magnetischen Feldes zu konstatieren gestattet, ist die Induktion besonders vorteilhaft, weil sie unmittelbar zur Messung jeder beliebigen Komponente des Erdfeldes dienen kann.

Es hat sich herausgestellt, daß am zweckmäßigsten für den vorliegenden Zweck ein Instrument mit meßbarer Neigung der Drehachse der Induktionsspule ist. Infolgedessen wurde der im Kasaner Magnetischen Observatorium vorhandene

*) W. Uljanin: Journ. russ. Phys.-Chem. Ges. **58**, 695 (1926) (vorläufige Mitteilung, russisch). Journ. f. techn. Phys. **8**, 493 (1927) (kurze Mitteilung Kissinger Physikertag 1927).

) W. Uljanin: Recueil Géoph. **2, 51 (1915) (russisch); Terr. Magn. **24**, 118 (1919).

***) D. la Cour: Terr. Magn. **31**, 153 (1926).

Induktionsinklinator von Schulze diesem Zwecke angepaßt. Diese Anpassung gestattet natürlich ungehindert, wie früher den Inklinationwinkel zu bestimmen. Nun habe ich*) für die Messung der Inklination eine Multiplikationsmethode angegeben, die sich übrigens gut bewährt hat und seit Jahren am Kasaner Magnetischen Observatorium eingeführt ist, welche unter anderem den wichtigen Vorteil besitzt, daß dabei die auf die Spule induzierend wirkende Feldkomponente nach Größe und Richtung untersucht wird. Dies ermöglicht eine Einstellung der

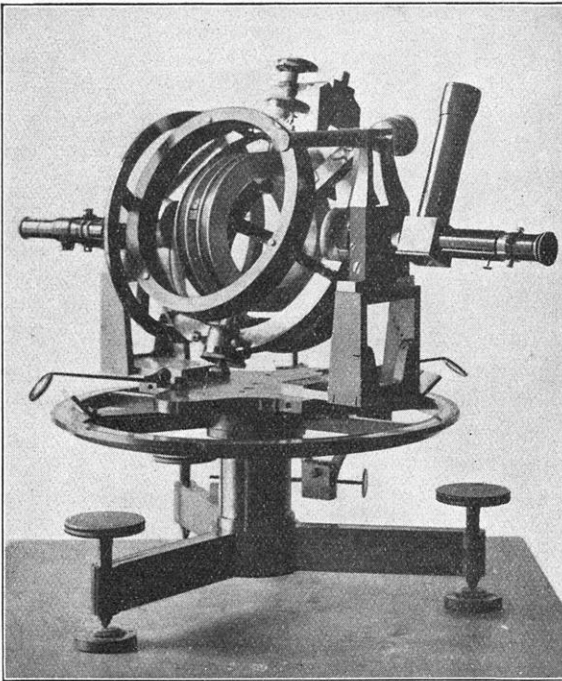


Fig. 1

Rotationsachse nicht nur in die richtige Inklinationsrichtung, sondern zugleich in die Meridianebene. Diese Einstellung in die Meridianebene ist genau genug, um sie zur Bestimmung der Deklination zu benutzen. Somit entsteht die Möglichkeit, ein Induktionsmagnetometer zu verwirklichen zur Bestimmung aller drei Elemente des Erdmagnetismus.

Beschreibung des Instrumentes. Der umgebaute Induktionsinklinator (Fig. 1) hatte einen grob geteilten Horizontalkreis, der nur dazu diente, bei Bestimmung der Inklination das Instrument mittels einer Magnetnadel angenähert

*) W. Uljanin: Terr. Magn. **24**, 113 (1919); Ber. d. Kasaner Phys. Math. Ges. 1922 (russisch).

in die Meridianebene zu bringen. Für die Messung der Deklination ist eine feinere Einstellung nötig. Es wurde deshalb das ganze Instrument von dem ursprünglichen Kreis abgenommen und auf einen vorhandenen alten Teilkreis von etwa 25 cm Durchmesser (Nonius 10'') montiert. Zum Anvisieren einer Mire oder der Sonne wurde ein kleines gebrochenes Fernrohr (von G. Heyde, Dresden) an das dem Vertikalkreis entgegengesetzte Ende der Horizontalachse befestigt.

Endlich wurden auf beiden Seiten des die Induktionsspule tragenden Ringes zwei Kompensationsspulen von 13 cm Durchmesser und von zusammen etwa 200 Ohm Widerstand in Helmholtzordnung derart befestigt, daß sie die freie Drehung sowohl der Induktionsspule als auch des sie tragenden Ringes zulassen. Nun ist das magnetische Feld der Helmholtzspulen bei weitem nicht homogen in dem großen Raum, den die Induktionsspule bei ihrer Drehung bestreicht. Dies machte sich dadurch bemerkbar, daß verschiedene Bereiche der Drehung entgegengesetzte Induktionsströme gaben, d. h. an einigen Stellen des von der Spule bestrichenen Raumes war das Erdfeld über-, an anderen unterkompensiert. Es wurde versucht, die Induktionsspule durch eine kleinere zu ersetzen, bis zu 3.5 cm Durchmesser, aber ohne merklichen Erfolg. Die Inhomogenität wirkte noch störend, während die Empfindlichkeit abnahm. Deshalb wurde die ursprüngliche Induktionsspule gelassen und dieselbe nur innerhalb eines Winkels von etwa 15° hin- und hergedreht. In diesem Gebiet war das Spulenfeld genügend homogen, um eine vollständige Kompensation des Erdfeldes zu ermöglichen.

Neulich hat G. Fanselau*) das Feld einer Kombination von vier Spulen berechnet, welche bei gleichen Dimensionen eine Homogenität bedeutend größerer Ausdehnung ergibt als die Helmholtzspulen. Möglicherweise wird eine derartige vierspülige Anordnung für die hier beschriebene Kompensationsmethode vorteilhaft sein, wenn sie in konstruktiver Hinsicht nicht zu große Schwierigkeiten macht.

Gebrauch des Instrumentes. Begonnen wird mit der Bestimmung der Inklination**). Die Rotationsachse der Induktionsspule wird angenähert in die Feldrichtung gebracht und durch Hin- und Herdrehen der Spule zwischen zwei Arretiren in einem Winkel von etwa 140° das schwachgedämpfte Galvanometer (Dubois-Rubens mit leichtestem Magnetsystem) in Schwingungen versetzt. Verschiedene Stromrichtung in der Nähe der beiden Arretire deuten auf eine ungenaue Meridian-einstellung. Ganz systematisch wird die Rotationsachse der Meridianebene und der Inklinationsrichtung genähert mit einer Genauigkeit, welche von der Empfindlichkeit des Galvanometers abhängt. Zur Bestimmung der Deklination ist noch ein Anvisieren der Mire auf dem Observatorium oder der Sonne oder des Polarsterns bei Feldmessungen nötig. Eine Wiederholung der ganzen Messung nach Drehung des Apparates um 180° um die vertikale Achse eliminiert unter anderem einen etwaigen

*) G. Fanselau: Zeitschr. f. Phys. 54, 260 (1929). Vgl. auch R. Bock, ebenda, S. 257.

***) Das Nähere siehe l. c. der vorhergehenden Anmerkung.

Fehler der Parallelität der Ebene des Fernrohres und der Ebene der Rotationsachse der Induktionsspule.

Sofort nach richtiger Einstellung der Drehungsachse der Spule und Ablesung des Vertikal- und Horizontalkreises wird zur Messung der Intensität geschritten. Es kann die Horizontal- oder Vertikalkomponente oder die Totalintensität gemessen werden, wozu man die Achse vertikal, horizontal oder senkrecht zur eben ermittelten Inklinationsrichtung einstellt. Das Schema für die Intensitätsmessung zeigt Fig. 2. Es bedeuten: J die Induktionsspule, H die Helmholtzspulen, G das Galvanometer, welches durch den Schalter S mit der Induktionsspule verbunden oder in den Normalelementenkreis eingeschaltet werden kann. E ist ein Weston'sches Normalelement und A ein Bleiakкумуляtor, welche durch einen Doppelkommutator KK_1 zusammen umgeschaltet werden können. R ist ein als Normalwiderstand dienender Kurbelrheostat und r ein kalibrierter, auf Marmor gewickelter Brücken-

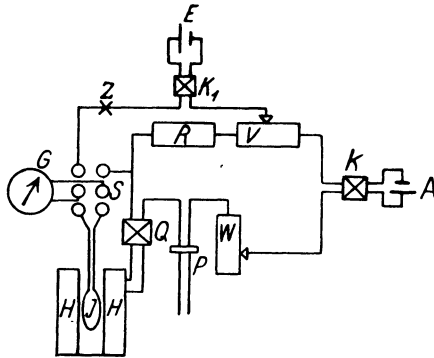


Fig. 2

draht. W ist ein Gleitwiderstand zum groben und P zwei Platindrähte mit Quecksilberbrücke zum feinen Regulieren des Stromes in den Helmholtzspulen. Q ist ein Kommutator, der zugleich mit KK_1 zu wenden ist, und Z ein Stromschlüssel.

Die Messung geschieht in folgender Weise. Beim Hin- und Herdrehen der Induktionsspule wird durch passende Regulierung von W und P erreicht, daß das Galvanometer keinen Induktionsstrom mehr anzeigt. Dann wird das Galvanometer in den Normalelementenzweig eingeschaltet und durch Drehen der Walzenbrücke der Zusatzwiderstand r so abgeglichen, daß das Galvanometer keinen Strom mehr anzeigt. Die Messung wird wiederholt nach Drehung der Kommutatoren KK_1 und Q . Wie schon gesagt, wird die Messung aller drei Elemente noch einmal ausgeführt nach Drehung des Apparates um 180° um die vertikale Achse. Die jeweilige Feldintensität ergibt sich einfach:

$$I = \frac{CE}{R + r},$$

wo E die elektromotorische Kraft des Normalelementes, $R + r$ den Normalwiderstand und C die Instrumentalkonstante bedeuten. Diese läßt sich bestimmen aus Messungen bei bekannten Werten der Intensität I , welche auf dem Observatorium durch richtig funktionierende Variationsinstrumente jederzeit gegeben ist.

Zur raschen Arbeit, um jedesmal zu wissen, in welchem Sinne die Änderung der Einstellungen zu erfolgen hat, ist es vorteilhaft, eine kurze Vorschrift folgender Art bei der Hand zu haben. 1. Bezeichnungen. a) Rechtes Arretir heißt dasjenige, an welches die Induktionsspule stößt bei ihrer Rechtsdrehung. b) Die Wirkung heißt $+$, wenn Rechtsdrehung (der Spule, der Walzenbrücke) Galvanometerausschlag nach großen Zahlen gibt. 2. Regeln (bei bestimmter vorgeschriebener Klemmenverbindung des Galvanometers). A. Bei Bestimmung der Richtung. a) Bei $+$ -Wirkung zwischen beiden Arretiren ist der Vertikalkreis nach großen Zahlen zu drehen. b) Bei Stellung des Vertikalkreises nach Westen ist bei $+$ -Wirkung am rechten und $-$ -Wirkung am linken Arretir der Horizontalkreis nach großen Zahlen zu drehen. B. Bei Bestimmung der Intensität. a) Bei Stellung des Vertikalkreises nach Westen ist die Induktionswirkung des Erdfeldes $+$. b) Bei Stellung des Doppelkommutators KK_1 nach rechts ist die Wirkung der Walzenbrücke $+$.

Prüfung des Instrumentes. Vor allem mußte experimentell untersucht werden, ob nicht die ungenügende Homogenität des Feldes der Helmholtzspulen eine Fehlerquelle bei der Bestimmung der Intensität des Erdfeldes darstellt. Um festzustellen, inwieweit die Instrumentalkonstante C wirklich konstant bleibt bei der Messung von Feldern verschiedener Intensität, wurde eine Reihe von zusammenhängenden Bestimmungen der horizontalen und vertikalen Komponente sowie der Totalintensität des Erdfeldes gemacht. Das Verhältnis von V und H konnte mit dem am Instrumente direkt gemessenen Inklinationswinkel verglichen werden, andererseits die Werte dieser zwei Komponenten mit dem gemessenen Werte von T . Es bestehen die einfachen Beziehungen:

$$V = \frac{CE}{R_V}, \quad H = \frac{CE}{R_H}, \quad T = \frac{CE}{R_T}.$$
$$J = \arctg \frac{R_H}{R_V} \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{I}{R_H^2} + \frac{I}{R_V^2} = \frac{I}{R_T^2} \dots \dots \dots (2)$$

Die Beziehung (1) wurde an einer Reihe von 17, die Beziehung (2) an einer solchen von 26 Messungen geprüft, und beide wurden im allgemeinen gut bestätigt. Es ist wohl überflüssig, die Resultate ausführlich mitzuteilen, es genügt anzugeben, daß die mittlere Abweichung bei (1) 1.2' und bei (2) 0.08% beträgt. Dabei ist aber

zu bemerken, daß diese Abweichungen eine ausgesprochen bestimmte Richtung haben, nämlich:

$$13 \text{ von } 17 \text{ Fällen ergeben } J > \arctg \frac{R_H}{R_V},$$

$$22 \text{ „ } 26 \text{ „ „ } \frac{I}{R_T^2} > \frac{I}{R_H^2} + \frac{I}{R_V^2}.$$

Wodurch diese kleinen systematischen Abweichungen bedingt sind, läßt sich schwer sagen. Vermuten kann man, daß bei den verschiedenen Stellungen der Helmholtzspulen (auf paraffinierte Holzringe gewundene Drahtspulen) bei der Messung von H , V und T dieselben sich etwas verbiegen. Jedenfalls haben so kleine Abweichungen keine praktische Bedeutung und wir können die Konstante C als unabhängig von der Intensität des zu messenden Feldes annehmen. Dies wird übrigens, wie wir sehen werden, auch durch die direkte Bestimmung von C aus H - und T -Messungen bestätigt.

Messungen mit dem Instrument. Während die Bestimmung der Inklination nichts Neues bietet, ist es interessant, zu sehen, welche Genauigkeit der Bestimmung der Deklination auf unserem Instrument zukommt. Es muß hier bemerkt werden, daß die Induktionsmethode prinzipiell einen größeren Fehler für die Deklination als für die Inklination gibt, und dieses Verhältnis wächst mit der Breite. Es ist nämlich $\frac{\Delta D}{\Delta J} = \frac{1}{\cos J}$ bei uns etwa = 3.

Seit dem Jahre 1927 werden am Kasaner Magnetischen Observatorium neben den absoluten Messungen mit den übrigen Apparaten regelmäßig die Bestimmung aller drei Elemente mit dem Induktionsmagnetometer ausgeführt. 34 solcher Bestimmungen der Deklination (vom Juli 1928 bis Juli 1929) ergaben für den Basiswert des Unifilars $D = 9^\circ 36' \pm 0.28'$, während die am gewöhnlichen Deklinator erhaltene Größe $D = 9^\circ 39' \pm 0.18'$ beträgt. Der mittlere Fehler einer einzelnen Beobachtung von D mit dem Induktionsmagnetometer ergab sich zu $1.46'$.

Außer den früher erwähnten zusammenhängenden Messungen von H , V und T wurde bei den regelmäßigen Beobachtungen bis zum Sommer 1929 die Totalintensität gemessen, seitdem aber ausschließlich die Horizontalkomponente. Dieses Material wurde benutzt, um die Konstante C aus T - und H -Messungen zu berechnen. Die jeweiligen Werte von T und H sind den Angaben der Variationsapparate entnommen. In folgender Tabelle sind die für verschiedene Zeitperioden berechneten Werte von C zusammengestellt.

Juli bis November 1928	$C_T = 49.546 \pm 0.004$
November 1928 bis Juni 1929	$C_T = 49.637 \pm 0.008$
Juni bis August 1929	$C_T = 49.532 \pm 0.005$
August bis November 1929	$C_H = 49.576 \pm 0.006$
November 1929 bis März 1930	$C_H = 49.708 \pm 0.006$

Der mittlere Fehler einer einzelnen Messung von C berechnet sich aus der ersten Reihe der Tabelle zu ± 0.018 , was für H einem Fehler von 6γ entspricht.

Erstens sehen wir, daß trotz der starken zeitlichen Änderung von C doch zwischen C_T und C_V kein deutlicher Unterschied hervortritt. Dies bestätigt einigermaßen den aus der Prüfung der Beziehungen (1) und (2) gezogenen Schluß über die Unabhängigkeit von C von der Intensität des zu messenden Feldes. Was aber die verhältnismäßig starke zeitliche Änderung der Konstanten C betrifft und den großen mittleren Fehler, der auf unregelmäßige Schwankungen von C deutet, so kann man dies meiner Ansicht nach nur erklären als die Folge einer ungenügenden Festigkeit der Helmholtzspulen und ihres Aufbaues und ihrer Veränderlichkeit durch Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen. Und in der Tat muß die Herstellung dieser Spulen als nicht sehr zweckmäßig bezeichnet werden. Da passender eisenfreier Messingguß nicht zu haben war, war ich genötigt, mit paraffiniertem Birkenholz auszukommen. Aus solchem wurden zwei ringförmige Spulen abgedreht und darauf in eine passende Nute die Drahtwindungen gelegt. Diese Holzringe wurden mittels Messingstutzen an den die Induktionsspule tragenden Ring befestigt. Wahrscheinlich ist eine Form- und Dimensionsänderung des Spulenkörpers sowie kleine Verschiebungen der einzelnen Drahtwindungen möglich.

Um das Instrument von diesem Fehler möglichst zu befreien, sollen die Holzspulen durch massive Messingspulen ersetzt und der Zwischenraum zwischen den Drahtwindungen mit Schellack ausgefüllt werden, um sie vor Feuchtigkeit zu schützen und ihre unveränderliche Lage zu sichern. Eine solche Maßnahme hat sich sehr gut bewährt bei meinem elektrischen Magnetometer*) zur Messung der Horizontalintensität. Bei einwandfreier Konstruktion der Helmholtzspulen, welche die Unveränderlichkeit ihrer Form und Lage sichert, kann die Konstante C nur eine Funktion der Temperatur sein.

Das projektierte Induktionsmagnetometer. An dem aus dem Schulzeschen Inklinator umgebauten Instrument wurde die Induktionsmethode der Deklinations- und Intensitätsmessung allseitig geprüft. Die dabei gemachten Erfahrungen führen zu folgendem Projekt des Universal-Induktionsmagnetometers. Der die Induktionsspule tragende, um eine horizontale Achse drehbare Ring ist zu einem zylinderförmigen Gußkörper ausgebildet mit großen Auspaarungen, der eigentlich aus drei zusammenhängenden coaxialen Ringen besteht. Die zwei äußeren sind mit eingedrehten Nuten versehen zur Aufnahme der zwei Spulen von 16 cm Durchmesser; der mittlere Ring trägt die Agatachsenlager für die Induktionsspule von 6 cm Durchmesser. Der Ringkörper ist um eine horizontale Achse drehbar. Die beiden Teilkreise sollen genau wie der Vertikalkreis des Schulzeschen Inklinators sein, mit Ablesemikroskopen. Das kleine Fernrohr wie oben angegeben. Zu dem Instrument gehört noch ein besonderer Kasten mit den Regulierwiderständen, dem Normalwiderstand und der Walzenbrücke, dem Normalelement und dem Akkumulator.

Das Induktionsmagnetometer ist an und für sich ein portatives Instrument. Einige Schwierigkeit in dieser Hinsicht bietet das hochempfindliche Galvanometer vom Thomsontypus, dessen astatisches Magnetsystem sich leicht und sicher

*) W. Uljanin: Terr. Magn. **34**, 199 (1929).

arretieren lassen muß. Da zur Erreichung der nötigen Genauigkeit die eben noch beobachtbaren kleinen Ausschläge des Galvanometers berücksichtigt werden müssen, wäre vielleicht eine Verstärkung der Induktionsströme durch Elektronenröhren anwendbar, um größere Ausschläge eines weniger empfindlichen Galvanometers zu erhalten.

Schlußfolgerungen. Das hier beschriebene Universal-Induktionsmagnetometer gestattet alle drei Elemente des Erdmagnetismus mittels Induktion zu bestimmen. Damit ist unter anderem bewiesen, daß der Stahlmagnet mit seinem veränderlichen magnetischen Moment bei erdmagnetischen Messungen vollständig zu entbehren ist. Zunächst wurde er durch Einführung des Erdinduktors von der Messung der Inklination befreit, dann kam man dazu, die Horizontalkomponente anstatt mit dem Felde eines Stahlmagnets mit dem einer stromdurchflossenen Spule zu vergleichen, und schließlich erscheint er auch überflüssig zur Bestimmung der Deklination.

Das Induktionsmagnetometer ist kein im strengen Sinne absolutes Instrument. Es ist aber ein Gebrauchsinstrument, welches imstande ist, den absoluten Wert der Intensität zu liefern, wenn die Unveränderlichkeit seiner Konstantengesichert ist, und diese experimentell bestimmt sind entweder durch Messung eines anderswie bekannten Erdfeldes oder durch Vergleich mit einem speziell zu diesem Zwecke konstruierten Normalinstrument. In diesem Sinne verdient es unbedingt das Prädikat „absolut“*).

Zum Schluß wollen wir versuchen, die Frage zu beantworten, welche Verwendung das Induktionsmagnetometer haben kann. Im Observatorium, wo es auf Universalinstrumente weniger ankommt, wird es zur Messung der Intensität nicht gebraucht werden, wenn wie gewöhnlich die Horizontalkomponente bestimmt werden soll. Dazu ist das elektrische Magnetometer vorzuziehen. Aber nicht überall ist es vorteilhaft, die Horizontalkomponente zu messen. In höheren Breiten, wo H klein ist, ist die Vertikalkomponente vorzuziehen. Prinzipiell am rationellsten wäre es, überall die Totalintensität zu messen. Dazu kann das Induktionsmagnetometer dienen, dann aber selbstverständlich zugleich zur Bestimmung der Inklination und Deklination. Für Feldarbeit aber glaube ich, daß das Induktionsmagnetometer als Universalinstrument gute Verwendung finden wird, unabhängig davon, welche Komponente bestimmt werden soll. Allgemein anerkannt ist der Vorzug des Erdinduktors vor dem Nadelinklinator; auch bei Feldarbeit kommt er immer mehr zur Verwendung. So enthält das bekannte Universalmagnetometer der Carnegie Institution, das speziell für Feldarbeit bestimmt ist, jetzt einen Induktionsinklinator anstatt des früheren Nadelinklinators. Somit enthält jede solide magnetische Ausrüstung einen Induktionsinklinator mit passendem Galvanometer. Anstatt nun noch ein besonderes elektrisches Magnetometer mit Zubehör und ein Deklinatorium mitzuführen, ist es sicherlich vorteilhafter, den Erdinduktor durch ein Universal-Induktionsmagnetometer zu ersetzen.

*) Näheres über „absolute“ und „Gebrauchsinstrumente“ siehe Terr. Magn. **24**, 121 (1929).

Kasan, Juni 1930.