

Zeitschrift
für
angewandte Geophysik

Unter ständiger Mitarbeit zahlreicher Fachgenossen

herausgegeben von

Dr. Richard Ambroun
Göttingen

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a

1923

Versuche und Messungen mit neuen Modellen des Bidlingmaierschen Doppelkompasses

Von

Karl Luyken

Friedrich Bidlingmaier hatte schon wenige Jahre nach der Veröffentlichung seiner grundlegenden bedeutsamen Arbeit über Theorie und Praxis des Doppelkompasses¹⁾ im Verlauf seiner weiteren Untersuchungen dieses Instrumentes erkannt, daß die Verwendung von Trockenrosen aus verschiedenen Gründen — vor allem auch wegen ihrer zu großen Beweglichkeit — für praktische Orientierungszwecke der See- und Luftschifffahrt nicht geeignet ist.

Bereits im Herbst 1911 hatte er deshalb ein Modell mit Schwimmrosen bauen lassen, das sich jedoch auf einer stürmischen Überfahrt nach New York im Dezember desselben Jahres wegen mannigfacher instrumenteller Mängel als unzulänglich erwies.

Bidlingmaier hat dann im Frühjahr 1912 mir die weitere technische Durchbildung des Fluidkompasses für die Zwecke der Praxis übergeben und auch noch selbst am Entwurf meines ersten Modells mitgearbeitet. Dieser Fluiddoppelkompaß, Mod. I, besteht aus einem in seiner Mitte cardanisch aufgehängten senkrechten Magnaliumzylinder von 21 cm Höhe und $9\frac{1}{2}$ cm Durchmesser, der zwecks Gewichtersparung größere Durchbrechungen besitzt, und in dem zwei Schwimmkompaßbehälter in Schienenführung übereinander angeordnet sind.

Der symmetrische Abstand derselben von der Zylindermitte ist mit Hilfe von Zahnleisten und einer feststellbaren Triebwelle regelbar und mittels Skala und Nonius ablesbar.

¹⁾ Fr. Bidlingmaier, Der Doppelkompaß, seine Theorie und Praxis. V. Bd. der Deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. Heft 1 (Berlin, Georg Reimer).

Jede der beiden Kompaßdosen enthält eine auf auswechselbarer Pinne drehbare Schwimmrose von etwa 6 cm Durchmesser, deren vertikale kreiszylindrische Außenwand eine ringsumlaufende Gradeinteilung von 0—360° trägt.

Mittels einer Arretiervorrichtung läßt sich eine jede Rose an einem auf ihrer Oberflächenmitte vorgesehenen, kugelig gestalteten Knopfe erfassen und von der Pinne abheben.

Die Rose selbst besteht aus einer niedrigen kreiszylindrischen und luftdicht verlöteten Dose von dünnem Blech, deren Deckel etwas gewölbt und mit konzentrischen Kreiswellungen versehen ist, um Volumenänderungen der abgeschlossenen Innenluft bei Temperaturschwankungen zu ermöglichen.

Auf der Außenfläche des Bodens sind beiderseits des in der Mitte einwärts ragenden konischen Trichters, dessen Spitze das Saphirauflager für die Pinne enthält, je zwei Magnetlamellen parallel zueinander befestigt, deren jede in eine luftdichte dünne Blechhülle eingeschlossen ist.

Der Auftrieb der beiden Rosen ist derart bemessen, daß diese auf den Pinnen nur mit einem Gewicht von etwa 5 g lasten, welches sich zur Vermeidung des störenden Reibungseinflusses zwischen Pinne und Pfanne bekanntlich als zweckmäßig erwiesen hat.

Die Ablesevorrichtung besteht zunächst aus einem Fernrohr mit Fadenkreuz, das horizontal in der Mitte des Magnaliumzylinders in der Weise gelagert ist, daß sein Okularende in den einen entsprechend hohl ausgebildeten Achszapfen des inneren Cardanringes eingeschraubt ist, so daß das Okular selbst ein wenig nach außen herausragt.

Vor dem Objektiv ist in einer Aussparung der Zylinderwandung ein Prismenpaar eingesetzt, über und unter welchem sich in der Höhe der Rosenskalen je ein weiteres Prisma einem kleinen Fenster im Rosenbehälter gegenüber befindet.

Das ganze Prismensystem ist so eingerichtet, daß im Gesichtsfeld des Fernrohres die beiden Skalen der Schwimmrosen unmittelbar übereinander erscheinen und durch die unbedeckten Schrägflächen der zugehörigen Prismen beleuchtet werden.

Am Magnaliumzylinder und auf jedem der Kompaßbehälter ist ein Thermometer angebracht, dessen Quecksilberkugel durch den Behälterdeckel hindurch in die Füllflüssigkeit hineinreicht.

Der Außenkranz des Cardangelenkes ist nur als Halbring ausgebildet, in dessen Ende Kugelringlager ebenso wie bei dem

Innenring lösbar eingespannt sind, und dessen Mitte mit einem Tragfuß festverschraubt ist, der auf einer kreisförmigen Sockelplatte aufsitzt. Die letztere eignet sich daher sowohl zur einfachen Aufstellung des Doppelkompasses auf einer gewöhnlichen Tischplatte, als auch zur konsolartigen Befestigung an einer Wand oder schrägen Stützfläche. In die Mitte der Unterfläche dieser Fußplatte ist eine Schraubenmutter eingelassen, deren Gewinde den Normalkopfschrauben der üblichen photographischen Stative entspricht, so daß sich das Instrument leicht und schnell mittels eines solchen gewöhnlichen Statives aufstellen läßt, ohne daß irgendwelche Justierung nötig ist.

Für den Gebrauch des Apparates im Luftballon ist eine kleine, mit ebensolcher Kopfschraube in ihrer Mitte ausgerüstete Konsolplatte vorgesehen, die auf einer, über den Korbrand aufschiebbaren und durch Handschraube festklemmbaren Zarge sitzt.

Die Höhe des ganzen Apparates einschließlich der Fußplatte beträgt etwa 30 cm, die des Magnaliumzylinders allein etwa 21 cm.

Zum Transport dient ein umpolsterter Holzkasten, auf dessen Boden die Fußplatte mittels einer, von außen durch eine Bohrung durchgesteckten Kopfschraube befestigt wird.

Mit diesem Instrument hatte ich die ersten Beobachtungen während einer Reise nach Teneriffa (mit Herrn Prof. Lüdeling) im Frühjahr 1913 sowohl auf dem Schiffe als auch auf den Hafestationen angestellt, so u. a. auch Messungen auf dem Pic de Teyde ausgeführt; diese waren jedoch durch wiederholt auftretende Undichtheiten der oberen Schwimmrose gestört und beeinträchtigt, so daß sie noch kein einheitliches Bild von der Brauchbarkeit des Kompasses gewinnen ließen.

Abgesehen von diesen und einigen anderen Fehlern der mechanischen Ausführung, zeigte der Apparat an See zunächst den Übelstand, daß der Magnaliumzylinder durch den einstehenden Wind aus seiner vertikalen Stellung herausgedrückt wurde. Dieser Nachteil ließ sich später natürlich durch eine Sturzhaube aus Cellon mit Magnaliumfassung leicht beseitigen.

Mehr fiel dagegen der Nachteil ins Gewicht, daß plötzliche Kursschwankungen beim Luv- oder Leegieren des Schiffes eine so schnelle Drehung der Rosen bewirkten, daß die beiden Skalenbilder im kleinen Gesichtsfeld des Fernrohres zeitweilig überhaupt nicht mehr ablesbar waren.

Dieser Übelstand, der sich später auf Luftfahrzeuge, insbesondere Luftschiffen bei böigem Wetter erst recht störend erwies, und zu dem noch die bei derartigen optischen Ableseeinrichtungen im Freien üblichen sonstigen Nachteile, wie z. B. Beanspruchung einer sehr guten Beleuchtung, leichtes Beschlagen der Glasflächen bei plötzlichen Temperaturschwankungen usw. hinzutraten, ließen sehr bald die Notwendigkeit der Konstruktion eines weiteren Doppelkompaßmodelles ohne Ablesefernrohr erkennen.

Der Lösung einer solchen Aufgabe stellen sich aber bekanntlich bei Fluidkompassen sofort Schwierigkeiten prinzipieller Art entgegen.

Während die gleichzeitige Beobachtung zweier übereinander angeordneten Trockenrosen mit verhältnismäßig einfachen Mitteln, z. B. mit Hilfe einer in der Mitte zwischen beiden angebrachten horizontalen Spiegelscheibe — wie bei dem ursprünglichen Bidlingmaierschen Modelle — möglich ist, verbieten sich naturgemäß solche und ähnliche zur Vermeidung der parallaktischen Unsicherheit dienenden Hilfsmittel bei der Einrichtung schwimmender Rosen, solange man wenigstens an dem Grundsatz festhält, daß beide Rosen zwecks Erzielung gleicher Schwingungsverhältnisse genau übereinstimmende Gestalt und Aufhängungsart besitzen müssen. Es galt mithin die praktische Beantwortung der Frage, inwieweit man von diesem Grundsatz abweichen darf, ohne daß die sich aus der Ungleichheit der Rosen ergebenden Unzulänglichkeiten systematischer Art störend ins Gewicht fallen.

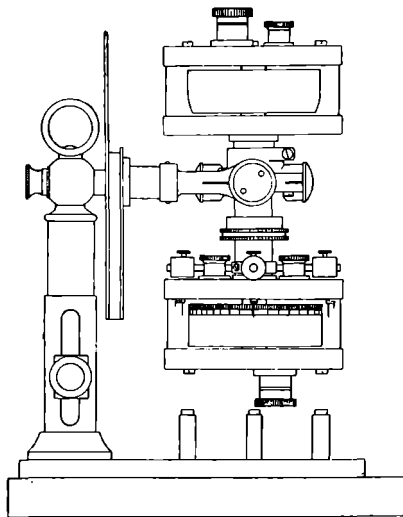
Das Ergebnis solcher eingehenden Erwägungen bildet das nachstehend beschriebene Instrument, das einerseits die Vorteile leichter Tragbarkeit und Handlichkeit aufweist, so daß es auch der Laie ohne Schwierigkeit gebrauchen kann, und das andererseits in kurzer Zeit relative Messungen der Horizontalkomponente ermöglicht, deren Genauigkeit den Anforderungen der Praxis genügt.

Wie die Abbildung (S. 165) zeigt, sind zwei kleine Flüssigkeitsbehälter von gleicher Größe in geringem Abstände vertikal übereinander angeordnet. Die Wandung der Kreiszyylinder besteht aus Glas, das in die genuteten Randleisten der Abschlußplatten eingekittet ist.

In jedem Behälter befindet sich eine Kompaßdose, deren ebenfalls kreiszylindrische Wandung nach unten hin unter bogenförmiger Krümmung in den Boden übergeht.

Im Innern der Dosen, deren oberer Teil deckelartig und luftdicht auf den unteren aufgeschraubt ist, befindet sich ein Magnetsystem, dessen Lamellen nach Art der Thomsonrosen angeordnet sind.

Die obere Dose wird mit geringem Auftrieb von etwa 5 g gegen die vom Behälterdeckel hinabreichende Pinne angedrückt, während die untere mit einem Übergewicht von gleicher Größe auf einer, durch den Boden des unteren Behälters geführten Pinne aufruht.



Doppelkompaß, Modell IIa.

Beide Pinnen sind in ihrem Halter mittels einer Überfangmutter einstellbar festgeschraubt, die sich von außen mittels gewöhnlichen Schraubenziehers dicht einziehen läßt, so daß ein Herausnehmen der Pinnen zwecks Nachprüfung oder Auswechslung ohne Umstände leicht möglich ist.

Entsprechend der Verstellbarkeit der Pinnenlängen ist auch die Höhe der kleinen zugehörigen Lagerpfanne einstellbar eingerichtet.

Diese sitzt mittels Gewindes in einer zylindrischen koaxialen Höhlung der Kompaßdosen, die sich nach außen konisch erweitert.

Jedes Hütchen wird von einer kleinen Schnittschraube gehalten, die von der der Pinne entgegengesetzten Seite her in die zylindrische Ausbohrung der Dosenmitte entsprechend der Pinnen-

länge eingedreht wird. Vermöge dieser leicht ausführbaren Verstellbarkeit von Hütchen und Pinne läßt sich das richtige Verhältnis der Höhenlage des Aufhängungspunktes gegenüber dem Schwerpunkte, das für die Erreichung des erforderlichen ruhigen Schwingungsganges der Rosen von größter Wichtigkeit ist, auf rein experimentellem Wege ziemlich mühelos auffinden.

Die Lagerpfannen bestehen aus Saphir; für die Pinnen erwies sich nach zahlreichen Versuchen mit anderen Metallen gehärteter Golddraht sehr geeignet.

Denn die Reibung zwischen Hütchen und Pinnenspitze war innerhalb der Flüssigkeit außerordentlich gering, zumal die konische Fläche dicht an der äußersten Spitze sehr bald einen politurartigen Glanz erhielt, der ebenso wie die übrige Oberfläche der Pinne sogar nach jahrelangem Verbleiben in der Flüssigkeit unverändert blieb.

Die beiden Flüssigkeitsbehälter stehen durch ein mittleres, vertikal eingeschraubtes Rohr miteinander in Verbindung. In dieses hängt eine enge Röhre aus dünnem und leichtem Metall von der oberen Rosenbüchse aus hinein, die in die Bodenmitte der letzteren eingeschraubt ist.

Die Röhre ist fast der ganzen Länge nach aufgeschlitzt, so daß sie eine in sie hineingeschobene leichte und hohle Kolbenstange federnd zu umschließen vermag. Dieser Kolben bleibt vermöge der Reibung in der einmal eingenommenen Stellung haften, und mittels einer im Schlitz gleitbaren Nase gegen Drehung gesichert.

Die hohle, an den Enden geschlossene Kolbenstange wird soweit in die Aufhängungsröhre hineingeschoben, daß ein in ihr unteres Ende eingeschraubter dünner Stift zum Teil schon in den unteren Flüssigkeitsbehälter hineinreicht. Er trägt ein horizontales Kreuz aus dünnem Blech, dessen gleichlange schmale Arme sich nahe über der Kreisfläche der unteren Rosenbüchse radial erstrecken. An ihren über die letztere etwas hinausragenden Enden besitzen sie eine kleine rechtwinklige Kröpfung, auf deren Unterfläche zwei kleine vertikal abwärts gerichtete Nadelspitzen eingeschraubt sind. Die innere dieser beiden auf einem Radius hintereinander gestellten Spitzen ist etwas länger als die äußere.

Die Spitzenpaare bewegen sich bei einer Drehung ihres Trägerkreuzes über einer in Doppelgrade geteilten Skala, die auf dem oberen Teil der hochpolierten Zylinderfläche dieser Fluidrose angebracht ist.

Die Ablesung der Indizes auf der Kreisteilung geschieht nun so, daß zunächst die innere längere Spitze anvisiert und dabei mit ihrem Spiegelbild zur Deckung gebracht wird; hierauf werden nach geringem Anheben des beobachtenden Auges beide Spitzen derart anvisiert, daß sie zu dem gespiegelten Spitzenpaar ebenfalls ausgerichtet erscheinen. In dieser Stellung lassen sich Zehntel des Doppelgrades und gegebenenfalls auch noch halbe Zehntel mit guter Sicherheit abschätzen.

Damit bei Schwankungen des Apparates die inneren Indexspitzen nicht gegen die Rosenskala anschlagen, ist der Verbindungsstift zwischen Kreuz und Kolbenstange am unteren Ausgange des Verbindungsrohres durch eine ringkragenförmige Verengung freigeführt, so daß er den inneren Kreisrand bei normaler Stellung nicht berührt.

Die Einrichtung der Verschiebbarkeit der Tragstange für das Indexkreuz gegenüber der sie federnd umfassenden, von der oberen Rose hinabreichenden Röhre ermöglicht zunächst ein leichtes Abnehmen und Wiederaufsetzen der beiden Flüssigkeitsbehälter, und somit auch ein einfaches Auswechseln des Verbindungsrohres mit einem anderen von abweichender Größe, so daß auf diese einfache Weise sich der Vertikalabstand der beiden Flüssigkeitsbehälter und also auch der beiden Rosen durch Einsetzen entsprechend langer Röhren ändern läßt. Da zudem die Stoßflächen der Gewindeflanschen dieser Röhren gut abgeschliffen sind, wird durch Einsetzen einer und derselben Röhre auch stets wieder der zugehörige Abstand mit praktisch größter Genauigkeit und Sicherheit erreicht.

Der Vorzug, den eine solche Einrichtung mit einer beliebig wählbaren Zahl von Verbindungsrohren, also einer stufenweisen gegenüber einer stetigen Verstellbarkeit des Rosenabstandes bietet, wie die letztere z. B. durch eine Anordnung von Zahnstange und Trieb beim ersten Modell vorgesehen war, ist ohne weiteres ersichtlich; denn bei sorgfältigstem Gebrauch von Skala und Nonius wird sich — schon wegen der elastischen Nachwirkung und der Abnutzung der in gegenseitigen Eingriff kommenden Konstruktions-teile — die Wiederholung einer und derselben Abstandseinstellung selbstverständlich niemals auch nur mit einer angenähert gleichen Präzision erreichen lassen, ein Umstand, der schon deshalb von größter Wichtigkeit ist, da bekanntlich eine Distanzdifferenz in das Messungsergebnis mit der dritten Potenz eingeht.

In der Mitte des Verbindungsrohres und in der Höhe an diesem einstellbar greift der innere Ring eines mit Kugelringlagern ausgestatteten Cardangelenkes an, dessen Außenring an dem horizontalen Arm eines galgenförmigen Ständers angelenkt ist.

Dieser wird von zwei teleskopartig gegeneinander verschiebbaren Rohrstützen gebildet, deren unterer in einer Sockelplatte verschraubt ist, und deren oberer mittels einer in einer Schlitzführung gleitenden und feststellbaren Klemmschraube einstellbar ist und an seinem oberen Ende in einen Tragring ausläuft.

An dem Tragarm sitzt eine vertikale Leiste, in deren genutzten Längsrändern der Ausschnitt einer, das ganze Instrument umhüllenden, mit Aluminiumrandfassung versehenen Cellonhaube gleiten kann.

Wird die Verschraubung, welche den horizontalen Tragarm in seiner Säule festhält und mittels Nut und Feder gegen Verdrehung sichert, gelockert, so läßt sich der Tragarm und mit ihm der Kompaß um 180° herumdrehen und wieder feststellen, so daß dann -- z. B. zwecks Ausschraubens der unteren Pinne -- die Bodenfläche des unteren Behälters nach oben gekehrt ist.

Durch Herunterschieben des oberen in den unteren Rohrstützen der Tragsäule läßt sich der Doppelkompaß soweit herabsenken, daß er mit seinem unteren Behälter auf drei kleinen, in der Länge ver- und feststellbaren Stützsäulchen aufruht, deren Kopfende ein kleines Polster trägt. Zwecks weiterer Sicherung des Apparates gegen Stöße oder dergl. beim Transport ruht die auf der Unterseite des unteren Behälters befindliche Arretierschraube für die Fluidrose in einer ausgepolsterten Vertiefung der Sockelplatte.

Unterhalb des Cardangelenkes ist auf das Verbindungsrohr nahe über dem unteren Behälter ein Ring aufgeklemt, von dem vier horizontale, zueinander rechtwinklig und radial gerichtete Drahtstiftarme ausgehen. Auf diesen sind kleine zylindrische Balanciergewichte verstellbar aufgeschoben, die ein perpendikuläres Ausrichten der vertikalen Mittelachse des Kompasses ermöglichen.

Zum Einfüllen der Flüssigkeit sind auf der Oberseite beider Behälter je zwei kleine, mit Schraubdeckel verschließbare Fülldüsen vorgesehen, vermöge deren paarweiser Anordnung etwaige Luftblasen sich schnell beseitigen lassen. Eine der beiden oberen Deckelschrauben wird in der Regel etwas locker gelassen, so daß bei Temperaturerhöhungen Flüssigkeit tropfenweise austreten kann;

vor jeder Messung werden dann hierdurch entstandene Luftblasen durch Nachgießen aus einer kleinen, im Apparatkasten untergebrachten Vorratsflasche entfernt. In diesem Kasten läßt sich der Doppelkompaß, ebenso wie bei Mod. I, auf die Weise befestigen, daß in die Mitte seiner Sockelplatte eine Handschraube von der Unterfläche des Kastens aus eingedreht wird. Die Gewindemutter im Sockel hat wieder das für photographische Stative übliche Normalgewinde, so daß man sich auf die Mitnahme eines solchen gewöhnlichen Statives beschränken kann. Ist der Apparat auf dieses aufgeschraubt, so wird zunächst die Klemmschraube an der Tragsäule gelöst und durch Erfassen des Grifftringes an dieser der Kompaß hochgezogen, bis er in seinem Cardangelenk freipendelt. Nachdem man Luftblasen, die man bei diesen Schwingungen leicht durch die Glaswandungen wahrnehmen kann, in der angegebenen Weise beseitigt hat, löst man die Arretierschrauben der beiden Schwimmrosen und prüft nach, ob die Mitte des Indexkreuzes genau vertikal über dem Mittelpunkt der unteren Rosenbüchse schwebt.

Dies geschieht in der Weise, daß der ganze Apparat mit seiner Sockelplatte auf dem Stativkopfe viermal um ungefähr 90° gedreht wird. Nach jeder Drehung sollen die Indizes genau auf denselben Teilpunkten der Skala einspielen, anderenfalls muß eine Nachjustierung mittels der kleinen Balanciergewichte vorgenommen werden. Dieses Erfordernis stellt sich indessen erfahrungsgemäß nur selten ein.

Völlig beseitigen läßt sich die Exzentrizität des Indexkreuzes gegenüber der unteren Rose naturgemäß nicht.

Hieraus entspringende Fehler müssen bei allen den Beobachtungen, die größte Genauigkeit verlangen, vor allem bei Messungen auf festen Plätzen, durch die Beobachtungsmethode eliminiert werden.

Im Nachfolgenden sei das Messungsschema, welches sich nach meinen Erfahrungen als ausreichend erwiesen hat, an einem Beispiel aus meinem Protokollbuch erläutert.

Zunächst wird der Apparat auf dem Stativ oder der Tischplatte so gedreht, daß seine Tragsäule ungefähr nach Süden gerichtet ist.

Dann wird nach den üblichen Eintragungen über Zeit, Ort und Beschaffenheit des Platzes und auch der Witterung usw., Uhrzeit und auch die Temperatur unmittelbar vor der ersten Ablesung notiert. Hierzu befindet sich ein kleines Thermometer auf der Innenseite der Tragsäule.

Einer solchen Abnahme des Spreizwinkels entspricht bei dem benutzten Instrument ein $\Delta H = + 0,00014$ (C. G. S.), also ein geringer Anstieg der Intensität, der sich für die fragliche Zeitspanne bei einem normalen Verlauf der H-Kurve während der ersten Nachmittagsstunden auch erwarten läßt. Die Berechnung des H-Wertes selbst aus dem Mittel des halben Spreizungswinkels ergibt unter Zugrundelegung der Anschlußmessungen in Potsdam, von denen wegen Auswechslung der Rosenpinnen im ersten Halbjahr 1916 nur die späteren Vergleichsbeobachtungen (am 16. Juli und 13. August 1918) benutzt worden sind, $H_I = 0,2385(7)$; hierbei ist eine Ungenauigkeit der vierten Dezimale bis zu zwei Einheiten nicht ausgeschlossen, sowohl wegen des Mangels synchroner Variationsablesungen, als auch deshalb, weil die Berechnung des Temperatureinflusses mit dem Koeffizienten: $5,5 \times 10^{-5}$ [C. G. S.] pro 1° auf einer nur mehr provisorisch durchgeführten experimentellen Untersuchungsreihe beruht.

Eine zweite Beobachtung, die in der Nähe des anderen noch erhalten gebliebenen Steinmannes am Nordrande des Mussalagipfels — etwa 20 m nördlich vom ersten Platze und ungefähr 2 m unterhalb desselben — unmittelbar nach der ersten Messung ausgeführt wurde, ergab:

$$H_{II} = 0,2383(3).$$

Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit dieses Doppelkompasses mögen hier noch einige Beobachtungen mitgeteilt werden, die der Verfasser im Juli 1918 auf dem Observatorium zu O'Gyalla und auf zwei Messungsplätzen bei Sofia ausgeführt hat.

In O'Gyalla ergaben zwei, am 10. Juli 1918 um 7^h 4^m und 8^h 20^m ^a ^m zwischen den beiden Observationshäuschen angestellte Beobachtungen

$$H_1 = 0,20935 \pm 0,00010 \text{ und } H_2 = 0,20924 \pm 0,00022,$$

während die gleichzeitigen, von dem Direktor des Observatoriums, Herrn Thege von Konkoly, aus den dortigen Registrierungen gütigst mir mitgeteilten Bezugswerte

$$H_1 = 0,20914 \text{ und } H_2 = 0,20902$$

sind, so daß

$$\Delta H_1 = 21 \text{ bzw. } \Delta H_2 = 22 \text{ } \gamma\text{-Einheiten beträgt.}$$

Wenige Tage vorher hatte ich nahe bei Sofia auf zwei Plätzen Messungen mit dem gleichen Instrument vorgenommen, von denen der eine, südlich von der Stadt belegene, der alte Vermessungs-

vor jeder Messung werden dann hierdurch entstandene Luftblasen durch Nachgießen aus einer kleinen, im Apparatkasten untergebrachten Vorratsflasche entfernt. In diesem Kasten läßt sich der Doppelkompaß, ebenso wie bei Mod. I, auf die Weise befestigen, daß in die Mitte seiner Sockelplatte eine Handschraube von der Unterfläche des Kastens aus eingedreht wird. Die Gewindemutter im Sockel hat wieder das für photographische Stative übliche Normalgewinde, so daß man sich auf die Mitnahme eines solchen gewöhnlichen Statives beschränken kann. Ist der Apparat auf dieses aufgeschraubt, so wird zunächst die Klemmschraube an der Tragsäule gelöst und durch Erfassen des Grifftringes an dieser der Kompaß hochgezogen, bis er in seinem Cardangelenke freipendelt. Nachdem man Luftblasen, die man bei diesen Schwingungen leicht durch die Glaswandungen wahrnehmen kann, in der angegebenen Weise beseitigt hat, löst man die Arretierschrauben der beiden Schwimmrosen und prüft nach, ob die Mitte des Indexkreuzes genau vertikal über dem Mittelpunkt der unteren Rosenbüchse schwebt.

Dies geschieht in der Weise, daß der ganze Apparat mit seiner Sockelplatte auf dem Stativkopfe viermal um ungefähr 90° gedreht wird. Nach jeder Drehung sollen die Indizes genau auf denselben Teilpunkten der Skala einspielen, anderenfalls muß eine Nachjustierung mittels der kleinen Balanciergewichte vorgenommen werden. Dieses Erfordernis stellt sich indessen erfahrungsgemäß nur selten ein.

Völlig beseitigen läßt sich die Exzentrizität des Indexkreuzes gegenüber der unteren Rose naturgemäß nicht.

Hieraus entspringende Fehler müssen bei allen den Beobachtungen, die größte Genauigkeit verlangen, vor allem bei Messungen auf festen Plätzen, durch die Beobachtungsmethode eliminiert werden.

Im Nachfolgenden sei das Messungsschema, welches sich nach meinen Erfahrungen als ausreichend erwiesen hat, an einem Beispiel aus meinem Protokollbuch erläutert.

Zunächst wird der Apparat auf dem Stativ oder der Tischplatte so gedreht, daß seine Tragsäule ungefähr nach Süden gerichtet ist.

Dann wird nach den üblichen Eintragungen über Zeit, Ort und Beschaffenheit des Platzes und auch der Witterung usw., Uhrzeit und auch die Temperatur unmittelbar vor der ersten Ablesung notiert. Hierzu befindet sich ein kleines Thermometer auf der Innenseite der Tragsäule.

Inzwischen sind die beiden Rosen zur Ruhe gekommen, und durch geringes Erschüttern des Instrumentes (z. B. Klopfen mit dem Bleistift gegen das Stativ) überzeugt man sich, daß die Indizes auf denselben Punkten der Rosenskala gut „einstehen“, und liest jetzt nach der Reihe die Stellungen der vier Indizes ab. Diese sind zum Unterschied voneinander durch Punkte oder dergleichen gekennzeichnet und werden stets in der gleichen Reihenfolge angepeilt.

Die Ablesungen der Doppelgrade werden mit den geschätzten Zehnteln und etwaigen halben Zehnteln in einer Horizontalreihe nebeneinander geschrieben (Reihe 1); hierbei wird schon vor der Eintragung der vierten Zahl der Apparat rechtsherum um einen rechten Winkel gedreht, so daß die Tragsäule nun nach Westen gerichtet ist. Dann folgen die vier nächsten Ablesungen (Reihe 2).

So fährt man fort, bis die erste der aus vier Horizontalreihen bestehenden Messungsgruppen vollendet ist und die Tragsäule wieder an ihrer Ausgangsstelle steht.

Mittels eines kleinen Hilfsmagneten — zweckmäßig in Hufeisenform — werden nun die Rosen „durchgeschlagen“, d. h. die vorher westlich aus dem Meridian abgelenkte Rose erhält ihre Stellung östlich vom Meridian und vice versa.

Messung der Horizontalintensität mit Doppelkompaß Mod. IIa, Nr. 3

Ort: „Großer Mussala“, höchster Gipfel des Rila- und Rhodopegebirges; Höhe ü. d. M. ca. 2925 m; $\varphi = 42^{\circ}6'$, $\lambda = 23^{\circ}35'$ Ost.

Beschaffenheit: alter anstehender Granit.

Messungsplatz: ca. 1 m südlich vom eingestürzten Steinmann auf dem höchsten Punkt.

Witterung: zeitweise sonnig, schwacher Wind.

Beobachter: Luyken.

Reihe	(Balanciergewichte etwas justiert)				
1	64,8	334,85	246,55	156,2	$z = 3h p m 15 m$
2	6,0	6,45	6,9	6,15	$t = 17,0^{\circ}$
3	6,05	6,3	6,45	6,0	$z = 3p 22 m$
4	6,4	6,2	6,55	6,45	$t = 17,0^{\circ}$
5	66,12	336,40	247,22	156,40	
6	172,67	172,85	172,64	172,55	Mittel: $2\psi_1 = 172,678^{\circ}$
7	253,45	163,55	74,58	343,86	$\frac{1}{2}\psi_1 = 43,170^{\circ}$
8	252,6	164,0	74,55	342,9	
9	2,7	2,8	4,05	2,6	
10	2,9	2,7	4,15	4,0	
11	2,7	2,6	4,4	4,2	

Reihe	(Balanciergewichte etwas justiert)					
12	252,7	164,0	74,55	344,0		$z = 3\text{ p } 30^m$
13	2,7	2,9	4,1	2,7		$t = 14,2^\circ$
14	2,9	2,65	4,05	4,0		
15	2,7	2,5	4,35	4,15		
16	253,50	163,52	74,52	343,92		$z = 3\text{ p } 37^m$
17	172,52	172,68	172,58	172,40	Mittel: $2\psi_2 = 171,545^\circ$	$t = 15,0^\circ$
18	66,02	336,20	247,10	156,32	$1/2\psi_2 = 43,136^\circ$	
19	64,5	334,45	246,2	154,45		$z = 3\text{ p } 43^m$
20	6,05	6,45	8,0	6,3		$t = 14,0^\circ$
21	6,25	6,45	6,7	6,1		
22	6,25	6,05	6,3	6,3	$1/2\psi_m = 43,153^\circ$ $\pm 0,017^\circ$	$z_m = 3\text{ p } 29^m$ $t_m = 15,2^\circ$

Die kurze Zeit, die das Einspielen des Indexkreuzes erfordert, läßt sich zum Eintragen von Uhrzeit und Temperatur und zum Mitteln der vier Horizontalreihen (Reihe 5) ausnutzen. Die Mittelbildung vereinfacht sich noch durch die Umrechnung der doppelten in einfache Grade.

Die folgende Messungsgruppe (Reihe 8 bis 11) wird in entsprechend gleicher Weise erhalten wie die erste; hierauf werden wieder Uhrzeit und Temperatur abgelesen und die Mittelwerte in Reihe 7 gebildet. Aus der Subtraktion der beiden Reihen 5 und 7 ergeben sich die vier doppelten Spreizwinkel in Reihe 6, aus der das Mittel $2\psi_1$ und der halbe Spreizwinkel $1/2\psi_1$ schnell errechnet wird.

Damit ist eine Messung beendet, der man indessen zweckmäßig stets eine zweite unmittelbar anschließen wird.

Diese dient sowohl zur Kontrolle der vorausgegangenen Ablesungen, als auch zur Ermittlung etwaiger größerer H-Variationen und von Störungen, über deren ungefähren Verlauf und Umfang sich durch den Vergleich der einander entsprechenden Einzelablesungen und der Mittelwerte ein hinreichend sicheres Urteil bilden läßt.

So zeigt im vorliegenden Beispiel die durchschnittliche Verminderung (um $0,125^\circ$) der Mittelwerte aus Reihe 18 gegenüber Reihe 5, der eine nur kleine positive Differenz ($= 0,007^\circ$) zwischen Reihe 16 und 17 gegenübersteht, ein allmähliches geringes Abnehmen des Spreizungswinkels, wie es auch aus der entsprechenden Differenz der beiden resultierenden halben Spreizungswinkel ($1/2\psi_1 - 1/2\psi_2 = + 0,034^\circ$) hervorgeht.

Einer solchen Abnahme des Spreizwinkels entspricht bei dem benutzten Instrument ein $\Delta H = + 0,00014$ (C. G. S.), also ein geringer Anstieg der Intensität, der sich für die fragliche Zeitspanne bei einem normalen Verlauf der H-Kurve während der ersten Nachmittagsstunden auch erwarten läßt. Die Berechnung des H-Wertes selbst aus dem Mittel des halben Spreizungswinkels ergibt unter Zugrundelegung der Anschlußmessungen in Potsdam, von denen wegen Auswechslung der Rosenpinnen im ersten Halbjahr 1916 nur die späteren Vergleichsbeobachtungen (am 16. Juli und 13. August 1918) benutzt worden sind, $H_1 = 0,2385(7)$; hierbei ist eine Ungenauigkeit der vierten Dezimale bis zu zwei Einheiten nicht ausgeschlossen, sowohl wegen des Mangels synchroner Variationsablesungen, als auch deshalb, weil die Berechnung des Temperatureinflusses mit dem Koeffizienten: $5,5 \times 10^{-5}$ [C. G. S.] pro 1° auf einer nur mehr provisorisch durchgeführten experimentellen Untersuchungsreihe beruht.

Eine zweite Beobachtung, die in der Nähe des anderen noch erhalten gebliebenen Steinmannes am Nordrande des Mussalagipfels — etwa 20 m nördlich vom ersten Platze und ungefähr 2 m unterhalb desselben — unmittelbar nach der ersten Messung ausgeführt wurde, ergab:

$$H_{II} = 0,2383(3).$$

Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit dieses Doppelkompasses mögen hier noch einige Beobachtungen mitgeteilt werden, die der Verfasser im Juli 1918 auf dem Observatorium zu O'Gyalla und auf zwei Messungsplätzen bei Sofia ausgeführt hat.

In O'Gyalla ergaben zwei, am 10. Juli 1918 um $7^h 4^m$ und $8^h 20^m$ a. m. zwischen den beiden Observationshäuschen angestellte Beobachtungen

$$H_1 = 0,20935 \pm 0,00010 \text{ und } H_2 = 0,20924 \pm 0,00022,$$

während die gleichzeitigen, von dem Direktor des Observatoriums, Herrn Thege von Konkoly, aus den dortigen Registrierungen gütigst mir mitgeteilten Bezugswerte

$$H_1 = 0,20914 \text{ und } H_2 = 0,20902$$

sind, so daß

$$\Delta H_1 = 21 \text{ bzw. } \Delta H_2 = 22 \text{ } \gamma\text{-Einheiten beträgt.}$$

Wenige Tage vorher hatte ich nahe bei Sofia auf zwei Plätzen Messungen mit dem gleichen Instrument vorgenommen, von denen der eine, südlich von der Stadt belegene, der alte Vermessungs-

platz der Carnegie-Institution war. Die beiden hier am 6. Juli nachmittags im Zeitmittel: 4^h 56^m und 5^h 40^m ermittelten Werte sind:

$$H_1 = 0,23360 \pm 0,00014 \text{ und } H_2 = 0,23360 \pm 0,00005.$$

Derselbe Platz war von Herrn Prof. A. Nippoldt (Potsdam) im Jahre vorher aufgenommen worden, es fand sich für den Zeitpunkt 1918,0 der Wert: $H = 0,23352^1$).

Da eine magnetische Beeinflussung dieser Station seitens der Ausläufer des weiter südlich der Stadt aufragenden Witoschagebirges sehr wahrscheinlich ist, hatte Herr Nippoldt zum Vergleich noch einen zweiten Messungsplatz ausgewählt, der nördlich der Stadt im Alluvialgebiet der Obradowska, eines westlichen Nebenflüßchens der Isker lag, und dort

$$H = 0,23519 \text{ (bez. auf 1918,0)}$$

bestimmt. Eine von mir auf fast der gleichen Stelle am 7. Juli 1918 vormittags 9^h 30^m vorgenommene Messung ergab

$$H = 0,23503 \pm 0,00011.$$

Aus den gleichen geologischen Gründen, die Herrn Nippoldt zur Wahl des Platzes an der Obradowska bestimmten, hatte ich am Südrande desselben Geländes, nämlich auf der dieses südlich begrenzenden Landstraße, die ostwärts aus dem Nordteile der Stadt hinausführt, mehrere Beobachtungen mit dem Doppelkompaß vorgenommen. Dieser Platz, unmittelbar südlich neben der Landstraße und durch den Kilometerstein 3,3 kenntlich, ist von der Nippoldtschen Messungsstelle ungefähr 1¹/₂ km entfernt.

Die Ergebnisse dieser Beobachtungen sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt:

Beobachtung Nr.	Beobachtung Tag	Uhrzeit (osteur.)	H	ΔH
33	10. Februar 1916	8 h a	0,23469	+ 30
85	31. Mai 1916	7 ¹ / ₂ h a	0,23500	— 2
114	25. Juli 1916	7 h a	0,23559	— 59
164	3. März 1917	11 ¹ / ₂ h a	0,23581	— 71
165	9. " 1917	11 ¹ / ₃ h a	0,23439	+146
166	12. " 1917	2 ¹ / ₂ h p	0,23510	— 27
167	12. " 1917	3 h p	0,23474	+ 18
296	7. Juli 1918	10 ³ / ₄ h a	0,23450	+ 45

¹⁾ A. Nippoldt, Ergebnisse der deutschen erdmagnetischen Aufnahme in den Balkanländern in den Jahren 1917—18; Deutsche Meteor. Zeitschrift 1919, Heft 3/4.

Die letzte Spalte enthält die Differenzen der Resultate aus den beiden einzelnen Gruppen einer jeden Messung, ihr Vorzeichen ist je nach Zu- oder Abnahme des H-Wertes während der Beobachtung positiv oder negativ gesetzt.

Diese Differenzen und der Vergleich der einzelnen korrespondierenden Ablesungen machen es wahrscheinlich, daß die Genauigkeit der drei Beobachtungen: 114, 164 und 165 und vielleicht auch 296 durch magnetische Unruhe und zum Teil auch Störungen beeinträchtigt wurde.

Eine Einwirkung seitens elektrischer vagabundierender Ströme kommt hierbei nicht in Frage, da — nach einer mir freundlichst erteilten Auskunft des Direktors der meteorologischen Zentralanstalt in Sofia, Herrn Prof. Wazoff — das elektrische Stromnetz sich in dieser Gegend nicht über die Peripherie der Stadt ausdehnt.

Die einfache Handhabung dieses als leichtes Reiseinstrument ausgebildeten Doppelkompasses und die Möglichkeit, mit demselben innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit eine größere Anzahl genauer Messungen vorzunehmen, macht es vor allem auch zur Aufnahme von lokalen Störungsanomalien geeignet. Als Beispiel hierfür seien an dieser Stelle die Resultate einer größeren Reihe von Vergleichsbeobachtungen besprochen, die der Verfasser auf einem, zu dem oben schon genannten Mussala gehörigen Hochgebirgsplatze in den Jahren 1916—1918 ausgeführt hat.

Das Gebirgsmassiv des Mussala bildet ein ziemlich selbständiges Übergangsglied zwischen der West-Rhodope und der dieser im Westen vorgelagerten Gebirgskette der Rila-Planina in Südwestbulgarien. Dieser mächtige Gebirgsstock, der nach den vorherrschenden Anschauungen als noch zum Rilagebirge gehörig betrachtet wird, von dessen Ostrande er allerdings durch die, vom Beli-Isker durchflossene, tiefeingeschnittene Schlucht Demir-Kapija getrennt wird, während andererseits die Quellflüsse der Marica und Bela-Mesta und der zwischen ihnen aufragende Jurucki-Cal eine Abgrenzung nach der Rhodope hin darstellen, besteht aus altem Ergußgestein, vornehmlich Granit, er erstreckt seine, zum Teil hohe Kammrücken bildenden, sich nur allmählich absenkenden nördlichen Ausläufer bis zur durchschnittlich 900 m über dem Meeresspiegel gelegenen Hochebene von Samokow.

Zu dem mittleren und Hauptzweige dieser Ausläufer, der durch den hohen, nach seiner Schirm- oder Zeltform benannten

„Cedir-Tepe“ ausgezeichnet ist, gehört ein weiter nordwärts sich lang hinstreckender Kammrücken, der nach Westen zum Tal der Bistrica, einem rechten Nebenflüßchen des Isker, steil abfällt, und von dessen Osthänge die Quellwasser der Sucha-Marica, eines unbedeutenden Zuflusses zur Golema-Marica, hinabströmen. Innerhalb des hohen Fichtenbestandes ist nahe dem Quellgebiet der Sucha-Marica ein Platz freigelegt (1745 m ü. d. M., $\varphi = 42^{\circ} 14'$, $\lambda = 23^{\circ} 37' E$), auf dem in Verbindung mit einem kleinen Gebirgsschlößchen „Sitnjakovo“ des Zaren Ferdinand I. von Bulgarien eine gleichnamige meteorologische Höhenstation eingerichtet ist. Durch die hochherzige Initiative S. M. des Zaren Ferdinand war es dem Verfasser vergönnt gewesen, hier in den Jahren 1916/18 nicht nur ergänzende meteorologische und luftelektrische Beobachtungen vorzunehmen, sondern auch erdmagnetische Messungen am Platze selbst sowie in der näheren und weiteren Hochgebirgs-umgebung anzustellen.

Die Ergebnisse einer innerhalb dieser Zeit mit dem neuen Reisedoppelkompaß aufgeführten Lokalaufnahme sind in der nachstehenden Tabelle (S. 176) zusammengestellt worden.

Diese Messungen wurden, wie in der beigelegten Kartenskizze veranschaulicht ist, in der nächsten Umgebung des niedrigen, als Blockhaus auf einem Steinsockel errichteten Stationshauses und der ebenfalls aus Holz bestehenden kleinen Nebengebäude angestellt, und zwar so, daß jeder in üblicher Weise als doppelte Messungsgruppe durchgeführten Beobachtung jedesmal eine ebensolche Vergleichsmessung auf einem Bezugsplatze mit demselben Instrument unmittelbar voraufging.

Ausnahmen von dieser Regel bilden nur die drei ersten Beobachtungen in der Tabelle insofern, als bei Nr. 39 eine Messung des folgenden Tages (15. Febr.), bei Nr. 45 eine solche vom 23. Juni und schließlich bei Nr. 134 der Mittelwert aus einer am 8. August voraufgehenden und einer am 27. Juni 1916 nachfolgenden Beobachtung zum Vergleich herangezogen wurde. Auf dem Bezugsplatze, der etwa 30 Meter nordöstlich vom Stationshause auf einem zwischen hohen Fichten durchführenden Wege lag, sind während der drei genannten Jahre Horizontalmessungen in größerer Zahl — mehr als 150 — vorgenommen worden.

Der durchschnittliche Wert von H beträgt hier — wie sich beiläufig schon aus einem Überblick über die Größen der Spalte H' erkennen läßt — ungefähr 0,2380 (C. G. S.).

Lokalanomalien der erdmagnetischen Horizontal-
intensität auf Sitnjakovo

($\varphi = 42^{\circ} 14'$, $\lambda = 23^{\circ} 37'$ Ost, Höhe üb. d. M. ca. 1745 m)

Beob. Punkt	Datum	Uhrzeit	H (anom.)	H' (norm.)	H-H' γ	$\psi_1 - \psi_2$ 2	δ
39	14. Febr. 1916	9 h a m	0,24717	0,23715	+1002	-0,156°	-0,138°
45	19. „ 1916	5 h p m	0,24004	0,23713	+ 291	-0,408°	-0,361°
134	14. Juli 1916	7 h p m	0,24234	0,23780	+ 454	-0,097°	+0,086°
174	19. Mai 1917	11 h a m	0,24240	0,23804	+ 436	-0,074°	-0,065°
176	22. „ 1917	11 h a m	0,22521	0,23840	-1319	-0,072°	-0,064°
178	23. „ 1917	11 h a m	0,24586	0,23818	+ 768	+0,015°	+0,013°
180	24. „ 1917	11 h a m	0,24396	0,23818	+ 578	-0,272°	-0,240°
182	25. „ 1917	11 h a m	0,23650	0,23818	- 168	-0,185°	-0,164°
184	26. „ 1917	11 h a m	0,23531	0,23788	- 257	-0,076°	-0,067°
186	27. „ 1917	11 h a m	0,24535	0,23798	+ 737	-0,092°	-0,081°
188	29. „ 1917	11 h a m	0,23924	0,23788	+ 136	-0,001°	-0,001°
190	30. „ 1917	11 h a m	0,23978	0,23800	+ 178	+0,005°	+0,004°
192	31. „ 1917	0 h p m	0,23836	0,23812	+ 24	-0,052°	-0,046°
198	4. Juni 1917	11 h a m	0,23866	0,23807	+ 59	+0,004°	+0,004°
200	5. „ 1917	11 h a m	0,23906	0,23797	+ 109	-0,010°	-0,009°
202	6. „ 1917	11 h a m	0,23431	0,23803	- 372	+0,009°	+0,008°
204	7. „ 1917	11 h a m	0,23599	0,23788	- 188	+0,074°	+0,065°
206	8. „ 1917	11 h a m	0,24630	0,23772	+ 858	+0,110°	+0,097°
208	9. „ 1917	11 h a m	0,23854	0,23802	+ 52	+0,133°	+0,118°
210	10. „ 1917	0 h p m	0,23080	0,23803	- 723	-0,392°	-0,347°
212	11. „ 1917	11 h a m	0,23445	0,23818	- 373	-0,153°	-0,140°
214	12. „ 1917	11 h a m	0,22724	0,23837	-1113	-0,001°	-0,001°
216	14. „ 1917	0 h p m	0,24344	0,23820	+ 524	+0,049°	+0,043°
218	19. „ 1917	11 h a m	0,24055	0,23779	+ 226	+0,282°	+0,249°
220	20. „ 1917	11 h a m	0,24381	0,23801	+ 580	+0,027°	+0,024°
222	22. „ 1917	11 h a m	0,25468	0,23811	+1650	-0,518°	-0,458°
241	26. „ 1917	11 h a m	0,22321	0,23800	-1479	-0,396°	-0,350°
243	27. „ 1917	11 h a m	0,24109	0,23821	+ 288	+0,153°	+0,135°
245	28. „ 1917	11 h a m	0,24326	0,23811	+ 515	+0,070°	+0,062°
249	30. „ 1917	0 h p m	0,24637	0,23843	+ 794	+0,060°	+0,053°
258	23. Juli 1917	11 h a m	0,23788	0,23803	- 15	-0,174°	-0,154°

Die auf den anderen Beobachtungspunkten an der Station gewonnenen H-Werte sind in die Spalte H eingetragen, während in der weiterfolgenden Kolumne die Differenzen: $\Delta H = H - H'$ mit den zugehörigen Vorzeichen stehen.

Auf der Zeichnung ist diese Differenz, an dem gleichen Vorzeichen erkenntlich, zu einem jeden Punkt hinzugesetzt worden,

außerdem ist hier auch in Klammer die Journalnummer der Beobachtung aus der ersten Spalte der Tabelle beigelegt.

Der ganze Platz ist ziemlich eben, so daß größere Niveauunterschiede für die einzelnen Messungsstellen nicht vorkommen. Nach Nordwesten zu aber liegt er nahe an einem Abhang, so daß der Messungspunkt Nr. 208 schon fast $2\frac{1}{2}$ m und der Punkt 290 reichlich $1\frac{1}{2}$ m unterhalb des Böschungsrandes liegen.

Nach Osten hin hebt sich der Kammrücken noch ein wenig, infolgedessen liegt Platz 192 etwa 1 m höher als die übrigen Punkte.

Die Resultate von ΔH auf Tabelle und Karte lassen erkennen, welche auffällig große Abweichungen der Horizontalintensität innerhalb eines so kleinen Platzes von nur wenigen hundert Quadratmetern Ausdehnung in scheinbarer Regellosigkeit vorkommen!

Die größten Differenzen mit einander entgegengesetzten Vorzeichen finden sich an zwei um kaum mehr als nur **8 Meter** voneinander entfernten Stellen in nächster Nähe des kleinen Häuschens der Schloßwache, und zwar ist hier $\Delta H = +1650 \gamma$ an der Nordecke und $\Delta H = -1579 \gamma$ an der Ostecke. Der Gesamtunterschied beträgt also hier **3129 γ** , oder etwa **13 Prozent** der ganzen durchschnittlichen Horizontalintensität! Da der störende Einfluß irgendwelcher Eisengeräte auf Grund eingehender Nachprüfungen nicht in Frage kommt, muß die Ursache dieser Anomalien wohl in erster Linie auf elektrische Ströme zurückzuführen sein.

In dem Häuschen der Schloßwache befindet sich die Telephonzentrale, sowohl für die verschiedenen, zum Palais und zu seinen Nebengebäuden führenden Anschlußleitungen, als auch zu einem etwa 200 m höher im Gebirge belegenen Palais; die Leitungsdrähte, die zu dem letzteren sowie abwärts nach Samokow führen, sind frei teils zwischen, teils über den hohen Fichtenwäldern gespannt, so daß sie bei den hier zumeist sehr zahlreichen Gewittern dem Ausgleich größerer luftelektrischer Spannungen dienen können. Fast bei jedem Gewitter werden daher die in die verschiedenen Leitungen eingeschalteten Erdsicherungen wiederholt durchschlagen, am häufigsten naturgemäß an der Zentralstelle selbst.

Die Erdsicherung für die letztere befindet sich nun an der Nordwestwand unweit der nördlichen Ecke der Schloßwache, mithin gerade am nächsten demjenigen Messungspunkte (222), an dem die schon erwähnte größte positive Abweichung: $\Delta H = +1650 \gamma$

festgestellt worden ist, während die größte, ebenfalls schon genannte negative Differenz, $\Delta H = -1579 \gamma$, nahe der Ostecke in 8 m Entfernung beobachtet wurde.

Die der Zentrale zunächst liegende Anschlußstelle befindet sich an der Ostecke des Stationshauses (im Arbeitszimmer des Schloßverwalters), gegenüber dem Messungsplatze Nr. 214, wo $\Delta H = -1113 \gamma$ gefunden wurde, während der Punkt 206 in der Mitte zwischen beiden Häusern eine positive Differenz $= +853 \gamma$ ergibt.

Die Leitung für die Erdsicherung ist bei der ersten Anschlußstelle und ebenso bei der nächstfolgenden an der Südecke (im Stationszimmer) unterhalb des Fensters an der Außenwand hinabgeführt.

An der letztgenannten Hausecke treten wieder erhebliche Abweichungen auf, bei der größten, auf Platz 249, ist $\Delta H = +794 \gamma$.

Noch größere Anomalien zeigen sich aber an den beiden übrigen Hausecken, so ist z. B. auf Punkt 176 $\Delta H = -1319 \gamma$ und auf Punkt 39 $\Delta H = +1002 \gamma$. Hier finden sich zwar keine weiteren Telephonanschlüsse, wohl aber die Erdleitungen der beiden auf dem Dachfirst stehenden Blitzausleiterstangen. Die Hauptleitung führt in der Eeknische bei Platz 180 zur Erde, wo sie an einer ca. 1 qm großen, versenkten Kupferplatte verankert ist. Von der anderen Auffangstange auf dem südwestlichen Teile des Daches geht eine Nebenleitung an der Westecke des Hauses in den Boden.

Nahe der letzteren wurde auf dem Messungspunkt 176 $\Delta H = -1319 \gamma$ gefunden, während in der Nähe der Hauptleitung, also an den Stellen 45 und 180, die Abweichungen nicht so groß sind, sondern nur $+391$ bzw. $+578 \gamma$ betragen. Dagegen findet sich in etwas größerer Entfernung von ca. 10 m nördlich von diesem Blitzausleiter innerhalb eines, an die Nordecke des Hauses angebauten Schuppens ein beträchtliches $\Delta H = +1102 \gamma$.

In diesem Schuppen war anfänglich die Einrichtung eines erdmagnetischen Observatoriums geplant worden, die aber wegen der dort sehr erheblichen Inhomogenität des Kraftfeldes aufgegeben werden mußte.

In der vorletzten Spalte der Tabelle sind die halben Differenzen $\frac{1}{2}(\psi_1 - \psi_2)$ der beiden Spreizungswinkel vor und nach dem Durchschlagen der Rosen aufgeführt.

Entspricht einem Ablesepunkt a_0 auf der unteren Rose die Richtung der horizontalen Kraft im homogenen, also für beide

Rosen gleichgerichteten Felde bei ungespreizten Magneten, so verschiebt sich dieser Punkt, dessen Skalenwert sich aus der Mittelung der beiden Ablesungen in den Elongationsstellungen der beiden Rosen leicht ergibt, um einen Winkel $\alpha_0 - \alpha_1 = \frac{1}{2}(\varphi_1 - \varphi_2)$ im inhomogenen Felde, der proportional ist dem Winkel, den hier die Krafrichtungen in Höhe der beiden Rosen miteinander bilden.

Da die hier behandelten Beobachtungen stets in derselben Folge der beiden Messungsgruppen geschahen, so daß die untere Rose zuerst nach Westen und dann nach Osten abgelenkt wurde, so wird die Differenz $\frac{1}{2}(\varphi_1 - \varphi_2)$ bei Drehung der Krafrichtung in Höhe der unteren Rose gegenüber derjenigen im Niveau der oberen nach Westen naturgemäß positiv.

Dementsprechend sind auch die Vorzeichen in die genannte Kolonne der Tabelle und die gleichen Zahlengrößen mit zugesetzten Pfeilen, welche die Ablenkungsrichtung der unteren gegenüber der oberen Rose andeuten, in die Zeichnung eingetragen worden.

Fr. Bidlingmaier hatte bereits selbst als erster auf das interessante Verhalten der Doppelkompaßrosen im inhomogenen Felde hingewiesen¹⁾ und gezeigt, in welcher empfindlicher Weise die Spreizungswinkel auf die geringsten Unregelmäßigkeiten des magnetischen Feldes reagieren.

Die von Bidlingmaier abgeleitete Formel:

$$\delta = \frac{1}{2}(\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2}\varphi_0,$$

wo φ_1 und φ_2 die beiden Spreizungs- oder „Gegenwinkel“ vor und nach dem Umschlagen der Rosen und φ_0 die Spreizung im ungestörten Felde bedeuten, ergibt in erster Annäherung die Änderung δ der beiden Krafrichtungen im Niveau der Rosen; sie läßt erkennen: „daß unser Magnetsystem durch geeignete Wahl der Anfangsspreizung es ermöglicht, irgendwelche kleine lokale Kraftlinienverschiedenheiten im magnetischen Feld in einer fast beliebigen Vergrößerung zur Erscheinung zu bringen“²⁾.

Auf Grund dieser Formel sind auch die Werte für δ in der letzten Tabellenspalte berechnet, die naturgemäß nicht erheblich von der halben Differenz der nahezu 90° betragenden Spreizungswinkel abweichen.

¹⁾ Fr. Bidlingmaier, „Über eine höchstempfindliche Methode zur Untersuchung von Inhomogenitäten im erdmagnetischen Feld.“ Physikal. Zeitschr. 8, pag. 176, 1907.

²⁾ Vgl. pag. 178 a. a. O.

Die drei größten Werte: $\delta = -0,458^\circ$ (Nr. 222), $\delta = -0,350^\circ$ (Nr. 241) und $\delta = -0,361^\circ$ (Nr. 45), die im Maximum also nahezu $\frac{1}{2}$ Grad erreichen, ergeben sich bezeichnenderweise in größter Nähe der Erdsicherung der Telephonzentrale und des Hauptblitzableiters des Stationshauses.

In Anbetracht des geringen, nur etwa 12 cm betragenden gegenseitigen Abstandes der beiden Kompaßrosen, bei welchem solche Änderungen der Krafrichtung in der angegebenen Winkelgröße schon auftreten, geben diese im Zusammenhang mit den erheblichen Abweichungen der horizontalen Intensität ein anschauliches Bild von dem Störungseinfluß der atmosphärischen Elektrizität auf das erdmagnetische Feld.

Die Einwirkung der Blitzentladungen auf den Gesteinsmagnetismus, die bekanntlich schon von Humboldt vermutet wurde, hat in neuerer Zeit durch die Untersuchungen verschiedener Forscher an Wahrscheinlichkeit gewonnen.

So hat F. Pockels¹⁾ bekanntlich ermittelt, daß kleine, neben einem Blitzableiter aufgestellte Basaltstäbchen dauernd magnetisch wurden, so daß die Maximalstärke des Entladungsstromes aus der Intensität des remanenten Magnetismus schätzungsweise festgestellt werden konnte. Vor Pockels war schon G. Folgheraiter²⁾ zu dem Ergebnis gelangt, daß die ausgezeichneten Punkte („magnetischen Pole“), die man unregelmäßig zerstreut in den Gesteinen findet, auf Blitzentladungen zurückzuführen sind.

Weitere Untersuchungen in dieser Richtung haben dann Gaetano und Giovanni Platiana³⁾ angestellt, und u. a. als Folge einer Blitzentladung die Magnetisierung desjenigen Teils einer aus Lavagestein (vom Aetna) erbauten Mauer nachgewiesen, an welchem der Draht des Blitzableiters entlanggeführt worden war.

Daß beträchtliche polare Magnetisierungen auch bei eisenhaltigen alten Ergußgesteinen wie beim eisenhaltigen Granit durch elektrische Entladungsströme aus der Atmosphäre hervorgerufen werden, läßt sich aus der oben geschilderten magnetischen Lokalaufnahme mittels des Doppelkompasses mit ziemlicher Sicherheit entnehmen.

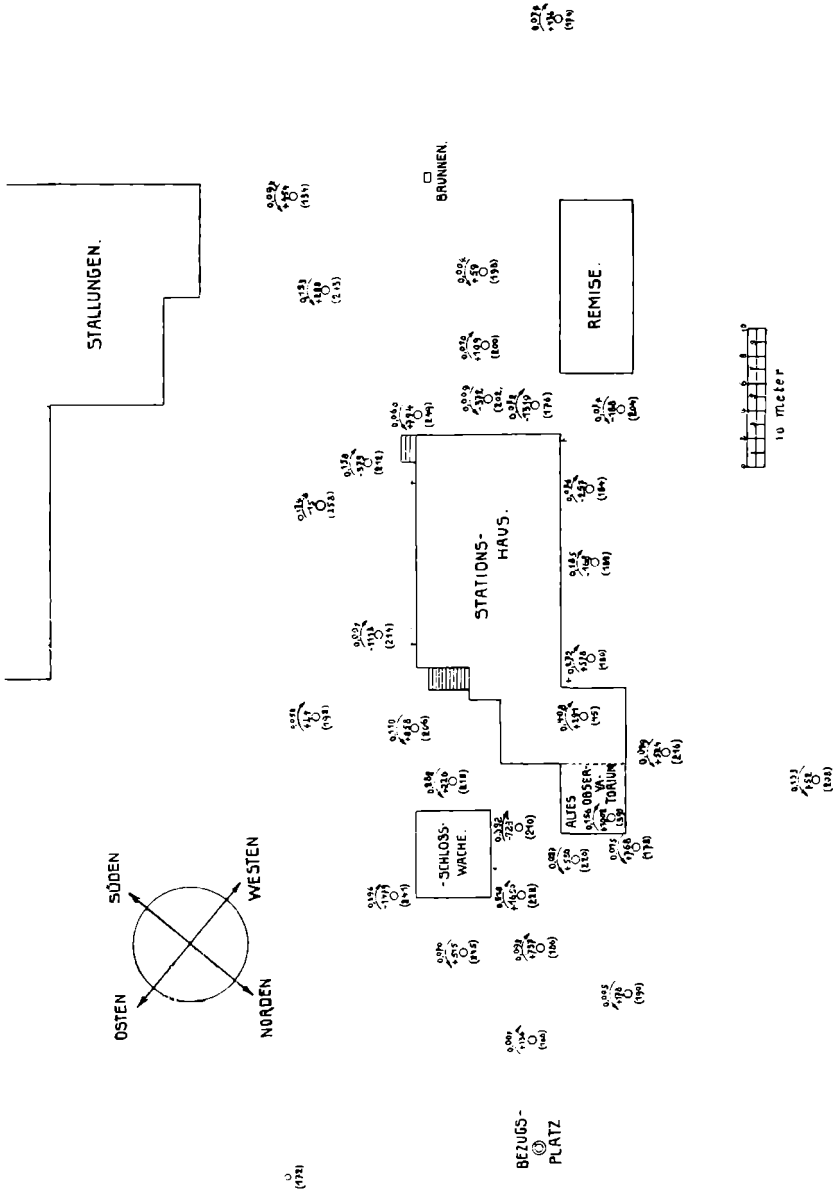
¹⁾ Physikal. Zeitschr. 1901, 2. pag. 306 u. 3. pag. 22,

²⁾ Naturwissensch. Rundschau, (Ref.) XII 1897, Nr. 29. Meteor. Zeitschr. 1897, pag. 426.

³⁾ Meteor. Zeitschr. 1906, pag. 318.

Ihr Ergebnis zeigt aber auch, daß bei allen magnetischen Detailaufnahmen, die dem Studium des Zusammenhanges zwischen magnetischen Anomalien und dem geologischen Bau der Erdrinde dienen sollen, oder auch sofern sie praktische Zwecke, wie z. B. das Aufsuchen von Erzlagerstätten, verfolgen, zu denen sich der Reisedoppelkompaß wegen seiner Handlichkeit und leichten Transportfähigkeit vor allem eignen dürfte, die Möglichkeit der Einwirkung atmosphärischer Elektrizität auf die Entstehung lokaler magnetischer Anomalien nicht außer acht zu lassen ist.

Zum Schlusse dieser Arbeit ist es mir ein Bedürfnis, dem früheren Direktor des Meteorologischen Institutes zu Berlin, Herrn Prof. Hellmann und insbesondere auch dem Leiter des Erdmagnetischen Observatoriums zu Potsdam, Herrn Prof. Ad. Schmidt für die stets liebenswürdigst gewährte Erlaubnis zur Vornahme meiner Untersuchungen und Anschlußmessungen meinen warm empfundenen Dank auszusprechen. Auch bin ich diesen Herren sowie den Mitgliedern des gleichen Instituts, Herren Prof. Lüdeling, Nippoldt und Brückmann für das mir erwiesene freundliche und hilfsbereite Entgegenkommen zu großem Danke verpflichtet.



Referate

E. Seidel, Die geologischen Gesetzmäßigkeiten, welche im Hessisch-Thüringischen (Werra-Fulda-) Gebiet für den Zechstein-Kalialzbergbau maßgebend sein müssen. Zeitschrift „Kali“ 1923, Heft 2, 5, 6.

Ausgehend von den Untersuchungsergebnissen in Salzhorsten, kommt der Verfasser auf Grund des Studiums zahlreicher bergbaulicher Aufschlüsse im Werra-Fulda-Gebiet zu dem Ergebnis, daß obige Salzvorkommen nicht deszendenter Natur sind, sondern infolge tektonischer Vorgänge in Verbindung mit Salz- und Magmaauftrieb sowie durch Lösungsumsatz aus einem dem Staffurter ähnlichen Lagertyp entstanden. Nach dem Verfasser spielten sich diese Vorgänge in zwei zeitlich weit auseinanderliegenden Phasen ab. In den unter „tektonischem und Schweredruck des Deckgebirges“ stehenden Salzmassen lösten Bewegungsvorgänge tektonischer Art ausschließlich horizontal gerichtete „Translokations“-Gleitungerscheinungen aus, die bei gleichzeitigem Vorbeigleiten des Liegend- und Deckgebirges zunächst eine tektonisch plastische Differentiation, eine Entmischung der verschiedenen plastischen Salzschichten und in einem späteren Stadium zum Teil deren schuppenförmige Übereinanderschichtung im Gefolge hatten. — So bildete sich, wie schon Everding und Zimmermann vermuteten, durch lagenförmige Anhydrid- und Tonausscheidung eine neue Schichtenfolge, der Plattendolomit des Werragebietes, und es entstanden die dem Bergmann bekannten Überschiebungerscheinungen, die Flöz wiederholungen (Ober-Unterlager) und Lageranstauungen, während gleichzeitig hiermit und wenig später, also schon zur Zeit der ersten Phase, auf kilometerlangen flachen Überschiebungsflächen veredelnde Grundwasser vorge drungen sein sollen. Die erste wohl kimmerische Phase hatte so den Grundplan der Lagerstätte bereits geschaffen, als durch Bewegungsvorgänge „rein tektonischer Art“ in einer zweiten, wohl alttertiären Phase („Dislokations“-Phase) das inzwischen zum Teil bis auf den Buntsandstein erodierte Deckgebirge nach herzynischen und rheinischen Richtungen „zerspalten“ wurde. Unter dem Schweredruck des Deckgebirges wurden vorwiegend die oberen Salzschichten (oberes Lager) an den durch die vorhergehende Zerspaltung geschaffenen tektonisch schwachen Stellen des Deckgebirges, hier mehr in der einen, dort mehr in der andern Richtung aufgewölbt und zum Teil quer zur ersten Phasenrichtung spezialgefaltet.

Unabhängig von diesen Vorgängen wurden die unteren Salzhorizonte mit dem Unterlager schon vor Eintritt der zweiten Phase umgeformt, und zwar durch Bewegungen (Senkungen) des Liegendgebirges entlang von Störungen, auf denen Basaltmagma in den Salzkörper eindrang. Im Zusammenhang mit den Basalteruptionen wurde Kohlensäure entlang von Schichtfugen mit Vorliebe in Lagerstauzonen in Form der bekannten Racheln infiltriert.

Das im Salzgebirge auftretende Bitumen entstammt nach Ansicht des Verfassers bituminösen Schichten des Liegendgebirges und drang von dort zunächst in das ältere Steinsalz und auf Fugen von Überschiebungs- und Gleitflächen nach den hangenden Salz- und Deckgebirgs-

schichten. — Im einzelnen werden noch die Begriffe Dislokation und Translokation erläutert, deren Umformungserscheinungen in der ersten bzw. zweiten Phase illustriert und auf deren Nutzenanwendung für den Bergbau hingewiesen.

Das der wesentlichste Inhalt der vielseitigen Ausführungen, die in charakteristische Wortbegriffe gekleidet sind, unter deren vielfacher Auffrischung und weitgehender Systematisierung die klärende Begründung wohl vereinzelt etwas zu kurz kam. So dürften bei der Umlagerung der Anhydrite und Salztone zum Plattendolomit bereits Überschiebungsvorgänge mitgewirkt haben; denn es ist kaum denkbar, daß ausschließlich horizontal gerichtete Translokationsvorgänge ein Aneinandervorbeigleiten der Salzsichten, eine klinale oder gar seigere restlose Verfrachtung der spezifisch schwereren Anhydritmassen nach dem Hangenden bewirkten. Auch die Annahme, daß schon während der ersten Phase, als die Salzvorkommen noch von einem mindestens 1500 m mächtigen, zum großen Teil wasserundurchlässigen Deckgebirge bedeckt waren, auf den Überschiebungsflächen veredelnde Grundwasser nach dem Kalilager zudrangen, erscheint bloß unter der Voraussetzung bereits vorhandener oder gleichzeitig entstandener starker Zerklüftung des Deckgebirges diskutabel. Der Verfasser neigt anscheinend zur Ansicht, daß sich auch in dem heterogenen unter tektonischem und Schweredruck stehenden Deckgebirge infolge Gleitungsvorgängen flache bis zum Grundwasserbereich sich fortsetzende Überschiebungsklüfte bildeten. Unerklärlich erscheint aber dann unter diesen denkbar günstigen Umständen, tektonischer Druck bei mächtigem und disloziertem Deckgebirge, das völlige Ausbleiben des „durchspießenden Salzauftriebes“, der auffälligerweise erst in einer späteren Phase erfolgte, als das Deckgebirge bereits abgetragen und die Schwerdruckwirkung entsprechend vermindert war. Von derartigen auch folgerichtig im Liegendgebirge angenommenen Überschiebungsfugen aus denkt sich der Verfasser wohl auch das ältere Steinsalz mit Bitumen „imprägniert“ oder besser angereichert; denn bekanntlich ist nach den Pollenbefunden auch dem Salzgebirge ein primärer Bitumengehalt eigen.

Charakteristisch sind die mit der Zertrümmerung und Verwerfung des Deck- und Liegendgebirges verbundenen Umformungserscheinungen des Salzkörpers. Im ersten Fall wurden nur die oberen Salzsichten mit dem Oberlager aufgewölbt und gefaltet bei ungestörter Lagerung der unteren Salzhorizonte mit dem Unterlager. Im zweiten Falle wurden beim Nachsinken der Liegendschichten unter der Einwirkung des gleichzeitig aufsteigenden Basaltmagmas die liegenden Salzsichten mit dem Unterlager bei lokal ruhiger Lage der oberen Horizonte schwach gefaltet und nachgeschleppt.

Ein hohes praktisches Interesse verdienen die Darstellungen über den Laugenzufluß auf Spalten und horizontalen Schichtfugen in Verbindung mit der Veredelung des Lagers durch Lösungsumsatz, sowie die Erörterungen über den „kritischen Horizont“. Geophysikalische Untersuchungen, sei es nach elektrischen Methoden (insbesondere durch Wellen) oder auf magnetischem Wege (um Basalte zu suchen und damit auch Rachelfelder), dürften sowohl von theoretischem wie auch praktischem Interesse sein.

Die illustrierten geologischen Gesetzmäßigkeiten sind in der Hauptsache den in der ersten Phase vorwiegenden tektonischen Gestaltungsvorgängen zu danken. Diese dürften auch in der zweiten Phase neben

den hier besonders in Erscheinung tretenden Schwerdruckwirkungen den „Salzauftrieb nicht nur eingeleitet“, sondern manchen Erscheinungen nach noch zeitlich begleitet haben. Wenn man auch einzelnen Ansichten des Verfassers nicht beipflichten kann und manche Erscheinungen im Salzgebirge noch näher aufzuklären sind, so bedeutet die umfassende Arbeit einen aner kennenswerten Fortschritt in der Erkenntnis der permischen Salzagerstätten.

Dr. Stier.

A. Prey, C. Mainka, E. Tams. Einführung in die Geophysik. 82 Textabbildungen. 4. Bd. der Naturwissenschaftlichen Monographien und Lehrbücher. Berlin, Jul. Springer, 1922.

In dem vorliegenden Buch soll gezeigt werden, wie man durch Beobachtungen auf der Erdoberfläche und durch Zusammenfassen von Kenntnissen aus anderen Wissenschaftszweigen zu erdphysikalischen Ergebnissen gelangt. Die Anlage ist so gehalten, daß das Buch als Einführung dienen kann. Für ein eingehenderes Studium ist eine reichliche Literatur angegeben.

Das Buch zerfällt in drei Hauptteile:

- I. Anwendung der Methoden der Erdmessung auf geophysische Probleme von Prof. Dr. A. Prey. 190 Seiten umfassend. Die Unterteilungen sind:
 1. Die Bestimmung des Geoides durch Triangulierung;
 2. Die Bestimmung des Geoides aus Schweremessungen;
 3. Die Bestimmung der Seehöhe;
 4. Theorie der Gezeiten;
 5. Die Konstitution der Erde.
- II. Erdbebenwellen von Prof. Dr. C. Mainka. Auf 41 Seiten, da dieser Teil gegenüber den beiden anderen gedrängter gefaßt werden sollte; der eine Hauptabschnitt behandelt die seismische Instrumentenkunde, der andere Seismometrie und Seismophysik.
- III. Die endodynamischen Vorgänge der Erde von Prof. Dr. E. Tams. 96 Seiten. Die fünf Hauptabschnitte sind:
 1. Die Herausbildung des Grundgerüsts der Erdrinde;
 2. Ursachen der Krustenbewegungen;
 3. Vulkanismus;
 4. Erdbeben;
 5. Säkulare Verschiebungen der Grenzen zwischen Land und Meer.

Mainka.

Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik. Ingenieurwissenschaftliche Forschungsarbeiten. Bd. 3, Heft 1 und 2, 1923. Herausgegeben von Prof. Dr. R. von Mises, Berlin.

Die vorliegende Zeitschrift behandelt vor allem Probleme der angewandten Mathematik und Mechanik und kommt in manchen Fällen auch in die Nähe von Aufgaben aus dem Gebiet der angewandten Geophysik. Aus diesem Grunde soll hier, so weit es sich ohne Wiedergabe von Figuren und Formelentwicklungen ermöglichen läßt, kurz auf einige in den beiden dem Ref. vorliegenden Heften veröffentlichten Arbeiten hingewiesen werden.

Die „Bodentragfähigkeit“ behandelt im ersten Heft Joachim Schultze in Berlin. Der Verfasser gibt zunächst die theoretischen Grundlagen für die rechnerische Ermittlung der Tragfähigkeit des mit

größeren Bauten zu belastenden Erdreiches unter vereinfachenden Voraussetzungen und geht dann auf einige Sonderfälle ein.

(Soll eine Fläche mit einem größeren Bautenkomplex bebaut werden, so wird es oft angebracht sein, den Untergrund mit Hilfe der Arbeitswege der angewandten Geophysik untersuchen zu lassen, um von unliebsamen Überraschungen verschont zu sein. Auch wenn aus irgend welchen Gründen die Tragfähigkeit des Bodens nachläßt, kann in manchen Fällen mit Hilfe solcher Methoden die Veranlassung ermittelt werden. Z. B. sind vor einer Reihe von Jahren bei der Untersuchung der Grundbausohle des einen Hauptpfeilers des Straßburger Münsters auf Anregung des Ref. auch geophysikalische Methoden herangezogen worden. d. Ref.)

Unter den zusammenfassenden Berichten des 1. Heftes befindet sich ein Aufsatz von P. Luckey: „Nomographische Darstellungsmöglichkeiten.“ Solche Auswertungsmethoden kommen z. B. auch in der Seismik vor, bei der Feststellung eines Epizentrums aus den Beobachtungen der Eintrittszeiten gleicher markanter Einsätze in den Seismogrammen mehrerer Erdwarten in Anwendung. Unter den „Kurzen Auszügen“ S. 59—62 wird dem Fachmann der angewandten Geophysik die Notiz über die Beanspruchung in Betonfundamenten wie sie für sehr hohe Schornsteine in Frage kommen in die Augen fallen. Hierbei sei noch vom Ref. an die Schwingungen solcher hohen Bauten, auch Türmen, bei starken Windstößen erinnert, wie sie zuerst wohl in Japan (Omori), nach Ansicht des Ref. allerdings mit nicht ganz zulänglichen Mitteln, ausgeführt worden sind.

Unter den Buchbesprechungen kommt für den Geophysiker vor allem das nunmehr in 2. Auflage erschienene Buch: „Integralgleichungen und ihre Anwendungen in der mathematischen Physik“ von A. Kneser in Frage. Auf die Anwendung solcher Gleichungen in der Seismik hat bekanntlich zuerst Herglotz in der Physik Zeitschr. 1907 hingewiesen.

Im 2. Heft befindet sich eine Arbeit von Eberhard v. Brauchitsch „Zur Theorie und experimentellen Prüfung des Auswuchtens.“ Maschinenteile, die sich beim Betrieb einer Maschine in dauernder Drehbewegung um eine feste Achse befinden, müssen bekanntlich ausgewuchtet sein d. h. ihre Drehachsen müssen Trägheits-Hauptachsen sein. Sind solche Teile nicht ausgewuchtet, so entstehen im Maschinenpfeiler und im umgebenden Boden Vibrationen, die zumeist mit Hilfe von Seismographen oder seismographenähnlichen Apparaten festgestellt werden können. Herstellung der Massensymmetrie um eine Drehachse eines sich drehenden Körpers heißt Auswuchten. Man unterscheidet statische und dynamische Auswuchtung. Bei der ersteren fällt die freie Achse mit der Drehachse nicht zusammen, ist ihr aber parallel. Beim umlaufenden Drehkörper tritt eine im Schwerpunkt angreifende Einzelfliehkraft auf, deren Beseitigung die statische Auswuchtung heißt. Ist die Massenverteilung des Drehkörpers unsymmetrisch, so verdreht sich die freie Achse gegen die Drehachse, der Schwerpunkt des Körpers tritt aber nicht aus der Drehachse heraus. Beim Betrieb treten Fliehkraftmomente um den Schwerpunkt auf, deren Beseitigung man dynamisches Auswuchten nennt. Meist begnügt man sich mit der statischen Auswuchtung. Beide Verfahren lassen sich mit der vom Verfasser näher behandelten Auswuchtmaschine von Lawaczek-Heymann anwenden.

Mainka.

Prof. Dr. F. X. Schaffer: Lehrbuch der Geologie. I. Teil. Allgemeine Geologie. 2. u. 3. erweiterte Auflage. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1923.

Ein Lehrbuch ist nicht immer in erster Linie eine wissenschaftliche Tat; das, was es vom Verf. fordert, ist trotzdem nichts Geringes: es ist vor allem der gewisse Instinkt oder Takt, das zu finden, was über das Stadium der größten Unsicherheit hinaus ist. Es ist des weiteren die Gabe, es so darzustellen, daß es klar und leicht begreifbar ist. — In Ansehung des 1. Punktes besteht die Hauptschwierigkeit darin, daß man von Zeit zu Zeit gezwungen ist, dies und jenes über Bord zu werfen, wenn es dazu reif ist, — ja, daß man den ganzen Stil eines Lehrgebäudes als nicht für alle Zeiten genügend anerkennt und frisch und mutig daran geht, ein neues zu schaffen.

Ohne Zweifel ist es hierbei ein gewisser Vorzug, wenn bei der Darstellung eine persönliche Note sich fühlbar macht, sie kann mühelos, glatt sein, oder aber mühsam, schwerfällig, ja, der einmal eingeschlagene Weg der Betrachtung kann sich gezwungen sehen, Schwierigkeiten zu überwinden, die sonst hätten vermieden werden können, — so daß dieser Weg selber gezwungen scheint. Es sollte, bei allem Streben nach Erneuerung die Aufgabe eines Lehrbuches sein, jenseits aller möglichen Individualitäten des Ausdrucks eine Darstellungsart zu pflegen, die man als Komponente, als Norm bei gewissen, mechanisch einfachen Vorgängen schon lange gefunden hat und nicht vermissen mag. Sonst wird nicht nur die Darstellung selbst, sondern auch das System der Einteilung, der Trennung einzelner Vorgänge voneinander, — die immer etwas Künstliches hat, aber zu didaktischen Zwecken eben unvermeidlich ist, — es mit sich bringen, daß man zweifelt, ob gewisse Vorgänge vom Leser richtig verstanden werden.

Individualität des Ausdrucks, der Auffassung findet sich in erfreulicher Weise im Kapitel über „Vulkanismus“ (S. 16) das durchaus geeignet ist, den dem Abschnitt „Typen vulkanischer Ausbruchstätigkeit“ (S. 64) vorangesetzten Worten entsprechend, den Eindruck fast unendlicher Mannigfaltigkeit zu erwecken. — Ebenso schön ist der Abschnitt über die Wirkungen der „Erdbeben“ (S. 162) durch seine Anschaulichkeit, das viele herbeigebrachte Material. Allgemein bilden einen Vorzug die vielen Einzeldaten und das z. T. reichliche statistische Material, sowie deren Übernahme aus bisher zu wenig berücksichtigten und neueren Quellen. — Da es sich indessen mehr darum handeln kann, Vorschläge zu Änderungen zu machen, als Gutes zu loben, so seien einige Punkte hervorgehoben, die nicht befriedigend gelöst erscheinen: —

Im Abschnitt I: „Die Erde und ihre Kraftquellen“ (S. 5) erscheint etwas uneinheitlich und unmotiviert die sehr ausführliche Darstellung der Meteoriten (über 10 Seiten), während sich beispielsweise das Kapitel über Erdinneres mit $1\frac{1}{2}$, dasjenige über Magnetismus mit knapp einer Seite, das über Radioaktivität mit nicht 20 Zeilen begnügen muß. — Der Abschnitt über „Störungen der Erdrinde durch Faltung“ leidet u. E. etwas unter einer gewissen Schwerfälligkeit des Ausdrucks, einem gewissen Schematismus, die geradezu Schwierigkeiten vorzutauschen geeignet sind, wo gar keine bestehen. Wünschenswert wäre, wenn die Begriffe „Achse“ und „Achsenenebene“ auseinandergehalten würden (S. 125), unter der Achse einer Falte versteht man doch vielfach etwas anderes. Bei manchen Kapiteln, so der

„Chemischen Verwitterung“ (S. 194) möchte man etwas mehr spezielle und präzisere Darstellung wünschen, der ganze Abschnitt läßt uns das doch heute wünschenswerte Eingehen auf die Resultate der Bodenkunde vermissen. Dasselbe gilt für die „Organische Verwitterung“ (S. 207), das ganze komplizierte Gebiet ist in ca. 80 Zeilen erledigt, wobei das Problem der Humusentstehung usw. knapp gestreift wird.

Wenn also da und dort der Wunsch nach einer etwas ausführlicheren Darstellung geäußert wird (so z. B. auch im Kapitel über Kohle, S. 368, der Zusammenhang mit dem Verrotungsprozeß, der Unterschied zur Verwesung, das Verhältnis zur Humusbildung, ähnlich im Abschnitt über Bitume S. 377), — so scheint uns hier ein Bedürfnis vorzuliegen, dem in einer Neuauflage hoffentlich Rechnung getragen wird. Es brauchte das Buch deshalb noch gar nicht voluminöser zu werden, — wenn manche Wiederholungen vermieden würden, die lediglich eine Folge der Art der Sichtung des Stoffes sind. Und damit kommen wir zu einem wichtigen Punkt: Unvollständigkeit auf der einen, Wiederholungen auf der anderen Seite werden vielleicht nur vorgetäuscht durch ein vielleicht beabsichtigtes System. So wird das Kapitel über Diagenese (S. 407), vollends das eine Seite umfassende über Metamorphose, beim unbefangenen Kritiker den Eindruck einer z. T. nur zwanglosen Aufzählung von Beispielen, ohne die kritische Umgrenzung des Begriffes, ohne die nötige Betonung der Probleme, erwecken. Auf der anderen Seite bringt es dies System mit sich, daß wir z. B. über das vielfach so klare Verhältnis zwischen Lößverlehmung und Lößmännchen erst aus 2 verschiedenen Stellen kompilieren müssen (S. 392 und S. 410), ohne die wünschenswerte Klarheit unmittelbar dem Text selber entnehmen zu können. —

Das Kapitel „Transport durch fließendes Wasser“ (S. 322) muß notwendig vieles bringen, was unter „Sedimente“ (S. 382) wiederholt wird. Unter „Deflation in der Wüste“ (S. 327) finden wir naturgemäß ähnliches, wie unter „Terrestre Sedimente“ (S. 389), die Begriffe isopisch-heteropisch werden unter „Facies“ (S. 405) und unter „Sedimente der Vorzeit“ (S. 417) erläutert. Neben dem Kapitel „Korrosion des fließenden Wassers“ (S. 238) finden wir ein zweites „Wiederbelebung der Erosion“, gewiß mag es möglich sein aus solcher Neuformierung neue Gesichtspunkte herzuleiten, aber es wird nicht leicht sein, den richtigen Platz für manches zu finden, dessen Stellung in der Natur vielleicht ganz klar gegeben ist. — Fast unnatürlich erscheint darum auch die Trennung des $1\frac{1}{2}$ Seiten langen Kapitels über die Eiszeit (S. 326) von demjenigen über die Gletscherlandschaft (S. 314), in dem die glazialen Erscheinungen der Eiszeit behandelt werden. Man vermißt hier vielleicht eine Darstellung der Frage des Verhältnisses von Terrassen von Eiszeiten, — aber die Terrassenentstehung wird im Kapitel Wiederbelebung der Erosion (S. 250) behandelt. Schließlich vermißt man die Besprechung mancher doch recht beachtenswerter Punkte: so z. B. das Problem der Permanenz, die Diskussion der Begriffe „Primärzone“, „Oxydationszone“, der Philippischen These über das Verhältnis von Globigerinen- zu rotem Tiefseeschlamm usw. — —

Von dem häufigen Gebrauch von Fremdwörtern, z. T. neu eingeführten Fachausdrücken, z. T. bisher unter anderer Bedeutung verwendeten Wörtern (Xenomorph, automorph S. 118 für tektonische

Einheiten!), der bereits von anderer Seite bei Besprechung der 1. Auflage (1. Vorwort zur 2. und 3. Auflage) beanstandet worden ist, sollte, trotz der Rechtfertigung des Verfassers, abgeraten werden. Ganz kann man sie ja nicht vermeiden, aber gerade hinsichtlich der Auswahl des in diesem Punkte Zulässigen haben so manche ältere Lehrbücher einen gewissen Gebrauch sanktioniert, über den man nicht ohne Not hinausgehen sollte. Fachausdrücke schaffen zu leicht eine Atmosphäre der Schematisierung, und gerade dem Lernenden wird damit etwas gereicht, dessen wahres Wesen er nicht richtig einschätzt. Es müßte gerade im Lehrbuch erstrebt werden, auf der einen Seite möglichst klare und knappe Vorstellungen und Begriffe zu geben — aber mit ihnen zugleich die Notwendigkeit unbefangener Naturbetrachtung zu lehren (s. die Widmung des Buches an Th. Fuchs!), — der aber gerade nichts gefährlicher sein muß, als eine Menge von Fachwörtern, — Schlagwörtern.

Wepfer.

Literatur

zur angewandten Geophysik nebst Nachbargebieten

Geologie:

- Racheneur, Le niveau marin de Petit Buisson dans le gisement westphalien du couchant de Mons. Rev. univ. min. mét. Sept. S. 15, 1922.
- Range, P., Die Geologie der Isthmuswüste. Zeitschr. d. deutsch Geol. Ges. 1920.
- Reed, F. Th., The Geology of the British Empire. London 1921.
- Röhler, Geologische Untersuchung der Beziehungen zwischen den Gesteinspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz im nördlichen Schwarzwald und im südlichen Kraichgau. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrh. Geol. Ver. Bd. 11, 1922.
- Rosenbusch-Osann, Elemente der Gesteinslehre. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1922.
- Russian, Records of the Geological committee of the (Russian) far East, 1920—22.
- Sauer, A., Die Donauversickerung. Schwäb. Merkur Nr. 209, 1922.
- Schindewolf, O. H., Versuch einer Paläogeographie des Europäischen Oberdevonmeeres. Abhandl. der Deutsch. Geol. Ges. 1922.
- Schmidt, Über Gebirgsbildungshypothesen. Jahrb. Geol. Wien Nr. 1/2, S. 1, 1922.
- Scupin, H., Die erdgeschichtliche Entwicklung des Zechsteins im Vorlande des Riesengebirges. Sitzungsber. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Nr. 53, S. 1266.
- Staub, Th., Geologische Beobachtungen im Avers und Oberhalbstein. Ecol. geol. Helv. Nr. 4, S. 492, 1920.
- Stieler, C., Ein Beitrag zum Kapitel „Klüfte“. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Paläont. Nr. 21, S. 664, Nr. 22, S. 703, 1922.

- Thoms, G., Einführung in die Geologie Nordwestdeutschlands. F. Enke, Stuttgart.
- Till, A., Mineralogisches Praktikum. Schwerolla und Heick, Wien, 1920.
- Wahnschaffe, F., Geologie und Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. Stuttgart 1922.
- Wieggers, Geologisches Wanderbuch für die Umgegend von Berlin, 1922. Ref. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläont. Nr. 1, S. 70, 1922.
- Winchell, H. V., Geologie of Tachna and El Oro, Mexiko. Trans. Amer. Inst. Min. Metallurg. Eng. Bd. 66, 1922.
- v. Wolff, F., Einführung in die allgemeine Mineralogie, Kristallographie, Kristallphysik, Mineralchemie. Quelle u. Meyer, Leipzig, 1922.
- Wolff, W., Erdgeschichte und Bodenaufbau Schleswig-Holsteins unter Berücksichtigung des nordhannoverschen Nachbargebietes. Friedrichsen u. Comp., Hamburg, 1922.
- Yakowlew, Material zur Geologie des Donezbeckens. Steinsalz, Dolomit, Kupfersandstein. Mém. Com. Géol. Nr. 94, 1914 (Ruß.).

Ol:

- v. Antropoff, A., Die Ölschieferlager und die Ölschieferindustrie in Esthland. Ztschr. f. angew. Chem. Nr. 91, S. 647, 1922.
- Blumer, E., Die Erdöllagerstätten und übrigen Kohlenwasserstoffvorkommen der Erdrinde. Glückauf Nr. 46, S. 1393, 1922. Petroleum Nr. 4, S. 51, 1923.
- Bosworth, T. O., Entdeckung eines neuen großen Ölfeldes in den Vereinigten Staaten. Ztschr. d. intern. Ver. der Bohringenieur und Bohrtechniker. Nr. 23, 1922.
- Carmody, P., Trinidad als ein Gebiet für das Studium für die Entstehung von Erdölen. The Technical Review. Juni 1921, S. 194.
- Dodd, Some preliminary experiments on the migration of oil up lowangle dips. Econ. Geol. Juni — Juli 1922, S. 274.
- Friedl, Die Entstehung des karpathischen Erdöls. Ztschr. Ver. Bohrtechn. 1. Jan. 1923, S. 1; 15. Jan. 1923, S. 9; Forts. folgt.
- Gault, H., und Merle, A., Die natürlichen Kohlenwasserstoffe und die Petroleumfrage in Madagaskar. Petroleum Nr. 34, S. 1413, 1922.
- Ghambashidze, Die Ölfelder und die Petroleumindustrie Kaukasiens. Weltwirtsch. Archiv 1922, Chronik Nr. 3, S. 178.
- de Hautpick, Oil prospects in Australia. Min. Journ. 137, Nr. 4530, S. 456; Nr. 4531, S. 476; Nr. 4532, S. 500; 9. Dez. S. 920; 16. Dez. S. 941, 1922.
- Höfer, H., Die Entstehung der Erdöle. Allgem. österr. Chem.- u. Techn.-Zeitung 40, Nr. 18/19, 1922.
- , Bessere Ausnutzung der Erdöllagerstätten. Allgem. österr. Chem. u. Techn.-Zeitung 41, Nr. 3, 1923.
- Letsö, L., Das Erdgasfeld von Sarmasel. Petroleum Nr. 2, 3, 4, 1923.
- Milner, Mesopotamia, a review of its geology and petroleum resources. Min. Mag., Aug. 1922, S. 88.
- Monnett, Possible origin of some of the structures of the mid-continent oil-field. Econ. Geol. Mai 1922, S. 194.
- Mrazec, L., Über die Entstehung der Erdöllagerstätten. Ztschr. d. Intern. Ver. d. Bohringenieur und Bohrtechniker 30, Nr. 22, 1922.

- von zur Mühlen, L., Die Verbreitung der Ölschiefer im östlichen Teile des Europäischen Rußlands. Beiträge zur Kenntnis der Ölschiefer. III. Petroleum Nr. 36, S. 1477, 1922.
- Nowack, E., Die Erdölvorkommen in Albanien. Petroleum Nr. 2, S. 41, 1923. Petroleumvorkommen, Neuentdeckte — und ihre Bedeutung. Bergbau 30. Nov. 1922, S. 1549.
- Powers, S., Reflected buried bills and their importance in petroleum geology. Econ. Geol. Juni — Juli, S. 233, 1922.
- Redfield, A. A., Petroleum und Asphalt in Venezuela. Chem. Abstr. 15, Nr. 9, S. 1395, 1921; Eng. Mining Journ. 111, S. 357, 1921.
- , Petroleum in Borneo. Econ. Geol. Aug. 1922, S. 313.
- Rinne, E., Brennschiefer und Schieferölgewinnung in Esthland. Beiträge zur Kenntnis der Ölschiefer, II, 2. Petroleum Nr. 35, S. 1441, 1922.
- Skirvin, Experimental study of the invasion of oil into a water-wet-sand. Econ. Geol. Sept. 1922, S. 461.
- Staub, Aus dem Petroleum-Gebiet von Ost-Mexiko. Petroleum Nr. 34, S. 1422, 1922.
- Stier, K., Vorläufige Mitteilung über das Ergebnis der Untersuchung der württembergischen Ölschiefer- und Eisenerzvorkommen. Jahrb. u. Mitt. des Oberrhein. geol. Ver. 1922.
- Vrancken, Le bassin houiller du nord de la Belgique. Ann. Belg. Nr. 3, S. 847, 1922.

Kohlen:

- Brücher, M., Die Kohlenvorkommen und der Kohlenbergbau Chinas. Glückauf Nr. 41, S. 1225; Nr. 42, S. 1253; Nr. 43, S. 1283; 1922.
- Fleissner, Über Verwitterungsrückstände im nordwestböhmischem Braunkohlenrevier. Mont. Rundsch. 1. Jan., S. 2, 16. Jan. S. 17, 1923.
- Frieser u. Schmidt, Die Kohlenvorkommen von Schneidemühl und Trosau. B. H. Jahrb. Wien. Nr. 3, S. 31, 1922.
- Gradenwitz, Examining coal in incident light. Fuel, Beilage zu Coll. Guard. Nr. 1, S. 21, 1923.
- Graham, J., Gesteinstemperaturen in dem Kohlengebirge Großbritanniens. Coll. Guard. 23. Juni 1922.
- Kiesewetter, Beiträge zur Frage der wirtschaftlichen Entwicklung des Braunkohlenbergbaues im Halleschen Revier. Braunkohle Nr. 42, S. 717, Nr. 44, S. 750, 1923. Forts. folgt.
- Morgans, Coal mining in Spain. Coll. Guard. 29. Dez. 1922, S. 1580.
- , The Villablino coalfield, Spain. Ir. Coal Tr. R. 22. Dez. 1922, S. 919.
- Mellor, Recent additions on the knowledge of the South African coal fields. Coll. Guard. 28. Juni S. 211; 4. Aug. S. 272; 11. Aug. S. 334, 1922.
- Ress, Subsidence in anthracite areas. Coll. Guard. 22. Dez. 1922, S. 1580.
- Robertson, The Greta and South Maitland coal fields. New South Wales. Ir. Coal Tr. R. 17. Nov. S. 735; 1. Dez. S. 1333; 8. Dez. S. 1413, 1922.
- Übersichtskarte der Stein- und Braunkohlengruben im Deutschen Reiche nebst Register. Gea-Verlag Berlin W. 35.
- Walter, Übersichtskarte der Braunkohlenvorkommen auf dem Westerwald. Gea-Verlag, Berlin W. 35.

Physik:

- v. Angerer, E., u. Ladenburg, Über verschiedene Schallmeßverfahren. Verhandl. d. Deutsch. Phys. Ges. 1922.
- Aubell, F., Die neuen Breithauptschen Gruben-Theodolite und die Leobener Steilschachtenordnung für Steckhülseaufstellung. Österr. Monatsschr. 1. Dez., S. 231.
- Austin, L. W., Die monatlichen Durchschnittswerte der Signalstärken von Nauen in Washington von 1915—1921 und die monatlichen Durchschnittswerte der atmosphärischen Störungen in Washington von 1918—1921. Mitteilung der Internationalen Union für wissenschaftliche Radiotelegraphie.
- Eschersley, T. L., Der Einfluß der Heavisideschicht auf die scheinbare Richtung elektromagnetischer Wellen. The Radio Review. 2, S. 60, S. 231, 1922.
- Emden, R., Photographische Nordlichtaufnahmen von L. Vegard. Verhandl. d. Deutsch. Phys. Ges. 1922, S. 17.
- Gibbs, A., Effects of the recent aurora on telegraph-lines, telephone-lines and wireless-stations. Wellington, N. Z. J. Sci. Tech. 4, Nr. 4, 1921.
- Griffin, J. G., Audibility of the aurora. Royal astronomic society of Canada. Journal Toronto. 16, Sept. — Okt. 1922, S. 255.
- Kercher, F., Über eine elektrische Entladung in einer Straßenstaubwolke. Meteor. Ztschr. Nr. 12, S. 395, 1922.
- Kohlhörster, W., Über durchdringende Strahlung. Verhandl. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 2, S. 44, 1922.
- Lodge, D., One possible cause for atmospheric electric phenomena. Nature, London, 110, Nr. 2763, 1922.
- Maurain, Ch., u. de Madinhar, Evaluation de l'intensité de courants électriques verticaux traversant le sol en France. C. R., 175, Nr. 22, 1922.
- Mathias, E., Rapport sur l'état actuel de l'électricité atmosphérique. Ann. phys., 18, Juli — Aug. 1922.
- Meteorological Office. Daily values. Solar radiation, meteorology, atmospheric electricity, terrestrial magnetism and seismology. Units based on the C. G. S. system. London, Meteorological Office.
- Negro, C., Studi di elettricità atmosferica. Bol. Bimens. Soc. Meteor. ital. 41, Nr. 1—3, 1922.
- Rayleigh, A photographic spectrum of the aurora of may 13—15, 1921 and laboratory studies in connection with it. Proc. R. Soc. A. 101, Nr. 709, 1922.
- Schaefer, Cl., Die Beugung elektromagnetischer Wellen an einem Zylinder. Verhandl. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 2, S. 64, 1922.
- Störmer, C., Höhe und Lage des Nordlichtes am 22. März 1920. Die Naturwissensch. Nr. 11, S. 202, 1923.
- Tverskoy, P., Der Zusammenhang der Intensität des elektrischen Feldes und der Sonnenstrahlung. Meteor. Ztschr. Nr. 1, S. 23, 1923.
- , Die Spannung des elektrischen Feldes und die Durchsichtigkeit der Atmosphäre. Meteor. Ztschr. Nr. 1, S. 21, 1923.
- Vegard, L., The determination of the wave length of the green line of the auroral spektrum. Geophysiske Publikationer 2, Nr. 5, 1922.
- Wigand, A., Der vertikale Leitungsstrom in der Atmosphäre und die Erhaltung des elektrostatischen Erdfeldes. Phys. Ztschr. 22, Nr. 21/22, 1921.