

Veröffentlichungen des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

G. Hellmann

Nr. 277

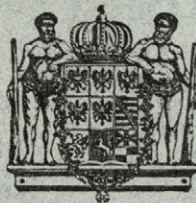
Abhandlungen Bd. V. Nr. 1.

Erdmagnetische Untersuchungen im Zobtengebirge

Von

Hans G. Wolff

Mit einer Tafel



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

EXTRA
MATERIALS
extras.springer.com

Veröffentlichungen des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

G. Hellmann

Nr. 277

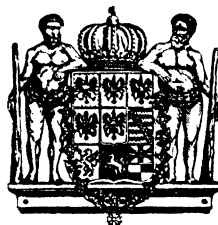
Abhandlungen Bd. V. Nr. 1.

Erdmagnetische Untersuchungen im Zobtengebirge

Von

Hans G. Wolff

Mit einer Tafel



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1914

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

ISBN 978-3-662-23738-0

ISBN 978-3-662-25837-8 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-25837-8

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit geht in ihren Anfängen auf eine Anregung des Herrn Geheimrat Adolf Schmidt, Potsdam, zurück, das Reisemagnetometer Schulze Nr. 18, mit dem ich mich bereits im Frühjahr 1912 eingehend vertraut gemacht hatte, das ich weiterhin im Jahre 1912 während eines Aufenthalts in Teneriffa zu einigen Messungen in 600, 2000 und 3800 m Höhe benutzt hatte, nun einmal eingehend in einem Störungsgebiet auf seine Brauchbarkeit zu prüfen.

Zu diesem Zweck schien der Zobten, 718 m aus leicht gewelltem Flachland sich erhebend, unfern meiner Heimatstadt Breslau gelegen, besonders geeignet zu sein. Außerdem hatten magnetische Messungen, die Zeisberg¹⁾ 1897 und 1898 hier vornahm, bedeutende Störungen ergeben, die, insbesondere nach den südlichen Vorbergen hin und in ihnen, Beträge von einigen 1000 γ in H und Z erreichten; eine Wiederholung mit inzwischen vervollkommenen Instrumenten und Methoden versprach wichtige Aufschlüsse über die Säkularvariation des Gebietes.

Bei dem Abschluß dieser im Sommer 1913 ausgeführten Vermessung und der Bekanntgabe ihrer Ergebnisse ist es mir eine angenehme Pflicht, dankbar die Unterstützung zu erwähnen, die mir von mehreren Seiten zuteil geworden ist.

Herr Geheimrat Hellmann, der Direktor des Kgl. Preußischen Meteorologischen Instituts, gestattete mir gütigst, am Potsdamer magnetischen Observatorium zum Zwecke der Untersuchung des Instruments die nötigen Anschlußmessungen vorzunehmen.

Herrn Geheimrat Adolf Schmidt, dem Vorsteher des magnetischen Observatoriums, verdanke ich vor allem die Überlassung des nötigen Instrumentariums, das mir auf seine Fürsprache hin von der Kgl. preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin bis Ende des Jahres 1913 geliehen wurde, ferner vielfache Anregung und Unterstützung bei der Bearbeitung der Messungen.

Herr Dr. Nippoldt machte mich auf Grund seiner reichen Erfahrungen bei Feld- und Observatoriumsmessungen mit allerhand Eigentümlichkeiten instrumenteller Art bekannt und veranlaßte einige dahingehende Untersuchungen im Observatorium.

Herr Geh. Bergrat F. Frech, der Direktor des geologischen Instituts der Universität Breslau, bestimmte mich, bei der Auswahl der Stationen die geologischen Verhältnisse zu be-

¹⁾ Zeisberg, Erdmagn. Mess. im Zobtengebiet, Inaug.-Diss., Breslau 1899.

rücksichtigen. Seiner Vermittlung habe ich es zu verdanken, daß mir die Kgl. preußische geologische Landesanstalt das noch nicht veröffentlichte Blatt Zobten ihrer neueren Aufnahme bereitwilligst zur Einsicht überließ.

Der Bezirksgeologe Herr Dr. L. Finckh, der das Blatt Zobten bearbeitet hat, gab mir auf gemeinsamen Ausflügen schätzenswerte Erläuterungen über den Geologen besonders auffällige Erscheinungen, die bei der Auswahl der Stationen berücksichtigt wurden.

Herr Kantor und Hauptlehrer Kleiner in Zobten, der lange Jahre hindurch als meteorologischer Beobachter für das meteorologische Institut tätig gewesen ist und einer der besten Kenner der ganzen Gegend ist, hat mir bei Fragen rein örtlicher Natur öfter dankenswerte Hilfe geleistet.

Beschreibung des Messungsgebietes.

Der Zobten, einer der Vorberge des nordwest-südöstlich streichenden Sudetenrückens, besteht in seinem obersten Kegel, sowie seinem östlichen und südlichen Abhang aus Gabbro; die Grenze gegen den Granit, der den westlichen und nordwestlichen Teil des Berges ausmacht, läuft südlich von Krotzel¹⁾ bis zur Tampadeler Eiche, biegt dann, den Isohypsen folgend, nach Norden um und läuft unterhalb des großen Riesners über den Sattel zwischen Hauptmassiv und nördlichen Vorbergen an deren unterem Abhang entlang bis zum Nordende des Engelberges. Eigentümlich ist die Abschnürung der nördlichen größtenteils aus Gabbro bestehenden Vorberge — Engelberg, Mittelberg, Stollberg — vom Hauptmassiv durch die sogen. Striegelmühler Kurve, ferner eine aus Geschiebemergel bestehende Zunge, die sich von Bankwitz in östlicher Richtung bis ca. 200 m unter den Gipfel hinauf schiebt.

Die südlichen Vorberge, die in schwach gekrümmten Bogen den Zobten umlagern, bestehen aus Serpentin, einem Umwandlungsprodukt des Gabbro, das stark magnetische Eigenschaften hat. Ihre höchste Erhebung ist der im Süden des Zobten gelegene Geyersberg (572 m), an den sich nach Osten zu mit abnehmender Höhe die Ölsner Berge und der Weinberg schließen. Südlich von diesem zusammenhängenden Serpentinrücken befinden sich noch einige kleinere „Inseln“ des großen von West nach Ost verlaufenden Serpentinzuges, den man von Schweidnitz aus über die Költchenberge, den Johnsberg bei Nimptsch bis in die Nähe von Strehlen und Frankenstein verfolgen kann.

Auf der Paßhöhe zwischen Kl. Silsterwitz und Tampadel tritt der südliche Abfall des Zobten dicht an den steilen Nordabhang des Geyersberges heran und zeigt an verschiedenen Stellen Kontaktmetamorphose zwischen beiden Gesteinen.

Ein örtlich sehr begrenztes Vorkommen von anstehendem Granit im Norden des Dorfes Tampadel beansprucht besonderes geologisches Interesse, desgl. ein Vorkommen von Chrom-eisenstein am Schwarzen Berg südöstlich von Tampadel.

Durch diese Beschreibung des Messungsgebietes versuche ich anzudeuten, daß der Zobten durch seine tektonischen und petrographischen Verhältnisse ein ausgezeichnetes Versuchsfeld für erdmagnetische Messungen ist — Gebirgsmagnetismus und Gesteinsmagnetismus werden hier den Verlauf der isomagnetischen Linien beeinflussen.

¹⁾ s. zum Verständnis der ff. Ausführungen die beiliegende Karte mit geologischer Schraffur.

Beschreibung des Instruments.

Das Reisemagnetometer.Nr. 18, das der Mechaniker Schultze nach Angaben von Geh. Rat Ad. Schmidt im Jahre 1910 gebaut hat, soll hauptsächlich zur Untersuchung lokaler Störungen, wie der hier behandelten, dienen und auf möglichst einfache und schnelle Art die magnetischen Elemente D, H und I liefern. Da bereits eine genaue Beschreibung des Instrumentes vorliegt¹⁾, kann ich mich hier darauf beschränken, zu erwähnen, daß die Horizontalintensität durch relative Ablenkungsmessungen mittels zwei durch einen Träger festverbundener Magnete erfolgt, während die Inklination durch die Induktionswirkung senkrechter, weicher Eisenstäbe bestimmt wird. Nähere Angaben über den Horizontal- und Vertikaldeflektor folgen bei der Besprechung der Messungs- und Reduktionsmethoden. Die Messung der Deklination erfolgt in der üblichen Weise durch Umlegen der Nadel und Anschluß an ein astronomisches Azimut.

Ausführung der Messungen.

Deklinationsbestimmungen waren anfänglich geplant, mußten aber aufgegeben werden, da die Lage der meisten Stationen im Walde keine Fernsicht auf Miren gestattete und das Messen von Sonnenazimuten verhinderte.

Die Messung der Horizontal-Intensität H geschieht durch Bestimmung des Winkels, um den die Deklinationnadel durch die senkrecht auf ihrer Achse stehenden Magnete des Horizontaldeflektors abgelenkt wird. Um Unsymmetrien im Bau des Deflektors zu vermeiden, beobachtet man in 4 verschiedenen Lagen, so daß man je 2 Ablenkungen rechts und links vom Meridian erhält. Ist φ das arithmetische Mittel der einzelnen Winkel, so ist bekanntlich

$$H \sin \varphi = \frac{2k \cdot m}{e^2} = C.$$

Das Prinzip der relativen Messungen beruht nun darin, daß man C, die sogen. „Relativkonstante“, vor und nach den Feldmessungen an einem Observatorium, wo H genauestens bekannt ist, bestimmt und die Änderung, die in der Veränderlichkeit des magnetischen Moments m ihre Hauptursache hat, auf die Zwischenzeit linear verteilt. Durch wiederholte Messungen auf „Kontrollstationen“ vergewissert man sich ferner, daß das Moment resp. die Konstante C keine sprunghaften Änderungen erlitten hat.

Da das magnetische Moment auch von der Temperatur abhängt, ist es nötig, gleichfalls an einem Observatorium den Temperaturkoeffizienten des Horizontaldeflektors zu bestimmen. Man kann den Ablenkungswinkel φ oder die Konstante C wegen Temperatur verbessern. Am gebräuchlichsten ist es, den $\log \sin \varphi$ als Funktion der Temperatur darzustellen, so daß der bei der Temperatur t gemessene Ablenkungswinkel φ_t durch die Gleichung

$$\log \sin \varphi_t = \log \sin \varphi_0 + a(t - t_0) + b(t - t_0)^2$$

auf eine Normaltemperatur t_0 reduziert wird. Die Koeffizienten a und b werden durch Messungen bei verschiedenen Temperaturen bestimmt.

¹⁾ Göllnitz, Jahrbuch f. Berg- u. Hüttenw. in Sachsen 1911. A 10 für das gleichgebauete Instrument Nr. 17.

Will man den Winkel selbst verbessern, so setzt man eine Gleichung von der Form

$$\varphi_t = \varphi_0 + a(t-t_0) + b(t-t_0)^2$$

oder, um eine Abhängigkeit vom Winkel φ selbst anzudeuten,

$$\varphi_t = \varphi_0 + a(t-t_0) \operatorname{tg} \varphi + b(t-t_0)^2 \operatorname{tg} \varphi$$

an, wo φ ein mittlerer Ablenkungswinkel oder der zu verbessernde Winkel φ_t selbst ist. Die Tangentenformel ist aus dem Grunde unpraktisch, weil sie ein Näherungsverfahren, ähnlich den in der Astronomie gebräuchlichen, darstellt: Mit dem rohen Wert $\varphi = \varphi_t$ wird die Korrektion $\varphi_t - \varphi_0$ berechnet und mit dem korrigierten φ von neuem in die Formel eingegangen, bis die Größe $\varphi_t - \varphi_0$ sich nicht mehr ändert, was meistens in der 2. Näherung erreicht wird. Die Unterschiede in beiden Formeln sind selbst in Störungsgebieten so gering, daß man unbedenklich die erste Gleichung

$$\varphi_t = \varphi_0 + a(t-t_0) + b(t-t_0)^2$$

benutzen kann. Für den Maximalwert φ im Gebiete der Zobtenvermessung — $t = 30.68$, $\varphi = 23^{\circ}50'$ — liefern beide Formeln eine Temperaturkorrektion auf die Normaltemperatur 15°C von -12.22 resp. $-13'.02$; diesem Unterschied von $0'.8$ entspricht in H ein Unterschied von $8-9 \gamma$, ein Wert, der innerhalb der Beobachtungsgrenzen liegt. Ich habe darum sämtliche Messungen der Horizontal-Intensität in der Weise auf die Normaltemperatur 15°C gebracht, daß der bei der Temperatur t gemessene Ablenkungswinkel φ_t nach der Formel

$$\varphi_t = \varphi_{15} + a(t-15) + b(t-15)^2$$

reduziert wurde.

Sind die den einzelnen 4 Lagen entsprechenden Ablenkungen beträchtlich voneinander verschieden, so ist noch eine Korrektion wegen Ungleichheit der Ablenkungen erforderlich¹⁾; im vorliegenden Falle ist der Horizontaldeflektor so gut in allen Lagen justiert, daß diese Korrektion wegfällt.

Dagegen ist auf eine andere Eigenart der Ablenkungsmagnete Rücksicht zu nehmen, die bisher wenig beachtet worden ist. Dieselben sind zum Schutz gegen äußere Einflüsse mit Hülsen aus weichem Eisen versehen, die gewöhnlich erst kurz vor der Messung abgezogen werden. Für das dem Potsdamer Observatorium gehörende Reiseinstrument Tesdorpf hat Dr. Kühl²⁾ nachgewiesen, daß seine Messungsmagnete Nr. 1 und 2 unmittelbar nach dem Herausnehmen aus den Eisenhülsen einen starken Momentverlust erleiden, der noch nach mehreren Stunden den normalen Abfall weit überwiegt. Auch die hier verwendeten Magnete zeigen nach Abziehen der Eisenhülsen eine starke Veränderlichkeit ihres Moments, die in einer Zunahme des Ablenkungswinkels φ um ca. 2 Bogenminuten ihren Ausdruck findet; ein konstanter Zustand ist nach ungefähr 24 Stunden erreicht. Da es nun im Felde nicht möglich ist, 24 Stunden mit dem Beginn der Messung zu warten, andererseits die Dauer einer H-Messung sich durch unvorhergesehene Ereignisse oder Wiederholungen so ausdehnen kann, daß merkliche Änderungen des magnetischen Moments eintreten, wird es sich empfehlen, gelegentlich der Anschlußmes-

¹⁾ s. u. a. Liznar, Anleitung zur Mess. u. Berechn. d. El. des Erdmagnetismus, Wien 1883, S. 20.

²⁾ Bericht über die Tätigkeit des Kgl. Preuß. Meteor. Inst. i. J. 1912, S. 147—154.

sungen an einem Observatorium auch diese Änderung des Moments in ihrem zeitlichen Verlauf zu bestimmen und graphisch festzulegen; man braucht dann im Felde nur die Zeit zu notieren, die zwischen Abziehen der Hülsen und Beginn der Messung verfloßen ist, um mit Hilfe einer Tabelle oder Kurve die Beobachtungen auf ein einheitliches Moment zurückzuführen.

Wie ich im folgenden bei Besprechung der Anschlußmessungen zeigen werde, liegt die Unsicherheit in der Bestimmung von H , die aus der Änderung des Moments während der ersten Stunden folgt, für das vermessene Gebiet innerhalb resp. nahe der Beobachtungsgenauigkeit.

Die Anschlußmessungen zur Ermittlung der Konstante C , sowie zur Bestimmung des Temperaturkoeffizienten des Horizontaldeflektors erfolgten vor der Tätigkeit im Felde vom 29. März bis 4. April 1913 im absoluten Hause des Potsdamer Observatoriums und lieferten für die Konstante

$$\log C = 8.82113.6,$$

für die Verbesserung des Ablenkungswinkels auf die Normaltemperatur $15^{\circ}C$

$$\varphi_t = \varphi_{15^{\circ}} - 1'.08505(t - 15) - 0'.000514(t - 15)^2$$

$$\varphi_{15^{\circ}} = 20^{\circ} 39'.26 \text{ mit einem mittleren Fehler von } \mp 0'.18.$$

Diese Messungen sind stets kurze Zeit, spätestens 1–2 Stunden nach Abziehen der Eisenhülsen gemacht worden.

Nach der Vermessung wurde die Konstante C von neuem im Dezember 1913 und Januar 1914 bestimmt, hierbei aber Rücksicht auf die oben erwähnte Momentänderung der Magnete genommen. Es ergab sich

$$\begin{array}{l} \text{am 12. Dezember 1913} \\ \log C = 8.82162.0 \\ \varphi_{15^{\circ}} = 20^{\circ} 40'.57 \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{Beobachtung 1–2 Stunden nach} \\ \text{Abziehen der Eisenhülsen,} \end{array} \right\}$$

im Dezember 1913 und Januar 1914 im Mittel

$$\begin{array}{l} \log C = 8.82208.0 \\ \varphi_{15^{\circ}} = 20^{\circ} 41'.88 \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{beobachtet 24 Stunden nach} \\ \text{Abziehen der Eisenhülsen.} \end{array} \right\}$$

Eine spezielle Untersuchung im Februar 1914 diente dazu, die Änderung des Moments vom Abzug der Hülsen bis 24 Stunden später festzustellen. Es wurde nur in einer Lage — v_1 — beobachtet, um die Änderungen der ersten Minuten, die bei einem Wechsel der Lagen und Ablesungen der Beobachtung verloren gehen würden, zu erhalten. Vor Entfernung der Hülsen wurde auf die zu erwartende Ablesung roh eingestellt und dann, nach Abzug der Hülsen, die Stellung der Nadel zu bestimmten Zeiten in Skalenteilen auf den Hauptstrich der Teilung bezogen. Eine Meridianeinstellung vor und nach dem Beobachtungssatz ergab im Verein mit den registrierten D -Variationen die Größe des Ablenkungswinkels zu den verschiedenen Zeiten; nachdem die Winkel noch auf $15^{\circ}C$ reduziert worden waren, lieferte die Berechnung von C folgende Werte:

Zeit nach Abzug der Hülsen	$\log C$	Zeit nach Abzug der Hülsen	$\log C$
2 ^{min}	8.82015	26 ^{min}	8.82110
4 >	040	36 >	126
6 >	057	1 h 6 >	145
8 >	056*	2 > 6 >	164
10 >	060	4 > 6 >	152*
12 >	074	24 > 0 >	232
16 >	087		

Bis auf 2 Stellen (*) ist ein regelmäßiger Anstieg im Wert von C zu konstatieren. Der Größenordnung nach entsprechen die hier aus nur einer Ablenkung bestimmten Werte der Konstanten C den im Dezember erhaltenen.

Bei den Feldmessungen werden wohl meist 20 bis 30 Minuten vergehen, bis man die von den Hülisen befreiten Magnete benützt; rechnet man ferner, daß eine H-Messung rund dieselbe Zeit erfordert, daß eine eventuelle Wiederholung im ungünstigsten Falle erst 2 Stunden nach Abzug der Hülisen vollendet ist, so ergibt sich nach obigem im Höchstbetrage eine Änderung von 30 Einheiten in der 5. Dezimale des $\log C$. Für das Messungsgebiet, deren H-Werte innerhalb $0'.165$ und $0'.198$ liegen, bedeutet das eine Unsicherheit von $11-14 \gamma$.

Aus dem oben erwähnten Grunde, daß man im Felde nicht 24 Stunden warten kann, bis das Moment der Magnete konstanten Charakter angenommen hat, wird es sich empfehlen, den Wert der Konstanten vom 12. Dezember 1913 als Anschlußmessung zu benutzen und die Differenz von 48 E. d. 5. Dezimale gegen den Wert vom April 1913 auf die Zwischenzeit linear zu verteilen ¹⁾.

Ob man im übrigen $\log C = 8.82162$ (12. Dezember 1913) oder $\log C = 8.82208$ benutzen will, ist ohne großen Einfluß. Diesen beiden Werten entsprechen nämlich

für den Beginn der Vermessung: 15. Juli 1913

$$\log C = 8.82133 \text{ resp. } 149 \text{ Differenz } 16 \text{ E. d. } 5. \text{ Dez.}$$

für das Ende: 18. Oktober 1913

$$\log C = 8.82151 \quad \text{»} \quad 182 \quad \text{»} \quad 31 \quad \text{»}$$

d. h. eine Unsicherheit von $6-12 \gamma$ in der Messung von H .

Daß die Annahme, die Konstante habe sich in der Zwischenzeit gleichmäßig, nicht sprunghaft, geändert, berechtigt ist, beweisen die Kontrollmessungen auf der Säkularstation Ebersdorf und auf der im Zobtengebiet befindlichen Station Nr. 1, wo ich möglichst alle Woche beobachtete.

Die Beobachtungen an der Station Ebersdorf ergaben am 26. Juni 1913

$$H_{\text{Ebersd.}} - H_{\text{Potsd.}} = + 755 \gamma$$

$$H_{\text{Potsd. } 1913.5} = 0.18783$$

$$H_{\text{Ebersd. } 1913.5} = 0.19538$$

während die Hausmannschen magnetischen Karten von Deutschland ²⁾ für Ebersdorf _{1913.5} $H = 0.19540$ ergeben.

An der »Kontrollstation« Nr. 1 wurde am 15., 22., 29. Juli, 5., 12. August, 23. September und 18. Oktober 1913 beobachtet. Die Differenz gegen Potsdam beträgt im Mittel

$$+ 950 \gamma \text{ mit einem mittl. Fehler von } \mp 10 \gamma$$

für eine einzelne Messung. Zum Vergleich mit diesem mittleren Fehler, der ein Maß für die Genauigkeit der gesamten H-Messungen im Felde ist, sei erwähnt, daß der Fehler einer einzelnen H-Messung im Observatorium mit demselben Horizontaldeflektor sich aus den Anschlußmessungen zu $\mp 8 \gamma$ ergibt; der geringe Unterschied in der Meßgenauigkeit an einer festen

¹⁾ Danach ist die am Schluß beigelegte Tabelle I der Werte C für jeden Messungstag berechnet worden.

²⁾ Petermanns Mitteilungen 1913 Heft 1-4.

Station und im Felde ist ein Beweis sowohl für die gute Konstruktion des betr. Horizontaldeflektors wie für die Daseinsberechtigung der relativen H-Messungen neben vollständigen Ablenkungs- und Schwingungsbeobachtungen.

Haben einerseits die H-Messungen mit befriedigender Genauigkeit stattfinden können, so lassen auf der anderen Seite die Messungen der Inklination noch manches zu wünschen übrig. Die von Lamont zuerst in die Praxis eingeführte Methode des Vertikaldeflektors — auch »Differential-Inklinatorium« genannt — krankte von jeher an der unvollkommenen Induktionsfähigkeit des weichen Eisens; immerhin ist die erreichte Genauigkeit der eines gewöhnlichen Nadel-Inklinatoriums erheblich überlegen.

Durch die Vertikalkomponente des Erdmagnetismus werden in den Eisenstäben Pole induziert, und zwar ist der Deflektor so konstruiert, daß in der Ebene der abgelenkten Nadel auf der einen Seite ein Nordpol, auf der anderen Seite ein Südpol entsteht, die beide auf die Nadel ein Drehungsmoment ausüben, dem die Horizontalintensität mit einer Komponente das Gleichgewicht hält.

Wegen instrumenteller Unsymmetrien und weil die Stäbe meist eigenen (»remanenten«) Magnetismus besitzen, empfiehlt es sich, ähnlich wie beim Horizontaldeflektor, in 4 Lagen zu beobachten, so daß der in beiden Stäben induzierte Nord- resp. Südpol je einmal rechts und links vom Meridian zu liegen kommt.

Da die Induktionswirkung Zeit beansprucht, ist es üblich¹⁾, den Erdmagnetismus in jeder Lage 4 Minuten wirken zu lassen, bis man die erste Einstellung macht.

Lamont²⁾ gibt folgende Beziehungen für das Verhältnis zwischen Ablenkung und Inklination an:

Ist H die Horizontal-, Z die Vertikalintensität des Erdmagnetismus, a.Z und a'.Z das Drehungsmoment der beiden Stäbe auf die Nadel kraft des induzierten Magnetismus, μ und μ' das Drehungsmoment, das vom remanenten Magnetismus herrührt, so gelten für die erwähnten 4 Lagen, wenn man die betr. Ablenkungswinkel relativ zum Meridian mit $\psi_1 \dots \psi_4$ bezeichnet:

1. Lage I H sin ψ_1 = (a + a') Z + μ + μ' = A.Z + μ + μ'
2. » II H sin ψ_2 = (a + a') Z - μ - μ' = B.Z - μ - μ'
3. » III H sin ψ_3 = (a + a') Z - μ - μ' = C.Z - μ - μ'
4. » IV H sin ψ_4 = (a + a') Z + μ + μ' = D.Z + μ + μ'

Die Größen ABCD werden eingeführt, da infolge von Unsymmetrien die Drehungsmomente a und a' in den einzelnen Lagen nicht dieselben sind.

Faßt man 1 und 2, 3 und 4 zusammen, so erhält man

$$H \sin \frac{\psi_2 + \psi_1}{2} \cdot \cos \frac{\psi_2 - \psi_1}{2} = \frac{A + B}{2} \cdot Z^3)$$

$$H \sin \frac{\psi_4 + \psi_3}{2} \cdot \cos \frac{\psi_4 - \psi_3}{2} = \frac{C + D}{2} \cdot Z,$$

¹⁾ s. Lamont, Göllnitz.

²⁾ Lamont, Beschr. d. an d. Sternwarte verw. Instr. u. App. München 1851.

³⁾ Wie man sieht, soll der remanente Magnetismus durch die verschiedenen Lagen herausfallen.

und sind die Differenzen $\psi_2 - \psi_1$, $\psi_4 - \psi_3$ klein, so kann man den Cosinus = 1 setzen. Eine weitere Zusammenfassung liefert

$$H \sin \frac{\psi_2 + \psi_1 + \psi_4 + \psi_3}{4} \cos \frac{(\psi_4 - \psi_2) - (\psi_3 - \psi_1)}{4} = \frac{A + B + C + D}{4} \cdot Z.$$

Setzt man den Cosinus wieder gleich 1, $1/4 (A + B + C + D) = K$, ferner $H \operatorname{tg} i = Z$, so folgt die bekannte Beziehung

$$\operatorname{tg} i = \frac{1}{K} \cdot \sin \psi,$$

wo ψ das arithmetische Mittel der 4 gemessenen Ablenkungswinkel ist.

Da nun aber bei den vorliegenden Stäben die Differenzen $\psi_2 - \psi_1$, $\psi_4 - \psi_3$ recht erhebliche Beträge erreichen — 6 bis 8 Bogengrade —, ist es nötig, die Formeln ohne Vernachlässigung der Cosinus weiter zu entwickeln. Es wird sich aber empfehlen, auf eine ähnliche Form wie die vereinfachte Gleichung zu kommen, etwa

$$K \operatorname{tg} i = \sin (\psi + \Delta \psi),$$

wo $\Delta \psi$ eine Korrektion wegen Ungleichheit der Ablenkungen ist. Geht man aus von

$$H \sin \frac{\psi_2 + \psi_1}{2} \cos \frac{\psi_2 - \psi_1}{2} = \frac{A + B}{2} \cdot Z$$

$$H \sin \frac{\psi_4 + \psi_3}{2} \cos \frac{\psi_4 - \psi_3}{2} = \frac{C + D}{2} \cdot Z$$

und setzt

$$\frac{\psi_2 + \psi_1}{2} = \psi_0 - \delta \quad \frac{\psi_4 + \psi_3}{2} = \psi_0 + \delta$$

so daß

$$\psi_0 = 1/4 (\psi_1 + \psi_2 + \psi_3 + \psi_4)$$

der rohe Ablenkungswinkel ist und

$$\delta = 1/4 (\psi_4 + \psi_3 - \psi_2 - \psi_1)$$

eine kleine Größe, deren $\sin \delta = \delta$, $\cos \delta = 1$ gesetzt werden kann. Es folgt

$$H \cos \frac{\psi_2 - \psi_1}{2} (\sin \psi_0 - \delta \cos \psi_0) = \frac{A + B}{2} \cdot Z$$

$$H \cos \frac{\psi_4 - \psi_3}{2} (\sin \psi_0 + \delta \cos \psi_0) = \frac{C + D}{2} \cdot Z$$

$$H \sin \psi_0 \left(\cos \frac{\psi_4 - \psi_3}{2} + \cos \frac{\psi_2 - \psi_1}{2} \right) + H \cdot \delta \cdot \cos \psi_0 \left(\cos \frac{\psi_4 - \psi_3}{2} - \cos \frac{\psi_2 - \psi_1}{2} \right) = 2 K \cdot Z$$

Faßt man die Klammerausdrücke zusammen, so ergibt sich, wenn noch $H \operatorname{tg} i = Z$ gesetzt wird

$$K \operatorname{tg} i = \sin \psi_0 \cos \frac{(\psi_4 - \psi_3) + (\psi_2 - \psi_1)}{4} \cos \frac{(\psi_4 - \psi_3) - (\psi_2 - \psi_1)}{4} \\ + \delta \cos \psi_0 \sin \frac{(\psi_4 - \psi_3) + (\psi_2 - \psi_1)}{4} \sin \frac{(\psi_4 - \psi_3) - (\psi_2 - \psi_1)}{4}$$

Führt man neuerdings ein

$$\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} = u - \Delta \quad \frac{\psi_4 - \psi_3}{2} = u + \Delta$$

so daß

$$u = \frac{(\psi_4 - \psi_3) + (\psi_2 - \psi_1)}{4} \quad \Delta = \frac{(\psi_4 - \psi_3) - (\psi_2 - \psi_1)}{4}$$

ist, so lautet die streng gültige Gleichung:

$$K \operatorname{tg} i = \sin \psi_0 \cos u \cos \Delta + \delta \cos \psi_0 \sin u \sin \Delta \quad 1).$$

An einem extremen Beispiel soll gezeigt werden, daß das 2. Glied der Gleichung verschwindend klein ist: Bei den Anschlußmessungen wurde am 8. April 1913 beobachtet:

$$\begin{aligned} \psi_1 &= 10^\circ 53'.3 & \frac{\psi_2 + \psi_1}{2} &= 14^\circ 52'.65 = \psi_0 - \delta \\ \psi_2 &= 18^\circ 52'.0 & \frac{\psi_4 + \psi_3}{2} &= 15^\circ 17'.75 = \psi_0 + \delta \\ \psi_3 &= 11^\circ 5'.3 & \psi_2 - \psi_1 &= 7^\circ 58'.7 = 2u - 2\Delta \\ \psi_4 &= 19^\circ 30'.2 & \psi_4 - \psi_3 &= 8^\circ 24'.9 = 2u + 2\Delta \end{aligned}$$

Hieraus folgt

$$\begin{aligned} \psi_0 &= 15^\circ 5'.20 & \delta &= + 12'.55 \\ u &= 4^\circ 5'.9 & \Delta &= + 6'.55 \end{aligned}$$

Das Glied $\delta \cos \psi_0 \sin u \sin \Delta$ ergibt im Logarithmus 3.68138₋₁₀, ist also verschwindend; dagegen ist

$$\log \cos u = 9.99889_{-10}.$$

Man erhält jetzt für $\log \operatorname{tg} i$ oder $\log (1/K)$ einen um 111 E. d. 5. Dezimale anderen Wert. Die neue Gleichung stellt sich also in der Form

$$\operatorname{tg} i = \frac{1}{K} \cdot \sin \psi_0 \cos u$$

dar, wo u ein Maß für die Ungleichheit der Ablenkungen ist. Statt den $\log \cos u$ zu addieren, kann man auch den $\log \sec u$ subtrahieren und hat dann ein Analogon zu der für Horizontal-Intensität gebräuchlichen Korrektur wegen Ungleichheit der Ablenkungen.

Das Prinzip der Messung besteht nun darin, die Relativkonstante $1/K$ an einem Observatorium, wo i genauestens bekannt ist, zu bestimmen; man hat dann im Felde nur den Ablenkungswinkel ψ zu messen, um in Verbindung mit $1/K$ direkt die Inklination zu berechnen. Am zweckmäßigsten wird man die Konstante $1/K$ vor und nach den Feldbeobachtungen bestimmen und die Änderung wieder gleichmäßig auf die Zwischenzeit verteilen, vorausgesetzt, daß die Messungen auf den Kontrollstationen mit diesem Verfahren in Einklang zu bringen sind.

Schon Lamont hatte bei seinen ersten Vertikalstäben die eigentümliche Wahrnehmung gemacht, daß die Induktionsfähigkeit des weichen Eisens allmählich abnimmt; Hand in Hand damit geht eine Zunahme des remanenten Magnetismus²⁾.

Was den Einfluß der Temperatur anbelangt, so sind auch hier die Meinungen geteilt. Lamont fand zunächst keine Abhängigkeit von der Temperatur, später indessen hielt er es doch für geeigneter, eine Temperaturverbesserung einzuführen. Daß die Temperatur die Dimensionen des Aufsatzringes, der die Stäbe trägt, ändert, ist sicher, aber man kann annehmen, daß bei sorgfältiger Konstruktion diese Änderung symmetrisch erfolgt; ob die Induktionsfähigkeit des weichen Eisens mit steigender Temperatur abnimmt oder zunimmt, ist noch unentschieden, die Beobachtungen sprechen allerdings für eine Abnahme; ähnlich verhält es sich mit dem remanenten Magnetismus³⁾.

1) Die Entwicklung dieser Gleichung verdanke ich einer Mitteilung von Herrn Dr. E. Przybyllok.

2) Lamont glaubt nicht, daß ein Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen besteht. a. a. O. S. 93.

3) Vergl. darüber Winkelmann, Hdb. d. Physik, unter Induktion, Remanenz, desgl. Ewing, magnetische Induktion.

Lamont fand aus Messungen mit 2 Stäbepaaren bei verschiedenen Temperaturen pro Grad Temperaturzunahme

$$\Delta \psi_t = -2.330 \operatorname{tg} \psi \quad t \text{ in } R^0,$$

aber wenn man die Zahlen liest, aus denen dieses Resultat folgt¹⁾, so muß man sagen, daß das nur durch geradezu gewaltsame Mittelbildung erreicht worden ist. Ich erwähne das hier, weil mit dieser Lamontschen Gleichung lange Jahre gerechnet worden ist.

Meine Erfahrungen mit dem Vertikaldeflektor des Magnetometers Nr. 18, die sich auf Messungen im Observatorium und im Felde mit Unterbrechungen auf rund 2 Jahre erstrecken, haben mich zu folgender Vermutung geführt:

Das Verhalten der Konstante $1/K$ oder des Ablenkungswinkels ψ bei verschiedenen Temperaturen, das ohne systematischen Gang ist, hat seine Ursache allein im remanenten Magnetismus des weichen Eisens. Dieser hat einen Temperaturkoeffizienten, es ist aber nicht möglich, den Temperatureinfluß von den übrigen Erscheinungen zu trennen. Die zeitliche Abnahme der Induktionsfähigkeit ist eine direkte Folge der Zunahme des remanenten Magnetismus.

Damit erklärt sich auch, daß Lamont anfangs den Temperatureinfluß vernachlässigte, erst später, als der remanente Magnetismus seiner Stäbe gewachsen war, machte sich Temperaturabhängigkeit bemerkbar.

Die Konstante $\log \left(\frac{1}{K} \right)$ des Vertikaldeflektors wurde im April 1913 im Potsdamer Observatorium bestimmt. Es konnten nur 10 Beobachtungssätze vom 4., 8. und 9. April verwendet werden, da die Tage magnetisch unruhig waren. In der folgenden Übersicht ist t die mittlere Temperatur, ψ_0 der wegen Deklinationsänderung verbesserte Ablenkungswinkel, u der bekannte Ausdruck für Ungleichheit der Einzel-Ablenkungen, $\log \left(\frac{1}{K} \right)$ die aus

$$\operatorname{tg} i = \frac{1}{K} \cdot \sin \psi_0 \cos u$$

errechnete Konstante.

Anschlußmessungen im April 1913.

Datum	Anzahl der Beob.	t	ψ_0	u	$\log \left(\frac{1}{K} \right)$
4. April	3	12.60	15° 1.03	4° 6'	0.94647.1
4. »	3	20.59	15° 0.72	4 10	0.94639.7
8. »	2	25.72	15° 0.50	3 56	0.94618.4
9. »	2	19.86	15° 0.18	3 57	0.94673.7

im Mittel $\log \left(\frac{1}{K} \right) 0.94644.7 \pm 22.8 \text{ m. F.}$

Die Messungen wurden bei 4 verschiedenen Temperaturen vorgenommen, um einen eventuell vorhandenen Temperaturkoeffizienten gleichzeitig zu bestimmen; man sieht keinen Einfluß der Temperatur auf die Größe der Ablenkungen.

Der mittlere Fehler einer einzelnen Beobachtung ist im $\log \left(\frac{1}{K} \right)$: ∓ 55.1 Einheiten, das entspricht in Inklination einem mittleren Fehler von ∓ 1.5 .

¹⁾ a. a. O. S. 89—91.

Die Anschlußmessung am 11. Dezember 1913 lieferte $\log\left(\frac{1}{K}\right) = 0.95032.5$, also eine Zunahme von 387.8 Einheiten in 249 Tagen, d. h. pro Tag eine Zunahme von 1.56 Einheiten. Damit ist für jeden Messungstag das zugehörige $\log\left(\frac{1}{K}\right)$ berechnet worden (s. Tabelle I).

Die Messungen an der Kontrollstation 1 liefern die folgende Übersicht; die Größen ψ , u , δ , Δ haben die früher auseinandergesetzte Bedeutung.

Kontrollstation Nr. 1.

Datum	t	ψ_0	u	δ	Δ	i	i_{Potsdam}	$i_P - i$		
15. Juli . . .	24.12	13 47.10	3 55	0.6	5.7	64 37.5	66 21.7	1 44.2		
15. » . . .	23.73	45.98	51	1.8	7.2	36.2	21.5	45.3		
22. » . . .	16.94	45.52	48	5.0	5.5	35.9	21.5	45.6		
29. » . . .	15.23	51.42	42	1.9	5.4	45.6	21.1	(35.5)	! u zu klein	
29. » . . .	15.77	45.68	45	1.8	8.0	36.6	20.9	44.3		
5. Aug. . . .	15.82	39.68	38	4.1	1.4	27.5	22.4	(54.9)	! u zu klein	
12. » . . .	18.31	53.12	47	7.0	12.4	48.8	21.4	(32.6)	! δ u. Δ zu groß	
13. » . . .	18.14	43.52	45	1.1	3.0	33.9	21.8	47.9		
13. » . . .	17.80	46.05	41	2.8	6.3	38.0	21.9	43.9		
14. » . . .	18.75	43.32	45	1.5	1.0	33.6	21.3	47.6		
Mittel								45.5	\mp 1.6 m. F.	
23. Sept. . . .	12.02	13 48.40	3 37	2.3	1.6	43.7	22.9	1 39.2		
23. » . . .	11.55	48.08	37	0.0	4.4	43.2	22.3	39.1		
18. » . . .	10.50	46.05	41	0.9	8.9	41.1	20.8	39.7		
Mittel								39.3	\mp 0.3 m. F.	

Der erste Wert ψ_0 am 29. Juli, ferner der 5. und 12. August fallen heraus; hier zeigen sich große Verschiedenheiten in den einzelnen Ablenkungen, was in den Werten u und Δ zum Ausdruck kommt.

Das Mittel aus allen Beobachtungen bis 14. August liefert $i = 64^{\circ} 37.7$, mit Ausschluß des 29. Juli, 5., 12. August $i = 64^{\circ} 36.0$ und $i_P - i = 1^{\circ} 45.5$, das Mittel der Messungen im September und Oktober $i = 64^{\circ} 42.7$ und $i_P - i = 1^{\circ} 39.3$.

Man sieht, daß aus dem 2. Teil der Messungen, der sich vom 23. September bis 18. Oktober erstreckt, für die Station 1 ein um 6 bis 7 Bogenminuten geringerer Wert der Inklination folgt; berechnet man rückwärts mit der im Juli und August erhaltenen Inklination die Konstante $1/K$ für den 23. September und 18. Oktober, so erhält man

	am 23. Sept.	18. Okt.	
i_{Potsdam}	66° 22.6	66° 20.8	zur mittleren Beobachtungszeit
$i_P - i$	1° 45.5	1° 45.5	
i	64° 37.1	64° 35.3	für Station 1
$\log\left(\frac{1}{K}\right)$	0.94701	0.94758	

Aus Tabelle I folgt aber für die beiden Tage

$\log\left(\frac{1}{K}\right)$	0.94909	0.94948
$\Delta \log\left(\frac{1}{K}\right)$	- 208	- 190.

Die Konstante $1/K$ müßte erheblich kleiner geworden sein.

Als weitere Kontrolle kann die frühere Säkularstation Ebersdorf herangezogen werden, auf der ich am 26. Juni 1913

$$i_P - i_E = 1^{\circ} 26.0'$$

bei einer mittleren Temperatur von 22° C fand. Nach den Hausmannschen Karten würde

$$i_P - i_E = 1^{\circ} 21.4'$$

folgen; hier müßte, um Übereinstimmung zu schaffen,

$$\Delta \log \left(\frac{1}{K}\right) = + 166$$

eine Zunahme der Konstante anzunehmen sein.

Schließlich sollen noch eine Anzahl Stationen herangezogen werden, an denen sowohl im Juli, wie im September Inklinationsbestimmungen ausgeführt wurden.

Als ich am 23. September die Messungen wieder aufnahm, vermaß ich zunächst außer der Kontrollstation 1 noch eine Anzahl Stationen 3, (4, 5, 9, 11, 15), an denen seinerzeit die i-Messung im Juli wenig befriedigend ausgefallen war. Die Gegenüberstellung dieser Messungen kann auch dazu benützt werden, die Änderungen der Konstante 1/K festzustellen, die eingetreten sein müssen, um Übereinstimmung zu schaffen.

In der folgenden Tabelle sind die betreffenden Messungen unter gleichzeitiger Angabe der Größen u, δ, t usw. zusammengestellt.

Die letzte Kolonne enthält unter $\Delta \log \left(\frac{1}{K}\right)$ die Änderung im $\log \left(\frac{1}{K}\right)$, die man einführen müßte, um die Messungen des Juli mit denen des September in Einklang zu bringen, oder umgekehrt. Diese gegenseitige Reduktion muß bis auf das Vorzeichen denselben Wert haben.

In i mehrfach gemessene Punkte.

Station Nr.	Datum	ψ_0	u	δ	t	$\log (1/K)$	$\sin \psi_0$ cos u	tg i	i	$i_P - i$	$\Delta \log (1/K)$
3	16. Juli	13 53.75	3 58'	3.9	20.65	0.94802	9.37945	0.32747	64 48.3	1 33.2	± 284
	24. Sept.	13 56.80	3 36	1.6	8.05	0.94911	9.38119	0.33030	64 56.9	1 24.6	
4	17. Juli	13 57.85	4 0	2.4	17.92	0.94804	9.38152	0.32956	64 54.6	1 27.4	± 208
	25. Sept.	13 58.85	3 33	3.6	8.76	0.94912	9.38226	0.33138	65 0.1	1 21.1	
5	17. Juli	14 5.08	4 0	3.5	20.35	0.94804	9.38518	0.33322	65 5.7	1 16.6	± 143
	12. Aug.	14 2.99	3 42	2.6	19.36	0.94844	9.38428	0.33272	65 4.2	1 17.2	
	25. Sept.	14 4.64	3 33	1.1	8.56	0.94912	9.38519	0.33431	65 9.0	1 12.7	
9	18. Juli	13 5.07	3 45	3.8	22.54	0.94805	9.35392	0.30197	63 29.1	2 52.0	± 186
	26. Sept.	13 6.45	3 36	2.1	8.75	0.94914	9.35474	0.30388	63 35.1	2 46.2	
11	19. Juli	13 44.70	3 50	0.7	16.72	0.94809	9.37488	0.32297	64 34.5	1 47.8	± 270
	25. Sept.	13 47.35	3 33	3.4	8.58	0.94912	9.37638	0.32550	64 42.2	1 39.5	
15	23. Juli	13 55.72	3 38	1.3	16.68	0.94813	9.38063	0.32876	64 52.2	1 29.0	± 381
	27. Sept.	14 1.42	3 36	1.7	11.17	0.94916	9.38353	0.33169	64 4.1	1 17.4	

Durchweg ist eine Zunahme des Ablenkungswinkels ψ_0 von Juli bis September zu konstatieren, dagegen hat der Inklinationsunterschied gegen Potsdam $i_P - i$ in Übereinstimmung mit der Kontrollstation Nr. 1 abgenommen.

Im Mittel müßte die Konstante $\log \left(\frac{1}{K}\right)$ um 218 Einheiten abgenommen haben, um aus den Messungen im September dieselben Werte $i_P - i$ zu erhalten, wie im Juli. Bei dieser

Mittelbildung ist die Station Nr. 15 ausgeschlossen worden, da die 3 Einzelmessungen am 27. September außerordentlich schwankten.

Für die Station Nr. 1 folgte, um die September- und Oktober-Messungen mit denen des Juli und August in Übereinstimmung zu bringen,

$$\Delta \log \left(\frac{1}{K} \right) = -208 \text{ für den 23. September,}$$

$$\Delta \log \left(\frac{1}{K} \right) = -190 \text{ „ „ 18. Oktober.}$$

Wir sehen also, daß sowohl Kontrollstation wie einige andere Stationen, an denen mehrfach die Inklination gemessen wurde, im Juli und August, wie im September und Oktober Differenzen zeigen, die von derselben Größenordnung sind. Die Zunahme der Größe $\log \left(\frac{1}{K} \right)$ um 18 Einheiten vom 23. September bis 18. Oktober erfolgt in demselben Sinne, wie sie sich aus der gerechneten Tabelle ergeben würde.

Schon daraus kann man schließen, daß die Änderung von $\log \left(\frac{1}{K} \right)$ nicht sprunghaft erfolgt sein kann; die scheinbare Abnahme im $\log \left(\frac{1}{K} \right)$ hat unzweifelhaft ihre Ursache in den veränderten Temperaturen, die im September ausnahmslos niedriger sind als im Juli und August¹⁾. Hier spielt der unbekannte Temperaturkoeffizient des remanenten Magnetismus der Stäbe hinein, der, wie früher erwähnt, schwer zu bestimmen ist.

Die Größe u , die auch vom remanenten Magnetismus abhängt, ist, wie die Zusammenstellungen der Stationen 1, 3, 4, 5, 9, 11, 15 zeigen, ohne Zweifel eine Funktion der Temperatur, daneben aber auch eine Funktion der Zeit, da u mit abnehmendem ψ_0 ständig kleiner wird.

Um die Inklinationswerte im Juli und August mit denen vom September und Oktober an den mehrfach besuchten Stationen aneinander anzuschließen, wird es sich empfehlen, zunächst nur die Unterschiede gegen die Haupt- und Kontrollstation Nr. 1 anzugeben, um zu entscheiden, ob nur ein unbekannter Temperatureinfluß oder eine Veränderung des erdmagnetischen Feldes vorliegt.

Nimmt man für Station 1 die gemessenen Werte

	Juli/August	Sept./Okt.
$i_p - i$	1° 45'.5	1° 39'.3
i_1	64° 35'.9	64° 42'.1

an, so erhält man für die einzelnen Stationen

	Juli/August	Sept./Okt.	
Nr. 3	- 12.3	- 14.7	} Inklinations-Unterschied gegen Station 1.
» 4	- 18.1	- 18.2	
» 5	- 28.5	- 26.6	
» 9	+ 1° 6.5	+ 1° 6.9	
» 11	+ 2.3	+ 0.2	
» 15	- 16.5	- 21.9	

¹⁾ Damit erklärt sich auch der Vorzeichenwechsel im $\Delta \log \left(\frac{1}{K} \right)$ bei der Station Ebersdorf.

Bis auf die Station 15 sind die Unterschiede in beiden Vermessungsabschnitten gut übereinstimmend. Um absolute Werte der Inklination zu erhalten, ist es noch nötig, für die Hauptkontrollstation einen Wert zu postulieren. Das Mittel der Juli- und September-Messungen liefert

$$i_p - i_1 = 1^\circ 42'.4,$$

entsprechend einer mittleren Temperatur von $14^\circ.92$ C. Der hieraus folgende Wert für 1913.5

$$i_1 = 64^\circ 39'.0$$

wird den tatsächlichen Verhältnissen wohl sehr nahe kommen, und auf ihn werden, zum Unterschied von H, alle Inklinationenwerte der übrigen Stationen bezogen werden.

Die

Auswertung der Messungen

hat in folgender Weise stattgefunden:

Horizontal-Intensität. Der gemessene Ablenkungswinkel φ_t wurde auf Normaltemperatur 15° C reduziert gemäß der Gleichung

$$\varphi_t = \varphi_{15} - 1'.08505(t - 15) - 0'.000514(t - 15)^2$$

Eine Tabelle, die für das Temperaturintervall $0 - 25^\circ$ C von $0^0.5$ zu $0^0.5$ gerechnet ist, gibt mit dem Eingang t die gewünschte Größe

$$\Delta\varphi = \varphi_{15} - \varphi_t$$

und erspart langwierige Rechenarbeit (s. Tabelle II).

Wegen Deklinationsänderung und Ungleichheit der Ablenkungen ist φ nicht verbessert worden. Aus der Tabelle I ist dann für den betr. Messungstag die Konstante $\log C$ entnommen worden und die zur Zeit der Messung herrschende Horizontal-Intensität H aus

$$\log H = \log C - \log \sin \varphi_{15}$$

berechnet worden. Zwecks Elimination des täglichen Ganges ist dieser Wert H mit dem zur gleichen Zeit in Potsdam registrierten Wert der Horizontal-Intensität verglichen worden; den Registrierkurven wurde für die betr. Beobachtungszeit der mittlere Abstand n' von der Hilfsbasis N' entnommen — ähnlich dem Verfahren, daß zur Ableitung der Stundenmittelwerte dient — und dann mit Hilfe des Skalenwertes ε' und des Temperaturkoeffizienten α in γ verwandelt nach

$$\Delta H = \varepsilon'(n' - N') + \alpha(t - 21^0.0).$$

Für die ganze Vermessungszeit war $\varepsilon' = 3.14$, $\alpha = 12.5$, $N' = 60$.

Der Wert der der Hilfsbasis 60 entsprechenden Horizontal-Intensität H_{60} kann auch der Tabelle I für jeden Messungstag entnommen werden und aus

$$H_p = H_{60} + \Delta H$$

erhält man schließlich die zur gleichen Zeit in Potsdam herrschende Horizontal-Intensität.

Um alle H-Werte auf eine gemeinsame Epoche 1913.5 zurückzuführen, sind die Differenzen Potsdam minus Station

$$H_p - H_{St}$$

mit dem für 1913.5 und Potsdam gültigen Wert

$$H_{p \ 1913.5} = 0.18783$$

vereinigt worden, so daß

$$H_{St1913.5} = H_{P1913.5} - (H_P - H_{St})$$

die für die Epoche 1913.5 und die betr. Station gültige Horizontal-Intensität bedeutet; die Säkularvariation ist hierbei vernachlässigt worden, da sie erheblich kleiner als die Meßgenauigkeit ist.

Fast in derselben Weise ist die Berechnung der Inklination vor sich gegangen. Der Ablenkungswinkel ψ_0 wurde nur wegen Ungleichheit der Ablenkungen (u) „verbessert“, wenn man das Produkt $\sin \psi_0 \cos u$ statt $\sin \psi_0$ so nennen will. Aus

$$\log \operatorname{tg} i = \log \left(\frac{1}{K} \right) + \log \sin \psi_0 - \log \sec u$$

wurden die Inklinationen berechnet, in derselben Weise wie H mit der gleichzeitig in Potsdam herrschenden Inklination verglichen, dann aber die so erhaltenen Werte $i_P - i_{St}$ von $i_P - i_1 = 1^\circ 42.4$ abgezogen und vermittels $i_1, 1913.5$ auf eine gemeinsame Epoche gebracht. Die Inklination in Potsdam wurde aus den Registrierungen des Bifilars und der Wage berechnet nach

$$\log \operatorname{tg} i_P = \log Z_P - \log H_P,$$

wo H_P die oben angegebene Bedeutung hat und

$$Z_P = Z_N'' + \varepsilon''(n'' - N'') + \alpha(t - 21^\circ 0).$$

Für die Vermessungszeit war $\alpha = 1.6$, $N'' = 60$, $\varepsilon'' = 4.90$ bis zum 14. August, $\varepsilon'' = 5.00$ für die Zeit vom 23.—28. September und $\varepsilon'' = 5.05$ vom 29. September bis 18. Oktober. Die Werte der Hilfsbasis Z_{60} werden gleichfalls der Tabelle I entnommen. Schließlich ist mit Hilfe der Werte $H_{1913.5}$ und $i_{1913.5}$ die Vertikalkomponente $Z_{1913.5}$ für jede Station berechnet worden (s. Tabelle III).

Was die Genauigkeit der Messungen anlangt, so möge noch einmal hervorgehoben werden, daß der mittlere Fehler einer Feldmessung in $H \mp 10 \gamma$, in $i \mp 1.5$ beträgt; daraus ergibt sich für die Berechnung von Z ein mittlerer Fehler von ∓ 50 bis 75γ .

Auswahl der Stationen.

Bei der Auswahl der Messungspunkte wurde vor allem die geologische Beschaffenheit der Umgebung berücksichtigt. Um das Verhalten der magnetischen Kraftlinien beim Übergang von einer Gesteinsart zur andern zu untersuchen, wurden parallel zur Gesteinsgrenze in jedem der betr. Gebiete Stationen angelegt; wenn irgend möglich, wurde auf den Gipfeln der einzelnen Berge und auf den zwischen ihnen befindlichen Sätteln gemessen; auf dem großen Riesner und der westlichen Kuppe des Geyersberges, wie am trigonometrischen Punkt auf dem Zobtengipfel hinderte Eisen in Gestalt von Bänken, Aussichtsturm und trigonometrischem Turm jede Beobachtung. Um das zu erwartende Wachsen der i - und Z -Werte gegen die Serpentineberge im Süden festzustellen, wurde das Silsterwitzer Tal und der Paß zwischen Silsterwitz und Tampadel genügend berücksichtigt. Im übrigen mußte ich mich der vorgeschrittenen Jahreszeit wegen darauf beschränken, längs der Hauptwege, die quer durch das Serpentinegebiet führen, Schnitte zu legen, so Schwentnig—Weinberg, Weinberg—Kl. Kniegnitz—Langenöls, Silsterwitz—Schlaupitz. Ganz speziellen Gründen diente das dichte Netz der Stationen in den nördlichen

Vorbergen, die Station 59 nördlich von Tampadel dicht bei einem kleinen Granitvorkommen und die Station 58 nördlich vom Schwarzen Berg bei Tampadel. Hier befindet sich eine alte Chromeisensteinhalde, die südost-nordwestlich streicht, aber nur am Schwarzen Berg zutage tritt.

Die Station 1 wurde zur Haupt- und Kontrollstation gewählt, weil auch Zeisberg von ihr ausging und alle Werte auf sie bezog; ein Vergleich versprach interessante Aufschlüsse über die Säkularvariation in einem Störungsgebiet.

Das feste Stationsverzeichnis und Messungsprogramm war zunächst auf dem Papier ausgearbeitet worden; daß mitunter berechnete Änderungen in beiden eintraten, war in der Umgebung der Punkte und in den Witterungsverhältnissen bedingt. So konnten abschließende Messungen im Süden des Serpentinrückens, die den Übergang zu Flachland- und ungestörten Werten der Komponenten H und Z erweisen sollten, nicht mehr ausgeführt werden; die kurzen Tage und nicht zum wenigsten die niedrige Temperatur, die mitunter dem Nullpunkt sich näherte und die Messungen verlangsamte und erschwerte, geboten schließlich Einhalt.

Säkularvariation.

Ein Vergleich mit den Messungen von Zeisberg und der von ihm gegebenen Skizze der Messungspunkte zeigt, daß ich mit ihm 21 Punkte gemeinsam habe. Mit Absicht ist nur die Station 1 von mir gemeinsam gewählt worden; das Zusammentreffen von weiteren 20 Punkten ist zufällig, in gewisser Weise aber doch durch günstige äußere Umstände, wie leichtes Auffinden, Wegekrenzungen u. a. m. bedingt gewesen.

Da Zeisberg keine absoluten Werte für H und Z angibt, sondern nur das Verhältnis zur Hauptstation 1, deren Wert als Einheit angenommen wird, so bestand zunächst die Schwierigkeit darin, die Verhältniszahlen meiner Messungen, auf dieselbe Station als Einheit bezogen, mit denen von Zeisberg zu vergleichen und daraus säkulare Änderungen abzuleiten. Ist z. B. 1897.5 für eine beliebige Station die Verhältniszahl eines magnetischen Elementes $\frac{a}{a_1}$, so ist sie 1913.5 $\frac{a + da}{a_1 + da_1}$ infolge der säkularen Änderung, und selbst wenn $da_1 = da$ ist, ist damit eine Trennung von da noch nicht möglich.

Ein glücklicher Umstand ist es, daß die Horizontal-Intensität 1897.5 und 1913.5 in Potsdam Werte besitzt, die nur um 8 γ voneinander verschieden sind; ohne große Fehler zu begehen, wird es möglich sein, die Verhältniszahlen direkt miteinander zu vergleichen.

Es genügt, diese Quotienten auf 4 Dezimalen anzugeben, da 5 Einheiten derselben bei dem Maximalwert $H_1 = 0.19733$ erst 10 γ ausmachen, ein Wert, der die Grenze der Beobachtungsgenauigkeit darstellt.

Die folgende Tabelle gibt die Zusammenstellung der Punkte mit ihren Nummern bei Zeisberg (Z) und mir (W), die Verhältniszahlen und ihre Differenzen.

Die Differenzen überschreiten die oben angegebene Genauigkeitsgrenze größtenteils. Eine besonders große Abweichung findet sich bei Punkt 9/35a, dem Gipfel des Mittelberges; beide Male wurde in der Nähe des trigonometrischen Holzkreuzes beobachtet. Ich kann mir diesen Unterschied nur dadurch erklären, daß Zeisberg zu nahe am Kreuz beobachtet und

vielleicht Eisenstörungen erhalten hat. So erhält er z. B. für die Inklination 68.01, während ich an 2 verschiedenen Tagen hier das Minimum des ganzen Gebietes mit 65.95 feststellte; die säkulare Änderung von 1897—1913 beträgt für Potsdam 0.02.

H

Z Nr.	W Nr.	Z	W	Z-W	Gestein	Bemerkungen
65	3	0.9932	9958	- 26	Gabbro	
2	4	9950	9948	+ 2	»	
3	5	9861	9816	+ 45	»	
18	8	9855	9938	- 83	»	
35a	9	7140	9987	- 2847	»	! i um 5 ^o verschieden. Störung!
67	10	9932	9919	+ 13	»	
6	16	9886	9905	- 19	»	
7	18	9899	9893	+ 6	»	
68	21	9793	9811	- 18	»	
22	25	9926	9916	+ 10	Granit	
17	27	9869	9917	- 48	Gabbro	! nicht identische Punkte?
16	31	9865	9865	0	»	
12	32	9871	9925	- 54	»	
31	34	9900	9900	0	»	
10	35	9876	9847	+ 29	»	! nicht identische Punkte?
28	36	9884	9882	+ 2	»	
92	48	9461	8974	+ 487	Serpentin	! » » » ?
88 ₁	51	8461	8662	- 201	»	
72	53	9505	9607	- 102	»	
71	54	9804	9875	- 71	Gabbro	» » » ?

Verschiedentlich war es schwer, den alten Beobachtungspunkt zu identifizieren: Z Nr. 17, 10, 92, 71. Auch die im Serpentin oder in seiner Nähe gelegenen Punkte (Z Nr. 92, 88, 72) zeigen größere Differenzen; hier spielt bei dem stark magnetischen Gestein eine geringe Veränderung des Beobachtungspunktes eine ungleich größere Rolle, als im Granit und Gabbro.

Da die Differenzen Z - W ohne systematischen Charakter schwanken, werden sie weniger ihre Ursache in einer von Potsdam verschiedenen Säkularvariation als in Beobachtungsfehlern haben. Faßt man die einwandfreien Punkte zusammen, so ergibt sich eine mittlere Differenz von ∓ 40 bis 50 Einheiten der 4. Dezimale, d. h. ein mittlerer Fehler von ∓ 80 bis 100 γ in der Bestimmung von H mit dem von Zeisberg benutzten Kohlrausch-Lokalvariometer; diese Annahme dürfte wohl auch berechtigt sein, zumal 2 meiner Stationen, die im Flachland liegen, Nr. 29 und 38, gute Übereinstimmung mit den aus Haußmanns Karten folgenden Werten zeigen.

Noch größere Differenzen zeigen die Inklinationen, die direkt vergleichbar sind, da Zeisberg im Gegensatz zu H und Z hier absolute Werte gibt:

i

Z Nr.	W Nr.	Z i	W i	Diff. Z - W	Bemerkungen
		0	0	0	
1	1	66.1	64.6	+ 1.5	Gabbro
65	3	65.9	64.9	+ 1.0	»
35 a	9	68.1	63.5	+ 4.6	!
7	18	64.6	64.9	- 0.3	—
68	21	64.4	64.8	- 0.4	»
22	25	64.0	64.7	- 0.7	Granit
16	31	66.0	65.0	+ 1.0	Gabbro
12	32	66.2	64.9	+ 1.3	»
31	34	67.0	64.9	+ 2.1	»
10	35	65.0	65.1	- 0.1	»
28	36	64.9	64.9	0.0	»

Berücksichtigt man, daß in Potsdam die Inklination in derselben Zeit um 0.02 abgenommen hat, so stimmen nur 5 Stationen in Größe und Vorzeichen damit überein; alle übrigen zeigen, mit Ausnahme von 9/35 a, eine um $1-20$ größere Differenz systematischen Charakters. Trotzdem möchte ich auch diese Unterschiede auf Beobachtungsfehler zurückführen; alle 11 Stationen liegen größtenteils im Gabbro und Granit und zeigen in meinen Messungen nur ganz geringfügige Änderungen der Inklination, wie überhaupt sämtliche im Gabbro und Granit gemessenen Inklinationen nur zwischen $64^{\circ} 38'$ und $65^{\circ} 6'$) schwanken; bei Zeisberg finden sich im selben Gebiet Unterschiede von 30 . Das von ihm benutzte Instrument ist eine mit Ablenkungsmagnet versehene Inklinationsnadel (Gebirgsmagnetometer von O. E. Meyer), deren Beobachtungsfehler mehrere Bogengrade betragen können.

Da schließlich auch in Inklination 4 meiner im Flachland gelegenen Stationen (Nr. 28, 29, 30, 38) Werte aufweisen, die gut mit den magnetischen Karten von Deutschland übereinstimmen, kann man wohl den Schluß ziehen, daß im betrachteten Gebiet die Säkularvariation in H und i ein ähnliches Verhalten wie in Potsdam zeigt.

Bemerkungen zu den Karten.

Auf Grund der Messungsergebnisse sind für Horizontal- und Vertikalintensität magnetische Karten entworfen worden, die den Verlauf der wahren isomagnetischen Linien im Zobtengebiet darstellen sollen. Da die Störungen im Serpentin von anderer Größenordnung sind als im Granit und Gabbro, mußten für den Kurvenabstand in diesen geringere Differenzen gewählt werden, um überhaupt das Zeichnen von Linien zu ermöglichen; umgekehrt wäre es beim Übertragen des kleineren Kurvenabstandes auf den Serpentin unmöglich gewesen, alle Linien auf dem verfügbaren Platz unterzubringen.

So sind für H die Isodynamen im Gabbro- und Granitgebiet im Abstand von 50γ , im Serpentin von 500 zu 500γ gezeichnet worden, für Z entsprechend von 100 zu 100γ und von 1000 zu 1000γ .

Im Einzelnen ist zu bemerken:

Die Horizontalintensität H zeigt im eigentlichen Zobtenmassiv (Gabbro und Granit) sehr geringe Schwankungen, und das Zeichnen der Kurven bei der verhältnismäßig großen Anzahl der Stationen bietet gewisse Schwierigkeit. Immerhin ist die Striegelmühler Kurve deutlich auch in den Horizontalisodynamen ausgeprägt, wie überhaupt das geologische Bild der nördlichen aus Granit und Gabbro bestehenden Vorberge durchaus ähnlich dem magnetischen ist. Ein Einfluß des Bergkegels ist im Verlauf der Isodynamen nicht zu erkennen, dagegen macht sich im Nordwesten eine Ausbuchtung der Linien nach Gorkau hin bemerkbar.

Der Mittelberg zeigt auch an seinem Abhang eine erhebliche Zunahme, während auf dem Sattel zwischen Mittel- und Engelberg und am Kreuzstein (Nr. 31) eine ausgesprochene Abnahme der Horizontalintensität zu bemerken ist.

Bei der Annäherung an die Serpentinberge beginnt die Horizontalintensität langsam abzunehmen (Silsterwitzer Tal), und im Serpentin selbst erreicht die Abnahme auf kurze Ent-

1) den Mittelberg (Nr. 9) ausgenommen.

fernung hin Beträge von mehreren 1000 γ . So beträgt die Abnahme vom Fuß des Geyersberges bis zum Gipfel 2500 γ auf eine horizontale Entfernung von 500 m und auf einen Höhenunterschied von 180 m hin; auf der Chaussee Kl. Kniegnitz-Langenöls ist auf rund 1 km Entfernung eine Abnahme von 2500 γ bis zur Paßhöhe und hierauf eine etwas schnellere Zunahme von wieder 2500 γ zu konstatieren.

Bedeutend eindrucksvoller und mehr die einzelnen Erscheinungen hervorhebend stellen sich die Vertikalisdynamen dem Auge des Betrachters dar. Hier ist nicht nur die Abschnürung der nördlichen Vorberge durch die Striegelmühler Kurve dargestellt, auch der Einfluß der einzelnen Bergkuppen macht sich unzweifelhaft bemerkbar. So zeigt der Zobten mit seinem südlichen Abhang, wie der Engelberg mit seinem östlichen Abhang eine Zunahme der Vertikalintensität, dagegen der Mittelberg eine starke Abnahme auf seinem ganzen Kegel.

Zwei weitere Gebiete positiver Anomalie befinden sich rechts und links vom Zobtenkegel; das östliche fällt in die Zone des Geschiebemergels, der eine Zunge von Bankwitz aus, wie oben erwähnt, den Zobtenkegel hinaufschiebt, das westliche in jene schon bei H erwähnte Ausbuckelung der Isodynamen nach Nordwesten hin; ob der hier in kompakten Mengen zu Tage tretende Granit diese Erscheinung hervorruft, oder ob die wirkliche Bruchlinie anders verläuft, sei dahingestellt.

Die Zunahme der Vertikalintensität im Serpentin ist naturgemäß sehr stark; so beträgt die Zunahme vom Fuß des Geyersberges bis zum Gipfel 6000—7000 γ .

Wie die Horizontalisdynamen ergeben auch die Linien gleicher Vertikalintensität den geschlossenen Zusammenhang der südlichen Vorberge; ein Übergang zu den östlich und westlich anschließenden Serpentinbergen ist in den magnetischen Kurven nicht ausgedrückt; wo der Serpentin einer anderen geologischen Formation weicht, ist auch eine Zu- resp. Abnahme der Isodynamen, ein Zurückkehren zu Flachlandswerten zu konstatieren.

Am Weinberg (Nr. 40, 41, 42, 43, 44) zeigt das Verhalten der Z-Kurven, daß südöstlich des Gipfels der Serpentin sich weiter, wenn auch durch Ackerboden verdeckt, bis nach dem Dorf Weinberg erstreckt, und daß die dort festgestellte Serpentin-Insel zum ganzen Serpentinrücken noch gehört.

Umgekehrt läßt die erneute Zunahme der Vertikalintensität bei Nr. 45 auf der Chaussee nach Langenöls vermuten, daß die hier geologisch festgestellte »Serpentininsel« ein von dem Hauptrücken getrenntes Vorkommen ist.

Als natürliche Folge der großen Kraftliniendichte im Serpentin tritt im Silsterwitzer Tal eine ausgesprochene Abnahme der Vertikalintensität ein. Diese »Senke« zieht sich von der Tampadeler Försterei bis über Gr. Silsterwitz hin, den Talkessel zwischen Zobten und Serpentinbergen ausfüllend.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß weder das Vorkommen von Chromeisenstein Nr. 58, noch die kleinen Granitkuppen bei Tampadel Nr. 59 die Kurvenbilder beeinflussen; die letzteren scheinen wenig mächtig zu sein, da der Verlauf beider Isodynamen durchaus auf Serpentin als Untergrund hinweist.

Tritt somit der Gesteinsmagnetismus im Serpentin klar und prägnant in Erscheinung, so zeigen die Isodynamen im Zobtenmassiv und seinen nördlichen Vorbergen Einflüsse der Tektonik.

Eingehender auf die Beziehungen zwischen Erdmagnetismus und Geologie im Zobtengebirge zurückzukommen, kann ich unterlassen, da die begründete Aussicht besteht, daß die hier niedergelegten magnetischen Ergebnisse bei der redaktionellen Bearbeitung des noch unveröffentlichten Blattes Zobten der geologischen Landesaufnahme durch einen Fachmann eine befriedigende Verwertung finden werden; dem erdmagnetischen Fachmann zeigen die Ergebnisse und magnetischen Karten, wie außerordentlich kompliziert die magnetischen Kräfte sich selbst in einem Gebiet äußern, das tektonisch und petrographisch so verhältnismäßig einfach gegenüber den anderen schlesischen Gebirgen gestaltet ist wie der Zobten.

Lage der Messungsstationen.

Zugrunde gelegt ist das Meßtischblatt Zobten, Nr. 3015 der Königl. Preußischen Landesaufnahme.

- Nr. 1: Schnittpunkt der am Nordwestabhang des Engelberges vom Gipfel ausgehenden Schneise (125/126) mit dem von der Chaussee Zobten-Gorkau abzweigenden Weg (Zeisberg Nr. 1).
 Nr. 2: Nordabhang des Engelberges, wo der Weg zum Gipfel in den Wald einbiegt.
 Nr. 3: Gipfel des Engelberges bei Stein 125/126/127 (Zeisberg Nr. 65).
 Nr. 4: Nordostabhang des Engelberges an der Wegeteilung bei Stein 14. Auf dem Gipfelweg 5 m westlich vom Stein entfernt (Zeisberg Nr. 2).
 Nr. 5: Sattel zwischen Engel- und Kreuzberg. Kreuzung aller Wege bei Stein 25 (Zeisberg Nr. 3).
 Nr. 6: Kreuzung der Schneise 124/125 mit dem Fahrweg zum Blüchersteinbruch.
 Nr. 7: Am Abhang des Kreuzberges mitten im Jagen 123 an einer 4fachen Wegeteilung.
 Nr. 8: Sattel zwischen Mittelberg und Bartelhübel. An der Wegekreuzung bei Stein 45/46/74/75 (Zeisberg Nr. 18).
 Nr. 9: Gipfel des Mittelberges 6 m nördlich vom trigonometrischen Signal (Zeisberg Nr. 35a).
 Nr. 10: Fuß des Mittel- und Stollberges. An der Waldkapelle (Zeisberg Nr. 67).
 Nr. 11: Auf dem Doktorweg am Endpunkt der Schneise im Jagen 44.
 Nr. 12: Auf dem Dediéweg im Jagen 80 bei Stein 14.
 Nr. 13: Am Dediéplatz im Jagen 47. Kreuzung des Dediéweges und des Gipfelweges Striegelmühle-Zobtenberg.
 Nr. 14: Kreuzung des Dediéweges mit dem Gipfelweg Zobtenberg-Sau-Striegelmühle bei Stein 47/48/83.
 Nr. 15: Auf dem Kindelbergweg am Schnittpunkt mit der Schneise 82/83/84.
 Nr. 16: Auf dem Dediéweg bei Stein 25/26/49/50 (Zeisberg Nr. 6).
 Nr. 17: Auf dem Dediéweg bei Stein 27/28.
 Nr. 18: Auf dem Theresenweg an der Kreuzung mit dem Bankwitzer Wasser im Jagen 88 (Zeisberg Nr. 7).
 Nr. 19: Auf dem Grenzweg Striegelmühle-Silsterwitz, an der Schneise, die Jagen 85 und 86 trennt.
 Nr. 20: Auf dem Grenzweg an der Schneise zwischen Jagen 90 und 91.
 Nr. 21: Schnittpunkt eines Gipfelweges mit Schneisen, die Jagen 55, 56, 92, 93 trennen (Zeisberg Nr. 68).
 Nr. 22: Westabhang des Bartelhübels am Schneisenstein 73/74/121/122.
 Nr. 23: Am Lützowweg, unterhalb des Schneisensteines 119/120/135/136 auf dem nach Gorkau führenden Weg.
 Nr. 24: Kreuzung des Lützow- und Adlerweges zwischen Jagen 68 und 116.
 Nr. 25: Bielaer Kurve am Weg Nr. 11, zwischen Jagen 40 und 70 (Zeisberg Nr. 22).
 Nr. 26: Kreuzung des Moltkeweges und des Weges Gorkau-Hoher Schuß im Jagen 42.
 Nr. 27: Am Leuchtscherbelplan in der Nähe des Steins 46.47/73/74 (Zeisberg Nr. 17).
 Nr. 28: Auf dem Weg Zobten-Quarklücke an der Wegekreuzung. Stein ohne Bezeichnung.
 Nr. 29: Südlich von Zobten auf dem die Chaussee kreuzenden Feldweg in der Nähe des Holzkreuzes.
 Nr. 30: Auf dem Feldweg Zobten-Striegelmühle bei Stein 21.
 Nr. 31: Am Kreuzstein. Kreuzung des Hauptgipfelweges und des Moltkeweges (Zeisberg Nr. 16).
 Nr. 32: Am Krimhildenplatz. Kreuzung sämtlicher Wege und Schneisen bei Stein 2/10/11/23 (Zeisberg Nr. 12).
 Nr. 33: Dicht unterhalb des Gipfelplans auf dem Fahrweg nach Tampadel hinter der alten Baude.
 Nr. 34: Zwischen Zobtenberg und großem Riesner bei Stein 6/7/8 (Zeisberg Nr. 31).
 Nr. 35: Am Pfeifferbörndel. Wegekreuzung zwischen Jagen 14 und 29 (Zeisberg Nr. 10).
 Nr. 36: An der Tampadeler Eiche (Zeisberg Nr. 28).
 Nr. 37: Auf dem Moltkeweg am Stein 18/36/37.
 Nr. 38: Auf dem Feldweg Striegelmühle-Kl. Kniegnitz. Kreuzung mit der Grenze der Kreise Schweidnitz und Nimptsch.
 Nr. 39: Auf der Chaussee Kl. Kniegnitz-Schwentnig, wo der Feldweg abbiegt, der Kl. Kniegnitz nördlich umgeht.
 Nr. 40: Auf dem Weg Schwentnig-Weinberg an der Wegeteilung nördl. des trig. Punktes 224.8.

- Nr. 41: Auf demselben Weg an der Mündung des zweiten Feldweges südlich von Punkt 224.3.
 Nr. 42: Auf dem Weg Schieferstein-Weinberg, an der Kreuzung mit der Isohypse 240 m. Der Punkt liegt in der Mitte zwischen beiden Orten.
 Nr. 43: Gipfel des Weinbergs, auf dem Gipfelweg.
 Nr. 44: Kreuzung des Weinberg-Gipfelweges mit dem Weg Kl. Kniegnitz-Weinberg.
 Nr. 45: An der Chaussee Schieferstein-Langenöls. Wegekreuzung dicht bei Kilometerstein 2.9.
 Nr. 46: An derselben Chaussee, wenige Meter nördlich an der Gabelung zweier Waldwege.
 Nr. 47: Südöstlich von Magdalental auf dem Weg Kl. Kniegnitz-Weinberg an der zweiten Wegteilung. Am Rande des Waldes.
 Nr. 48: Kreuzung der Chaussee Schieferstein-Langenöls und des Weges Gr. Silsterwitz-Karlsdorf (Zeisberg Nr. 92).
 Nr. 49: In der Sandgrube am nordöstlichen Ende von Gr. Silsterwitz.
 Nr. 50: In der Sandgrube südwestl. von Gr. Silsterwitz am Anfang des Jagen 100.
 Nr. 51: Vereinigung der Wege von Gr. und Kl. Silsterwitz nach Schlaupitz, östlich vom Ebereschenberg (Zeisberg Nr. 88₁).
 Nr. 52: Abhang des Geyersberges südsüdwestlich von Kl. Silsterwitz, wo der Touristenweg zum Geyersberg die Fahrstraße kreuzt. Am Jagen 103.
 Nr. 53: Auf der alten Verbindungsstraße Tampadel-Silsterwitz, Wegekreuzung dicht bei Stein 106/107 (Zeisberg Nr. 72).
 Nr. 54: Südabhang des Zobten. Wegekreuzung bei Stein 31/31/57/58 (Zeisberg Nr. 71).
 Nr. 55: Nordwestlich der Försterei Tampadel. Kreuzung des Waldweges Försterei-Kaltenbrunn mit der Schneise zwischen Jagen 60 und 61.
 Nr. 56: Weg Försterei Tampadel-Kaltenbrunn, an der Abzweigung des Weges nach Krotzel.
 Nr. 57: Östliche Kuppe des Geyersberges (Zeisberg Nr. 49).
 Nr. 58: Nordwestabhang des schwarzen Berges. An der Chromeisenstein-Halde.
 Nr. 59: Nördlich von Tampadel auf dem Weg nach Kaltenbrunn. Wegeteilung genau nördlich von Punkt 285.
 Nr. 60: Südlich von Tampadel. Kreuzung des Feldweges Tampadel-Bandersdorf mit dem west-östlich von der Kuppe 301.1 gehenden Feldweg.
 Nr. 61: Östlich von Tampadel, Feldweg an der Grenze der Kreise Reichenbach und Schweidnitz. Endpunkt der vom Geyersberg nach Westen gehenden Schneise.

Tabelle I.

Werte der Konstanten $\log C$ und $\log\left(\frac{1}{K}\right)$ und endgültige Basiswerte des Bifilars und der Wage des Potsdamer Hauptsystems für die einzelnen Messungstage.

1913	$\log C$	$\log\left(\frac{1}{K}\right)$	$H_{60,21}$	$Z_{60,21}$	1913	$\log C$	$\log\left(\frac{1}{K}\right)$	$H_{60,21}$	$Z_{60,21}$
15. Juli	8.82133.3	0.94800.4	0.18748.6	0.42932.6	23. Sept.	8.82146.4	0.94909.4	0.18738.4	0.42948.0
16. »	133.5	802.0	748.4	932.5	24. »	146.6	911.0	738.4	948.7
17. »	133.7	803.5	748.2	932.4	25. »	146.8	912.5	738.4	949.5
18. »	133.9	805.1	748.0	932.4	26. »	147.0	914.1	738.4	950.2
19. »	134.0	806.6	747.8	932.3	27. »	147.2	915.6	738.4	951.0
22. »	134.6	811.3	747.2	932.5	29. »	147.5	918.7	738.4	952.4
23. »	134.8	812.9	747.0	932.5	30. »	147.7	920.3	738.4	953.0
24. «	135.0	814.4	746.8	932.6					
28. »	135.7	820.6	746.0	932.9	1. Okt.	147.9	921.9	738.4	953.7
29. »	135.9	822.2	745.8	933.0	4. »	148.5	926.5	738.4	955.8
30. »	136.1	823.8	745.6	933.1	6. »	148.8	929.6	738.3	955.8
31. »	136.3	825.3	745.4	933.2	7. »	149.0	931.2	738.3	955.8
					8. »	149.2	932.7	738.2	955.7
2. Aug.	136.6	828.4	745.0	933.4	11. »	149.8	937.4	738.1	955.7
4. »	137.0	831.5	744.6	933.4	13. »	150.2	940.5	738.0	955.1
5. »	137.2	833.1	744.4	933.5	14. »	150.3	942.1	737.9	954.8
8. »	137.8	837.8	743.9	933.6	15. »	150.5	943.6	737.8	954.4
9. »	138.0	839.3	743.7	933.6	18. »	151.1	948.3	737.7	953.5
12. »	138.6	844.0	743.2	934.0					
13. »	138.7	845.5	743.0	934.1					
14. »	138.9	847.1	742.9	934.2					

Tabelle II.
Reduktion des Ablenkungswinkels φ auf 15° C.

t	$\Delta\varphi$	t	$\Delta\varphi$	t	$\Delta\varphi$	t	$\Delta\varphi$
0,0	-16,16	6,5	-9,18	13,0	-2,17	19,5	+4,89
0,5	15,63	7,0	8,65	13,5	1,62	20,0	5,44
1,0	15,09	7,5	8,11	14,0	1,08	20,5	5,98
1,5	14,56	8,0	7,57	14,5	-0,54	21,0	6,53
2,0	14,02	8,5	7,03	15,0	0,00	21,5	7,07
2,5	13,48	9,0	6,49	15,5	+0,54	22,0	7,62
3,0	12,95	9,5	5,95	16,0	1,09	22,5	8,16
3,5	12,41	10,0	5,41	16,5	1,63	23,0	8,71
4,0	11,87	10,5	4,87	17,0	2,17	23,5	9,26
4,5	11,34	11,0	4,33	17,5	2,72	24,0	9,81
5,0	10,80	11,5	3,79	18,0	3,26	24,5	10,35
5,5	10,26	12,0	3,25	18,5	3,80	25,0	10,90
6,0	9,72	12,5	2,71	19,0	4,35		

Tabelle III.
Werte der magnetischen Elemente H, i, Z für die einzelnen Stationen
und die Epoche 1913,5.

Nr.	H _{1913,5}	i _{1913,5}	Z _{1913,5}	Nr.	H _{1913,5}	i _{1913,5}	Z _{1913,5}
1	0.19733	64° 39,0	0.41652	31	0.19466	64° 58,6	0.41701
2	0.19564	64 41,9	0.41385	32	0.19585	64 51,8	0.41740
3	0.19651	64 52,5	0.41903	33	0.19546	64 59,1	0.41888
4	0.19630	64 57,2	0.42008	34	0.19536	64 55,7	0.41758
5	0.19371	65 6,5	0.41747	35	0.19432	65 4,0	0.41799
6	0.19596	64 51,7	0.41760	36	0.19500	64 53,8	0.41619
7	0.19586	64 41,5	0.41419	37	0.19543	64 51,2	0.41631
8	0.19612	64 47,0	0.41645	38	0.19574	64 53,7	0.41776
9	0.19707	63 32,3	0.39592	39	0.19452	—	—
10	0.19574	64 47,9	0.41594	40	0.17706	67 39,3	0.43075
11	0.19709	64 38,0	0.41570	41	0.18866	66 28,7	0.43344
12	0.19614	64 52,1	0.41811	42	0.18784	66 25,7	0.43054
13	0.19548	64 44,1	0.41419	43	0.18725	67 19,6	0.44822
14	0.19646	64 49,5	0.41797	44	0.17983	66 56,3	0.42239
15	0.19452	64 58,0	0.41651	45	0.19518	65 26,8	0.42723
16	0.19545	64 48,5	0.41551	46	0.18580	66 15,2	0.42234
17	0.19479	64 54,3	0.41593	47	0.19010	64 43,4	0.40258
18	0.19522	64 53,1	0.41645	48	0.17708	67 27,2	0.42495
19	0.19503	64 48,5	0.41461	49	0.19268	64 49,0	0.40978
20	0.19420	64 54,3	0.41467	50	0.19080	65 3,0	0.41011
21	0.19361	64 49,9	0.41204	51	0.17093	68 24,3	0.43183
22	0.19541	64 52,7	0.41674	52	0.17571	67 8,7	0.41688
23	0.19584	64 49,1	0.41652	53	0.18957	64 47,3	0.40265
24	0.19573	64 52,4	0.41733	54	0.19486	64 40,3	0.41170
25	0.19567	64 46,1	0.41522	55	0.19195	64 46,6	0.40747
26	0.19574	64 51,4	0.41704	56	0.19504	64 43,6	0.41310
27	0.19569	64 53,5	0.41759	57	0.16549	70 38,6	0.47108
28	0.19558	64 57,8	0.41873	58	0.18082	67 29,7	0.43644
29	0.19602	64 53,0	0.41814	59	0.18431	65 49,7	0.41066
30	0.19534	64 58,5	0.41844	60	0.19157	65 43,9	0.42491
				61	0.17612	67 40,9	0.42903

Abgeschlossen am 16. Juni 1914.

Additional material from *Erdmagnetische Untersuchungen im Zobtengebirge*, ISBN 978-3-662-23738-0, is available at <http://extras.springer.com>

