

Die geomagnetischen Landesvermessungen auf dem Gebiet der DDR und einige Ergebnisse ihrer Bearbeitung

H. KAUTZLEBEN

Az NDK területén az 1898 – 1903, ill. – 1907; 1934 – 1935; 1953 – 1962 közötti időszakban 1. ill. 2-rendű földmágneses pontokat mértek be. A tanulmány a mérési pontok megoszlását, az észlelési technikát, valamint a méréseknek a Földmágneses Intézetben végrehajtott feldolgozását ismerteti.

Az észlelések kiértékelése során igyekeztek felvilágosítást kapni a földmágneses tér évszázados változásainak az NDK területére jellemző alakulására. Vannak bizonyos jelek az évszázados változások helyi anomáliáira, erre azonban földtani magyarázatot még nem találtak. Ezenkívül módszertani vizsgálatoknak vetettek alá bizonyos statisztikai kérdéseket a mágneses tér alakulásának értelmezésével és ábrázolásával kapcsolatban. A tanulmány, például, megállapításokat tesz a térképek hibáira vonatkozóan, amelyeknek létrejöttébe a tér adottságai is belejátszanak. A szerző javaslatot tesz az észleléseknek újszerű térképi ábrázolására.

На территории ГДР периоды от 1898 до 1903 и 1907, от 1934 до 1935 и 1953 до 1963 были замерены магнитометрические пункты первого и второго классов. В данной работе дается описание о распределении пунктов, о технике наблюдений и о результатах обработки материалов, проведенной в Геомангнитном институте.

При отработке материалов наблюдений была поставлена задача получить сведения также и о вековых вариациях геомагнитного поля в ГДР. По некоторым данным в вековых вариациях имеются локальные аномалии, но дать им геологическое объяснение пока нельзя. Кроме того, методическому изучению подвергаются статистические вопросы, связанные с истолкованием поведения геомагнитного поля. Например, рассматриваются суммарные погрешности карт, в которые входят также и свойства геомагнитного поля. Предлагается новый способ изображения результатов в виде карты.

Auf dem Gebiet der DDR sind geomagnetische Messpunkt 1. bzw. 2. Ordnung in den Perioden 1898 bis 1903 bzw. 1907, 1934 bis 1935; 1953 bis 1962 vermessen worden. Es wird über die Verteilung der Stationen, die Beobachtungstechnik und die im Geomagnetischen Institut erfolgte Bearbeitung der Messungen berichtet.

Bei der Auswertung der Beobachtungen wird einmal eine Auskunft über die Säkularvariation im Gebiet der DDR angestrebt. Man erhält gewisse Hinweise auf lokale Anomalien der Säkularvariation, für die eine geologische Deutung bisher jedoch nicht möglich ist. Zum anderen werden methodische Untersuchungen über statistische Fragen bei der Erfassung und Darstellung des Feldverlaufs angestellt. Man erhält z. B. Aussagen über die resultierenden Fehler der Karten, in die auch die Eigenschaften des Feldes eingehen. Es wird eine neue Darstellung der Beobachtungen in Kartenform vorgeschlagen.

Die geomagnetischen Landesvermessungen bilden eine wichtige Arbeitsmethode zur Erfassung der Verteilung des geomagnetischen Hauptfeldes längs der Erdoberfläche. Historisch gesehen lieferten die Beobachtungen an den einzelnen Punkten eines mit viel Sachkenntnis angelegten Punktnetzes die erste allgemeinere Vorstellung von der Verteilung der geomagnetischen Elemente längs der Erdoberfläche. In den letzten Jahren wird diese Aufgabe der Landesvermessungen alter Art weitgehend von aeromagnetischen Aufnahmen übernommen. Die grosse Bedeutung der Landesvermessungen an ausgewählten Punkten besteht heute einmal in der Erfassung der säkularvariation und zum anderen in der Schaffung eines Festpunktnetzes zum Anschluss lokaler Vermessungsarbeiten für Zwecke der Prospektionsgeophysik.

Die Erfassung des Hauptfeldes ist eine statistische Aufgabe, da man das geomagnetische Feld als stochastische Erscheinung ansehen kann. Im wesentlichen sind dabei zwei grundlegende Probleme zu lösen: Das erste ist die Trennung des Feldes in Anteile mit primären Quellen in der ionisierten Atmosphäre und im Erdkörper. Diese Trennung ist bekanntlich wegen des verschiedenen zeitlichen Verhaltens näherungsweise möglich. Schwierigkeiten entstehen einmal bei den längeren Perioden und zum anderen bei der Eliminierung der Induktionseffekte. Die zweite Aufgabe besteht in der Trennung des Krustenanteiles vom Kernanteil. Diese Trennung wird einmal wegen des verschiedenen Verhaltens, zum anderen wegen der verschiedenen Größe der zugehörigen Strukturelemente ermöglicht. Schwierigkeiten entstehen bei lokalen Anomalien der Säkularvariation; das entscheidende Problem ist die geeignete Definition eines Normalfeldes. In vielen Fällen liefern die Landesvermessungen gerade dieses Normalfeld.

Die geomagnetischen Landesvermessungen auf dem Gebiet der DDR

Magnetische Vermessungen auf dem Gebiet der DDR wurden erstmals in den Jahren 1898 bis 1903 von M. Eschenhagen und J. Edler im Rahmen der magnetischen Vermessung 1. Ordnung des damaligen Königreiches Preußen ausgeführt. Diese Aufnahme wurde von Ad. Schmidt einer mustergültigen Bearbeitung [1, 2] unterzogen. Hierbei war mit Ausnahme des Gebietes von Sachsen das gesamte Gebiet der heutigen DDR vermessen worden. Dieser Teil wurde 1907 von Göllnitz mit sehr viel größerer Punktdichte vermessen [3]. Da vier gemeinsame Stationen existieren, kann man die beiden Netze aneinander anschließen. Die Messungen wurden sämtlich auf trigonometrischen Punkten ausgeführt. Gemessen wurden die drei Elemente Horizontalintensität, Deklination und Inklination mit Hilfe eines Reiseinstrumentes, bestehend aus einem magnetischen Theodoliten mit gegen den Magnetkasten auswechselbarem Schwingungsapparat, Nadelinklinatorium und astronomischen Höhenkreisaufsatz. Dieses Instrument wurde sowohl von Eschenhagen und Edler als auch von Göllnitz benutzt. Die Horizontalintensität wurde ausschließlich durch Ablenkungsbeobachtungen bestimmt. Der Magnet zeigte eine Pinnenaufhängung. Die Inklination wurde mit zwei Nadeln (jeweils unter Ummagnetisierung) bestimmt. Anschlußmessungen wurden in Potsdam ausgeführt. Reduziert wurden die preußischen Beobachtungen mit Hilfe der Potsdamer Registrierungen auf die Epoche 1901,0. Die Beobachtungen in Sachsen wurden im Sommer 1907 ausgeführt und zu Beginn und am Ende der Meßperiode in Potsdam angeschlossen. Kontrollbeobachtungen wurden auf einer speziellen Station in Skassa ausgeführt. Reduziert wurde mit Hilfe der Registrierungen in Potsdam auf die Epoche 1907,5.

Von der preußischen Aufnahme liegen 59 Stationen im Gebiet der DDR. Die sächsische Aufnahme umfaßt insgesamt 101 Stationen. Von diesen wurden außer den vier gemeinsamen Stationen nur 11 weitere herangezogen, um über das gesamte Gebiet der DDR eine einigermaßen homogene Meßpunktverteilung zu besitzen. Diese sind von uns ebenfalls auf die Epoche 1901,0 reduziert worden. Bei demnach 70 Stationen entfällt im Mittel auf jede Station eine Fläche von 1540 km². Der mittlere Punktabstand beträgt also (bei Annahme eines Netzes von gleichseitigen Dreiecken) ca. 48 km.

Die zweite Aufnahme wurde von R. Bock, F. Errulat und F. Burmeister in den Jahren 1934 und 1935 ausgeführt [4]. Grundsätzlich wurde auf trigono-

metrischen Punkten beobachtet. Als Instrumentarium wurden Reisetheodoliten für die Messungen von D und H mit Pinnenmagneten, Erdinduktoren mit Saitengalvanometer und Vertikalfeldwaagen verwendet. Es wurden Ablenkungs- und Schwingungsbeobachtungen ausgeführt. Die Z-Messungen mit der Feldwaage dienten zur Kontrolle der H- und I-Beobachtungen sowie zur Überprüfung der lokalen Störungen. Reduziert wurde mit Hilfe der Registrierungen im Observatorium Niemegek auf die Epoche 1935,0.

Im Gebiet der DDR liegen 121 Stationen dieser Aufnahme. Im Mittel entfällt demnach pro Station eine Fläche von 900 km². Dem entspricht ein mittlerer Stationsabstand von ca. 36 km.

In den Jahren 1953 bis 1962 wurde von H. Bolz unter Mitarbeit von H. Wolter eine magnetische Vermessung 2. Ordnung durchgeführt. Die Stationen liegen sämtlich auf trigonometrischen Punkten. Es wurden die Deklination mit einem Reisetheodoliten mit Fadenaufhängung und Horizontal- sowie Vertikalintensität mit jeweils zwei Feldwaagen mit Bandaufhängung bestimmt. Die Instrumente wurden nach jeder Meßreise im Observatorium Niemegek angeschlossen. Die Beobachtungen wurden mit den Registrierungen in Niemegek reduziert. Da mit einer längeren Dauer der Arbeiten zu rechnen war, wurden zur Erfassung der Säkularvariation 12 Säkularstationen angelegt, an denen im Rhythmus von zwei Jahren beobachtet wird [5]. Als gemeinsame Epoche ist das Jahr 1957,5 vorgesehen. Die Reduktionsarbeiten sind begonnen worden.

Insgesamt wurden bei dieser Aufnahme 1750 Stationen vermessen. Auf jede Station entfällt damit im Mittel eine Fläche von ca. 62 km². Der mittlere Stationsabstand beträgt demnach ca. 10 km.

Soweit möglich, wurden bei diesen drei Aufnahmen die Beobachtungen an denselben trigonometrischen Stationen wiederholt. Die Aufnahme 1953/62 umfaßt 80 Stationen, die schon 1934/35 vermessen worden sind, und 27 Meßpunkte der Aufnahme 1898/1903 und 1907. Bei der Aufnahme 1934/35 wurde an 34 Stationen beobachtet, an denen schon 1898/1903 und 1907 beobachtet worden war.

Die Beobachtungsgenauigkeit der drei Aufnahmen ist verschieden, so daß ein Vergleich der einzelnen Beobachtungen erschwert wird. Als Werte für die erreichte Beobachtungsgenauigkeit an den einzelnen Stationen können nicht die von den verschiedenen Bearbeitern gemachten Angaben verwendet werden, da meist nur die sogenannte innere Beobachtungsgenauigkeit oder Meßgenauigkeit bestimmt worden ist. Grobe Abschätzungen über die äußere Beobachtungsgenauigkeit (die außer den reinen Meßfehlern auch die Reduktions- und Auswertungsfehler enthält) erhält man nach vom Verfasser angegebenen Methoden auf folgende Weise:

An den Säkularpunkten der Aufnahme 1953/62 liegen mehrere Beobachtungen zu verschiedenen Epochen vor. Sieht man z. B. die Beobachtungen in den einzelnen Säkularpunkten als fehlerfrei und die Differenzen „Wert im Säkularpunkt minus Wert in Niemegek“ als lineare Funktionen der Zeit an, so gibt die Streuung dieser Differenzen für die bisher vermessenen Epochen Maß für die erreichte Genauigkeit. Man erhält auf diese Weise folgende mittlere Fehler [5]:

$$D: \pm 0,6; \quad H: \pm 4''; \quad Z: \pm 4''$$

Diese Werte werden auch durch Betrachtungen mit Hilfe des Curl-Tests bestätigt [6].

Für die anderen Aufnahmen erhält man Aussagen mit Hilfe der Annahme über die zeitliche Konstanz lokaler Anomalien, die sich durch theoretische Abschätzung bestätigen läßt [7]. Die Differenz der Störwerte zu verschiedenen Epochen liefert ein Maß für die erreichte Genauigkeit zu beiden Epochen, wenn keine ausgeprägte regionale Verteilung der Differenzen erkennbar ist. Aus einem Vergleich der Aufnahmen 1953/62 und 1935 erhält man auf diese Weise folgende mittlere Fehler [8]:

$$D: \pm 2,5; \quad H: \pm 13''; \quad Z: \pm 23''$$

Da die äußere Genauigkeit der Aufnahme 1953/62 wesentlich größer ist, dürften diese Fehler hauptsächlich durch die Beobachtungen der Aufnahme 1935 verursacht werden und geben demnach deren mittlere Fehler an.

Durch Vergleich der Störwerte bei den Aufnahmen 1898/1903 mit den Störwerten an entsprechenden Stationen der Aufnahmen 1934/35 und 1953/62 erhält man auf ähnliche Weise für die mittleren Fehler die Abschätzungen:

$$D: \pm 2,5; \quad H: \pm 13''; \quad Z: \pm 70''.$$

Diese Fehlerabschätzungen gelten auch für die sächsische Aufnahme von 1907. Wie zu erwarten war, wurde die relativ geringste Genauigkeit bei der Bestimmung von Z erreicht.

Eine wesentliche Steigerung der äußeren Beobachtungsgenauigkeit gegenüber der Aufnahme von 1953/62 dürfte auch bei Einsatz modernerer Meßgeräte nicht mehr zu erwarten sein. Die größte Schwierigkeit besteht jetzt in der exakten Reduktion der Variationen, wobei Induktionseffekte im geologisch nicht einheitlichen Untergrund zu eliminieren sind. Eine Möglichkeit besteht dazu nur im Einsatz von Reiseregistrierstationen, wodurch aber die Meßdauer erheblich vergrößert wird.

Die Säkularvariation im Gebiet der DDR

Nach heutigen Anschauungen besteht das geomagnetische Hauptfeld aus verschiedenen Anteilen: einem primären Grundfeld, dessen Quellen tief im Erdinneren zu suchen sind, einen sekundären Feld, das durch dessen Induktion in der Gesteinskruste entstehen dürfte, und dem Feld der permanenten Gesteinsmagnetisierung. Als zeitlich veränderliche Größen sind das primäre und das sekundäre Feld anzusehen. Abschätzungen [7] ergeben, daß bei der in Mitteleuropa beobachteten Säkularvariation das sekundäre Feld sich in einem halben Jahrhundert um höchstens $5''$ ändert. Der überwiegende Teil der Säkularvariation ist im primären Grundfeld oder Kernfeld enthalten. Die räumliche Struktur dieses Kernfeldes ist an der Erdoberfläche schon stark ausgeglichen. Kleine, aber intensive Anomalien an der Oberfläche des Erdkerns treten schon aus geometrischen Gründen an der Erdoberfläche kaum in Erscheinung. Weiter muß man beachten, daß kräftigere Anomalien meistens auch zeitlich relativ schnell veränderlich sind. Die relativ schnell verlaufenden Variationen des Kernfeldes werden aber im Erdmantel durch Induktionseffekte abgeschirmt. Man darf demnach an der Erdoberfläche eine regional nur sehr langsam veränderliche Säkularvariation erwarten, was durch die Beobachtungen auch weitgehend bestätigt wird.

Das Grundfeld wird durch das sogenannte Normalfeld erfaßt. Ein solches Normalfeld bildet dabei das entsprechende analytische Modell für die Dar-

stellung des regionalen Feldverlaufs im jeweiligen Untersuchungsgebiet. Als analytisches Modell wird man eine Darstellung bezeichnen, die die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten des Feldverlaufs aus dem in bezug auf räumliche und zeitliche Verteilung unvollständigen, in bezug auf die Einzelwerte fehlerhaften Beobachtungsmaterial heraushebt [9]. Bei den bisherigen Ableitungen hat sich ergeben, daß als Normalfeld für das Gebiet der DDR ein Polynom 1. bis 2. Grades der Koordinatendifferenzen gegen einen Zentralpunkt genügt. Das findet seine physikalische Bestätigung dadurch, daß zwischen den Amplituden der geometrischen Strukturelemente im Hauptfeld und deren charak-

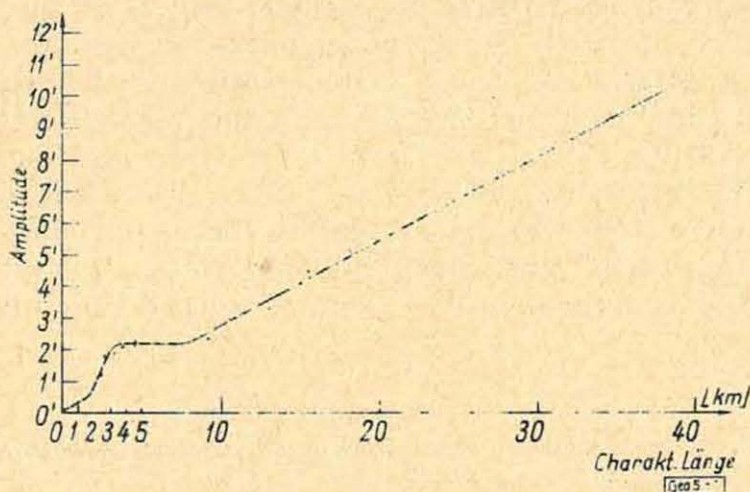


Fig. 1.

teristischen Längen bis etwa zu Längen von 10 km herab ein linearer Zusammenhang besteht (Abb. 1) [9]. Das wird durch die verschiedenen Ursachen dieser Strukturelemente erklärt. Strukturelemente mit charakteristischen Dimensionen unter 10 km werden durch die permanente Gesteinsmagnetisierung bedingt.

Zur Beschreibung des allgemeinen Verlaufs der Säkularvariation in der DDR genügt demnach die Darstellung durch ein geeignetes Normalfeld. Setzt man einen linearen Ausdruck für das Element E in der Form

$$E(t) = E_0(t) + E_1(t)\Delta\varphi + E_2(t)\Delta\lambda = E_0(t) + E_3(t)\cos\{\alpha - \varepsilon(t)\}\Delta r$$

an, wobei $\Delta\varphi$, $\Delta\lambda$ die kartesischen Koordinaten in Nord- und Ostrichtung und Δr , α ebene Polarkoordinaten bedeuten, erhält man eine Beschreibung des Feldverlaufs durch den Wert und die Hauptkrümmung der Feldfläche im Zentralpunkt. Mit Hilfe dieser Beschreibung erhält man die Aussage, daß die Hauptkrümmung, d. h. die Senkrechte auf die Isolinie im Zentralpunkt, im Laufe der Zeit ihre Richtung geändert hat. Bei allen Elementen liegt eine Drehung in Uhrzeigerichtung vor. Der Betrag der Drehung beträgt etwa von 1901 bis 1935 bzw. 1935 bis 1955: in D: 11° bzw. 5° , in H: 19° bzw. 6° und in Z: 12° bzw. 4° . Die Drehung ist demnach in den letzten Jahren langsamer geworden.

Die Säkularvariation wird vom Grundfeld vollständig bewirkt, wenn die Differenzen der Störwerte verschiedener Epochen an den verschiedenen Stationen nur eine zufällige, durch die Beobachtungsfehler bedingte Streuung zeigen. Wenn sich aber Gebiete gleicher Differenz der Störwerte abzeichnen, müssen diese lokalen Anomalien der Säkularvariation zugeschrieben werden.

Eine solche Untersuchung wurde mit Hilfe der Aufnahmen 1934/35 und 1953/62 durchgeführt. Dabei ergaben sich gewisse Hinweise auf eine regionale Ordnung und damit auf krustenbedingte Anomalien in der Säkularvariation. In D findet man ein Vorherrschen negativer Werte im Osten, in H ein Vorherrschen positiver Werte im Südwesten und in Z drei positive Zentren im Süden, im Nordwesten und im Nordosten. Diese Ergebnisse sind wegen der äußeren Beobachtungsfehler noch nicht ausreichend signifikant, so daß zur Entscheidung noch einige Zeit abgewartet werden muß.

Eine vorläufige Deutung könnte man etwa auf folgende Weise erhalten. Im Normalfall wird der Hauptteil der Krustenmagnetisierung durch die magnetischen Gesteine oberhalb der Tiefe geliefert, in der die Curietemperatur erreicht wird. Vergrößert sich diese Tiefe, so wird die Krustenmagnetisierung um einen Anteil zunehmen, der einer Schicht magnetischer Gesteine mit einer Mächtigkeit gleich der Differenz zwischen der alten und der neuen Tiefe der Curietemperatur entspricht. Die Beobachtungen im Gebiet der DDR würden sich dann qualitativ so deuten lassen, daß in den drei Gebieten, die den Anomalien in Z entsprechen, ein Vergrößern der Tiefe der Curietemperatur vor sich gehen müßte. Eine geologische Deutung dieser Vorgänge ist noch nicht gelungen.

Bemerkungen zur statistischen Auswertung und kartographischen Darstellung von Landesvermessungen

Wie schon eingangs erwähnt worden ist, bildet die Erfassung des geomagnetischen Hauptfeldes ein statistisches Problem. Aus der Eigenschaft des Hauptfeldes als stochastische Erscheinung folgt, daß für eine vollständige Beschreibung die Kenntnis der Feldwerte für kontinuierlich variierende Koordinaten erforderlich ist. Hieraus resultieren zwei grundsätzliche Schwierigkeiten für die Ableitung des Feldverlaufs aus magnetischen Aufnahmen und seine Darstellung in Form geomagnetischer Karten.

Jede Karte soll – innerhalb gewisser Grenzen – ein naturgetreues Abbild des wirklichen Feldverlaufs im Beobachtungsgebiet liefern. Die Genauigkeit bei der Konstruktion wird jedoch umso geringer, je kleiner der Maßstab ist. Jede Karte stellt demnach einen geglätteten mittleren Verlauf des Feldes dar. Die notwendige Generalisierung verursacht also eine erste Fehlerquelle für die Karte, auch wenn das Feld in allen Punkten bekannt wäre.

Die zweite Fehlerquelle bildet die Tatsache, daß Feldwerte nur in einer endlichen Zahl von Punkten durch Beobachtungen mit begrenzter Genauigkeit bekannt sind. Es ist demnach nicht möglich, alle Einzelheiten des Feldverlaufs zu erfassen. Da in der Karte jedoch nur ein geglätteter Verlauf zur Darstellung kommen kann, genügt eine endliche Zahl von Beobachtungen. Ihre Zahl wird von dem durch den Kartenmaßstab bestimmten Grad der Generalisierung und dem Störungscharakter des Feldes im Beobachtungsgebiet festgelegt. Angaben hierüber erfordern eingehende statistische Untersuchungen.

Untersuchungen dieser Art stehen gegenwärtig im Geomagnetischen Institut der Deutschen Akademie der Wissenschaften vor dem Abschluß [10]. Der Grundgedanke dieser Untersuchungen besteht darin, daß zur Beschreibung des Feldes ausschließlich Flächenmittelwerte verwendet werden. Die Größe der Fläche, über die gemittelt wird, wird durch den geforderten Kar-

tenmaßstab oder die Größe der noch zu erfassenden Strukturelemente vorgeschrieben. Der mittlere Fehler dieses Flächenmittelwertes wird durch den Störungscharakter des Feldes, d. h. die magnetischen Auswirkungen der geologischen Verhältnisse, bestimmt. Umgekehrt kann man bei Kenntnis des Störungsgrades, der aus einer Kombination der Flächengröße und des entsprechenden mittleren Fehlers besteht, die zur Erfassung des Feldverlaufs notwendige Meßpunktdichte bestimmen. In *Abb. 2.* ist die Abhängigkeit des mittleren Fehlers in *D* von der Zahl der Meßpunkte und der Größe der linearen Approximationsfläche für den Nordteil der DDR dargestellt. Diese Darstellung ist repräsentativ für die gesamte DDR. Bemerkenswert ist hier-

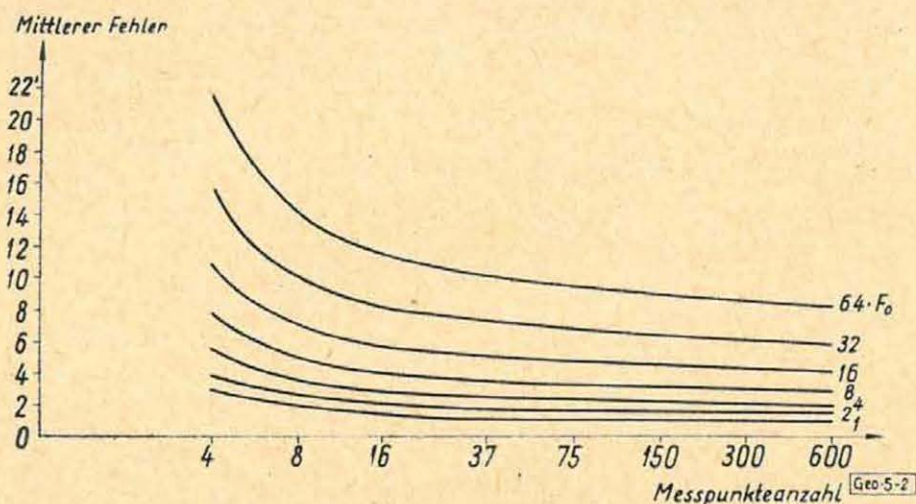


Fig. 2.

bei, daß der mittlere Fehler bei Verkleinerung der Approximationsfläche anfangs sehr langsam, später jedoch sehr schnell abnimmt. Man kann das auch als Bestätigung dafür ansehen, daß im Feldverlauf in der DDR im wesentlichen die regional sehr langsam veränderlichen Strukturelemente überwiegen, während die kleineren Elemente erst bei Dimensionen unter 10 km bemerkbar werden.

Aus diesen Überlegungen folgen zwei Voraussetzungen für die Konstruktion von Karten aus Beobachtungswerten. Zum ersten muß vorausgesetzt werden, daß die Punktdichte relativ zum Störungscharakter und Grad der Generalisierung genügend groß ist. Zum zweiten müssen die Störungen des Feldverlaufs eine solche Eigenschaft aufweisen, daß ihre Amplituden mit der geometrischen Größe der Störung abnehmen. Zwischen zwei Flächenmittelpunkten dürften also keine Störungen großer Amplitude zu erwarten sein, die sich nicht schon in diesen Feldwerten bemerkbar machen. Im allgemeinen genügt man dieser Forderung, indem man Punkte mit extrem großen Flächenmittelwerten vernachlässigt. Dadurch erhält die Karte jedoch den Charakter einer Wahrscheinlichkeitsaussage: Je mehr Punkte vernachlässigt werden, desto geringer wird die Wahrscheinlichkeit, daß der aus der Karte entnommene Wert mit dem in der Natur vorliegendem übereinstimmt.

Bei der Konstruktion von Karten wird aus dem Punktnetz der Flächenmittelwerte durch Interpolation eine Darstellung durch Linien gleichen Funktionswertes abgeleitet. Zu dem Fehler der Flächenmittelwerte tritt damit noch der Fehler durch Interpolation. Im allgemeinen verwendet man jedoch

nicht Flächenmittelwerte, sondern betrachtet die Beobachtungswerte direkt als repräsentativ für den jeweiligen Mittelwert. Die Interpolation erfolgt gewöhnlich linear. Dann sind Interpolationsfehler und Fehler des Mittelwertes nicht mehr voneinander zu trennen. Beide Fehler gemeinsam liefern für die

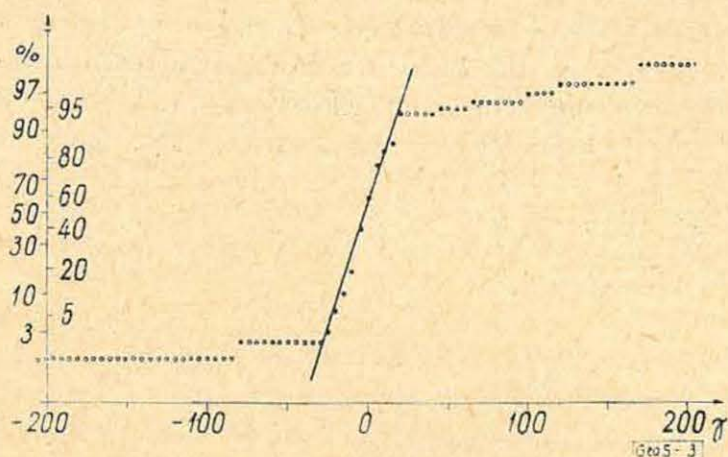


Fig. 3.

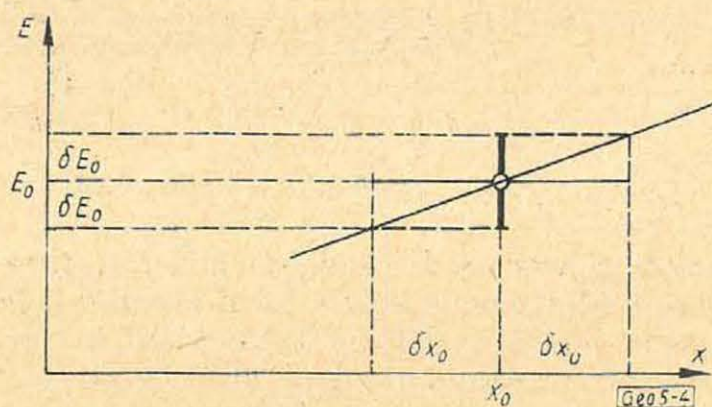


Fig. 4.

Karte neben der oben erwähnten Wahrscheinlichkeitsaussage eine weitere statistische Aussage, nämlich: mit welchem Fehler der aus der Karte entnommene Wert behaftet sein dürfte.

Zur Ableitung dieser beiden Aussagen kann man ein einfaches Verfahren anwenden. Man verwendet das vollständige Netz der Beobachtungen und konstruiert daraus unter Vernachlässigung der durch extrem abweichende Werte gekennzeichneten Einzelpunkte durch lineare Interpolation zwischen den Beobachtungen die Linien gleichen Funktionswertes. Dabei muß der Abstand der Funktionswerte so gewählt werden, daß zwischen zwei Beobachtungen höchstens eine Isolinie verläuft. Anschließend interpoliert man linear für jeden Beobachtungspunkt und trägt die Abweichungen der interpolierten von den beobachteten Werten im Wahrscheinlichkeitspapier auf. Daraus kann man sofort erstens die Häufigkeit der Werte, die nicht berücksichtigt werden dürfen, und zweitens den mittleren Fehler der Kartendarstellung ablesen. Als Beispiel wird ein Ausschnitt aus der magnetischen Aufnahme der DDR von 1953/62 (der auf die Epoche 1957,5 reduziert ist) untersucht (Abb. 3).

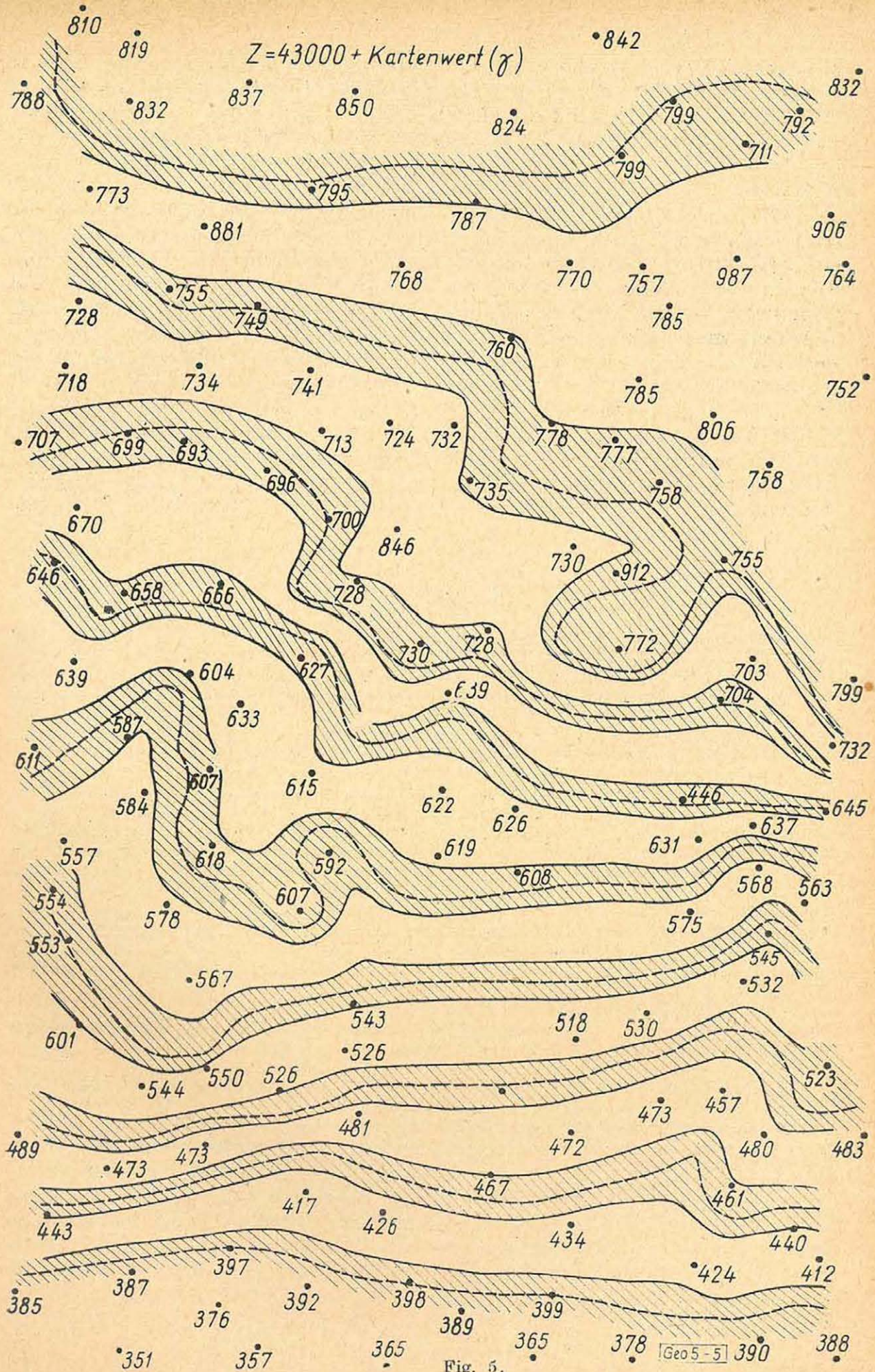


Fig. 5.

[Geo 5-5]

Man erhält hierbei die Aussage, daß man bei Vernachlässigung der Abweichungen über $\pm 30\%$, das sind 10% aller Fälle, für die Abweichungen eine Gaußsche Fehlerverteilung annehmen darf, die auf einen mittleren Fehler von $\pm 10\%$ führt. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% werden demnach die linear interpolierten Werte innerhalb von $\pm 10\%$ mit den beobachteten übereinstimmen.

Wenn man die Darstellung durch Isolinien direkt als Karte des Feldverlaufs verwendet, erhält man ohne die beiden erwähnten Angaben lediglich ein qualitatives Bild der beobachteten Werteverteilung. In manchen Fällen wird es zweckmäßig sein, wenn man den mittleren Fehler – und damit die Genauigkeit – der Karte schon durch die Darstellung zum Ausdruck bringt. Das kann man dadurch erreichen, daß man den Begriff der Isolinie verallgemeinert. Man konstruiert statt der theoretisch unendlich dünnen Isolinie ein Isoband. Dieses stellt den Verlauf eines Funktionsbandes auf der als eben und horizontal angenommenen Erdoberfläche dar, in dem bei dem bekannten Fehler δE_0 der zugehörige Kartenwert E_0 gesucht werden kann. Die Breite des Isobandes wird durch den mittleren Fehler der Aufnahme und den lokalen mittleren Gradienten des Feldverlaufs bestimmt (*Abb. 4*). Damit ergibt sich dann für den betrachteten Ausschnitt aus der Aufnahme der DDR das Kartenbild der *Abb. 5*.

LITERATUR

- [1] *Ad. Schmidt*: Magnetische Karten von Norddeutschland für 1909. Abh. d. Preuß. Met. Institutes, Bd. III., Nr. 4 Berlin 1910.
- [2] *Ad. Schmidt*: Die magnetische Vermessung I. Ordnung des Königreiches Preußen 1898 bis 1903 nach den Beobachtungen von M. Eschenhagen und J. Edler. Abh. d. Preuß. Met. Institutes, Bd. IV, Nr. 12, Berlin 1914.
- [3] *O. Göllnitz*: Die magnetische Vermessung des Sächsischen Staatsgebietes. Beiheft z. Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenwesen in Sachsen auf das Jahr 1919, 93. Jahrg., Freiberg 1919.
- [4] *R. Bock, F. Burmeister, F. Errulat*: Magnetische Reichsvermessung 1935,0. Teil I (Tabellen): Abh. d. Geophys. Institutes Potsdam Nr. 6, Berlin 1948. Teil II (Karten): Erg. heft Reihe B., Nr. 2 zur Deutsch. Hydrogr. Zeitschrift, Hamburg 1956.
- [5] *H. Bolz, H. Wolter*: Die Beobachtung der Säkularvariation im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. Abh. d. Geomagnetischen Institutes Potsdam Nr. 24, Berlin 1960.
- [6] *K. Lengning, O. Lucke, K. Sellien*: Betrachtungen über die Vermessungen des erdmagnetischen Hauptfeldes in Norddeutschland zu den Epochen 1901, 1935 und 1955. Abh. d. Geomagn. Institutes Potsdam Nr. 30, Berlin 1961.
- [7] *G. Fanslau, H. Kautzleben*: Zur Auswertung der Potentialberechnungen in begrenzten Gebieten. Abh. d. Geomagn. Institutes Potsdam, Nr. 24, Berlin 1960.
- [8] *H. Bolz, H. Wolter*: Das Normalfeld nach Rössiger und die magnetischen Vermessungen im Gebiet der DDR von 1935,0 und 1955,5. Abh. Geomagn. Institut Potsdam Nr. 27, Berlin 1961, S. 19.
- [9] *H. Kautzleben, W. Mundt*: Zur Ableitung analytischer Modelle für das geomagnetische Feld aus Beobachtungsdaten auf der Erdoberfläche. Monatsberichte der DAW zu Berlin 1962, Heft 10.
- [10] *W. Mundt*: Statistische Bearbeitung und Analyse geomagnetischer Landesvermessungen (in Vorbereitung).