

Werk

Jahr: 1970

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 Z NAT 2148:36

Werk Id: PPN101433392X_0036

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X_0036 | LOG_0079

Terms and Conditions

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

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

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

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

Contact

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

Zur Problematik der Deutung paläomagnetischer Meßergebnisse auf Grund von Untersuchungen an den Basalten des Paläovulkans Vogelsberg in Hessen¹⁾

Von E. SCHENK, Gießen-Hungen²⁾

Eingegangen am 2. September 1968

Zusammenfassung: Von 33 Kernbohrungen im Basalt des Vogelsberges in Hessen wurden über 5000 Proben für paläomagnetische Messungen geschnitten, um die Inklination, Remanenz, Suszeptibilität und den Königsberger-Faktor festzustellen. Die Messung lückenloser Profile durch Großeinheiten und Untereinheiten von Effusiv- und Intrusivbasalten führte zu der Erkenntnis, daß die Parameter der Magnetisierung gesetzmäßig variieren, indem sie eine Funktion des Abstandes von den Grenzflächen sind. Repräsentative paläomagnetische Daten sind nur im Bereich der Mitte der Gesteinseinheiten zu erwarten. Die bisherigen Deutungen paläomagnetischer Meßergebnisse haben keine gesicherten Grundlagen.

Summary: The palaeomagnetic parameters of more than 5000 samples of cores taken from 33 drilling holes through innumerable basalt units of the Vogelsberg Paleovolcano in Hessen were measured. Measurements of specimens of thin and thick layers without any gap proved that inclination, natural remanence, susceptibility and Königsberger factor are dependent on their distance from the surface of units, layers, lamelles etc. Therefore representative datas for the evaluation of palaeomagnetic measurements can be expected only in the interior part of lava flows, intrusions a.s.o. The statistic method which encloses all values of measurements gives significant datas which are not appropriate for the interpretation of palaeomagnetic and geological events.

Ziel der Untersuchung

Es ist bekannt, daß die Parameter von magnetischen Proben aus vulkanischen Gesteinsdecken, wie z. B. von Lavaströmen, eine Streuung aufweisen und deshalb statistische Methoden erfordern, um signifikante Werte zu erhalten. Nachdem es wiederholt gelang, solche Signifikanzen mit radiometrischen Altersbestimmungen von Gesteinen zu korrelieren, glaubt man allgemein, damit nicht nur die Geschichte der Wanderung und Vertauschung der magnetischen Pole der Erde, sondern auch physi-

¹⁾ Der Inhalt dieses Beitrages war Thema eines Vortrages in der Sektion für Paläomagnetismus auf dem Internationalen Kongreß für Quartärgeologie am 30. 8. bis 5. 9. 1965 in Boulder-Denver/USA und auf der Tagung der Meteorologen und Geophysiker am 1.–6. 4. 1968 in Hamburg.

²⁾ Dr. E. SCHENK, Zweckverband Oberhessischer Versorgungsbetriebe, Geologische Forschungsstelle, 6303 Hungen, Niddaerstraße 2.

kalische Fundamente einer Stratigraphie speziell vulkanischer Gesteinsformationen gewonnen zu haben und sogar geotektonische Ereignisse, wie z. B. die Kontinentalverschiebung, datieren zu können.

Viele Widersprüche, die sich beim Vergleich der ermittelten paläomagnetischen Daten von Gesteinen aus allen Teilen der Erde ergeben haben, bleiben durch Unsicherheiten auf geologischer Ebene und Ungewißheiten oder Lücken der physikalischen Beobachtung vom Gewicht einer Kritik unberührt, zumal da die Bedingungen für die umgekehrte Magnetisierung eines Gesteins bzw. eines Minerals physikalisch und mineralogisch definiert [NEEL 1951 u. 1955, BLACKETT/IRVING 1964] und die Möglichkeiten ihres Auftretens und ebenso auch der sekundären Aufheizung und damit zusammenhängender Ummagnetisierung physikalisch beschränkt und überschaubar erscheinen.

In Anbetracht solcher Feststellungen mußte es wichtig und ungemein reizvoll erscheinen, die geologischen, speziell die vulkanologischen Ereignisse in globaler Perspektive geomagnetisch zu erfassen und die Daten einer geomagnetischen Geschichte der Erde zu sammeln.

Auch im Paläovulkan Vogelsberg und seiner Umgebung waren Untersuchungen in dieser Richtung vorgenommen worden [ANGENHEISTER 1956, HAHN 1956, TURKOWSKY 1963, SCHULT 1963, NAIRN 1961 und 1962, MURAWSKI 1965], und gerade die Ergebnisse der in statistisch-methodischer Hinsicht vorbildlichen Untersuchung von ANGENHEISTER [1956] schienen die Berechtigung zur Anwendung der paläomagnetischen Methode für eine Gliederung des Basaltdeckenkomplexes dieses Vulkangebirges auf Grund paläomagnetischer Daten zu geben. Zu diesem Zwecke wurden die im Rahmen hydrogeologischer Untersuchungen niedergebrachten Kernbohrungen seit 1960 untersucht. Aber schon die ersten Meßserien gaben zu erkennen, daß nicht nur große Streuungen der Remanenz [TURKOWSKY 1963] und Inklination vorhanden waren, sondern auch eine gewisse regelmäßige Verteilung der Magnetisierung in den einzelnen Basaltlagern existiert.

Ähnliche Beobachtungen über die Remanenz wurden schon an den Stormberg-Laven von J. S. V. ZIJL, K. W. T. GRAHAM und A. L. HALES [1962] sowie an den Patetere Ignimbriten bei Waipapa (Neuseeland) von HATHERTON [1954] gemacht. Diese Erscheinungen sind bislang unerklärt geblieben [IRVING 1964]. Zur Sicherung der Deutung paläomagnetischer Meßergebnisse ist es aber notwendig, zu wissen, ob diese mehr oder weniger regelmäßigen Streuungen Ausnahmen darstellen oder oft auftreten oder sogar eine Gesetzmäßigkeit verbergen, denn es könnte ja sein, daß die paläomagnetischen Daten einer Probe, die an einer beliebigen Stelle einer Lavaergußdecke entnommen worden ist, zwar charakteristisch sind für die spezielle Entnahmestelle, jedoch nicht repräsentativ für eine stratigraphische Korrelation und die Lage des paläomagnetischen Poles der Erde.

Um Klarheit hierüber und sichere Grundlagen zu gewinnen, wurde deshalb die Verteilung der Magnetisierung, d. h. die Remanenz, die Inklination und die Volumen-

suszeptibilität längs der Vertikalen von Basaltkörpern (Lavadecken, Lagergängen usw.) untersucht.

Die Untersuchungsmethode

Nach der von allen Paläomagnetikern anerkannten Methode werden Proben (samples) aus den Gesteinseinheiten orientiert entnommen und in Teilproben (specimen) geschnitten, an ihnen die Werte vor und nach einer Entmagnetisierung bestimmt und gemittelt [CREER 1957, RUNCORN 1955, IRVING 1964, COX and DOELL 1960 u. a.]. Die statistische Behandlung der Meßergebnisse wird damit maßgebend.

Gewöhnlich werden in einem Aufschluß die orientierten Proben in irgendwelchen Grenzonen entnommen, denn nur die Schichtflächen, Oberflächen einer Lage, Klufflächen usw. bieten die leichten Möglichkeiten für das Abschlagen von Kanten und den Ansatz des Bohrgerätes. Wohl nur selten bietet sich im natürlichen Aufschluß der zentrale Teil einer Gesteinslage oder Schicht zur Entnahme von Proben an. Von den Autoren ist über die Art der Probenentnahme aber kaum etwas mitgeteilt. Es ist daher nicht möglich, aus der Literatur genaue Ortsangaben über die Proben, wie z. B. über ihren Abstand von der oberen oder unteren Grenzfläche des Ergusses oder seiner Lagen zu entnehmen. Allen bisherigen Angaben paläomagnetischer Daten haftet also diese große Ungewißheit an.

Die Möglichkeit der Entnahme von Proben als geschlossene lückenlose Folge sowohl durch einzelne Gesteinslagen als auch durch mächtige Folgen von Basaltlagen war durch Kernbohrungen im westlichen Vogelsberg gegeben. Von den im Rahmen unseres Untersuchungsprogrammes bis jetzt niedergebrachten 80 Kernbohrungen wurden 33 mit rd. 4000 lfd. Bohrmetern (Abb. 3) paläomagnetisch über ihre ganze Länge bzw. Tiefe untersucht. Sie lieferten über 5000 Proben, die so geschnitten wurden, daß ihre Länge gleich dem Durchmesser von meist rd. 7—11 cm ist. Es ergab sich damit eine sehr große Zahl lückenloser, kontinuierlicher Meßreihen durch die Basaltlagen und -lager. Gemessen wurde mit der Förster-Sonde [fluxgate magnetometer, TURKOWSKY 1963, FROMM 1967] die Inklination (i), die Remanenz (r_n) und die Suszeptibilität (k).

Die Meßergebnisse einer beschränkten Anzahl von Proben wurden im Institut für Geophysik der Georg-August-Universität, Göttingen, zusammen mit Herrn FROMM, dem ich auch an dieser Stelle danke, an der dortigen Förster-Sonde und mit dem astatischen Magnetometer geprüft und für richtig befunden. Ebenso wurde dort an denselben Proben eine Entmagnetisierung im Wechselfeld vorgenommen, während eine thermische Entmagnetisierung im eigenen Labor an einer großen Anzahl von Proben durchgeführt worden ist. Die Messungen an Teilproben (specimen), die von großen Proben (samples) abgeteilt worden waren, ergaben so geringe Unterschiede, daß die an den großen Proben gewonnenen Werte als richtig anzusehen sind.

Bei der Entmagnetisierung ergab sich, daß die Tuffe, Tuffite und Laterite eine weiche Komponente haben [SCHENK 1968], während die Magnetisierung der Basalte

Tabelle 1: Bohrung Nr. 31 — Rainrod — Thermische Entmagnetisierung bei 220 °C.

Probe-Nr.	Gestein	Teufe m	vor	Inklination J_{rn}		nach
				nach der Erhitzung	vor	
4	Tholeiit	96,30	48	45	0,71	0,48
5		96,50	49	48	0,75	0,74
6		96,70	47	56	0,86	0,82
7		96,90	45	52	0,81	0,72
8	Alkalibasalt	131,50	51	70	4,65	5,50
9		136,30	56	75	3,98	3,30
10		134,90	60	68	3,33	5,00
11		135,40	73	77	4,47	3,55
12		290,20	-40	73	2,72	13,30
13	290,30	-15	70	3,90	10,20	
14	290,36	9	-67	3,85	8,44	
15	290,90	6	-64	3,03	6,00	
16	Tholeiit	261,50	-90	30	1,03	0,30
17		261,60	-61	11	1,09	0,62
18		261,70	-66	69	1,22	1,62
19		261,90	-65	52	1,18	0,62

sich durchweg als hart und stabil auswies (Tab. 1). Bei ihnen ergab sich außerdem überraschenderweise, daß umgekehrt magnetisierte Proben, die bei kontinuierlich zunehmender Tiefe eine geschlossene Reihe mit gleicher Inklination bildeten, nach der Entmagnetisierung eine Streuung aufweisen, die sich in der graphischen Darstellung bogenförmig aufreht und nicht selten in den Bereich der normalen Magnetisierung übergeht (Abb. 4) und damit eine Ummagnetisierung zu erkennen gibt. Meist ergab sich durch die Entmagnetisierung eine Inklination, die nur wenig kleiner war als vorher. In keinem Fall wurde die Streuung der Inklinationswerte bis auf Null vermindert, ihre Gesetzmäßigkeit vielmehr eher noch betont (Tab. 1). Dieser Befund wurde auch bestätigt durch Messungen an Teilproben (specimen), die aus den großen Proben (samples) orientiert herausgeschnitten worden waren.

Die Streuung der Meßwerte an Proben aus einem Aufschluß ist eine bei fast allen Untersuchungen zu beobachtende Erscheinung und ist auch bei größter Genauigkeit bis zu einem gewissen Maße bedingt durch subjektive und systematische Meßfehler. Für ihre Eliminierung bieten die statistischen Methoden ausreichende und sichere Mittel und Wege. Durch sie wurden aber bislang auch größere Abweichungen ausgeglichen, die sich bei den Messungen an Proben aus dem gleichen Aufschluß oder gleichen geologischen Einheiten ergeben. Ob solcher Ausgleich und solche Mittelung zulässig oder unzulässig sind, sollte die Untersuchung erweisen.

Um die grundsätzliche Bedeutung dieses Verfahrens herauszustellen, seien die Feststellungen von verschiedenen Autoren aufgeführt. So fand ANGENHEISTER [1956] eine gemittelte Inklination von 57° bzw. $-59,8^\circ$, TURKOWSKY [1963] von 64° bzw. -70° , NAIRN [1961 u. 1962] von 43° u. 63° , SCHULT [1963] von $66,63^\circ$ u. -63° . Die Mittelung der Inklinationswerte der rd. 5000 Kernproben aus dem westlichen Vogelsberg aber ergibt eine Inklination von nur 55° (s. Tab. 2, Abb. 2).

Tabelle 2: Häufigkeiten der Inklinationswerte von 4107 Bohrkernproben aus 27 Bohrungen im westlichen Vogelsberg.

(Das Vorzeichen für die Inklination ist hier nicht berücksichtigt)

Inklination in Grad Klasse	Zahl der Proben	Häufigkeiten in %	%
0—5	53	1,29	32,89
6—10	70	1,70	
11—15	74	1,80	
16—20	68	1,66	
21—25	78	1,89	
26—30	118	2,87	
31—35	120	2,92	
36—40	145	3,53	
41—45	230	5,60	
46—50	395	9,63	
51—55	570	13,89	27,50
56—60	559	13,61	
61—65	407	9,91	19,11
66—70	378	9,20	
71—75	366	8,91	
76—80	336	8,18	17,09
81—85	121	2,95	
86—90	19	0,46	3,41
	4107	100,00	100,00

Zur Geologie des Untersuchungsgebietes

Die Proben für die paläomagnetischen Messungen stammen aus Basalteffusions- und Intrusionskörpern in der westlichen Hälfte des Paläovulkans Vogelsberg (Abb. 1). Der Paläovulkan ist im Miozän in der Hessischen Senke auf einer der großen irdischen N—S streichenden kontinentalen Geofrakturen aufgebaut worden. Der Zentralvulkan entwickelte sich dort, wo alte NO—SW und NW—SO verlaufende Geofrakturen sich schneiden und dabei die N—S Bruchzone, die Fortsetzung des Rheingrabens kreuzen.

Durch die Erosion im Pleistozän ist das im Pliozän fast eingerumpfte vulkanische Gebirge [s. SCHENK 1968] über eine Höhe von fast 700 m zwischen Talsohle und Gipffläche aufgeschlossen. Einige besonders tiefe Kernbohrungen geben zusätzlich Einblick in weitere 322 m Vulkanite des zentralen Gebirgstels zwischen Schotten und

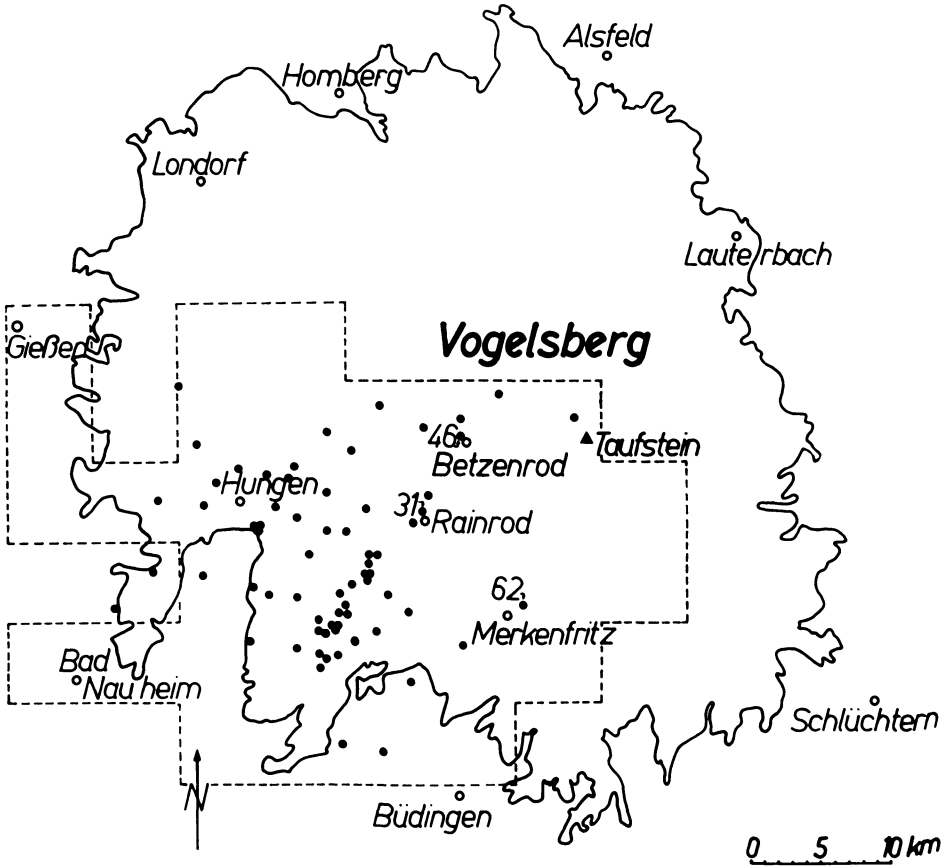


Abb. 1: Karte mit den Grenzen der geschlossenen Vulkanitdecke und des vermessenen geomagnetischen Feldes sowie der Lage der paläomagnetisch untersuchten Kernbohrungen.

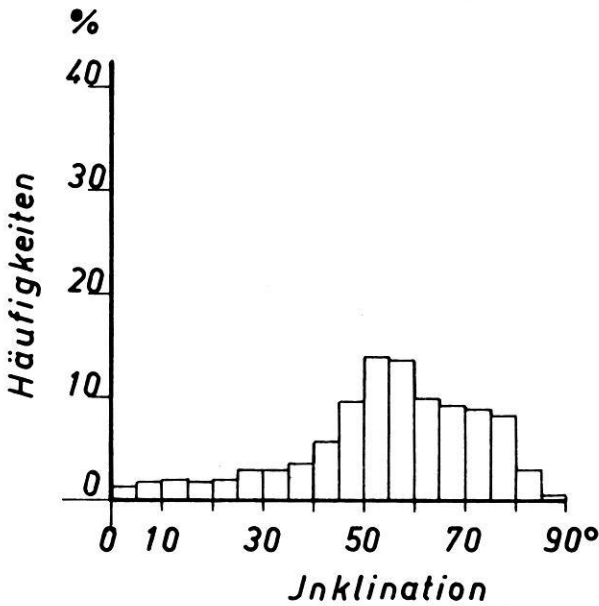


Abb. 2: Histogramm der an über 4100 Proben aus 27 Kernbohrungen gemessenen paläomagnetischen Inklinationswinkel.

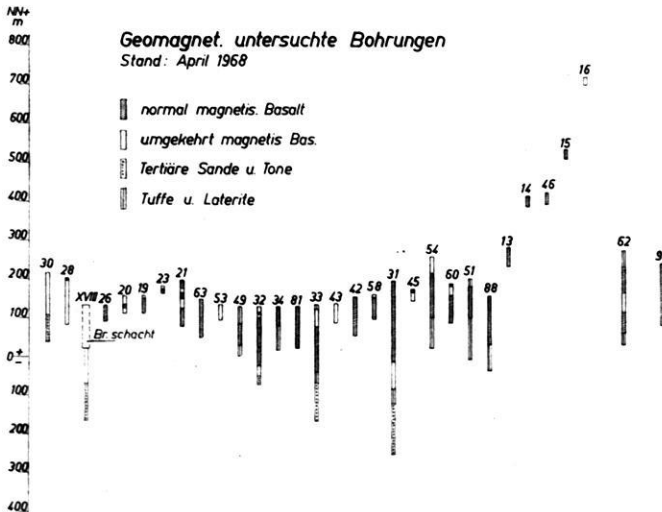


Abb. 3: Normale und inverse Magnetisierung der Kernproben aus 31 Bohrungen im westlichen Vogelsberg.

Rainrod, so daß unter Berücksichtigung der geologischen Karten und einer Vermessung des geomagnetischen Feldes in einem Gebiet von über 38 Kartenblättern 1:10000 vom Westrand des Vulkans am Taunus bis in sein Zentralgebiet (30 km = Radius des Paläovulkans) ein gutes Bild von seinem Aufbau aus Tuffiten, Tuffen mit lateritischen Böden und Basaltergußdecken sowie horizontalen und vertikalen Intrusivkörpern entworfen werden kann [SCHENK 1968].

Kalkhaltige Tuffite bildeten die ersten Ablagerungen und füllten die Senke des Meeres im Aquitan zwischen dem Schiefergebirge und dem zentralen Teil des Vogelsberges, während auf der hohen Schulter des Grabens, d. h. der Ostabdachung des Vulkans, Tuffe abgelagert wurden. Im späten Aquitan und im Burdigal nachfolgende Lavaströme aus Tholeiit, bisher als Trappbasalt in der Literatur beschrieben [SCHOTTLER 1937], sind durch dünne Tuffschichten meist getrennt. Im Burdigal und Helvet treten auch bereits Alkalibasaltergüsse auf. Durch Fauna belegt sind Alkalibasalte auch aus dem Torton und Sarmat. Mit sehr basischen Schmelzen, den Basaniten [SCHOTTLER 1937], endete wahrscheinlich im ausgehenden Obermiozän der Vulkanismus [SCHENK 1968]. Ob diese Förderfolge, die durch horizontale Intrusionen (sills, Subfusionen, SCHENK 1964) sehr gestört bzw. verwickelt ist, das ganze Gebiet einheitlich beherrschte oder an verschiedenen Stellen gleichzeitig auch verschiedene Laven gefördert wurden, ist eine noch offene Frage, die wahrscheinlich erst durch radio-metrische Altersbestimmungen definitiv gelöst werden kann.

Gegenüber rezenten Vulkanen bietet der Paläovulkan Vogelsberg wie manch anderer Paläovulkan die Schwierigkeiten, die mit der Trennung und Deutung der unterschiedlichen Gesteinslagen als Effusiv- und Intrusivkörper in einem vulkanischen Sockelstockwerk verbunden sind [SCHENK 1964]. Er ruht auf den Schichtenfolgen des Buntsandsteins und tertiärer (oligozäner und aquitaner) Sedimente, die sein Fundament bilden. In einer ganzen Anzahl von Bohrungen wurde es erreicht, so daß die Untersuchung sich auf die gesamte Höhe des Vulkans erstrecken konnte (Abb. 3).

In der Karte (Abb. 1) ist die Lage der Bohrungen und Aufschlüsse, von denen Proben untersucht wurden, gekennzeichnet. Das geomagnetisch vermessene Gebiet ist in ihr umgrenzt. Eine ausführliche Darstellung dieser ganzen Untersuchungsergebnisse soll in einer besonderen Ausarbeitung erfolgen. An dieser Stelle werden nur ausgewählte Beispiele von der Verteilung der Inklination in den einzelnen Basaltlagen gebracht. Sie können beliebig vermehrt werden, sind also keine Sonderfälle.

Das Gesamtbild der Verteilung der Magnetisierung in der Vertikalen

Die paläomagnetische Gliederung in der Bohrung Nr. 62 — Merkenfritz

Einen Überblick über eine durchaus nicht ungewöhnliche, vielmehr typische Verteilung der magnetischen Parameter in der Vertikalen eines Vulkanprofils soll die Bohrung Nr. 62 — Merkenfritz (Abb. 5) vermitteln. In der graphischen Darstellung der Inklination (i), des Betrages der natürlichen Remanenz (J_{rn}), der Suszeptibilität (k) und schließlich des Königberger-Faktors (Q) sind unter fast 50 m Deckschichten

Bo. 31 Rainrod I

Thermische Entmagnetisierung bei 220° C

- vor der Erhitzung
- + nach

Probe Nr.	Gestein	Inklination <i>i</i>						nat. Rem. J _r n	
		+			-			5	10·10 ⁻³
		90°	60	30	30	60	90°		
4	Tholeiit	•+						•	
5		•+						♦	
6		+•						♦	
7		+•						•	
8	Alkali. Bas.	+ •						+ •	
9		+ •						+•	
10		+•						• +	
11		+•						+•	
12	Alkali. Bas.	+			•			•	+
13		+			•			•	+
14				•		+		•	+
15				•		+		•	+
16	Tholeiit				+		•	+•	
17				+		•		+•	
18		+				•		•+	
19		+				•		+•	

Abb. 4: Wirkung der thermischen Entmagnetisierung bei 220° Celsius an 19 Kernproben aus Bohrung 31, Rainrod, aus 4 dicht geschlossenen Meßreihen.

Merkenfritz , Kernbohrung 62

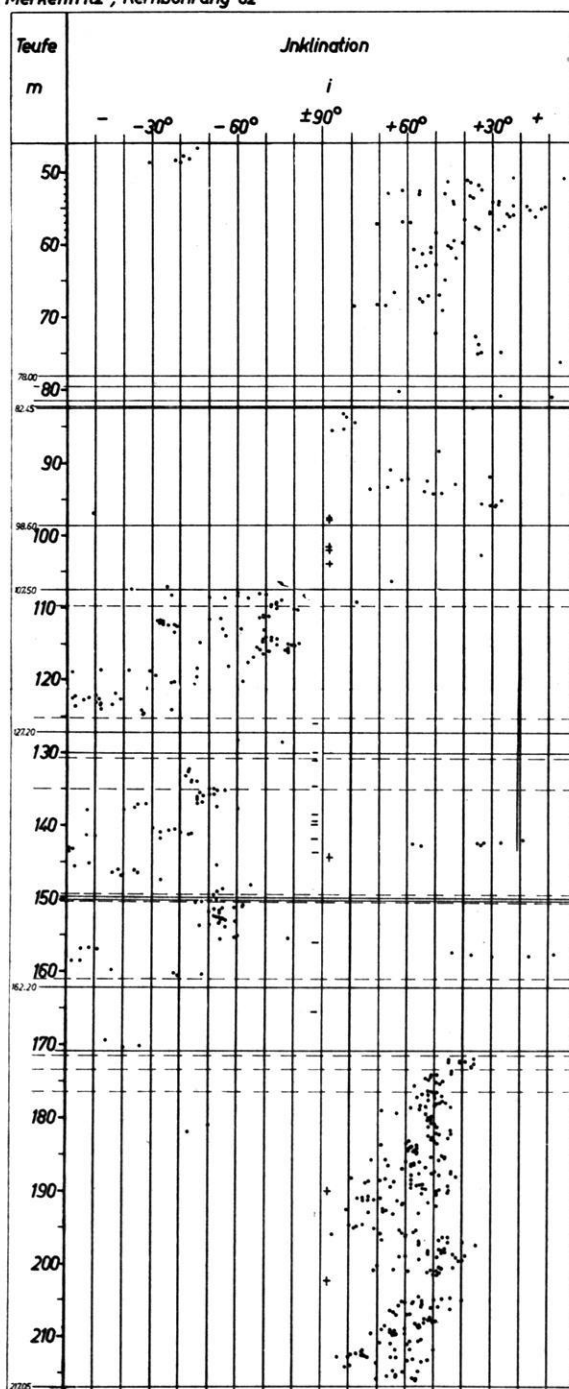


Abb. 5: Graphische Darstellung der Inklination im Basalt der Bohrung 62 bei Merkenfritz im westlichen Vogelsberg (s. a. Abb. 16, S. 382).

drei große Basalteinheiten zu erkennen. Die Vorzeichen der Inklination wechseln. Ein oberer Komplex reicht von rd. 50 m bis fast 110 m, ein mittlerer mit inverser Magnetisierung bis in rd. 170 m und der dritte mit normaler Magnetisierung bis an die Untergrenze des Basaltes in rd. 220 m Tiefe. Diese drei Bereiche haben also fast gleiche Mächtigkeiten (ungefähr 50–60 m). Die Gliederung tritt dadurch deutlich hervor, daß bei der Inklination die Vorzeichen wechseln und die Inklination in den Grenzzonen sehr klein, die Remanenz sehr groß ist. Die Volumenssuszeptibilität ist hier dagegen bemerkenswert kleiner als im Innern der Einheiten. Der Königsberger-Faktor ist in den Grenzzonen ebenfalls auffallend groß. An Hand dieser charakteristischen Änderung der paläomagnetischen Daten läßt sich auch eine Untergliederung der Großeinheiten erkennen, die der geologischen und petrographischen genau entspricht.

Das geologische Profil

Unter einer bis in rd. 10 m Tiefe reichenden jungquartären Deckschicht folgen tonige, zersetzte Tuffe und Tuffite und Basaltbrocken und ein aus ihren Verwitterungsprodukten zusammengesetzter vielfarbiger Detritus bis in rd. 20 m Tiefe und darunter feine und grobe Tuffe mit Basaltbomben, Breccien und Laterit bis in fast 50 m Tiefe. Es ist nicht entscheidbar, ob von 39 m bis 48 m bzw. rd. 50 m eine stark zersetzte Intrusionsbreccie oder eine Schuttmasse aus umgelagertem Vulkanitmaterial vorliegt.

Bei rd. 50 m beginnt ein kompakter, blaugrauer, feinkörniger Alkalibasalt mit viel Olivin. Bis in 78 m Tiefe besteht er aus kompakten, fast blasenfreien, wenig geklüfteten Lagen. (Als Lagen sollen hier die Untereinheiten eines Lagers [Großeinheit] aus Effusiv- oder Intrusivbasalt bezeichnet sein.) Ein zweites kompaktes Lager gleicher Art reicht von 82,25–97,50 m und ist vom erstgenannten durch sedimentäre Bildungen aus Tuffen und Braunkohlen getrennt, während an seiner Basis kompakt verschmolzene Schlacken zu erkennen sind, die auf rötlich gefrittetem lateritisch verwittertem und gelblichgrauem Tuff bis in 107,50 m liegen.

Der mittlere, bei rd. 108 m Teufe beginnende Gesteinskomplex besteht aus fast blauschwarzem kompakten Alkalibasalt, ist jedoch dunkler und wenig geklüftet, fast ohne Blasen und olivinreich. Seine Untergrenze liegt bei 161 m auf Breccien und graugrünen Tuffen von rd. 10 m Mächtigkeit.

Dieses mittlere Lager ist gegliedert in einen oberen, einen mittleren und einen unteren Teil, der jeweils vom anderen bei 127,00 m, 149,00 m und 162,00 m durch etwa 10 m, 8 m und 10 m mächtige Tuffschichten getrennt ist. Mit Hilfe von brecciösen Lagen und Blasenzone läßt sich leicht eine noch weitergehende Unterteilung vornehmen. Der Gesamtkomplex ist oben und unten durch mächtige Breccien aus einem Gemenge von kompaktem, dichtem Basalt, Tuff und Laterit und Montmorillonit abgegrenzt, so daß die Deutung als Intrusivlager naheliegt, was aber noch durch spezielle Untersuchungen zu klären bleibt.

Im unteren Lager (von 171,5—217,0 m) ist der Basalt in den obersten 5 m grau, zum großen Teil zersetzt, vielfach rötlich oxydiert und gefleckt, durchweg reich an großen und kleinen Blasen mit Zeolithen, vielfach schaumig-porös und schlackenreich, darunter jedoch wieder blaugrau bis blauschwarz, massiv, kompakt und wenig zerklüftet mit einer Zersatzzone an der Basis auf 4 m Laterit und Tuffit über (aquitanen) Mergeln und oligozänen Sanden und Tonen.

Von 171,5 m bis rd. 177,0 m liegt ein Tholeiit (Trapp) vor. Bis zur Basis folgt dann ein sehr basischer Alkalibasalt mit Sonnenbrennerflecken, der wie der ganze Komplex normal magnetisiert ist. Durch Blasen zonen oder brecciöse Lager sind in diesem Teil keine Grenzen und Lagen gekennzeichnet, wohl aber scheint ein Fließgefüge angedeutet. Auch dieses tiefste Basaltlager scheint einer Intrusion bzw. Subfusion eher zu entsprechen als einer Effusion. Diese Frage bleibt noch offen.

Die Inklination

In der graphischen Darstellung der Inklinationswerte (Abb. 5) fällt sofort die große Streuung der Werte auf. Sie verteilen sich fast gleichmäßig auf die ganze Skala von 0—90° sowohl im Bereich normaler als auch inverser Magnetisierung. Nur in unteren Lagen häufen sich die Werte in einem mittleren Bereich zwischen 30° und 60°.

Die statistische Untersuchung gibt noch prägnanter die Streubreite von 0—90° zu erkennen. Die Betrachtung des Gesamtbildes sei vorangestellt und ohne Rücksicht auf das Vorzeichen vorgenommen (Tab. 3, Abb. 9), da in der Wechselbeziehung der

Tabelle 3: Häufigkeitsverteilung der Inklination in dem Abschnitt von 48 m bis 217 m der Bohrung Nr. 62 — Merkenfritz — ohne Berücksichtigung der Vorzeichen.

Inklination in Grad Klassen	Anzahl der Proben	Häufigkeiten in %
0— 5	14	2,42
6—10	13	2,24
11—15	11	1,90
16—20	12	2,07
21—25	11	2,24
26—30	22	3,80
31—35	25	4,32
36—40	34	5,88
41—45	43	7,43
46—50	86	14,87
51—55	100	17,30
56—60	66	11,41
61—65	40	6,92
66—70	35	6,05
71—75	34	5,88
76—80	23	3,97
81—85	7	1,21
86—90	2	0,34

} 63,98

magnetischen Parameter der einzelnen Einheiten keine grundsätzlichen Unterschiede zu beobachten sind. Die relative Häufigkeit der flachen ($< 45^\circ$) und steilen Winkel ($> 60^\circ$) außerhalb der Dominanzen erreicht in den einzelnen Klassen 7% und sogar 11,3% im oberen Lager, 7% im mittleren, fast 9 und 10% im unteren. Die Summe dieser Häufigkeiten der flachen Winkel beträgt im oberen Lager 15% (für $0-25^\circ$) bzw. 53% (für $0-45^\circ$), im mittleren rd. 48%, im unteren ungefähr 13%, und die Häufigkeit der steilen Winkel fast 20%, im mittleren über 23%, im unteren fast 30%. Demgegenüber sind die dominanten Winkel in den drei Klassen zwischen 45° und 60° zusammen mit 30% im oberen und mit rd. 60% im mittleren und im unteren Lager vertreten. Signifikant ist die Klasse von $51-55^\circ$.

In dem Diagramm der Häufigkeiten für das obere Lager (Abb. 6) treten mit nur schwach unterschiedlichen Signifikanzen die Klassen mit $26^\circ-30^\circ-35^\circ$ und mit 46°

Bo. 62 Merkenfritz Abschn. 51.07–106.55 m

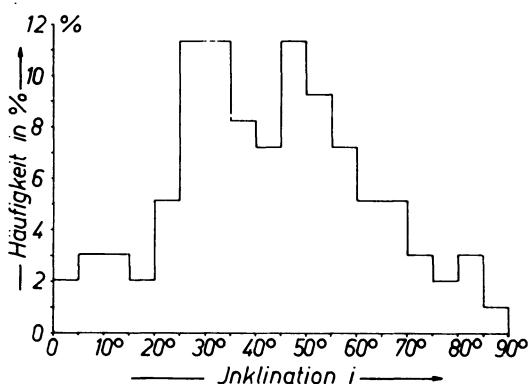


Abb. 6: Histogramm zu den Inklinationsmessungen an den Kernproben aus dem Abschnitt 51,0–106,5 m in der Bohrung Nr. 62 bei Merkenfritz.

bis 50° hervor. Es gibt keinen stichhaltigen Grund, die Gruppe mit der flachen Inklination zu verwerfen, aber auch keinen für eine Bevorzugung der Gruppe mit $46^\circ-50^\circ$ und auch nicht für beide jeweils allein, weder nach der Statistik noch nach der Darstellung mit der Teufenbezeichnung noch wegen geologischer Unterschiede (Abb. 5).

Im mittleren Lager ist die Signifikanz ($51-55^\circ$) nicht viel ausgeprägter als im oberen Lager, und man müßte dem Bilde nach die Klasse mit $46-50^\circ$ noch einrechnen. Dies ergäbe dann einen Mittelwert von 50° (Abb. 7).

Im unteren Lager sind die Klassen von $46-60^\circ$ dominant. Als signifikant (mit 17%) ist der Inklinationswinkel von 53° anzusehen (Abb. 8).

Diesen Teilanalysen entspricht das Gesamtbild (Abb. 9), in dem eine Signifikanz für die Klasse $45-60^\circ$ hervortritt. Hieraus würde sich ein Winkel für die gemittelte Inklination von $52-53^\circ$ für das Gesamtprofil des Basaltes der Bohrung Merkenfritz

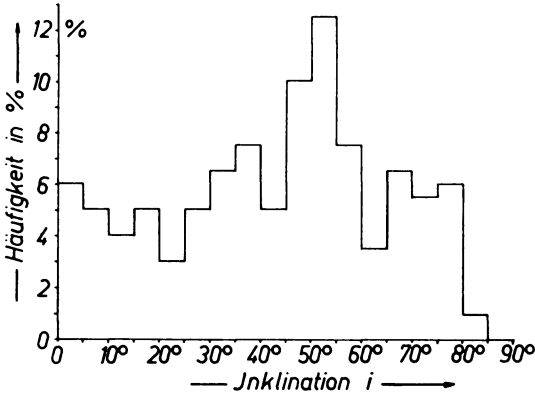


Abb. 7: Histogramm zu den Inklinationsmessungen an den Kernproben aus dem Abschnitt 107,3–170,6 m in der Bohrung Nr. 62 bei Merkenfritz.

Bo. 62 Merkenfritz

Abschnitt 172.30 – 216.66 m

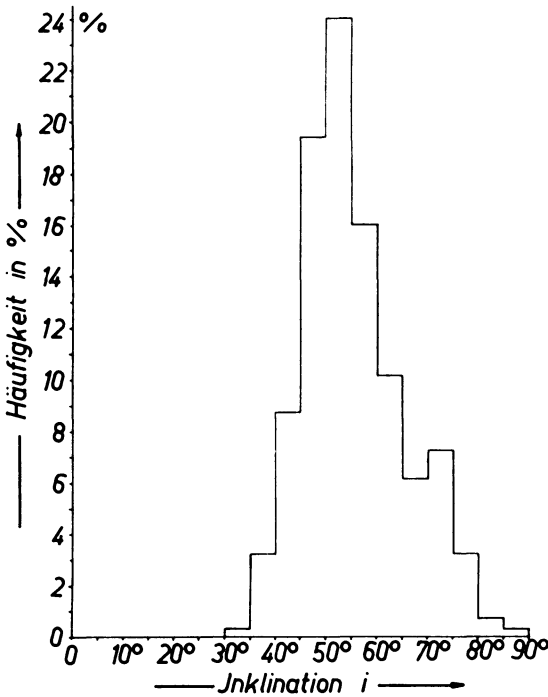


Abb. 8: Histogramm zu den Inklinationsmessungen an den Kernproben aus dem Abschnitt 172,3-216,6 m in der Bohrung Nr. 62 bei Merkenfritz.

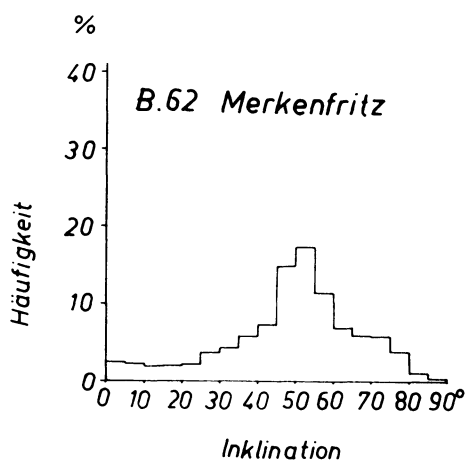


Abb. 9: Histogramm zu den Inklinationsmessungen an sämtlichen Kernproben der Bohrung Nr. 62 bei Merkenfritz.

ergeben. Daß dieser Wert von der durch ANGENHEISTER [1956], TURKOWSKY [1963] und NAIRN [1961 und 1962] und SCHULT [1963] festgestellten Inklination an den Basalten des Vogelsberges (55—70°) beträchtlich abweicht, wurde bereits festgestellt. Man könnte diesen Unterschied auf Altersunterschiede zurückführen, wozu aber kein geologischer Grund vorliegt.

Betrachtet man die Darstellung, in der die Inklination auf die Teufe bezogen ist, genauer, so wird man zudem zu Zweifeln an der Zutrefflichkeit der Statistik gedrängt. Es fällt auf, daß die besonders flachen Winkel an die Grenzzone der Vulkaniteinheiten gebunden sind. Überzeugend deutlich ist dies z. B. an der Basis- und Dachzone des unteren Lagers ausgeprägt, kaum weniger aber auch in den gleichen Zonen des oberen und mittleren Lagers. Zwar streuen die Werte auch hier beträchtlich. Folgt man aber den Mittelwerten solcher Streuungen, so stellt man erneut fest, daß die flachen Winkel generell den geologischen Grenzzone angehören, d. h., daß sie die Basis- und Dachzone der bei der Profilbeschreibung erwähnten Untereinheiten kennzeichnen, während der jeweils zentrale Teil einer Einheit durch steile und größte Winkel charakterisiert ist. Der Befund an den Basallagen anderer Bohrungen zeigt dasselbe. Diese Feststellungen werden schließlich bestätigt durch die Analyse kleiner Bereiche, d. h. von Untereinheiten, aus denen die großen zusammengesetzt sind, und nicht zuletzt durch die Verteilung der Remanenz, Suszeptibilität und des Königsberger-Faktors.

Remanenz, Suszeptibilität und Königsberger-Faktor

Durch die Untersuchungen von JAEGER und JOPLIN [1955], BULL, IRVING und WILLIS [1962] ist bekannt, daß die Suszeptibilität und dementsprechend auch die Remanenz sich mit dem Abstand von der Obergrenze eines Vulkanitkörpers ändert.

Dieselbe Beobachtung der Abnahme der Remanenz mit der Teufe machten wir an den Basalten des Vogelsberges [TURKOWSKY 1963, ANGENHEISTER und TURKOWSKY 1964]. HATHERTON [1954] fand sogar eine enge Korrelation zwischen der Magnetisierung und der Schichtung bei Ignimbriten. Die lückenlose Durchmessung von Bohrkernproben aus dem Vogelsberg zeigt dieselbe problematische Erscheinung im Basalt. Aus der Bohrung Nr. 62 — Merkenfritz soll der Abschnitt von 185,6—193,0 m (Abb. 10) dies veranschaulichen. Er gibt zu erkennen, daß bis in fast alle Einzelheiten die Remanenz sich gegensinnig zur Inklinaton verändert. Nimmt die Inklinaton zu, so nimmt die Remanenz ab. Der Königsberger-Faktor verhält sich wie die Remanenz. Die Suszeptibilität dagegen scheint in den Randzonen im allgemeinen am kleinsten zu sein (s. Abb. 16).

Man kann also von strengen Korrelationen sprechen. Die Werte der Magnetisierung spiegeln also sehr genau den schichtigen oder lamellaren Aufbau der Vulkaniteinheiten.

Die Inklinaton in kompakten Basalteinheiten

Nach der graphischen Darstellung mit der Teufenbeziehung der Inklinaton scheint u. a. der Abschnitt von 185—191 m (Abb. 10) gemäß geltenden Regeln innerhalb der Groöeinheit einem Bereich statistisch eindeutig brauchbarer Mittelbildung anzugehören (vergl. Abb. 5). Man wird dieses Mittel und auch die Signifikanz zwischen 50° und 60° erwarten, und man wäre geneigt, die extremen Werte von etwa 70° zu verwerfen. Die Statistik (Abb. 11) ergibt auch tatsächlich eine Signifikanz für 55—60°, ganz in Übereinstimmung mit den oben errechneten Werten für das untere Lager (Abb. 8).

Der Basalt in diesem Abschnitt läßt makroskopisch keine deutlichen Grenzen von Untereinheiten durch Blasen- oder Schlackenzone erkennen. Wohl aber ist ein Fließgefüge in ihm angedeutet. Er ist kompakt und kaum geklüftet, so daß es möglich war, 58 Zylinderproben von 11,3 cm Durchmesser und jeweils 11,3 cm Höhe zu schneiden. Aus dem Abschnitt von 600 cm können also kaum mehr Proben gewonnen werden. Er ist nahezu lückenlos durchgemessen.

Die Streuung der Inklinaton (s. Abb. 10) bewegt sich nun zwischen 42° und 79°. Im obersten Abschnitt von 40 cm beträgt die Inklinaton 46°, 47° und 51°. In den nächsttiefen 25 cm steigt die Inklinaton auf 72°, und 15 cm tiefer ist sie wieder bei 48°.

Auf den nächsten 2 m hält sich die Streuung in vielen 20—40 cm starken „Lamellen“ an den Bereich zwischen 66° und 44° in der gleichen Weise wie vorher. Man kann leicht eine Mittellinie zu diesen Streuwerten zeichnen und erhält dann einen Bogen, der etwa bei 185,8 m mit der Inklinaton von etwa 48° ansetzt, über einen Höchstwert von etwa 70° bei etwa 186,4 m geht und dann bei 187,9 m wieder bei etwa 47° endet. Hier setzt dann ein neuer Mittellinienbogen an, der bei etwa 189,00 m eine größte Inklinaton von etwa 75° anzeigt und bei 190,7 m wieder bei 45° endet oder sich mit dem Ansatz eines neuen Bogens vereint. Hier im unteren Abschnitt ist im Basalt ein lamellares Fließgefüge nicht zu verkennen.

Bo. 62 Merkenfritz

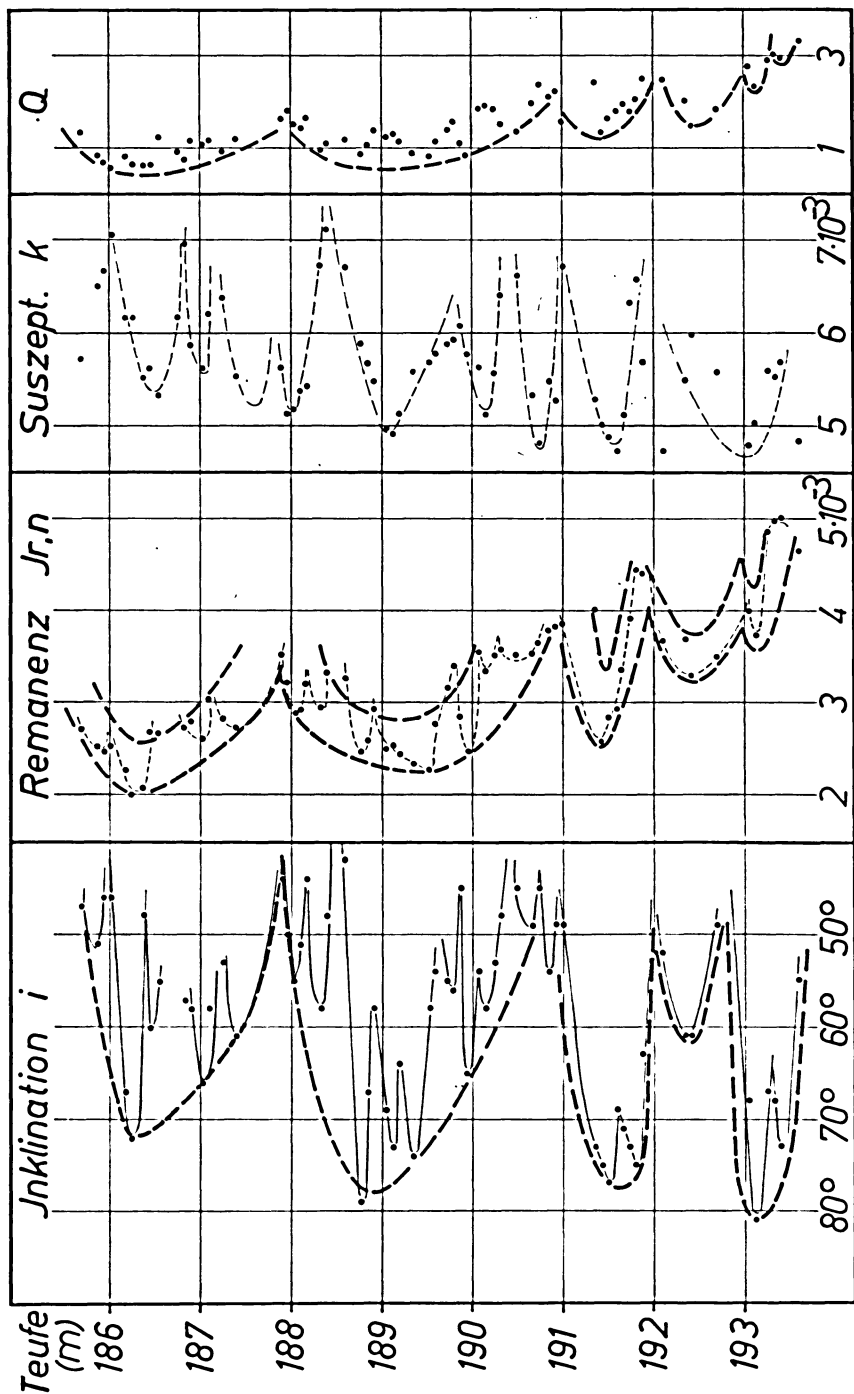


Abb. 10: Diagramm mit der Verteilung der Inklination, Remanenz, Suszeptibilität und des Königsberger-Faktors Q einer fast lückenlosen Meßreihe an den Kernproben im Abschnitt 185,6–193,6 m der Bohrung Nr. 62 bei Merkenfritz.

Bo. 62 Merkenfritz Abschn. 185,6–193,6 m

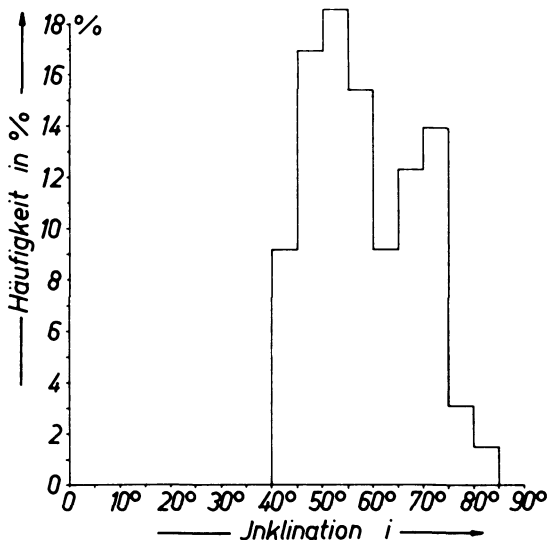


Abb. 11: Histogramm der an den Kernproben aus dem Abschnitt von 185,6–193,6 m der Bohrung Nr. 62 bei Merkenfritz gemessenen Inklination.

Bo. 62 Merkenfritz

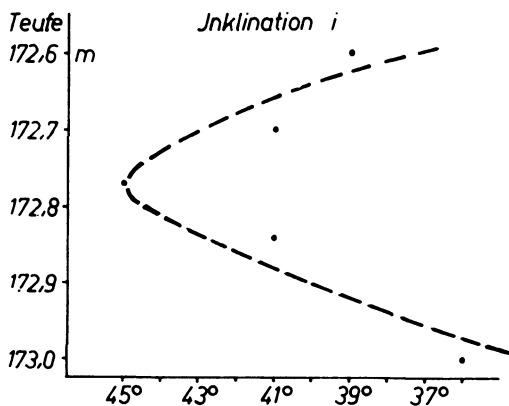


Abb. 12: Graphische Darstellung der an den Kernproben aus dem Abschnitt von 172,6 bis 173,0 m der Bohrung Nr. 62 bei Merkenfritz gemessenen Inklination.

Durch die freihändige Konstruktion der Mittellinie treten in dem kompakten, äußerlich ungliederten Basalt also zwei Einheiten von jeweils 2,5–3 m hervor mit flacher Inklination in den Grenzzonen und sehr großer Inklination im mittleren Abschnitt bzw. im oberen Drittel der jeweiligen Mächtigkeit. Eine dritte bogenförmig anschließbare Einheit ergibt sich von 191,0–192,5 m und eine vierte von 192,5 bis 193,6 m. Außerdem sieht es so aus, als ob diese kleinen Einheiten aus vielen weiteren lamellenartigen Untereinheiten zusammengesetzt wären.

Tatsächlich zeigen nun die über nur 25–40 cm gehenden, absolut lückenlosen Probenfolgen mit deutlichen oder wenigstens angedeuteten Fließgefügen eine kontinuierliche gesetzmäßige Abwandlung der Inklination von flachen zu steilen Winkeln. In dem Abschnitt von 172,60–173,00 m (Abb. 12, s. a. Abb. 5) geht die Inklination von 39° an der Obergrenze auf 45° in der Mitte und zurück auf 36° an der Basis. In dem Abschnitt von 191,30–191,90 m (Abb. 10) liegen zwei solcher Lamellen auf 60 cm vor. Hier aber bewegt sich die Inklination von 73° bis zu 77° und wieder zurück auf 63° . Die nächsttiefere Probe bei 192,10 m hat sogar nur 52° und die der oberen Lamelle nächsthöhere nur 49° (Abb. 5).

Diese Feststellungen nötigen dazu, das Zickzack der Streuungen auch dort als eine mit dem lamellaren Fließgefüge verknüpfte Veränderung anzuerkennen, wo die Messungen nicht lückenlos erfolgen konnten. Jede als Einheit erscheinende Basaltlage besteht demnach aus einer Vielzahl von Lamellen, die durch die Inklination abgebildet sind.

In der Bohrung Nr. 31 — Rainrod wurden sowohl Effusiv- wie Intrusivbasalte durchbohrt. Intrusionsbreccien an der oberen und unteren Grenze, die von den Ergußschlacken sich unterscheiden, kennzeichnen vielfach horizontale Intrusivlager, während der innere Teil durch kompakten, blasenfreien Basalt mit Fließgefüge ausgezeichnet ist. Die Abwandlung der Inklination mit diesem Gefüge erscheint überzeugend. In der Hangend- und Liegendgrenzzone treten, wie in dem Abschnitt von 141–145 m (Abb. 13), die kleinsten Winkel (20 – 50°) auf, im zentralen Teil der Lage der größte mit mehr als 60° .

Je geringer die Abstände zwischen den Einzelproben aus einer Vulkaniteinheit sind, um so ausgeprägter kann das Fließgefüge hervortreten, um so größer ist dann auch die Streubreite der Inklination.

In dem in Abb. 14 wiedergegebenen Abschnitt von 59–73 m der Bohrung Nr. 31 (Rainrod) sind die Effusionsschlacken kaum zu erkennen, da flüssige Lava alle Hohlräume und Fugen zwischen ihnen ausgefüllt hat. Beim Abtrocknen des naßgemachten Gesteins treten jedoch die Grenzen der einzelnen Schlackenbrocken deutlich hervor. Hier zeigt sich nun wiederum, daß tatsächlich eine Beziehung der Inklination zur Fließstruktur bzw. zu den Grenzflächen besteht. In der Schlackenlage und unmittelbar darunter und darüber treten die kleinsten Werte für die Inklination auf, im Innern der kompakten Basaltlage die größten. Wie die Abb. 13 zeigt, ist diese Erscheinung nicht auf Alkalibasalt beschränkt, sondern genau so auch in den Tholeiiten (Trapp) zu beobachten. Selbst wenn man große Lücken in den Meßreihen hat, wie in Bohrung

Bo. 31, Rainrod I

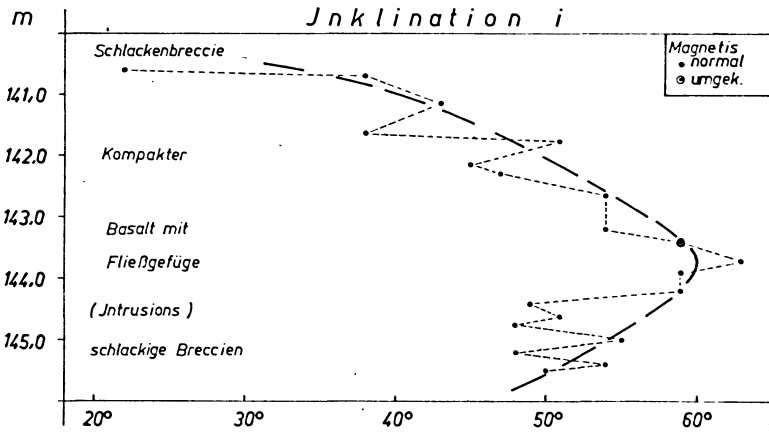


Abb. 13: Darstellung des geologischen Profils und der an den Kernproben gemessenen Inklination im Abschnitt von 140,5–145,5 m in der Bohrung Nr. 31 bei Rainrod.

Bo. 31, Rainrod I

Alkalibasalt
dünne Ergußdecken

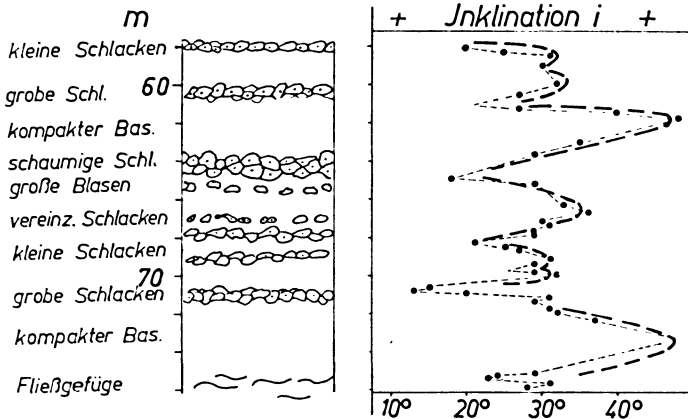


Abb. 14: Geologisches Profil und Verteilung der Inklination im Abschnitt von 59,0–73,0 m der Kernbohrung Nr. 31 bei Rainrod.

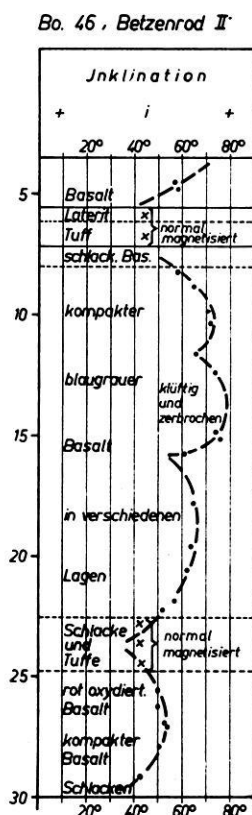


Abb. 15: Die Verteilung der Inklination in den Basaltlagern der Kernbohrung Nr. 46 bei Betzenrod.

Nr. 46 — Betzenrod II (Abb.15) mit sehr zerklüfteten, zerbrochenen und schlackigen Lagen des Vockenheimer Lavastromes [s. SCHOTTLER 1937 und 1924], so ist nicht zu verkennen, daß die Inklination in den Grenzschichten auch großer Einheiten kleiner ist als im mittleren Abschnitt. Bei lückenhaften Messungen bleibt also die Frage offen, ob man größte, kleinste oder auch nur mittlere Inklinationen erfaßt hat. Das Bild ist jedenfalls um so ruhiger, je kleiner das Beobachtungsmaterial ist. Das Ergebnis einer solchen Untersuchung ist dann aber auch um so unzutreffender oder jedenfalls ungewisser.

Die Auswertung der paläomagnetischen Messungen

Es ist jetzt klar erkennbar, daß die außerordentlich breite Streuung der Inklinationenwerte in mächtigen Vulkaniteinheiten wie in der Bohrung Merkenfritz ebenso wie die Variabilität der Remanenz und Suszeptibilität gesetzmäßig ist und im wesentlichen

auf der großen Vielzahl von dünnen laminaren Fließeinheiten beruht, in deren Grenz-zonen die Inklinationswinkel abgeflacht sind. Damit wird es notwendig, die von allen Autoren festgestellte, oft recht große Streuung bei der Auswertung zu berücksichtigen und nicht zu eliminieren. Die Aufteilung von Proben (samples) und die Messung und Mittelung der Teilproben (specimen) kann wohl das Meßergebnis sichern, nicht aber repräsentative Werte für eine Vulkaniteinheit liefern.

Die „Abflachung“ der Winkel nimmt ab mit der Entfernung von den Grenzflächen. Das gilt für die einzelnen Lavalamellen wie für ihre Zusammenpackung zu einer Fließeinheit von einigen Dezimetern, die wiederum nur Bestandteil einer vielleicht einige Meter umfassenden Einheit einer noch viel mächtigeren Ergußdecke oder eines Intrusions- bzw. Subfusionskörpers (sill) sind. In den Grenz-zonen solcher Groß-einheiten treten die extrem flachen Winkel auf (s. Abb. 5 und 10), während die größten jeweils auf den ungefähr mittleren Teil beschränkt sind. Es ist dabei sehr wichtig, fest-zustellen, daß in den Untereinheiten sehr oft auch in ihren mittleren Abschnitten, die größten Winkel in bezug auf den Gesamtkomplex nicht immer erreicht wurden und die flachen und mittleren dadurch zu der Häufigkeit von Mittelwerten wesentlich bei-tragen.

Die zunächst rein phänomenologisch mit dem Fließvorgang verknüpfte Häufung von flachen und mittleren Winkeln muß sich auch in der Statistik ausdrücken. Die Zahl der Grenz-zonen und Grenzflächen ist doppelt so groß wie die Zahl der Fließ-einheiten. Also muß auch die Häufigkeit flacher und mittlerer Inklinationswinkel von vornherein mindestens doppelt so groß sein wie die der größten Inklinations. Die nach der Häufigkeitsanalyse mit 30% signifikante Inklinationswinkel von 55–60° wie in Abb. 9 kann also niemals repräsentativ sein.

Um gleiches Gewicht der statistischen Elemente zu erreichen, müßten die Häufigkeitszahlen der flachen und mittleren Winkel durch die Zahl der jeweils bei der Messung erfaßten Einheiten dividiert werden. Das hiermit erreichbare Ergebnis ist aber einfacher dadurch zu erhalten, daß man die Gruppen der größten Inklinations-werte betrachtet, unwahrscheinlich extreme Werte evtl. verwirft und dann arithmetisch mittelt.

Am klarsten ist aber die graphische Darstellung der räumlichen und geomagnetischen Verhältnisse. Mit der Inklinationswinkel von etwa 75° (Abb. 10) ist auf diese Weise für die Vulkaniteinheit von 185–191 m in der Bohrung Merkenfritz die Richtung der Magneti-sierung zutreffender erfaßt als durch eine Statistik, die alle Werte berücksichtigt. Es ergibt sich ferner mit diesen Feststellungen, daß auch eine Probe aus dem mittleren Teil einer Vulkanitplatte nicht unbedingt repräsentative Werte für die mittlere Rich-tung der Magnetisierung bringt, denn sie kann ja einer Lage angehören, die zufällig in einer Grenzzone zwischen zwei Fließeinheiten des gleichen vulkanischen Ereig-nisses liegt. Man kommt also nicht umhin, die gesamte Vulkaniteinheit zu unter-suchen. Das gilt nach eigenen Erfahrungen auch für die vertikal stehenden Intrusions-körper, in deren Randzonen beträchtliche Abweichungen auftreten. Versucht man nun an Hand des Diagrammes für die Bohrung Merkenfritz (Abb. 5) die jeweils

repräsentative Inklination der einzelnen Einheiten zu ermitteln, so kommt man zu folgenden Werten:

von 50—78 m	~ + 70°
80—100 m	~ + 80°
100—125 m	~ - 80°
130—160 m	~ - 60°
170—185 m	~ + 60°
185—200 m	~ + 80°
200—205 m	~ + 70°
205—210 m	~ + 65°
210—215 m	~ + 70°
215—220 m	~ + 80°

Eine eingehende Interpretation dieser Daten, bei der auch erörtert werden müßte, warum die flachen Winkel nicht repräsentativ sind, kann hier nicht gegeben werden und soll an anderer Stelle erfolgen.

In der Zeit der vulkanischen Tätigkeit im Raum der Bohrung Merkenfritz müßte also eine Inklination größer als 60° und kleiner als 80° in unserer geographischen Breite gewesen sein, keinesfalls aber, wie nach der üblichen Statistik, unter Berücksichtigung aller Werte, eine Inklination von 55°. Auch die schon erwähnten Mittelwerte von ANGENHEISTER, NAIRN, SCHULT, TURKOWSKY u. a. sind zu klein und keinesfalls repräsentativ und lediglich unsubstanzierte statistische Werte.

Die Lage des geomagnetischen Pols läßt sich nur bestimmen, wenn man auch die Deklination kennt. An den Proben der Bohrkerne ließ sie sich aus bekannten Gründen nicht bestimmen. Die Messungen an einer etwa 100 m langen O—W verlaufenden Steinbruchwand am Alten Berg bei Lauterbach, zu denen ich Herrn TURKOWSKY [1963] anregte, zeigen jedoch, daß auch die Deklination eine echte geologisch-petrographisch bedingte Streuung aufweist, und zwar sowohl in der Vertikalen als auch in der Horizontalen. Die Streuung umfaßt einen Winkel von 16°—22° [TURKOWSKY 1963]. Die Messungen von ANGENHEISTER weisen noch viel größere Differenzen (55—65°) auf, ebenso die von NAIRN. Solche Unterschiede erscheinen also nicht weniger bedeutungsvoll für die Auswertung als die Streuung der Inklination.

In Anbetracht solcher Befunde ist es nicht zugänglich, Proben an beliebig ausgewählten Stellen in Basaltaufschlüssen für paläomagnetische Messungen zur Bestimmung des geomagnetischen Pols zu entnehmen. Die weitaus größte Zahl aller bisherigen Bestimmungen wird aber auf solchen unzulänglichen Probenentnahmen beruhen. Die bisherigen Ergebnisse der Paläomagnetik sind also in bezug auf die Berechnung der Pollagen fragwürdig. Daß damit auch alle geotektonischen Auswertungen der bis heute vorliegenden paläomagnetischen Daten u. a. auch zur Stützung der Theorie der Kontinentalverschiebung keine zuverlässigen Grundlagen haben, bedarf keiner weiteren Ausführungen.

Merkenfritz, Kernbohrung 62

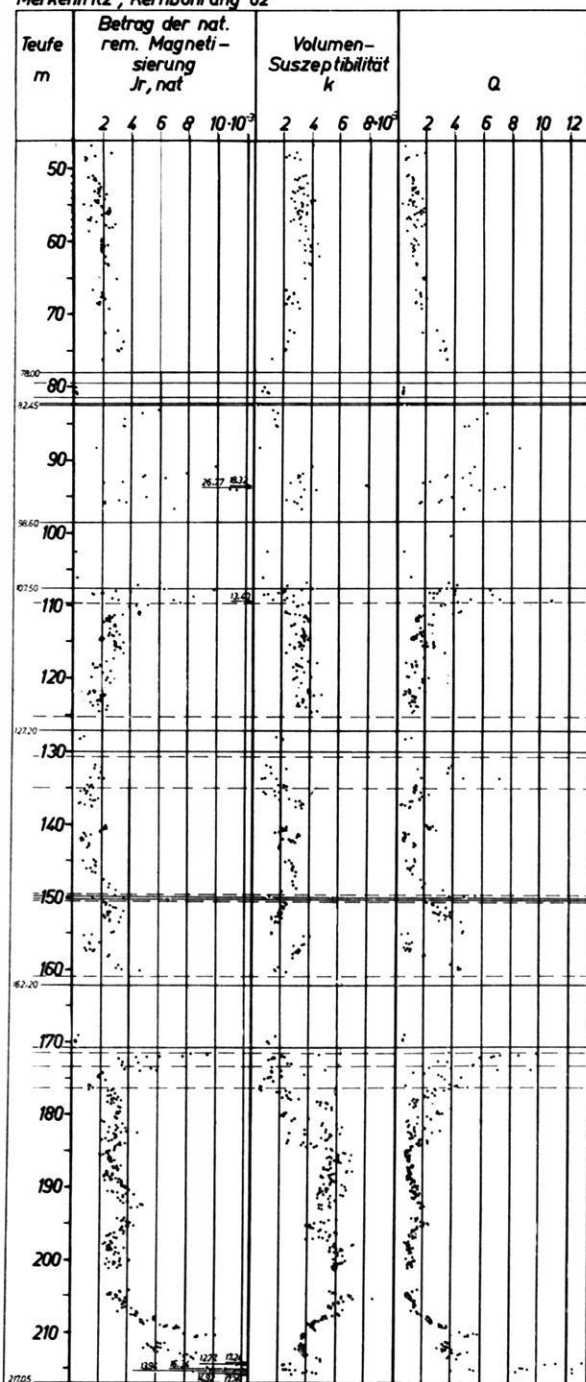


Abb. 16: Graphische Darstellung der Remanenz, Suszeptibilität und des Königsberger-Faktors im Basalt der Bohrung Nr. 62 bei Merkenfritz im westlichen Vogelsberg.

Nach diesen Feststellungen gilt es jetzt zunächst einmal, die Grundlagen für die Erlangung repräsentativer paläomagnetischer Daten zu erarbeiten, denn auch die Verknüpfung der Streuung der Inklination und wahrscheinlich auch der Deklination mit dem laminaren Fließgefüge erscheint sehr problematisch. So klar sie phänomenologisch auch ist, bewiesen ist eine Kausalität damit noch nicht, und es ist zweifelsohne schwer, sie mit einer Einregelung des Magnetits in Verbindung zu bringen, da diese winzigen Kriställchen dem regulären System angehören und an sich keinen Anlaß zu Längserstreckungen geben. Vielleicht sind solche aber durch Magnetitschlieren im Basalt gegeben. Ob die gesetzmäßige Variabilität der paläomagnetischen Parameter auf eine Brechung der Kraftlinien zurückzuführen oder eine Erscheinung der Striktion ist [s. IRVING 1964], bleibt noch zu untersuchen. Hier liegen also mikromagnetisch-petrographische Aufgaben vor, die erst gelöst werden müssen, ehe paläomagnetische Deutungen versucht werden können.

Zusammenfassung

Kernbohrungen im Basalt des Paläovulkans Vogelsberg in Hessen boten die Möglichkeit, zylindrisch geschnittene Proben für lückenlose Meßreihen über viele Dezimeter und Meter von Effusions- und Subfusions-(Intrusions)Einheiten aus Basalt zu untersuchen. Durch Messen wurden die Inklination (i), die Remanenz (J_{rn}), die Suszeptibilität (k) und der Königsberger-Faktor (Q) festgestellt.

Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- I. 1) In einer Groseinheit aus Basalt variiert oft die Inklination fast über die ganze Skala von $0-90^\circ$, sowohl bei normaler als auch bei inverser Magnetisierung. In den Untereinheiten der bis zu 30 cm starken Lamellen ist die Variation auf kleinere, aber ebenfalls variable Bereiche beschränkt. Die Winkel sind im mittleren Teil der jeweiligen Einheit am größten, in ihren Grenzzonen am kleinsten. Selbst dann, wenn das Gesamtbild einer großen, ziemlich dicht vermessenen Einheit nur kleine Streuungen als unwesentlich erkennen läßt, sind größere Streuungen vorhanden und bestimmend.
- 2) Die Remanenz (J_{rn}) zeigt ebenfalls eine beachtliche Variabilität. Sie ist am absolut größten in den Grenzzonen der Groseinheiten und ist relativ am größten ebenfalls in den Grenzzonen der Untereinheiten. Ihre Veränderung ist also gegenseitig zur Veränderung der Inklination. Im allgemeinen ist die Remanenz kleiner als 4×10^{-3} Gauß. In Grenzzonen können die Werte aber 10mal größer sein.
- 3) Auch die Suszeptibilität (k) weist eine mit der Inklination korrespondierende Variation auf. Sie nimmt im gleichen Sinn zu und ab.
- 4) Schließlich ist auch die Veränderlichkeit des Königsberger-Faktors an die geometrische und petrographische Gliederung der Vulkaniteinheit gebunden. Seine Variation mit der Teufe ist gleich der Veränderung der Remanenz, und die Beziehung zur Vulkaniteinheit ist vielfach noch deutlicher.

- II. 1) Die Variabilität der Parameter ist eine Funktion des Abstandes von der Mitte der magnetischen Basaltlage bzw. der Achse der jeweiligen Groß- und Untereinheit des Vulkanits und spiegelt gewissermaßen sein lamellares Fließgefüge oft bis in die feinsten Details. Dementsprechend könnte man die geometrische Beziehung sinnvoll formulieren, wenn man die halbe Mächtigkeit der Einheit gleich 1 setzt.
- 2) Diese Gesetzmäßigkeit ermöglicht eine schnellere und feinere Gliederung von Vulkanitkomplexen, als das nach geologischen und petrographischen Methoden möglich ist.
- III. 1) Die bisher geübte statistische Behandlung, bei der die Meßwerte aller Proben verwendet werden, ergibt Mittelwerte, die zwar signifikant für einen speziellen kleinen Abschnitt im Vulkanit sein können, aber nicht repräsentativ sein müssen, weder für eine Untereinheit noch für eine Großeinheit.
- 2) Da über die Position der vermessenen Proben innerhalb der Vulkaniteinheit kaum hinreichend präzise Angaben von anderen Autoren gegeben wurden und vielfach naturgemäß auch nicht gemacht werden konnten, haben die bisherigen Deutungen paläomagnetischer Daten keine zuverlässigen Grundlagen.
- IV. Die repräsentativen Werte der Inklination und vermutlich auch der Deklination für paläomagnetische Auswertungen sind im mittleren Abschnitt von mittleren Untereinheiten im mittleren Bereich der Großeinheiten zu erwarten, niemals in Grenzbereichen.

Herrn Prof. ANGENHEISTER, der so freundlich war, dieses Manuskript kritisch durchzusehen und mir wichtige Hinweise und Anregungen gab, danke ich auch an dieser Stelle für seine Unterstützung.

Literatur

- ANGENHEISTER, G.: Über die Magnetisierung der Basalte des Vogelsberges. — Nachrichten der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse, Nr. 9, Jahrgang 1956, S. 187—204
- ANGENHEISTER, G., und C. TURKOWSKY: Die Verteilung der induzierten und natürlichen remanenten Magnetisierung innerhalb einiger Basaltlager des Vogelsberges. — Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, Vol. VI — N. 24 Dicembre 1964, S. 285—295
- BLACKETT, P. M.: Lectures on rock magnetism. — Weizmann Science Press, Jerusalem 131 pp, 1956
- BULL, C., E. IRVING, and J. WILLIS: Further palaeomagnetic results from South Victoria Land, Antarctica. — Geophys. J. 6, p. 320—336
- COX, A., and R. DOELL: Review of Palaeomagnetism. — Bulletin of the Geological Society of America, Vol. 71, pp. 645—768, 1960

- CREER, K. M.: Palaeomagnetic investigations in Great Britain VI, Geophysical interpretation of palaeomagnetic directions from Great Britain. — Royal Soc. London Philos. Trans., serv. A, v. 250, p. 144—156, 1957
- FRMOM, K.: Measurement of N.R.M. with Fluxgate Unit (Section III. Fluxgate magnetometers) in: Methods in Palaeomagnetism — by COLLINSON, D. W., K. M. CREER, and S. K. RUNCORN, (S. 157—158). — Amsterdam-London-New York, 1967
- JAEGER, J. C., and Germaine A. JOPLIN: Rock magnetism and the differentiation of dolerite sill. — J. Geol. Soc. Australia 2, p. 1—19, 1955
- HAHN, A.: Das Magnetfeld der Basalte des Vogelsberges. Quantitative Erfassung seiner unregelmäßigen räumlichen Schwankungen und Interpretation unterschiedlicher Schwankungsverhältnisse. — Dissertation, Göttingen 1956
- HATHERTON, T.: The permanent magnetisation of horizontal volcanic sheets. — J. Geophys. Res. 59, pp. 223—232, 1954a
- : The magnetic properties of the Whakamaru ignimbrites. — New Zealand J. Sci. Techn. B. 35, pp. 421—432, 1954b
- IRVING, E.: Palaeomagnetism. — New York, London, Sydney, 1964, 339 S.
- MURAWSKI, H.: Geologische Erfahrungen mit geomagnetischen Geräten (Anwendung auf Vorkommen vulkanischer Gesteine). — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 122, 3, S. 351—370, Stuttgart 1965
- NAIRN, A. E. M.: Palaeomagnetic results from Europe: a reply to E. IRVING. — J. Geol., 69, pp. 231—235, 1961a
- : Paleomagnetic investigations of the Tertiary and Quaternary igneous rocks, 1. Preliminary collections in the Eifel, Siebengebirge and Westerwald. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 90, S. 412—424, 1962
- NÉEL, L.: L'inversion de l'aimantation permanente des roches. — Annales Géophysique, Vol. 7, p. 90—102, 1951
- : Some theoretical aspects of rockmagnetism. — Advances in Physics, Vol. 4, p. 191—243, 1955
- RUNCORN, S. K.: Rock magnetism — geophysical aspects. — Advances in Physics, v. 4, pp. 244—291, 1955
- SCHENK, E.: Die geologischen Erscheinungen der Subfusion des Basaltes. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., Bd. 46, 31 S., 6 Abb., 2 Tab., 16 Taf., Wiesbaden 1964
- : Über die Magnetisierung der Tuffe und Paläosole im Paläovulkan des Vogelsberges. — Zeitschr. f. Geophysik (im Druck)
- SCHOTTLER, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen im Maßstab 1 : 25000. Blätter Nidda und Schotten. — Hessischer Staatsverlag, Darmstadt 1924
- : Der Vogelsberg. — Notizbl. der Hess. Geol. Landesanstalt zu Darmstadt, V. Folge, 18. Heft, 1937, S. 1—86
- SCHULT, A. VON: Über die Magnetisierung der Basaltvorkommen in der Umgebung von Göttingen. — Zeit. Geophys., 29, S. 1—20, 1963
- TURKOWSKY, C.: Die Verteilung der induzierten und natürlichen remanenten Magnetisierung innerhalb einiger Basaltlager des Vogelsberges. — Diplom-Arbeit, Univ. München 1963 (75 S.)
- ZIJL, J. S. V. VAN, K. W. T. GRAHAM, and A. L. HALES: The palaeomagnetism of the Stormberg lavas of South Africa (I and II). — Geophys. J., 7, 23—39 and 169—182, 1962a and b

