

PALÄOMAGNETISCHE MESSUNGEN AN WEST- UND
OSTSTEIRISCHEN VULKANITEN

von

H. MAURITSCH

Einleitung

Während paläomagnetische Messungen in den Nachbarländern in den letzten Jahren für verschiedene geologische und lagerstättenkundliche Probleme mit großem Erfolg eingesetzt wurden, liegen aus Österreich nur wenige sporadische Untersuchungen vor. HANUŠ und KRS 1963 u. 1967. Dabei bestehen gute Gründe zur Annahme, daß zumindestens in den tektonisch weniger stark gestörten Gebieten Österreichs gute Anwendungsmöglichkeiten für diese Methode bestehen müßten. Im Rahmen seiner globalen Untersuchungen der Erzlagerstätten erkannte Prof. Dr. W. E. PETRASCHECK (Institut für Geologie, Paläontologie und Lagerstättenlehre) frühzeitig den Wert paläomagnetischer Messungen bei der Lösung lagerstättenkundlicher Probleme und regte diese Untersuchungen auch in Österreich an. Durch die Errichtung des Institutes für Erdölgeologie und Angewandte Geophysik an der Montanistischen Hochschule im Jahre 1964 konnte dieses aussichtsreiche geophysikalische Fach in Leoben - wenn auch wegen der beschränkten räumlichen und instrumentellen Verhältnisse in bescheidenem Rahmen - etabliert werden.

Herr Professor WEBER als Ordinarius dieses Institutes unterstützte diese Entwicklung durch die zur Verfügungstellung eines entsprechenden Dissertationsthemas, sowie durch Ratschläge und Diskussionen über anstehende Probleme.

Die entgeltliche Durchführung der Dissertation wurde jedoch erst möglich, nachdem das Direktorium der Nationalbank die hierfür notwendigen finanziellen Mitteln zur Verfügung stellte. An dieser Stelle ist es dem Autor ein Bedürfnis, allen am Gelingen dieser Arbeit Beteiligten, seinen herzlichen Dank auszusprechen.

Verwendete Instrumente

Um gesteinsmagnetische Messungen durchführen zu können war es erforderlich, die im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten liegenden Geräte anzuschaffen bzw. selbst zu bauen. Da als Testgesteine die untersteirischen Vulkanite ausgewählt wurden, bei denen man mit einer höheren Magnetisierung rechnen konnte, wurde als Meßinstrument für den Gleichfeldvektor der Gesteinsproben eine Förstersonde in Verbindung mit einem Oerstedmeter verwendet. Dieses Gerät hat den großen Vorteil, daß man in einer eigenen im Gerät eingebauten Kompensationsstufe, das Erdfeld kompensieren kann. Das bedeutet, daß man die Proben im Erdfeld messen kann. Die Meßgenauigkeit des Oerstedmeters ist $2 \cdot 10^{-6} \Gamma$.

Da über den grundsätzlichen Aufbau und die Funktionsweise der Förstersonde bzw. des Oerstedmeters hinreichend viel publiziert wurde, (K.FROMM 1967), soll im Zusammenhang mit dieser Arbeit nur darauf hingewiesen werden, daß die Sondenanordnung, welche bei der gegenständlichen Messung verwendet wurde, die Differenzenanordnung war. Dabei wird die Erdfelddifferenz, die zwischen den beiden, in einer Horizontalebene gelagerten Sonden gemessen wird, im Gerät kompensiert, sodaß die zusätzliche Induktion bzw. das zusätzliche Signal am Oerstedmeter direkt proportional der Gleichfeldstärke der einzelnen Komponenten des Probenkörpers ist. Die Ablesung am Oerstedmeter muß sodann mit einer sogenannten Entfernungsfunktion multipliziert werden, welche vom Abstand Probenmittelpunkt zu Meßsondenmittelpunkt, sowie von den geometrischen Abmessungen des Probenkörpers, abhängt. Da im gegenständlichen Fall Probenkörper mit zylindrischer Form verwendet wurden, deren Höhe gleich dem Durchmesser war, ist die Bestimmung dieser Entfernungsfunktion einfach und wurde mit 1'64 bestimmt.

Die Grundvoraussetzung für gesteinsmagnetische Messungen ist, daß das Gestein Mineralkomponenten trägt, welche in der Lage sind, eine remanente Magnetisierung zu übernehmen. Da nun im Verlauf der geologischen Vergangenheit des Gesteins diese ursprüngliche, remanente Magnetisierung, auch "fossile Remanenz" genannt, von verschiedenen Einflüssen wie Verwitterung, chemischen Einwirkungen, Temperatureinflüssen etc., den sogenannten "Sekundärremanenzen" überlagert wurde, ist es erforderlich, soferne man als Ziel die Bestimmung der Paläopollage hat, die Magnetisierung des Gesteins von diesen sogenannten Sekundärremanenzen zu befreien. Man nennt diesen Vorgang auch magnetische Reinigung von Gesteinen, welche in der Hauptsache auf 2 Arten durchgeführt werden kann, nämlich

1. die magnetische Reinigung durch die Wechselfeldabmagnetisierung und
2. die thermische Abmagnetisierung.

In Leoben wurde eine Wechselfeldabmagnetisierungsanlage gebaut.

Diese Apparatur besteht im wesentlichen aus 2 Einheiten:

1. dem Helholzspulensystem, welches zur Erdfeldkompensation an der Abmagnetisierungsspule verwendet und über ein stromkonstantes Netzgerät gespeist wird.
2. dem Teil, welcher zur Erzeugung des Wechselfeldes mittels eines Serienresonanzkreises erforderlich ist.

Die Kompensation des Erdfeldes an der Abmagnetisierungsspule ist erforderlich, um Aufmagnetisierungseinflüsse zu vermeiden, welche sich ergeben würden, wenn man bei höheren Wechselfeldstärken das Wechselfeld auf Null abklingen läßt und sich die Probe dabei im Erdfeld

befände. Derartige Versuche wurden mit dem gebauten Meßgerät durchgeführt, wobei in einzelnen Fällen eine Aufmagnetisierung erreicht wurde, die größer war, als die Ursprungsmagnetisierung des Gesteins. Die Einheit für die Erzeugung des Wechselfeldes besteht im großen und ganzen aus 2 Teilen, nämlich:

1. der Regeleinheit für die Primärseite und
2. dem Resonanzkreis für die Erzeugung des Wechselfeldes (50 Hz), sowie einem 100 Hz - Filterresonanzkreis.

Die kontinuierliche Regelung des Wechselfeldes erfolgt über 2 motorgesteuerte Ringspultransformatoren, welche es gestatten, die Spitzenfeldstärken von 1200 Oersted in 10 sec zu erreichen bzw. auf Null abzuregeln.

Die verwendete Abmagnetisierungsspule wurde so dimensioniert, daß sie sich bei Einzelbelastung nie über Handwärme erwärmt und daher ein Temperatureffekt nicht auftritt. Um dies zu überprüfen wurde die Spule über ein Fluxmeter im erwärmten und im kalten Zustand nachgemessen und es ergab sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den gerechneten und gemessenen Werten für die Feldstärke.

Da das Anzeigeinstrument ein Amperemeter (6 Bereiche) ist, wurde bei der schrittweisen Abmagnetisierung um jeweils 200 mA geregelt, was in der Einheit der Feldstärke Schritten von 36 zu 36 Oe entspricht. Jede Stufe wird dabei von Hand aus eingestellt und über den Motor gleichmäßig herabgeregelt.

Bei Testmessungen hat sich gezeigt, daß eine Abmagnetisierung ohne Filterkreis nur bis zu einer Wechselfeldstärke von 300 - 400 Oe vertretbar ist. Darüber treten durch die geradzahligen Oberschwingungen Aufmagnetisierungen auf, die jede weitere Auswertung unmöglich machen.

Bei den bisher untersuchten Proben war eine Abmagnetisierung über den Wert von 360 Oe nicht not-

wendig, da alle Sekundäranteile der Remanenz bei dieser Feldstärke bereits abmagnetisiert waren.

Kurzer Überblick über den steirischen Vulkanismus.

Da eine Besprechung des gesamten steirischen Vulkanismus über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen würde, soll im folgenden zweckmäßiger Weise ausschließlich auf den basaltischen Vulkanismus als Folge der Eruptionsphase im Daz bzw. Jungpliozän eingegangen werden. Dieser basaltische Vulkanismus im steirischen Tertiärbecken stellt nur einen Teil jenes großen dazischen Vulkanbogens dar, der - wenn man vom Einzelausbruch in Kollnitz im Lavantal absieht - sich vom Bachergebirge im SE über das steirische Vulkangebiet, das burgenländische Vulkangebiet in der Landseer Bucht, bis zum Plattensee erstreckt. In der Literatur wurden diese vulkanischen Vorkommen in 2 bogenförmig verlaufende Zonen eingeteilt:

1. Zone:

Die erste Zone folgt dem Nordsaum der dazischen Aufwölbung im Sinne von WINKLER-HERMADEN, deren Richtung auch im Verlauf von Vulkanspalten zum Ausdruck kommt. In dieser Zone werden zentralgelegene Basaltausbrüche meist von zahlreichen Tuffschloten begleitet. Dieser ersten Zone gehören an: Die Tuffe bei Oberlimbach, ein Basaltlagergang und 2 Basaltspalten bzw. Necks bei Neuhaus, das mit tuffitischem und limnischen Kraterseesedimenten erfüllte doppelte Maar von Fehring mit selbständigen Tuffbrüchen, das vulkanische Maar von Pertelstein, der Tufftrichter von Kapfenstein, der vermutlich aus 3 ineinandergeschachtelten Schlotfüllungen zusammengesetzt ist

und für seine reichhaltigen Einschlüsse an Olivinbomben bekannt ist, dann das Tuffneck von Gossendorf und der Vulkan des Steinbergs bei Feldbach (Basaltbruch Mühlendorf). Ferner gehören dazu - und zwar am äußeren Saum - die Tuffschlote bzw. Trichter westlich von Feldbach und das Neck von Edelsbach. Zum zentralen Ausbruchsbereich diese Zone gehören: Das große Vulkangebiet von Klöch, das aus einem Stratovulkan mit Radialspalten (Kindsbergkogel) und einer davon aufgeschütteten Tuffdecke mit einem nachträglich eingesenkten Kesselkrater (Caldera Seindl) besteht, an dessen Rändern vulkanteutonische Störungen zu beobachten sind. Ferner die ca. 10 km lange und bis zu 3 km breite nephelinitische Basaltdecke des Stradener Kogels mit mutmaßlicher Förderspalte an ihrem nördlichen Ende. Weiters gehören dazu die Basaltspalte von Risola, das Tuffneck von Bayrisch-Kölldorf und die spaltförmige Maareruption der Wirr- und Sulzberge bei Gleichenberg. In den Sulzbergen läßt sich rein geologisch eine mindestens 4-fache Eruptionsfolge festlegen, da vulkanische Trümmerbreccie, mit in tektonischen Ruhepausen gebildeten feinen limnischen Sedimenten, abwechselnd vorkommen.

2. Zone:

Zur 2. Eruptivzone, welche einen gegen N konvexen Bogen bildet, gehören: Die Tuffe von Edelsbach, das Tuffgebiet von Altenmarkt bei Riegersburg, sowie der Stock von Riegersburg, ferner die Tuffgebiete von Stadt- und Landbergen bei Fürstenfeld, das kleine Neck bei Kukmirn, der Tufftrichter von Güssing, der Tuff von Tobaj, 2 kleine Necks bei Rieselstein in der Nähe von Jennersdorf, die Basaltintrusion von Stein bei Fürstenfeld mit seitlichem Tufförderschlot und das verdeckte Tuffgebiet von Lindegg (nördlich von Fürstenfeld). Als westlicher Vorposten des steirischen Vulkangebietes ist

der Basalt (Shoshonit) von Weitendorf E von Wildon anzusehen. Die östliche Fortsetzung des steirischen Vulkanismus befindet sich in der Landseer Bucht mit den beiden Vorkommen des Pauliberger und des im tieferen Muldeninneren gelegenen Basalts von Pullendorf. Zu allen obergab anstehenden Vulkaniten ist zu sagen, daß sie heute ausschließlich die Reste seinerzeitiger größerer Vorkommen darstellen, da sie in einer Hebungsphase des Tertiärs gebildet wurden und so einer starken nachträglichen Erosion ausgesetzt waren.

Aus diesen Vorkommen wurden für die vorliegende Arbeit 3 Vulkanite ausgewählt und zwar der Shoshonit von Weitendorf, ferner der Basalt von Mühldorf bei Feldbach sowie der Nephelinbasalt von Hochstraden.

Es bestehen jedoch gewichtige geologische Hinweise dafür, daß der Shoshonit von Weitendorf tektonisch gestört ist, wofür auch die Ergebnisse der paläomagnetischen Messungen sprechen. Es schien daher ratsam, in diesem Gebiet umfangreichere geophysikalische Messungen (Magnetik, Geoelektrik und Refraktionsseismik) zur Klärung des regionalen geologischen Baus vorzunehmen. Diese sind die Voraussetzung für eine "tektonische Korrektur" der ermittelten Vektorrichtung. Diese Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen und werden derzeit durch Bohrungen ergänzt.

Es wird daher im weiteren nur mehr auf die beiden Vorkommen Steinberg bei Feldbach und Hochstraden eingegangen.

Die Probenahme

Grundvoraussetzung für paläomagnetische Messungen ist eine möglichst genaue Probenahme. Dies geschah in der Art und Weise, daß eine ebene Bezugsfläche ausgewählt und nach Streichen und Fallen eingemessen wurde. Sodann wurde das Handstück hereingewonnen. Dies ist vor allem im Bereich von Steinbrüchen oft sehr schwierig, da der Basalt durch die Sprengarbeiten Haarrisse aufweist, die bei der Hereingewinnung des Handstückes zur Zerstörung desselben führen. Ferner ist es notwendig eine genügend große Handstückzahl zu nehmen, damit man in der Lage ist, einen repräsentativen Mittelwert bei der statistischen Auswertung zu erreichen. Gemessen an internationalen Erfahrungen heißt das, daß man mindestens 4 - 6 verschiedene Probenstücke zu nehmen hat.

Diese orientiert entnommenen Handstücke werden im Labor reorientiert, d. h. daß man sie so auf eine ebene, horizontale Unterlage stellt, daß die Bezugsfläche wieder genau nach Streichen und Fallen eingeordnet ist. Sodann wurde um das Handstück ein Rahmen aufgestellt und dieser mit Gipsbrei vollgegossen. So war das Handstück in seiner Ursprungslage fixiert und auf einer zu einer Kernbohrmaschine mit Wasserspülung umgebauten Ständerbohrmaschine wurden sodann die Kerne herausgebohrt.

In den beim Bohren entstandenen Ringraum wird ein Rohr eingeführt, auf dessen oberen Ende eine Visiereinrichtung angebracht ist.

Da diese Reorientierung in einem Gebäude, welches durch seine verschiedensten Installationen nicht konstante Störeffekte ergab, durchgeführt wurde, konnte nicht mit einem Kompaß reorientiert werden, sondern es mußte in das Labor ein Polygonzug gelegt werden. Zwischen zwei Senkeln wurde mit obgenannter Visiereinrichtung die Nordorientierung vorgenommen. Durch zwei Mar-

ABGEDECKTE GEOLOGISCHE KARTE DES STEIRISCHEN BECKENS

von
K. KOLLMAN

Zusammengestellt auf Grund der Aufnahmen von
H. Beer, P. Beck-Manager, E. Braunmüller, H. Flügel,
F. Frisch, V. Jenisch, W. Diller, K. Kollmann, G. Kopetzky,
V. Maurin, A. Winkler-Hermaden u. a.

0 5 10 km



- Pannon
- Sarmat
- "Torton" marin
- "Torton" Schwabenberger Blockschutt fluvial
- Torton u. Oberhelvet (Karp), limnisch-fluvial
(Raum Kothach-Vaizberg-Graz-Weiz)
- Oberhelvet (Karp) marin
- Oberhelvet (Karp) und Unterhelvet (Helvet s.str.) limnisch-fluvial
(Raum Eiswald)
- Oberkreide
- Zentralalpines Mesozoikum, Pennin ? und Paläozoikum
- Altkristallin
- Jungpliozäner Vulkanismus (Basalt, Basaltuff, etc.)
- Miozäner Vulkanismus (Trachyandesit, Trachyl, etc.) aufgeschlossen
- Verbreitungsgrenze unter quartärer und tertiärer Bedeckung
- Erdöl-Tiefbohrungen
- Sonstige wichtige Bohrungen

Vortertiäres Grundgebirge

kierungen auf der Mangelfläche des Kerns wurde die Nordrichtung festgelegt und die Z-Richtung mit einem wasserfesten Filzstift in axialer Richtung markiert. Der so gewonnene Kern wurde danach auf eine Länge von 32 mm abgeschnitten, sodaß der Durchmesser des Kerns gleich der Höhe des Zylinders war.

Messung und Ergebnisse der einzelnen Basaltvorkommen.

1. Basalt von Mühldorf bei Feldbach.

Nach Untersuchungen von A. WINKLER - HERMADEN (1951, 1957) besteht der Steinberg aus mehreren miteinander verschmolzenen Lava- und Tuffkomplexen. Dem ältesten Durchbruch mit Aufschüttung von Tuffen und Bildung einer mächtigen basaltischen Lavafüllung mit zugehörigem Schlackenhut gehört die Hauptmasse des Steinberges an. Dieser Komplex scheint seine Förderspalte am SE-Til des Steinberges befestigt zu haben, wo sich der Rest eines aus übereinandergelagerten Tuffen- und Schlackenkonglomeraten bestehenden Kegels befindet. Der jüngsten vulkanischen Phase gehört der im Bereich des heutigen Haupteinbruchs im Nordteil des Steinberges aufgeschlossene Basaltkomplex an (Säulenbasalt mit 10 - 30 cm \emptyset). Im Gegensatz zu früheren Ansichten wird er in den letzten Arbeiten von A. WINKLER-HERMADEN als eine Intrusion in die pannonischen Schichten gedeutet. Die Lava dieses Intrusionskörpers scheint am Saum der älteren Tuffmassen gegen die pannonischen Sedimente aufgedrungen zu sein, da an der Südseite des Bruchs mit steiler Begrenzung gegen den Basalt, ältere Basalttuffe anstehen. Die Mächtigkeit des Basaltkörpers wird auf ca. 100 m geschätzt.

Im heutigen Abbau findet man ein sehr einheitliches Gestein, welches als Olivin-Nephelinit (Nephelin-Basalt) bezeichnet wird. Die Grundmasse besteht aus idiomorphem Pyroxen und die Zwischenräume aus Nephelin. Das Liegende des Basaltkörpers wird von dazischen Sedimenten gebildet, womit das Alter dieses Vulkans genau eingestuft werden kann.

Eine genaue chemische Analyse des Gesteins konnte in der Literatur nicht gefunden werden.

Um nun magnetische Messungen an Gesteinen durchführen zu können, besteht die Voraussetzung, daß diese Gesteine Ferro- bzw. Ferrimagnetika führen. Die hauptsächlichsten Vertreter dieser magnetisch aktiven Mineralien werden in 3-Stoffdiagrammen zusammengefaßt, wie sie in Abbildung 1 gezeigt werden.

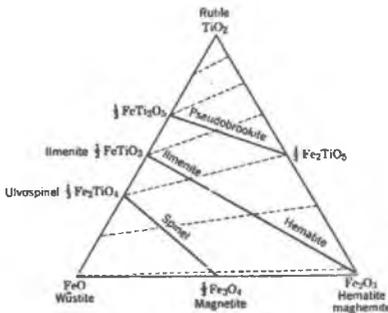


Abb. 1
Dreistoffdiagramm
 $\text{FeO-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$
(E. IRVING)

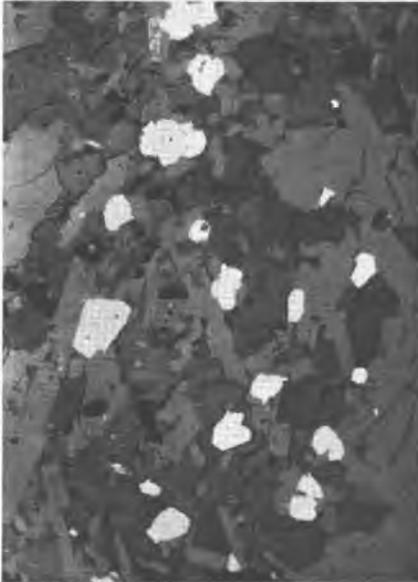
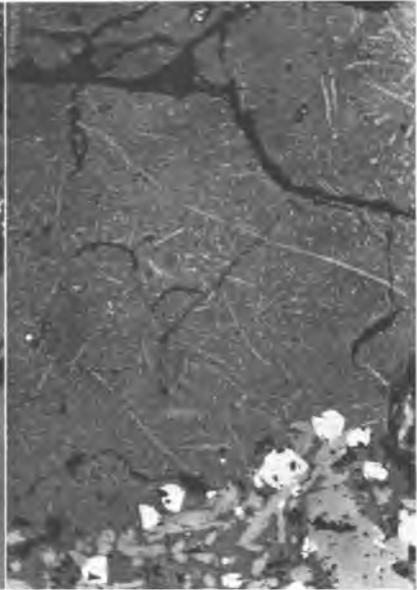
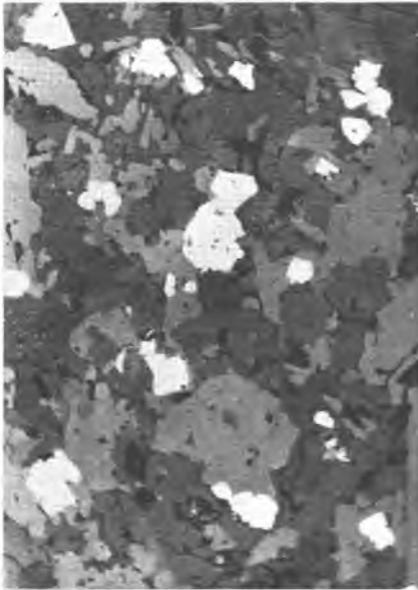


Abb. 2
Abb. 8

Abb. 3
Abb. 9

Für den Steinbruch Mühldorf wurde versucht an Hand von Anschliffen in der Auflichtmikroskopie zu klären, welche magnetischen Mineralien für die Remanenz, verantwortlich sind. Dabei konnte als möglicher Träger der Remanenz, der Magnetit, wie er in den Abbildungen 2 und 3 zu sehen ist, gefunden werden.

Bildtafel 1

- Oben links: Abb. 2 : Magnetit (Steinberg b. Feldbach).
215-fach in Luft.
- Oben rechts: Abb. 3 : Schmelze mit Kristallisationsstruktur, am Rande Magnetit (Steinberg b. Feldbach). 165-fach in Luft.
- Unten links: Abb. 8 : Magnetit (Stradner Kogel). 165-fach in Luft.
- Unten rechts: Abb. 9 : Martit (Stradner Kogel). 215-fach in Öl.

Um nun die Unterscheidung zwischen Magnetit und Titanomagnetit, welche im Mikroskop nicht zu treffen war, durchführen zu können, wurden mit der Mikrosonde der Firma Jeol, Type IXA/5A, entsprechende Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurden sogenannte Scanningbilder angefertigt, welche einen flächenmäßigen Überblick über eine allfällige Eisen-Titan führende Mineralisation geben. Ein besonders ausgebildetes Korn welches im Mikroskop die Möglichkeit erscheinen ließ, eine Verwachsung vom Ilmenit-Magnetit zu sein, wurde ausgesucht und sowohl im Scanningbild als auch im Profil untersucht. Wie schon aus dem Scanningbild zu ersehen ist, (Abbildung 4) führt der Magnetit einen ausreichend, d. h. gut nachweisbaren Anteil an Titan. Die Quantitative Analyse für Titan ergab dabei einen Titangehalt von 5'5 - 6 %, wobei diese relativ unkorrekte Angabe deshalb zustande kam, da für die Eichung der Mikrosonde nur ein Titanmetall zur Verfügung stand.

Bildtafel 2

- Oben links: Abb. 4 a: Magnetitkorn. 215-fach in Luft.
Oben rechts: Abb. 4 b: Magnetitkorn mit Mikrosondenprofil (seitenverkehrt).
Unten links: Abb. 4 c: Scanningbild des Magnetitkorns für Ti.
Unten rechts: Abb. 4 d: Scanningbild des Magnetitkorns für Fe.

Noch deutlicher wird der Zusammenhang zwischen Fe und Ti jedoch wenn man das Profil ansieht, das über das in Abbildung 4 gezeigte Korn gefahren wurde. Da jedoch diese Untersuchungen nur an Einzelkörnern vorgenommen werden konnten, ist damit nicht auszuschließen, daß auch noch andere Komponenten (z. B. reiner Magnetit) als Träger der Remanenz vorhanden sind.

Abb. 5: Linescanning (Mikrosondenprofil) des Kornes für Fe - Ti.

Für die magnetischen Untersuchungen am Basalt vom Steinberg wurden im Abbaubereich an 16 Probenpunkten je 5 - 6 Handstücke entnommen. Da beim Bohren im Labor ein Teil der Handstücke entlang von Haarrissen zersprang, blieben letzten Endes für die Auswertung 40 Handstücke übrig. Diese Probenkerne wurden sodann in der Wechsel-feldabmagnetisierungsapparatur von 0 - 360 Oersted in Schritten von 36 zu 36 Oersted abmagnetisiert. Die Wirkung der Abmagnetisierung wird durch Abbildung 6 gezeigt. Dabei wird auf der Ordinate das Verhältnis I_{rt} zu I_0 d.h. das ist das Verhältnis der remanenten Magnetisierung zur Anfangsmagnetisierung und auf der Abszisse die Wechsel-feldstärke in Oersted aufgetragen.

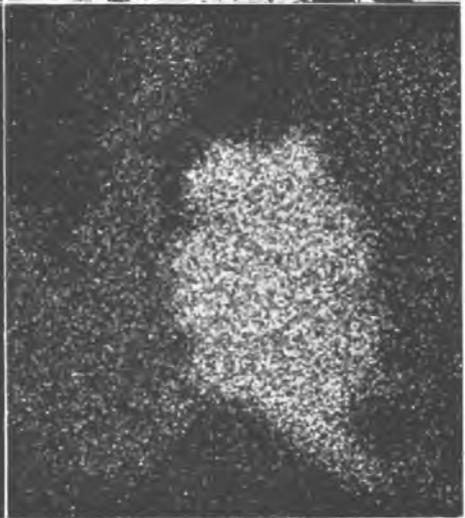
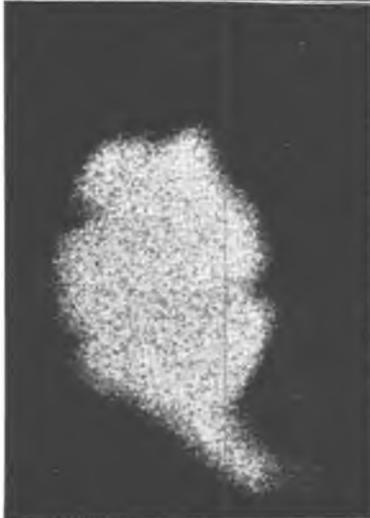
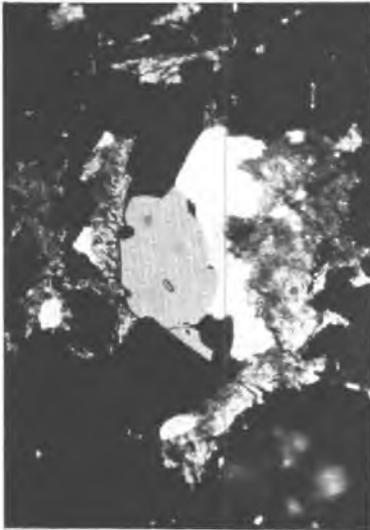


Abb. 4 a
Abb. 4 c

Abb. 4 b
Abb. 4 d

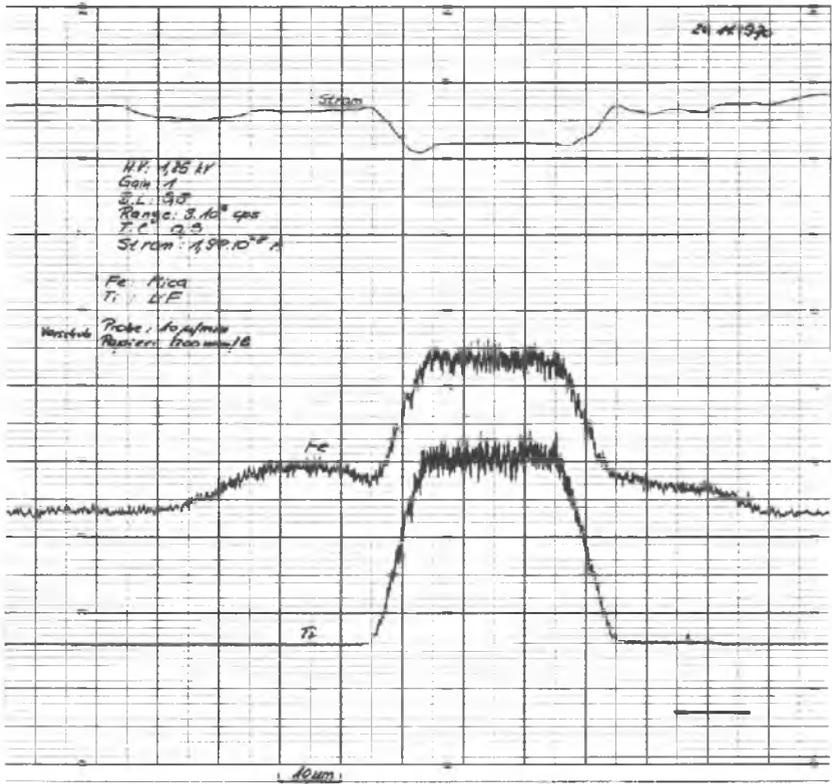


Abb. 5: Linescanning eines Magnetitkorns

Abb. 6: Abmagnetisierungskurven für N, E, Z
Ordinate: I_{rt} = remanente Magnetisierung nach
 jedem Abmagnetisierungsschritt.
 I_0 = Anfangsmagnetisierung.
Abszisse: Wechselfeldstärke in Oe.

Eine weitere Art der Auftragung, die die Wirkung der Abmagnetisierung zeigen soll, wird in Abbildung 7 dargestellt. Dabei werden in diesem Fall in der oberen Bildhälfte die Änderung der Horizontalkomponente und in der unteren Bildhälfte die Änderung der Vertikalkomponente gezeigt. Es ist dabei gut zu sehen, daß die Dreheffekte auf Grund der Abmagnetisierung der Sekundärremanenz nur bis etwa 300 Oersted eine Wirkung haben, sodann eine echte Abmagnetisierung der fossilen Remanenz stattfindet.

Abb. 7: Dreheffekte infolge der Wechselfeldabmagnetisierung.

Die so erhaltenen Daten wurden nach der Fisher-Auswertmethode statistisch ausgewertet.

Da diese Auswertung auf einem Tischrechner der Marke Programme 101 der Firma Olivetti durchgeführt wurde, mußte der Formelapparat der statistischen Auswertung nach den Speicher- bzw. Registermöglichkeiten dieser Rechenmaschine umgebaut werden.

Die statistische Auswertung wird in Form der folgenden Tabelle dargestellt und zwar für die Werte am Anfang und am Ende der Abmagnetisierung.

Tabelle 1
Statistische Auswertung der Vektorrichtungen:

	Mühdorf Anfang	Mühdorf Ende
N	40	27
R	37'99	26'2
$U = \left(\frac{1}{P}\right)^{\frac{1}{N-1}}$	1'08	1'125
<hr/>		
k	19'40	26'53
θ_{95}	31'78	27'18
$\cos \alpha$	0'9958	0'9953
α	5°15'	5°31'

N = Nordkomponente
E = Ostkomponente
Z = Vertikalkomponente

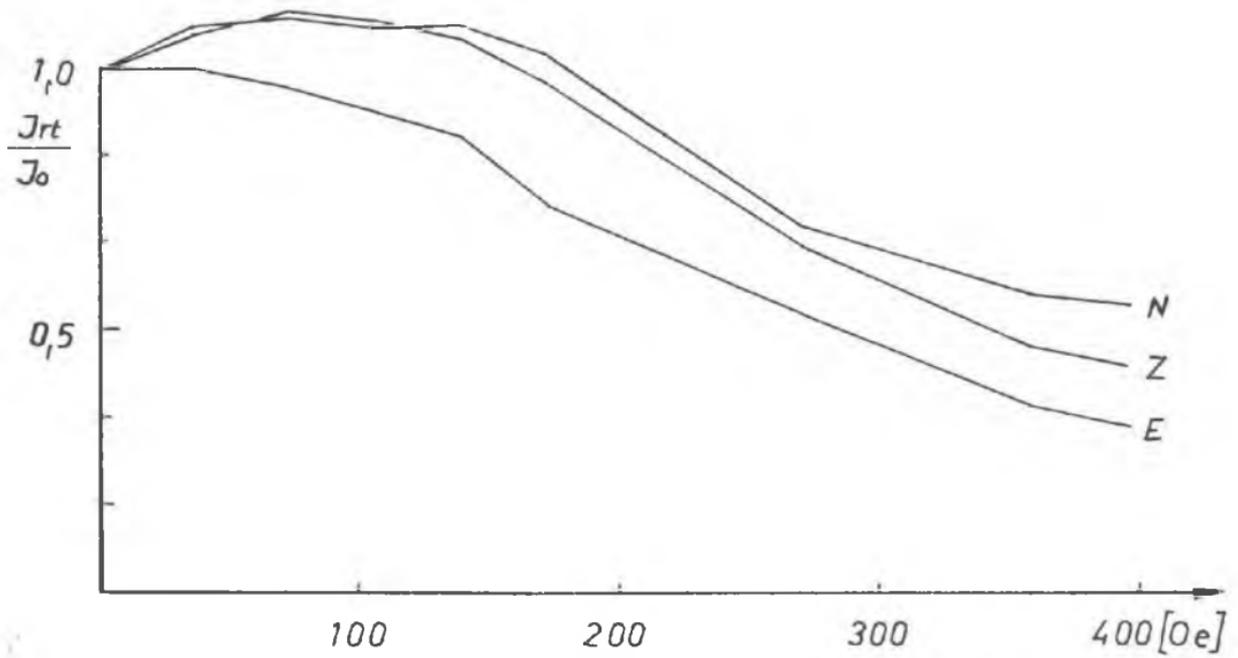
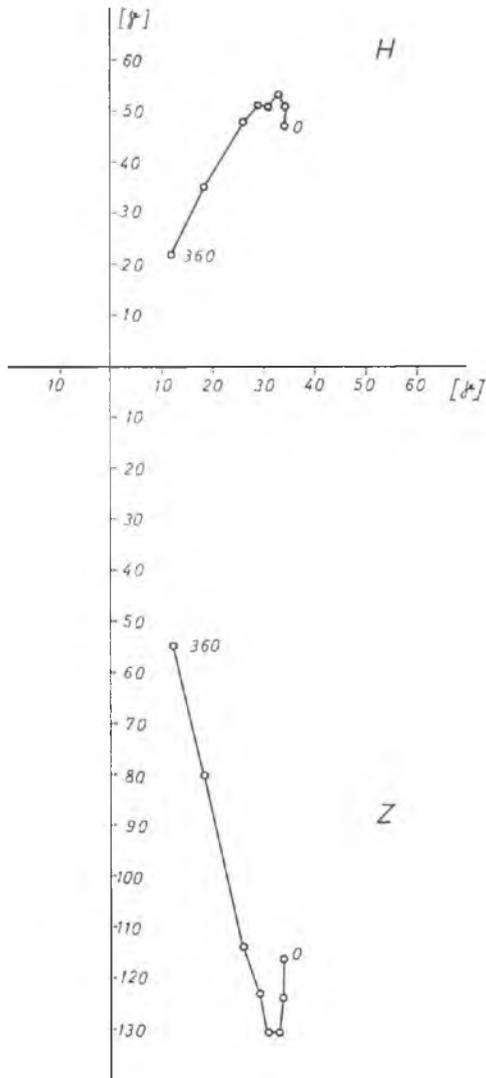


Abb. 6: Abmagnetisierungskurven für N, Z, E

Abmagnetisierungskurve für
Wechselfeldstärken von 0 - 360 Oe



Zusammenfassend kann für Mühldorf gesagt werden, daß sich infolge der Abmagnetisierung vor allem die Inklination deutlich geändert hat. Betrachtet man die Werte für die Deklination $D = 20^{\circ}50'$ und für die Inklination $i = 69^{\circ}10'$ vor der Abmagnetisierung und $D = 15^{\circ}30'$ und $i = 30^{\circ}30'$ nach der Abmagnetisierung, so erkennt man, daß die Deklination nur eine geringfügige Änderung erfährt, die Inklination jedoch sich um über 30° geändert hat. Zieht man nun in Betracht, daß nach WINKLER-HERMADEN der Stiel etwa im Bereich des Hügels, welcher sich im NE der Lagerstätte befindet zu suchen oder zu fixieren wäre, so wäre durchaus denkbar, daß die früher ausgeflossenen Basaltmassen die in der Zwischenzeit erkaltet waren durch einen neuerlichen Ausbruch aufgebrochen und um 30° steilgestellt wurden.

Eine Pollagenberechnung wurde auf Grund dieser Daten nicht vorgenommen, da es nach Meinung des Autors erforderlich wäre, das gesamte Vorkommen umfassend zu beproben um zu sehen, ob diese Orientierung nur auf eine Scholle beschränkt oder aber falls es sich um einen einzigen Erguß handelt, auf das ganze Vorkommen, erstreckt ist.

2. Der Nephelinbasaltbruch vom Stradner-Kogel

Der Stradner-Kogel stellt eine große Basaltdecke von etwa 8 km Länge und bis zu 2 km Breite dar. Die Mächtigkeit, die auf Grund geologischer Kartierungen abgeschätzt wurde, dürfte im N, wo sich vermutlich auch der Schlot befindet, etwa 150 m und im S etwa 30 m betragen. Tuffe kommen sehr selten vor und zwar nur am Nordende Richtung Bayrisch-Kölldorf und direkt auf der Decke in der Nähe des Ortes Hochstraden. Das Liegende der Basaltdecke bilden sarmatische Sande und gröbere Sedimen-

te, sowie in einem alten Relief dazische Schotter (Silberbergschotter). Damit ist das Alter dieser Decke als dazisch datiert. Das Vorkommen wurde erstmals von A. SIGMUND (1897) und K. SCHOKLITSCH (1932) mikroskopisch bearbeitet, wobei folgende Analyse erstellt wurde.

- 1) Die holokristalline Grundmasse besteht aus Pyroxen, Sodalithnosean, sowie Nephelin, möglicherweise auch etwas Analcim.
- 2) Einsprenglinge aus Olivin und Pyroxen. Nach H. HERITSCH wird folgende Tabelle der chemischen Analysenwerte wiedergegeben.

Tabelle 2

Hochstraden

Gewichtsprocente

SiO ₂	40'95
TiO ₂	1'90
Al ₂ O ₃	14'63
Fe ₂ O ₃	7'17
FeO	5'31
MnO	0'16
MgO	6'52
CaO	11'95
Na ₂ O	5'33
K ₂ O	2'96
H ₂ O	1'35
P ₂ O ₅	0'98
Cl	0'20
SO ₃	0'60

100'01

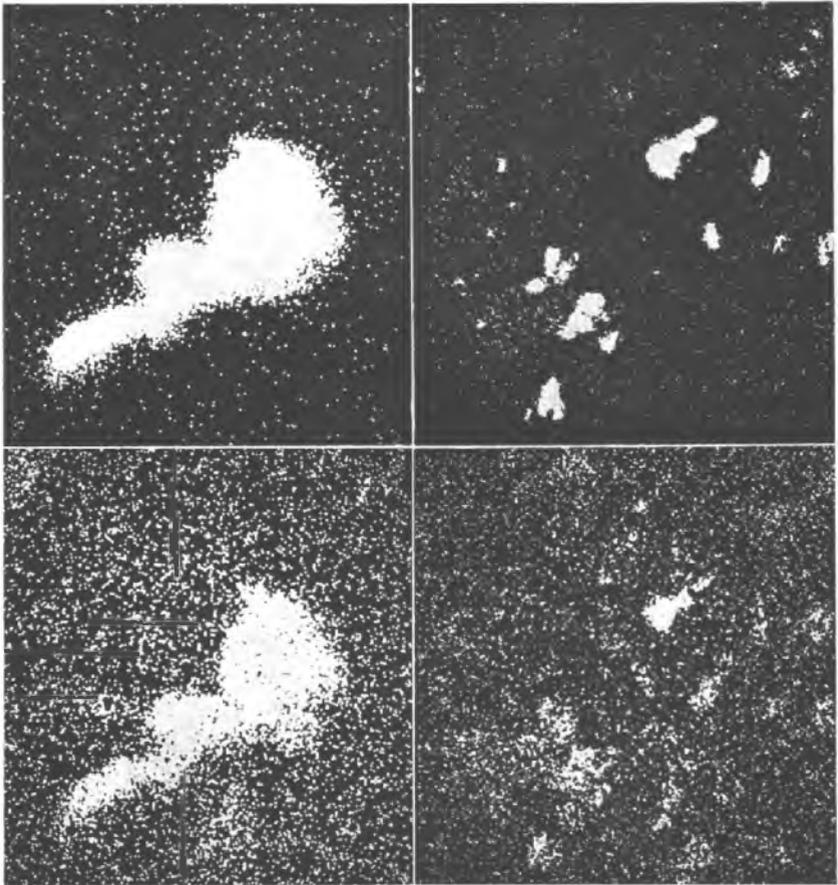


Abb. 10 a: oben für Ti
unten für Fe

Abb. 10 b: oben für Ti
unten für Fe

Zur Klärung, welche Mineralkomponenten die Träger der remanenten Magnetisierung darstellen, wurden ebenfalls mikroskopische Untersuchungen an Anschliffen, sowie Mikrosondenuntersuchungen durchgeführt. Wie die Abbildungen 8 und 9 der ersten Bildtafel zeigen, konnten Magnetit und Martit nachgewiesen werden. Zur Unterscheidung von Magnetit und Titanomagnetit wurden ebenfalls Mikrosondenuntersuchungen durchgeführt. Wie diese Aufnahmen, die in Abbildung 10 a und b sowie in Abbildung 11 gezeigt werden, zeigen, handelt es sich einwandfrei um Titanomagnetite.

Abb. 10: 10 a : Scanningbild eines Einzelkorns für Fe und Ti. 1200-fach.
10 b : Scanningbild eines Flächenausschnittes. 300-fach.

Abb. 11: Mikrosondenprofil oder Linescanning über das Korn (10 a) für Fe - Ti.

Im Bereich des Basalts von Hochstraden wurden an 15 Probenpunkten jeweils 5-6 Handstücke in gleicher Weise, wie im Kapitel zuvor beschrieben, orientiert entnommen. Die orientierten Kerne wurden der gleichen Abmagnetisierung unterworfen und die Winkel, d. h. die Richtung des mittleren Feldvektors vor und nach der Abmagnetisierung gemessen. Vor der Abmagnetisierung ergab sich für die Deklination $D = 202^{\circ}40'$ und für die Inklination $i = -60^{\circ}10'$. Durch die Abmagnetisierung haben sich diese Winkel nur geringfügig geändert und zwar auf $D = 200^{\circ}$ und $i = -60^{\circ}$. Das heißt mit anderen Worten, daß der Basalt von Hochstraden eine inverse Magnetisierung aufweist. Die statistische Auswertung wird in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 3

Statistische Auswertung der Vektorrichtungen:

	Hochstraden Anfang	Hochstraden Ende
N	52	52
R	51'75	51'42
$U = \left(\frac{1}{\bar{p}}\right)^{\frac{1}{N-1}}$	1'06	1'06
k	204'00	87'93
θ_{95}	9'80	14'93
$\cos \alpha$	0'9998	0'9994
α	1'05'	2°

Wie man an dieser statistischen Auswertung ersehen kann, liegen die Werte sehr gut und der Radius des Fehlerkreises nach Fisher ist sehr klein.

Die Richtung der mittleren Vektorrichtung der einzelnen Probenpunkte, sowie Richtung des resultierenden Feldvektors aller Probenpunkte werden in Abbildung 12 a bzw. 12 b dargestellt. Aus drucktechnischen Gründen sind in dieser Abbildung die Ergebnisse von Mühldorf und von Hochstraden zusammengezeichnet.

23.11.70

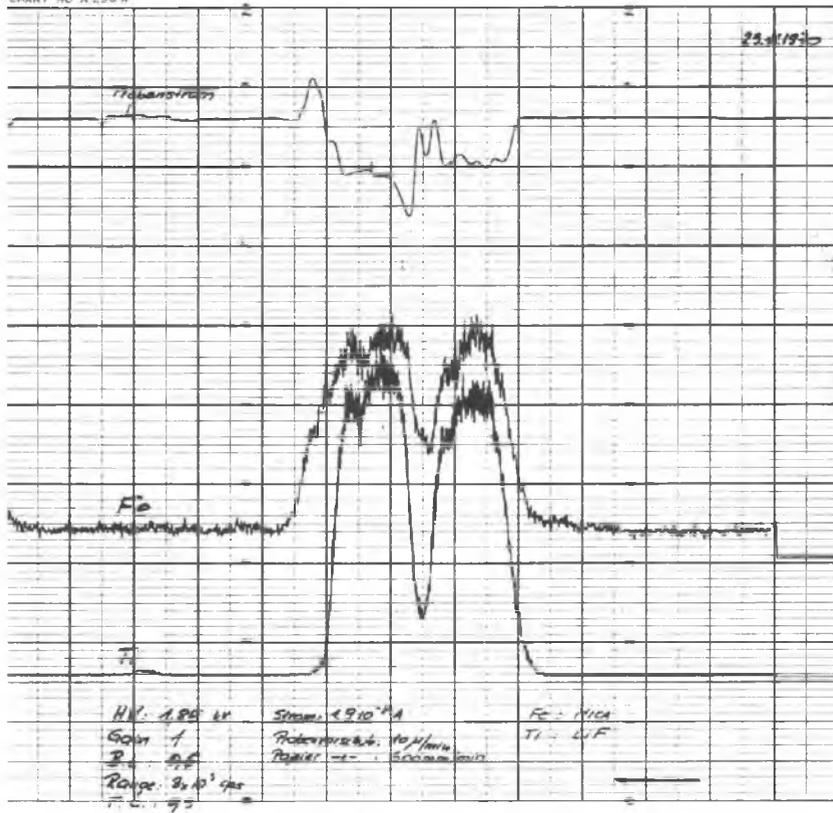


Abb. 11: Linescanning über ein Magnetitkorn

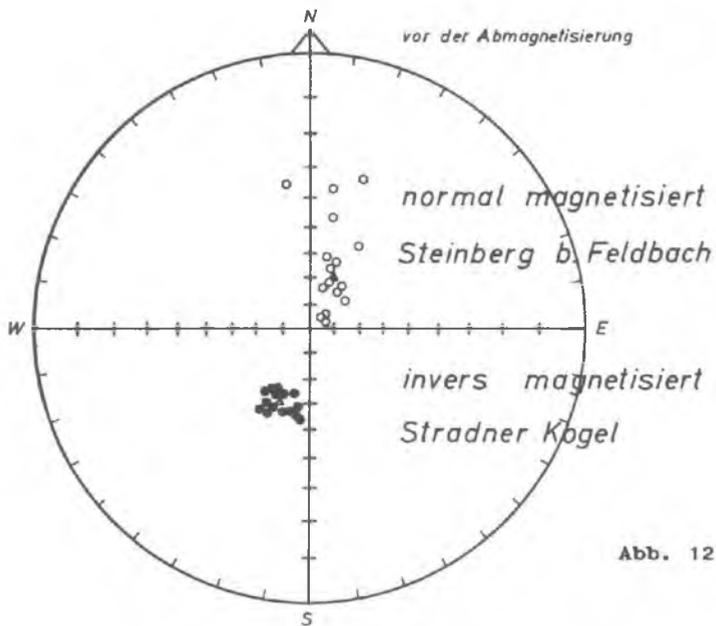


Abb. 12 a

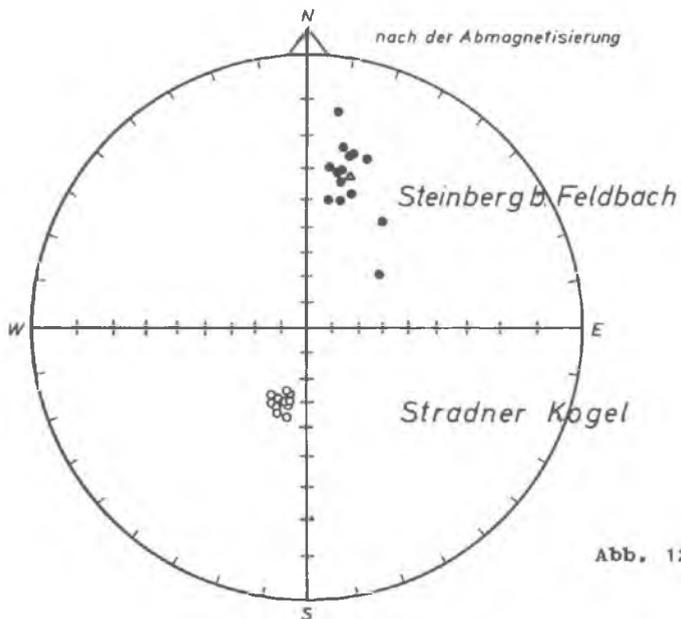


Abb. 12 b

Abb. 12: 12 a : Vektorverteilung der einzelnen Probenpunkte von Mühlendorf (Steinberg) und Stradner Kogel vor der Abmagnetisierung in stereographischer Projektion.
12 b : Vektorverteilung nach der Abmagnetisierung (0-360 Oe) in stereographischer Projektion.

Da der Basalt von Hochstraden nicht oder nur ganz geringfügig verstellt wurde, konnte an Hand der vorliegenden Daten eine Pollagenberechnung für die Entstehungszeit dieses Vorkommens versucht werden. Diese Berechnung wird nach den Regeln der sphärischen Trigonometrie durchgeführt, wobei in Abbildung 13 die für eine Berechnung erforderlichen Größen bzw. Winkel dargestellt sind.

Abb. 13: Legende: P - geographischer Pol
Pr - Probenpunkt
P.P. - Paläopol
θ - geogr. Breite des Probenpunktes
φ - geogr. Länge des Probenpunktes
θ' - geogr. Breite des Paläopols
φ' - geogr. Länge des Paläopols
D - Deklination
i - Inklination

Die dabei für den magnetischen Südpol (da ja umgepolt) errechneten Koordinaten sind 74° N Breite und 85° E Länge.

Vergleicht man dieses Ergebnis mit Ergebnissen aus Deutschland und Frankreich, wie sie in der Zusammenstellung von E. IRVING (nach COX und DOELL) zu finden sind, so stellt man eine gute Übereinstimmung fest.

Diese Arbeit sollte ein erster Beginn zur Durchführung weiterer gesteinsmagnetischer bzw. paläomagnetischer Messungen in Österreich sein. Das Ziel, vor allem bezogen auf die Lagerstättenforschung, das angestrebt wird, soll sein, daß man auch mit stark gestörtem Material eine für Österreich geltende Polwanderungskurve erstellen kann. Daß dies möglich ist, wird an Hand der Abbildungen 14 a und 14 b gezeigt, welche die gute Übereinstimmung der Polwanderungskurve, welche in 14 a aus tschechoslowakischem Material der Westkarpaten und in 14 b aus über 50.000 Einzelproben in ganz Europa gerechnet wurden, zeigt.

Diese Polwanderungskurve für Österreich ist laut mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. HANUŠ/Brünn unbedingt erforderlich, wenn man lagerstättengeologische Probleme richtig interpretieren will.

Bestimmung der Paläopollage

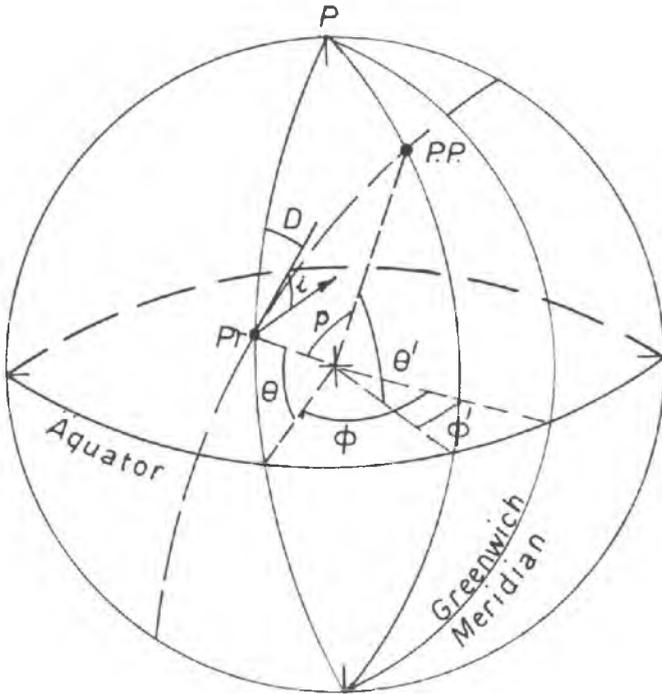
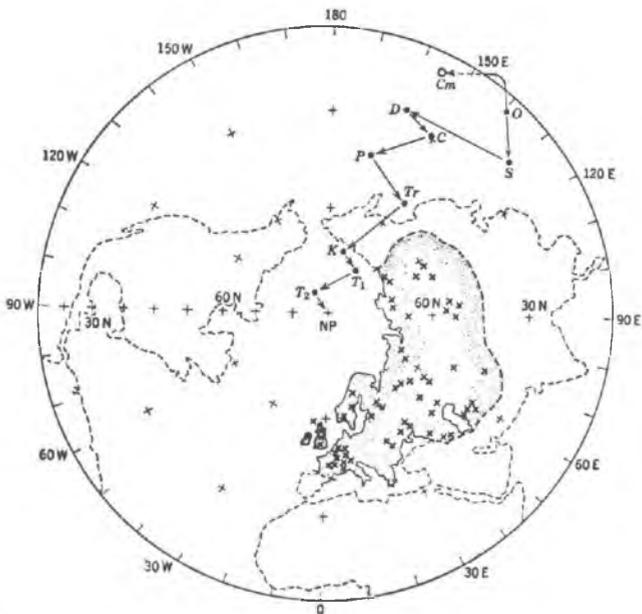
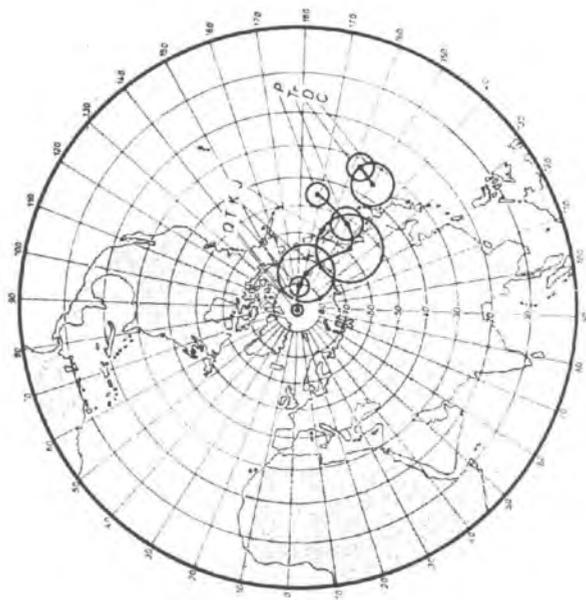


Abb. 13: Darstellung der Winkel bezogen auf den Nullmeridian von Greenwich



Oben Abb. 14 a

Unten Abb. 14 b

Zusammenfassung

Der Autor hofft, auf Grund vorliegender Ergebnisse den Nachweis erbracht zu haben, daß die am Institut entwickelten Geräte den Anforderungen voll entsprechen. Dies vor allem deshalb, da die Ergebnisse auch gemessen an internationalen Erfahrungen durchaus zufriedenstellend sind. Ferner soll hier auch der Hoffnung Ausdruck verliehen werden, daß die Resultate Anlaß sein sollen, daß die paläomagnetischen Untersuchungsmethoden auch in Österreich jenen Rang erhalten, den sie im Ausland schon seit langem innehaben.

Dazu wird es vor allem erforderlich sein, die instrumentelle Ausrüstung weiter auszubauen, sowie eine geeignete, magnetisch ungestörte Lokalität zu finden. Letzteres vor allem deshalb, da z. B. Meßgenauigkeiten von 10^{-9} erforderlich sind, um Karbonate untersuchen zu können.

Zum Abschluß dieser Arbeit ist es mir ein großes Bedürfnis, Herrn Prof. Dipl.-Ing. Dr. O. M. FRIEDRICH und Herrn Prof. Dr. J. G. HADITSCH für ihr großes Entgegenkommen meinen aufrichtigen Dank zu sagen.

Literaturverzeichnis

- ANGENHEISTER G.: Einige Erläuterungen zum Studium des Gesteinsmagnetismus. - Geol. Rundschau, 1961, F. Enke Verlag, Stuttgart.
- u. SOFFEL H.: Gesteinsmagnetismus und Paläomagnetismus, 1972, Bornträger, Berlin - Stuttgart.
- FROMM K.: Measurement of N. R. M. with Fluxgate unit in Methods in Paleomagnetism in Collinson, Creer, Runcorn. - Elsevier Publishing Co, 1967.
- HERITSCH H.: Exkursion in das oststeirische Vulkangebiet. - Mitt.d. Naturwissenschaftlichen Vereins der Steiermark, 1963.
- IRVING E.: Paleomagnetism. - John Wiley u. Sons Inc. 1964, New York.
- KOLLMANN K.: Jungtertiär im Steirischen Becken.-Mitt. d. Geol. Gesellschaft in Wien, 1964.
- KRS M.: Paleomagnetismus. - Academia Praha, 1969.
- SOFFEL H.: Die Theorien der thermoremanenten Magnetisierung von Gesteinen. - Z.f.Geophysik, 1970, p. 237.
- REFAI E.: Magnetic anomalies and magnetisation of Basalts in the area around Kemnath (Oberpfalz). - Z. f. Geophysik, 1961, P.175.
- WINKLER-HERMADEN A.: Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen in SCHAFFER F. X. Geologie von Österreich 1951.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Dr. H. MAURITSCH,
Institut für Angew. Geophysik
Mont. Hochschule Leoben