

**PALÄOMAGNETISMUS DER EISENGLIMMERMINERALISATION  
DER LAGERSTÄTTE WALDENSTEIN  
BEI TWIMBERG IM LAVANTTAL (KÄRNTEN - ÖSTERREICH)**

Von

**Václav HANUŠ (Praha) und Miroslav KRS (Praha)**

## 1. Einleitung

Die Autoren des vorgelegten Beitrages befaßten sich in den letzten vier Jahren mit der Analyse paläomagnetischer Richtungen natürlicher remanenter Magnetisation hydrothermalen Hämatitaggregate. Das Ziel dieses Studiums war vor allem die Feststellung, ob Hämatit hydrothermalen Ursprungs der Träger paläomagnetischer Richtungen aus der Zeit seiner Entstehung sein kann und ob man ihn darum für die paläomagnetische Datierung epigenetischer Erzlagerstätten anwenden kann. Meßergebnisse an Aufsammlungen orientierter Proben zeigen, daß hydrothermaler Hämatit verschiedener Abarten ein genauso günstiges Material für die paläomagnetische Erforschung ist wie ebenso der Hämatit in roten Sedimenten.

Die erste systematische Untersuchung hydrothermalen Mineralisation im regionalen Maßstab wurde von beiden Verfassern im Zips-Gömörer Erzgebirge in den Westkarpaten durchgeführt (V. HANUŠ – M. KRS 1963a). Dieses Gebiet wurde in den letzten Jahren metallogenetisch eingehend untersucht und bot die Möglichkeit der Entnahme orientierter Proben von zehn Lagerstätten mit Hämatit in erdiger und glimmerartiger Entwicklung. Erdiger Hämatit ist eine akzessorische Komponente in einem der ältesten Glieder der hydrothermalen Mineralisation – der Magnesitperiode. Er entstand gleichzeitig mit dem metasomatischen Magnesit, und sein Auftreten wurde nur an der metasomatischen Magnesitlagerstätte Bankov bei Košice festgestellt. Die Hauptform des Hämatitvorkommens in Lagerstätten sideritischer Bildung (im weiteren Sinne des Wortes) stellt jedoch im Gebiet des Zips-Gömörer Erzgebirges Eisenglimmer (Spekularit) dar. Dieser tritt hier in den meisten Siderit-, Siderit-Ankerit- und Barytlagerstätten in geringen Mengen auf. Gewöhnlich entstand Hämatit metasomatisch an der Stelle älterer Gang-

minerale, seltener bildet er Füllungen wenig mächtiger tektonischer Spalten. Er ist der einzige Vertreter einer selbständigen Hämatit-Mineralisationsperiode (J. H. BERNHARD – V. HANUŠ 1963).

Die Ansichten über das Alter der epigenetischen hydrothermalen Lagerstätten in den Westkarpaten, besonders im an Erzlagerstätten reichen Gebiet des Zips-Gömörer Erzgebirges, waren bis unlängst uneinheitlich. Eine Gruppe von Verfassern hält die hydrothermalen Lagerstätten der Siderit-Formation für jungpaläozoisch bis altmesozoisch, die andere hat die Mineralisation mit der Intrusion kleiner Massive gömörider Granite zeitlich verbunden und daher der Mineralisation ein jungmesozoisches bis alttertiäres Alter zugesprochen.

Die paläomagnetische Untersuchung wurde vor die Aufgabe gestellt, auf objektive Weise zu entscheiden, welche von beiden Vorstellungen über das Alter der Wirklichkeit entspricht. Die Ergebnisse des paläomagnetischen Studiums lieferten eindeutig die Bestätigung neoiden Alters für die hydrothermale Sideritformation. Die Bestimmung des jungen Alters des syngenetischen Hämatits mit metasomatischem Magnesit, der in karbonischen Kalksteinkomplexen gelagert ist, hat ebenfalls die Vorstellung der Entstehungsmöglichkeit metasomatischer Magnesitkörper während der variszischen Regionalmetamorphose widerlegt.

Als Nebenergebnis bot die paläomagnetische Untersuchung des Zips-Gömörer Erzgebirges außer der Datierung auch wichtige tektonische Aspekte, die die Anschauungen über die tektonische Geschichte der Erzlagerstätten besonders in jungen und tektonisch mobilen Gebieten zu detaillieren ermöglicht. Interessant ist die Vorstellung, daß es im Gebiet der Westkarpaten an den tektonisch intensiv gestörten (zertrümmerten und dislozierten) Lagerstätten nur zur Geltend-

machung von Translationsbewegungen, jedoch nicht zu Rotationsbewegungen kam. Diese Tatsache ist eine der wichtigsten geologischen Voraussetzungen zur Ausnützung des Paläomagnetismus für chronologische Zwecke an Erzlagerstätten.

Durch eine weitere Untersuchung der Lagerstätten im Gebiete der Böhmisches Masse (V. HANUŠ – M. KRS 1963b) gelang es, einerseits die Mineralisation herzynischen Alters (wie allgemein angenommen) in Füllungen hydrothermalen Gänge mit Hämatitgehalt zu identifizieren, andererseits in Randgebieten – im Erzgebirge und Böhmerwald (früher Kaiserwald) – sogar eine hydrothermale neogene Mineralisation jungtertiären bis quartären Alters mit einer Streuung bis in das oberste Mesozoikum. So wurde mit Hilfe des Paläomagnetismus zum ersten Mal festgestellt, daß die Baryt-, Fluorit- und Quarz-Hämatit-Mineralisation an den Lagerstätten, die in Randgebieten der Böhmisches Masse liegen, im Gegensatz zu den bisherigen Vorstellungen neogenen Alters ist, und mit den Intrusionen granitoider Gesteine variszischen Alters nicht genetisch und zeitlich zusammenhängt.

Damit wir die Anwendbarkeit der paläomagnetischen Datierungsmethode auch an Lagerstätten anderer metallogener Gebiete überprüfen und die Lagerstätten der Westkarpaten und Ostalpen korrelieren können, führten wir mit freundlicher Hilfe der Herren Prof. Dr. H. MEIXNER, Dr. W. FRITSCH und Dipl. Ing. R. BOOS die Entnahme von Proben an der Lagerstätte Waldenstein in Kärnten durch. Im Gebiet der Ostalpen hatte die Untersuchung nur von einer einzigen Lagerstätte einen Orientierungscharakter und besonders methodischen Zweck. Der Vergleich der paläomagnetischen Datierungsergebnisse der Lagerstätten der Westkarpaten mit denen der Ostalpen wird erst nach Beendigung umfangreicher Datierungsuntersuchungen in den Ostalpen durchgeführt werden können.

## 2. Aspekte der paläomagnetischen Methode für die Datierung von Erzlagerstätten

Die paläomagnetische Methode wird in der Welt vorwiegend einerseits für das Studium der Geschichte des magnetischen Feldes der Erde (die Wanderung der Pole, sekundäre Variation, Inversionen des geomagnetischen Feldes), andererseits zur Beglaubigung der Theorie der Kontinentaldrift angewendet. In dieser Hinsicht wurde schon viel gemacht, und beim Studium der Bewegungen der Kontinente bietet die Untersuchung des Paläomagnetismus bisher als einzige wissenschaftliche Methode die Möglichkeit der quantitativen Bewertung der Drift (cf. E. IRVING 1964).

Um beglaubigen zu können, daß sich in manchen Gesteinen geeigneter physikalischer Eigenschaften die fossile Orientierung des geomagnetischen Feldes in Form der sogenannten paläomagnetisch stabilen remanenten Magnetisierung aus der Zeit ihrer Entwicklung erhält, wurden Laborproben der Stabilität ausgearbeitet. In vielen Fällen ist es möglich, die Labormethoden magnetischer Reinigung anzuwenden, durch die der Einfluß sekundärer Magnetisation (die im Gestein im Laufe seines Bestandes entstand) entfernt oder wesentlich unterdrückt wird, und es wird die Richtung der Paläomagnetisierung reproduziert. Das Grundproblem bei paläomagnetischen Untersuchungen ist die Frage der paläomagnetischen Stabilität, der immer die größte Aufmerksamkeit gewidmet werden muß. Paläomagnetische Parameter werden aus stratigraphisch datierten Gesteinen abgeleitet, und mit Rücksicht auch auf die paläomagnetische Stabilität haben sich bis jetzt Gesteine des "red beds"-Typs, Vulkanite (samt Tuffen und Tuffiten) und manche Gesteine aus Kontakthöfen eruptiver Körper bewährt, soweit das Alter dieser Eruptivgesteine bekannt ist. Aus verschiedenen Kontinenten sind die Koordina-

ten der Lagen der paläomagnetischen Pole und auch weitere paläomagnetische Parameter mitgeteilt worden. Die meisten Angaben wurden bisher für den eurasischen Kontinent publiziert. Auf Abb. 1 wird die von M. KRS (1966) abgeleitete Kurve der Polwanderung unter Anwendung statistischer Methode nach R. FISHER (1953) für den eurasischen Kontinent vorgeführt. Bisher wurden manche Formationen intensiv untersucht (besonders Quartär, Tertiär, Trias, Perm, Karbon, Devon), und deswegen repräsentieren die mittleren Lagen ein reiches statistisches Material. Die Streuung der Lage der Pole für die einzelnen Formationen wird auf der Abbildung mit sogenannten Konfidenzkreisen, bei denen eine 95-prozentige Wahrscheinlichkeit gerechnet ist, veranschaulicht. Bemerkenswert ist, daß zur Bestimmung der Lage der Pole Gesteine verschiedener Genese verwendet wurden: chemische und mechanische Sedimente, Laven, Tuffe, Tuffite, kontaktmetamorphe Gesteine. Dabei stimmen im Bereich der erwähnten Konfidenzkreise die Lagen der einzelnen Pole ganz gut, und es wurde dabei keine systematische Abweichung – weder dem Gesteinstyp nach, noch der Entnahmestelle der Proben im Rahmen des eurasischen Kontinentes – nachgewiesen. Diese Behauptung ist nur für die Gesteine gültig, bei denen die paläomagnetische Stabilität untersucht wurde und soweit die Proben nicht aus Gebieten mit einer außergewöhnlichen tektonischen Mobilität entnommen wurden (z. B. von der Alpenzone u. a.). Es gibt bisher verhältnismäßig wenige Angaben für den Jura. Für ihn wurden auf der Abbildung durch Kreuzchen nur der Streuungstrend der bisher bekannten Lagen der paläomagnetischen Pole verzeichnet. Für ältere als devonische Formationen ist bis heute die Wanderungskurve der Pole noch nicht ganz einheitlich abgeleitet.

Es ist offenbar, daß in den mittleren Lagen der Pole der Unterschied für einzelne Formationen im Bereich Devon–Quartär manchmal recht groß ist, was zur Lösung einer

Reihe von geologischen Problemen anwendbar ist. Eines dieser Probleme ist die Datierung der Produkte epigenetischer Mineralisation durch die paläomagnetische Methode. Die Datierung dieser Proben durch die üblichen geologischen Methoden ist besonders dann schwierig, wenn in älteren geologischen Formationen epigenetische Lagerstätten auftreten. Die Genauigkeit der paläomagnetischen Datierung auf Grund von Korrelation der Lagen der Pole ist jedoch nicht hoch, und in optimalen Fällen erreicht sie einige Zehner von Millionen Jahren. In manchen Fällen (allerdings speziellen) kann man sie durch Einführung der Korrelation auf Grund von Inversionen des geomagnetischen Feldes erhöhen. Man ist bemüht, auch den  $Q_n$ -Koeffizient (des sog. Königsbergerischen Verhältnisses) zur Datierung – vor allem mancher Eruptivgesteine – auszunützen; jedoch muß hier im Bereich der Grundforschung, vor Ausnützung dieser Parameter für Zwecke der Datierung, noch viel getan werden. Bei der paläomagnetischen Datierung epigenetischer Lagerstätten ist es notwendig, manche Grundlagen, die die Entnahme orientierter Proben, ihre Laborverarbeitung und mathematische Auswertung der gemessenen Konstanten betreffen, beharrlich zu beachten (cf. V. HANUŠ – M. KRS 1963a, b). Vor allem ist es notwendig, für die Ausschließung oder für eine wesentliche Unterdrückung des Einflusses der Postmineralisierungstektonik auf die mittlere paläomagnetische Richtung zu garantieren. Dies kann durch die statistische Bearbeitung der paläomagnetischen Richtungen großer Aufsammlungen orientierter Proben von verschiedenen, gegenseitig entfernten Stellen derselben Lagerstätte oder von mehreren Lagerstätten desselben Alters in einem bestimmten metallogenetischen Bereich erreicht werden. Die Verlässlichkeit der paläomagnetischen Datierung wird zu einem beträchtlichen Maße vom Grad der paläomagnetischen Erforschung der Gesteine in solchen tektonischen Gebieten beeinflusst, wie z. B. die Böhmisches Masse, das französische

Zentralplateau, der Alpen-Karpatische Bogen usw., in denen die untersuchten Lagerstätten auftreten. In solchen Fällen bietet die paläomagnetische Methode die Möglichkeit, die tektonische Entwicklung der Lagerstätten zu studieren, das Problem der Syngeneese-Epigenese stratiformer Lagerstätten zu lösen usw. Ein Vorteil der paläomagnetischen Methode liegt darin, daß sie an Proben — wenn auch nur modellartig — das Studium der Einflüsse geologischer Prozesse erfordert, die im Laufe ihrer geologischen Geschichte auf die Erzlagerstätten wirkten. So kann man z. B. mit der Labormethode des Wärmegeächtnisses von Mineralaggregaten mit geeigneten physikalischen Eigenschaften die Vorstellung gewinnen, ob die Lagerstätten im Laufe der Zeit thermisch umgearbeitet wurden. Trotzdem ist es immer notwendig, die physikalischen Modelluntersuchungen mit einem eingehenden minerogenetischen Studium der untersuchten Mineralaggregate zu ergänzen. Das Ziel dieser Forschung ist, besonders die Stellung paläomagnetisch untersuchter Mineralassoziationen in der gesamten Sukzession der Minerale an der Lagerstätte zu bestimmen, die Möglichkeit des thermischen und chemischen Einflusses ferromagnetischer Minerale durch jüngere Mineralisierungsprozesse auszuschließen und den Grad und Charakter tektonischer Deformation des analysierten Teiles der Gangfüllung der Lagerstätte zu identifizieren. Der Nachteil der paläomagnetischen Methode beruht auf der kostspieligen Ausstattung spezieller Labors, durchwegs mit Unikat-Apparaturen, die meist nicht im Handel sind.

Von Mineralen, deren natürlicher remanenter Magnetismus der Träger des Paläomagnetismus ist, ist bisher vor allem Hämatit bekannt. Besonders in feinkörniger Form weist dieser eine hohe Koerzitivkraft auf, sodaß er ohne Mitwirkung anderer Felder unter Einfluß einer langfristigen Wirkung des geomagnetischen Feldes nur sehr schwierig die ursprüngliche Magnetisierung verliert. Durch Entwicklung höchst emp-



findlicher astatischer Magnetometer (cf. J. A. AS 1960) und Gesteinsgeneratoren (cf. V. JELÍNEK 1966) wurde die Möglichkeit erreicht, remanente Magnetisierung auch der nur durch sehr wenig Hämatit-pigmentierten Minerale zu messen. Minerale der Magnetitreihe sind nur ausnahmsweise für die paläomagnetische Untersuchung geeignet, nur wenn sie sehr feinkörnig sind, wenn sie Fremdeinschlüsse enthalten und wenn sie eine Menge von inneren Dislokationen haben usw., sodaß ihre Koerzitivkraft höher als bei idiomorph entwickelten Magnetiten ist. Durchwegs erfordern sie allerdings immer umfangreiche Laborversuche zur magnetischen Reinigung. Pyrrhotin eignet sich wegen seiner geringen Curie-Temperatur und bei großen Individuen auch wegen seiner ausdrucksvollen Anisotropie für paläomagnetische Untersuchungen nur ganz ausnahmsweise. In letzter Zeit gelang es nachzuweisen, daß Kassiterit, der an sein Gitter Eisenionen bindet, der Träger des Paläomagnetismus ist (V. HANUŠ – M. KRS 1965).

### 3. Kurze Übersicht der geologischen Problematik

Die Lagerstätte Waldenstein ist ein typisches Beispiel einer Siderit-Hämatit-Lagerstätte in den Ostalpen, die auf metasomatische Art entstand. O. M. FRIEDRICH (1953a) reiht sie zur Gruppe der Eisenerzlagerstätten des Zuges Turrach-Hüttenberg-Waldenstein. Durch ihre qualitative Mineralzusammensetzung (wenn wir von ihrem anomal hohen Hämatitgehalt absehen) ist diese mit den metasomatischen Ankerit-Siderit-Lagerstätten in den Westkarpaten analog (ŽELEZNÍK, NIŽNÁ SLANÁ, DOBŠINÁ, MLYNKY).

Von O. M. FRIEDRICH (1953b) wird angeführt, daß auf der Lagerstätte Waldenstein gemeinsam mit der Eisenglimmermasse im Haupterkörper Blöcke von metasomatischem

Ankerit, vom Pegmatit und chloritisierten Schiefeln und stellenweise beträchtlichen Anhäufungen von Pyrit auftreten. In akzessorischer Menge wurden auch solche Minerale wie Wismut, Antimon, Bournonit, Ullmannit, Markasit und Pyrrhotin gefunden, was als charakteristisch für eine enge genetische Beziehung der Lagerstätte Waldenstein zur Sideritlagerstätte Hüttenberg gehalten wird. O. M. FRIEDRICH erwähnt, daß auf der Lagerstätte einerseits schuppenartiger, weicher und leicht zerfallbarer Hämatit, andererseits massiver und harter Hämatit vorhanden sind. Die Ursache der Bindekraft und Festigkeit des Hämatits ist oft eine intensive Magnetisierung der Hämatitaggregate. Diese Tatsache wurde bei der Entnahme der orientierten Proben in Betracht gezogen. Bevorzugt wurden solche Proben entnommen, bei denen auf Grund makroskopischer Kennzeichen ein minimaler Magnetitgehalt vorausgesetzt wurde.

Die Proben wurden in Gruppen von je 6 Stück von zwei Grubenniveaus aufgesammelt. Im Niveau des Unterfahrungsstollens wurden im ganzen 18 Proben gewonnen, und zwar vom Nordlager-West 1, vom Südlager-West 2 und vom Südlager-Hauptkörper. Im Niveau des Unterlaufes wurden 12 Proben von der Lokalität Südlager-Hauptkörper entnommen.

#### 4. Paläomagnetismus der untersuchten Mineralisation

Die Richtung der natürlichen remanenten Magnetisation orientierter Proben wurde am astatischen Magnetometer mit der Empfindlichkeit von  $\epsilon = 1 \cdot 8 \cdot 10^{-8} \text{Oe/mm}$  gemessen. Die Abb. 2a führt die gewonnenen Richtungsergebnisse remanenter Magnetisierung in stereographischer Projektion an. Die verhältnismäßig große Streuung der Richtungen natürlicher remanenter Magnetisation wurde a priori zur geringeren Genauigkeit der Entnahme orientierter Proben gereiht. Es wur-

de auch vorausgesetzt, daß die natürliche remanente Magnetisierung in manchen Fällen eine stärkere Komponente viskoser Magnetisierung hat, in extremen Fällen offensichtlich auch durch kleineren Magnetitgehalt (sehr feinkörnigen) bedingt. Unter Anwendung der Wechseldemagnetisierung wurden die Proben von der viskosen Magnetisierung befreit, wobei die kleinste Streuung im Felde von  $100 \text{ Öe}$  (siehe Abb. 2b, 2c, 2d) gewonnen wurde. Die Richtungen bis zum höchsten demagnetisierenden Felde ( $500 \text{ Öe}$ ) blieben gegenüber der Richtung des heutigen theoretischen geomagnetischen Dipoles invers. Ebenfalls durch thermische Demagnetisierung wurde an 5 Proben festgestellt, daß sie nur eine sehr schwache viskose Magnetisierung haben, die durch "magnetische Reinigung" entfernt wurde. Bis zum Curie-Punkt des Hämatites blieben die Richtungen der Magnetisierung gegenseitig fast übereinstimmend (Abb. 3). So wurde auf dem Laborwege die kleinere sekundäre Magnetisierung entfernt und die paläomagnetische Richtung (die der mittleren Richtung der Magnetisierung im Wechselfeld von  $100 \text{ Öe}$  entspricht) reproduziert. Von den auf Abb. 2b angeführten Werten (Deklination:  $158^\circ 12'$ ; Inklination:  $\alpha = -84^\circ 86'$ ;  $k = 5 \cdot 24$  - die Standard-Bezeichnung paläomagnetischer Daten) wurde die Lage des paläomagnetischen Poles errechnet

$$\varphi_p = 56^\circ 22' \text{ N}; \lambda_p = 8^\circ 06' \text{ E}; \text{ dm} = 29 \cdot 66^\circ; \text{ dp} = 29 \cdot 31^\circ$$

Konfidenzovale

Die Lage des errechneten Poles gehört höchstwahrscheinlich zu den jungmesozoischen und tertiären Polen. Die Streuung der gewonnenen Resultate ist in unserem Falle enorm hoch - sie ist zweifellos durch die geringere Genauigkeit bei der Entnahme der orientierten Proben, als es bei günstigeren Fällen möglich ist, und durch die verhältnismäßig geringe Anzahl von analysierten Proben verursacht worden. Um die Genauigkeit der Resultate zu erhöhen, welche die paläomagnetische Methode im allgemeinen bietet, wäre es

notwendig, die Anzahl der Proben zu vermehren und besonders dann die Genauigkeit bei der Aufsammlung mit Hilfe exakter geodätischer Methoden zu erhöhen, die man bei der ersten Aufsammlung aus Zeitmangel nicht anwenden konnte. In manchen Abschnitten der Lagerstätte stört nämlich der höhere Magnetitgehalt die Anwendung des Kompasses zur Orientierung der Proben.

### Literaturverzeichnis

- AS, J.A. (1960): Instruments and Measuring Methods in Paleomagnetic Research. — Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut Medelingen en Verhandelingen, No. 78, Staatsdrukkerij- en Uitgeverijbedrijf 6-Gravenhage, 5-55.
- BERNARD, J.H. — HANUŠ, V. (1963): Principles of Metallogenesis of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. Some Ore Deposits of the Western Carpathians, Guide to excursion, Symposium, Praha 1963, 16-28.
- FISHER, R. (1953): Dispersion on a Sphere. — Proceeding of the Royal Society A, Vol. 217, London, 295-305.
- FRIEDRICH, O.M. (1953a): Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. — Radex Rundschau, H. 7/8, 371-407.
- (1953b): Die Eisenglimmerlagerstätte Waldenstein bei Twimberg im Lavanttal. — Gesteine, Erz- und Minerallagerstätten Kärntens, Carinthia II, 143, Klagenfurt, 93-95.
- HANUŠ, V. — KRS, M. (1963a): Palaeomagnetic Dating of Hydrothermal Mineralization on Example of Spišsko-gemerské Rudohorie Area — Czechoslovakia. — Rozpravy CSAV, řada mat. a přír. věd, sešit 14, roč. 73.
- (1963b): Palaeomagnetic Dating of Hydrothermal Deposits in Czechoslovakia. — The Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, Vol. 8, No. 1, London, 82-101.

- HANUŠ, V. (1965): Cassiterite as a Carrier of Palaeomagnetism. — *Nature*, Vol. 208, No. 5011, London, 675-677.
- IRVING, E. (1964): Palaeomagnetism and Its Application to Geological and Geophysical Problems. — John Willey and Sons, Inc., New York-London, Sidney.
- JELÍNEK, V. (1966): A High Sensitivity Spinner Magnetometer. — *Studia Geophysica et Geodaetica*, Vol. 10, Prag, 58-77.
- KRS, M. (1966): The Basic Elements of Palaeomagnetic Geochronology. — *Sborník geologických věd, užitá geofyzika, řada UG, sv. 5, Prag, 7-35.*

---

**Anschrift der Verfasser:**

Dr. Václav HANUŠ, Geologisches Institut der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Praha — Malá Strana, Chotkova 8.

Dr. Miroslav KRS, Institut für angewandte Geophysik, Praha - Směchov, Podbělohorská silnice 47.

## Erläuterungen zu den Abbildungen:

### Abbildung 1:

Die durch die statistische Methode erhaltenen mittleren Lagen der paläomagnetischen Pole am eurasischen Kontinent (M. KRS 1966).

D - Devon, C - Karbon, P - Perm, Tr - Trias, J - Jura (Kreuzchen zeichnen den Zerstreungstrend der verhältnismäßig kleinen Menge von Polen an, die bisher für diese Formation publiziert wurden); K - Kreide, T - Tertiär, Q - Quartär.

Die durchgehende Linie veranschaulicht die Kurve der Wanderung der Pole, die unterbrochene Linie ihren theoretisch vorausgesetzten Verlauf.

### Abbildung 2:

Stereographische Projektion der Richtungen remanenter Magnetisierung an Proben der Eisenglimmermineralisation von der Lagerstätte Waldenstein.

a) Richtungen natürlicher Magnetisierung; b, c, d) Richtungen remanenter Magnetisierung nach Labordemagnetisierung im Wechselfeld von 100, 250 und 500 Oe.

Durch Sternchen wurde die Richtung des heutigen theoretischen magnetischen (koaxialen und geozentrischen) Dipoles gekennzeichnet; durch einen leeren Kreis wurde die Projektion an der oberen, durch einen vollen an der unteren Halbkugel angedeutet. Die mittlere Richtung remanenter Magnetisierung wurde durch ein Kreuz über dem leeren Kreis gekennzeichnet, um den der Konfidenzkreis mit einer Wahrscheinlichkeit für 95 % nach R. FISHER (1953) umschrieben ist.

### Abbildung 3:

Die thermische Demagnetisierung von zwei Eisenglimmerproben von der Lagerstätte Waldenstein.

Der obere Teil der Abbildung stellt Ausschnitte aus der stereographischen Projektion von Richtungen an thermal demagnetisierten remanenten Magnetisierung vor. Der untere Teil zeigt Demagnetisierungskurven:  $M_t$  - das magnetische Moment der bei Wärme  $t$  demagnetisierten Probe;  $M_0$  - natürliches magnetisches Moment.

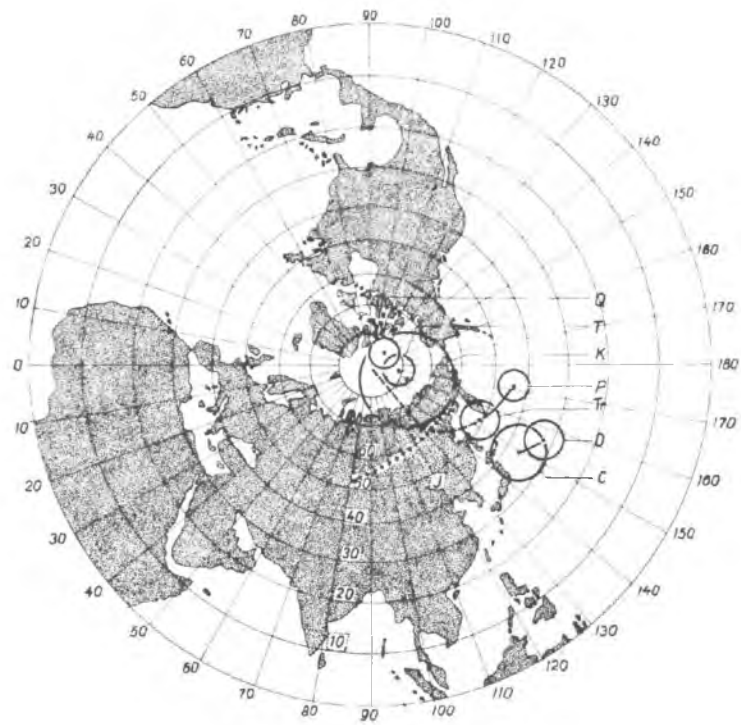


Abb. 1

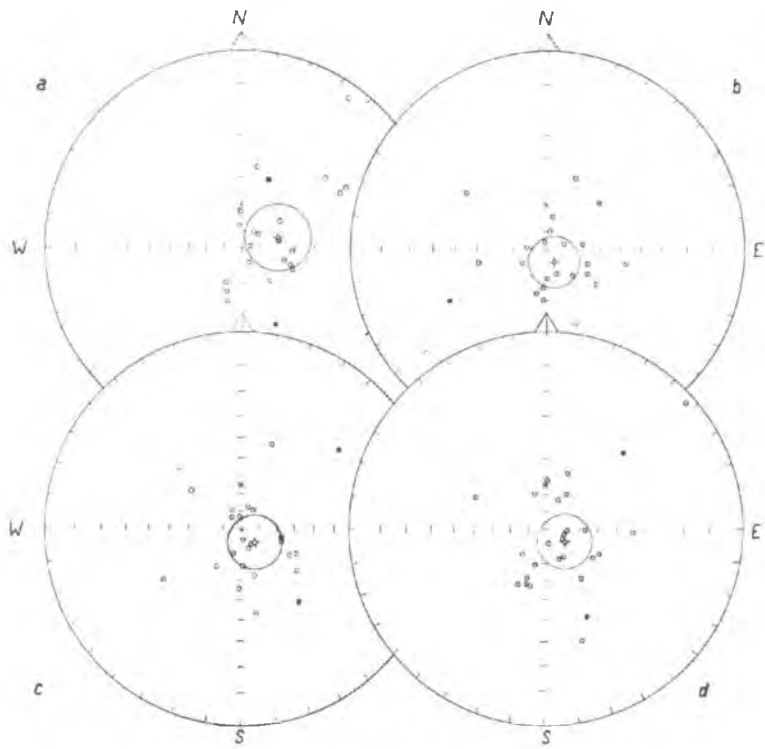


Abb. 2



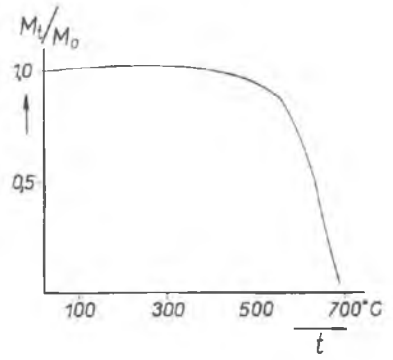
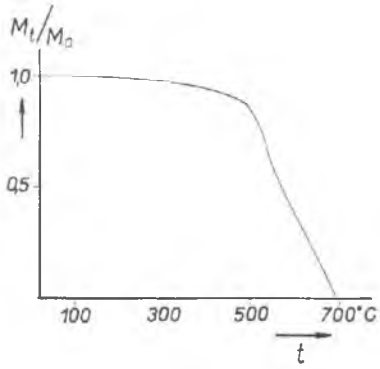
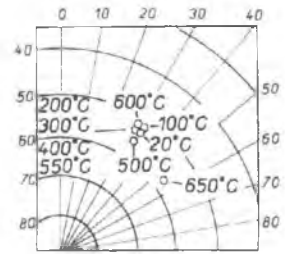
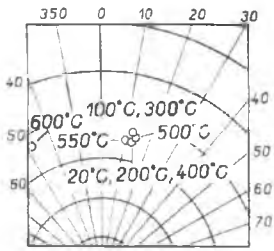


Abb. 3