

# PALÄOMAGNETISCHE ERGEBNISSE AUS DEN FENSTERN VON BERNSTEIN, RECHNITZ UND EISENBERG.

MAURITSCH\*, H.J., MÁRTON\*\*, E. UND PAHR\*\*\*, A.

- \* Institut für Geophysik, Montanuniversität Leoben, A-8700 Leoben
- \*\* Geophysical Institute, Eötvös Loránd University, H-1145 Budapest
- \*\*\* Oberschützen 246, A-7432 Oberschützen

Um in metamorphen Gesteinen paläomagnetische Richtungen zu erhalten bzw. zu verstehen, ist es notwendig, die Stabilität der remanenten Magnetisierung innerhalb eines Probenkernes, eines Aufschlusses oder auch einer tektonischen Einheit zu überprüfen. Aus diesem Grund wurde von Beginn an, also bereits von der Probenahme an, so vorgegangen, daß jeder Kern zwei Referenzproben ergab, wobei eine Probe in Budapest, die andere in Gams gemessen wurde. Aus dem Vergleich beider Meßergebnisse ergab sich ein wichtiges Kriterium der Ausscheidung von Daten, da nur innerhalb gewisser Streubereiche liegende Magnetisierungsrichtungen akzeptiert wurden. Aus dieser Gegenüberstellung ging hervor, daß ein Großteil der Proben nicht verwendet werden konnte, da keine konsistente Magnetisierungsrichtung innerhalb eines Kernes gefunden werden konnte. Aus den akzeptierbaren Kernen wurden Mittelwerte bestimmt; mit der Anzahl der Proben wurde ein Aufschlußmittelwert gerechnet. Die statistischen Kriterien für die Güte dieser Mittelwerte folgen der Statistik von R.A. FISHER (1953). Demnach stellten sich für die einzelnen Aufschlüsse in den bearbeiteten tektonischen Einheiten Ergebnisse bei unterschiedlichen Temperaturen ein. Je nach Eignung des Gesteines für paläomagnetische Ergebnisse wurden diese Endrichtungen bei teilweise 100 Oe, 100 °C oder 300 °C - 400 °C erreicht. Eine Ausnahme bildet die hohe Temperatur von 475 °C bei den Proben von Eisenberg.

In der Tabelle 1 sind sowohl die tektonisch unkorrigierten, sowie korrigierten Werte der Aufschlußmittelwerte angeführt. Es ist jedoch aus den bisherigen Ergebnissen ziemlich klar ersichtlich, daß die Magnetisierungsrichtung zweifellos eine jungalpidisch aufgeprägte Metamorphoserichtung ist, und daher für die Beurteilung von Rotationsbeträgen oder auch nur Tendenzen, die tektonisch nicht korrigierten Werte ein größeres Gewicht erhalten. Die in der Tabelle 1 zusammengefaßten Ergebnisse zeigen, daß die Mittelwerte, und zwar unabhängig von den tektonischen Einheiten, offensichtlich zwei Polaritäten - normal im Sinne des heutigen Erdfeldes und invers im Sinne einer Feldumkehr - zeigen. Diese Polaritätsunterschiede sind von entscheidender Bedeutung, da sich daraus im Vergleich mit der heutigen Nordrichtung die Drehsinne im Uhrzeiger- bzw. im Gegenuhrzeigersinn ableiten lassen. Die Ergebnisse im statistischen Sinn sind darüberhinaus so gut, daß man begründet die Richtungsänderungen als signifikant bezeichnen darf. Ebenfalls aus der Tabelle zu entnehmen sind die "tektonisch korrigierten" Werte dieser Magnetisierungsrichtungen. Die tektonische Korrektur wurde mit der Orientierung der Schieferungsflächen vorgenommen, wobei den Autoren bewußt ist, daß diese korrigierten Richtungen, wenn man die junge Metamorphose als Aufprägungsursache akzeptiert, von keiner großen Aussagekraft sind, jedoch für den Vergleich von einigem Interesse sein können.

Aufschluß-Nr.	N/Ne	F-Daten			B-Daten			Reinigung
		Dec	Inc	k	Dec	Inc	k	
<b>Penninikum</b>								
HA 3	11/5	43	-6	6	43	5	6	33,6 300° C
HA 4	10/6	319	-57	4	330	-34	4	40,8 300° C
HA 6	13/10	301	-37	11	322	-26	11	15,2 150-350° C
HA 8	17/13	95	-2	5	95	7	5	19,6 300-400° C
HA 10	25/12	113	-3	7	114	7	6	18,8 150-400° C
HA 18	17/14	214	-29	18	187	-36	18	9,6 300° C
<b>Eisenberg</b>								
HA 12	26/17	286	-24	17	283	-31	17	8,8 450-475° C
HA 14	26/7	232	-23	18	228	-23	18	14,4 250-350° C
HA 14	25/19	89	2	4	91	-12	4	18,9 150° C
<b>Bernstein</b>								
HA 24	19/19	287	54	8				NRM
	19/15	248	68	6				50 Oe
	19/14	139	-24	6				300-425° C
<b>Grazer Paläozoikum</b>								
HA 13	8/4	133	47	84	145	12	51	13,0 50-150° C
<b>Wechseleinheit</b>								
HA 22	13/11	60	-24	23	67	4	23	9,7 250-525° C
<b>Tertiärsedimente</b>								
HA 19	9/5	123	-36	11	133	-54	11	23,9 300° C
HA 25	12/7	167	-42	7	165	-36	7	23,9 200 Oe

(N = entnommene Probenzahl, Ne = verwertete (effektive) Probenzahl)

Tab. 1:

Im Gegensatz zu allen anderen Aufschlüssen werden für den Eisenberg sowie für Bernstein mehrere Mittelwerte dargestellt. Im Falle von Eisenberg liegt die Ursache darin, daß zwei statistisch signifikante Gruppierungen von Richtungen festgehalten werden können. Da weiters für den Eisenberg ebenfalls signifikant zwei Trägerminerale für die Richtung verantwortlich scheinen, könnte sich aus der Korrelation der zweiphasigen Mineralisierung, sowie der zwei Gruppen der Richtungen eine sinnvolle Interpretation ergeben.

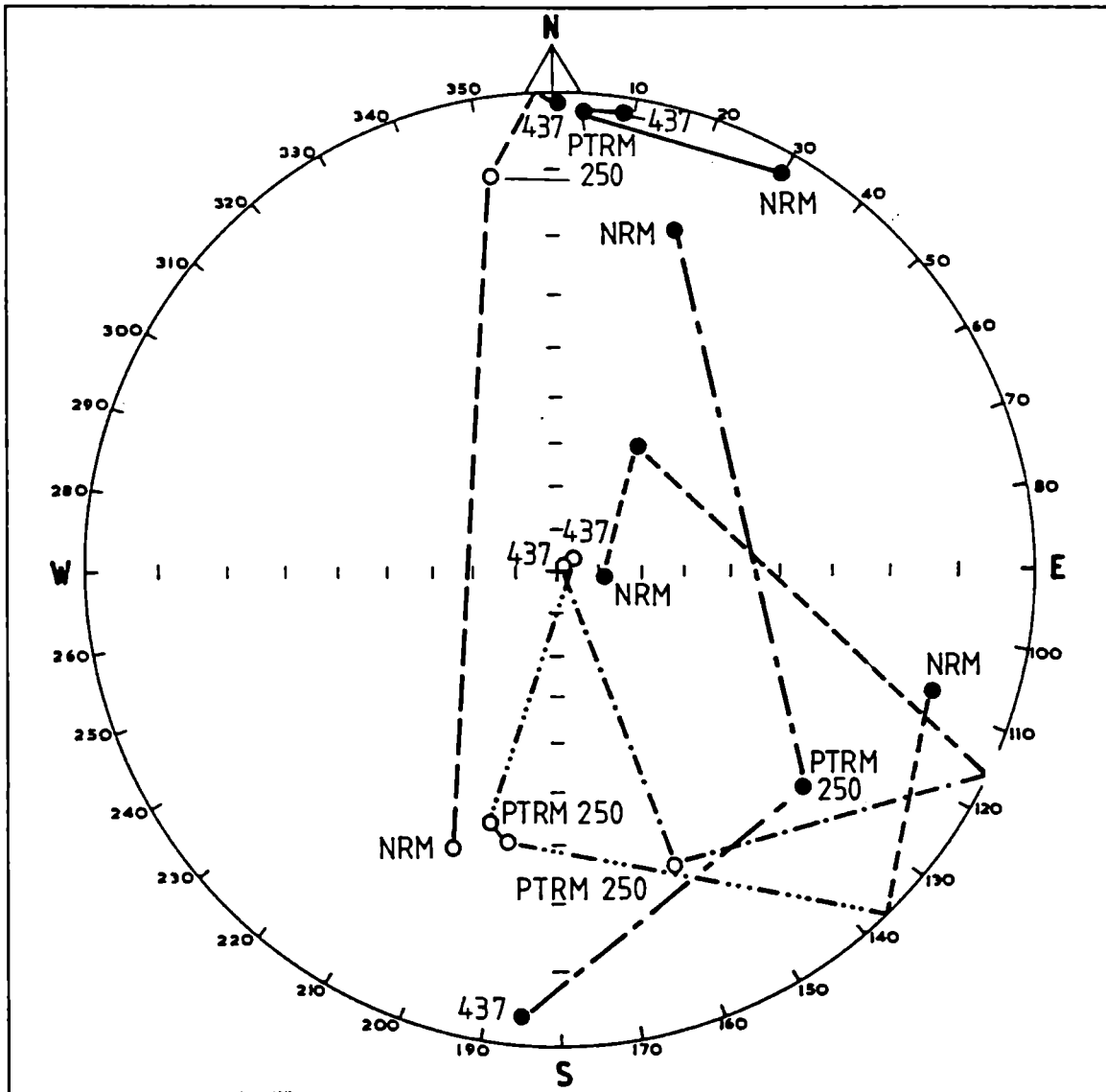


Abb. 1.: Aufmagnetisierungsverhalten verschiedener Pilotproben aus dem Pennin des Rechnitzer Fensters. Zur besseren Übersicht sind nur zwei Temperaturen (250 °C, 407 °C) angegeben.

Im Fall von Bernstein entsprechen die drei Mittelwerte drei verschiedenen Reinigungsstufen. Während die natürlich remanente Magnetisierung sowie die Restmagnetisierung nach 50 Oe eine relativ gute Übereinstimmung zeigen, kann man nach 300 °C

- 425 °C einen deutlichen Trend in die umgekehrte Polarität feststellen. Wenngleich auch diese Richtung für die tektonische Interpretation nicht interessant scheint, zeigt sie doch, daß die Richtung der abmagnetisierten Mittelwerte in Richtung der umgekehrten Polarität verläuft.

Aus Gründen des besseren Verstehens der Rotationsrichtungen wurden inverse Richtungen der Normalrichtungen umgerechnet, um sie mit den anderen normal gerichteten Meßergebnissen besser vergleichen zu können. Ein typisches Beispiel dafür ist die Probe HA 24 nach 425 °C, die vom zweiten in den vierten Quadranten gerechnet wurde (MÁRTON et al., 1987).

## DISKUSSION

Aus den mineralogisch-geologischen Bearbeitungen der letzten Jahre (KOLLER, 1985; KOLLER & PAHR, 1980) ist bekannt, daß die Gesteine des Rechnitzer Fensters einer zumindest zweiphasigen Metamorphose unterzogen wurden. Von der Höhe der Metamorphosetemperatur kann für die paläomagnetischen Richtungen abgeleitet werden, daß die jungalpidische Metamorphose (19 - 22 Ma) die prägende war. Um die Wirkung einer Metamorphosetemperatur von 400 °C auf den gegenwärtigen Mineralbestand zu überprüfen, wurden Laborexperimente durchgeführt. Wie die Abb. 1 zeigt, wurden Proben schrittweise in definierten Gleichfeldrichtungen erwärmt, wobei die Magnetisierungsrichtung nach jedem Schritt der Erwärmung gemessen wurde. Es konnte der Beweis erbracht werden, daß die vorliegenden Gesteine zu 80% bei 250 °C und zu 100% bei 400 °C neu orientiert waren. Daraus ergibt sich für die Interpretation der paläomagnetischen Ergebnisse der einwandfreie Schluß, daß die Richtungen, die in den Gesteinen konserviert wurden, der jungalpidischen Metamorphose entsprechen. Es ist weiters der Schluß zulässig, daß die Streuungen in den paläomagnetischen Richtungen nicht mit einer Mehrkomponentenmagnetisierung, nämlich einer vormetamorphen und einer nachmetamorphenen Richtung, erklärt werden kann, sondern daß die Ursachen in den verschiedenen Zusammensetzungen der Trägerminerale, in dem Aufprägungsalter sowie in tektonischen Beeinflussungen liegen.

Ein weiterer Gesichtspunkt für die in der Abb. 1 dargestellten Laborexperimente war aber auch, den Einfluß der Anisotropie der magnetischen Suszeptibilität auf die remanente Magnetisierung bzw. deren Richtung zu überprüfen. Die Anisotropie der Suszeptibilität war im allgemeinen gering und erreichte in einigen Ausnahmen maximal 20%. Beim Laborexperiment wurde eine bekannte Schieferungsflächenorientierung in eine bekannte Magnetfeldrichtung gebracht und die aufgeprägte Magnetisierung in Abhängigkeit von dieser Orientierung untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, daß die Anisotropie der Suszeptibilität ganz offensichtlich keinen nennenswerten Einfluß auf die Richtung der Remanenz ausübt, zumindest keinen Einfluß, der über den bereits festgestellten Streubereich der Remanenzrichtungen hinausgeht. Die Gesteine mit den hohen Anisotropien wurden in der paläomagnetischen Diskussion nicht mehr verwendet, da sie aufgrund der hohen Streuung der Remanenzrichtungswerte für eine weitere Bearbeitung nicht mehr in Frage kommen. Die Suszeptibilitätswerte jener Aufschlüsse, die in die weitere Bearbeitung eingingen, lagen unter 10%.

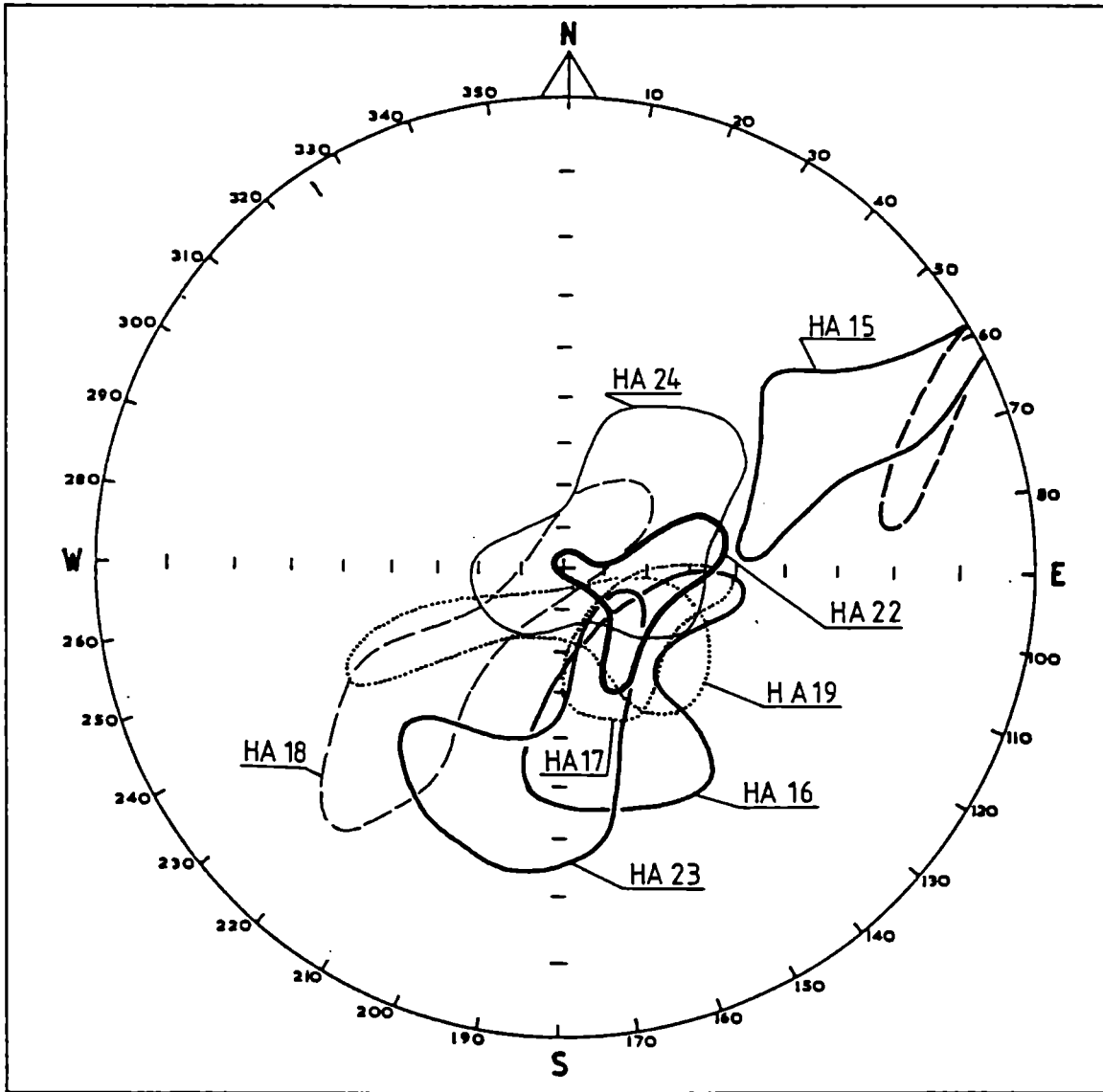


Abb.2.: Streubereiche der B-Achsen der untersuchten Aufschlüsse in heutiger Lage.

Die Verteilung der Minimumachse der Anisotropieellipsoide, die die Richtung der Hauptdeformationsrichtung widerspiegeln (Abb. 2), wurden mit den mittleren Orientierungsrichtungen der Schieferungsflächen der beprobten Aufschlüsse verglichen. Dieser Vergleich ergab keine Beziehung zwischen diesen Orientierungen. Dies läßt den Schluß zu, daß die Minimumachsen die Richtung der Deformation, nicht aber den Einfluß der fortschreitenden Metamorphose widerspiegeln. Die elongierte Verteilung der Minimumachsen erklärt sich aus der Schwierigkeit, Schicht- bzw. Schieferungsflächenorientierungen im Kleinbereich eines Kernes zu messen, sodaß die Streuung jener der Flächenorientierungen um eine mittlere Richtung eines Aufschlusses entspricht. Demnach gibt die Elongationsrichtung eine spätere Deformationsrichtung an. Rotiert man die Minimumachsenverteilung um die aus den Remanenzrichtungen bekannten Rotationsbeträge (Abb. 3) in die miozäne Situation, können noch deutlicher

zwei Vorzugsrichtungen erkannt werden, die zwei Deformationsphasen zugeschrieben werden.

Faßt man alle bisher dargelegten Ergebnisse zusammen, so kann festgestellt werden, daß die in Abb.4 gezeigten Mittelwerte der charakteristischen remanenten Magnetisierung nicht auf eine Mehrkomponentenmagnetisierung zurückzuführen sind, nicht durch extreme Anisotropieeffekte beeinflusst sind, und außerdem den Kriterien für eine statistische Signifikanz paläomagnetischer Ergebnisse entsprechen.

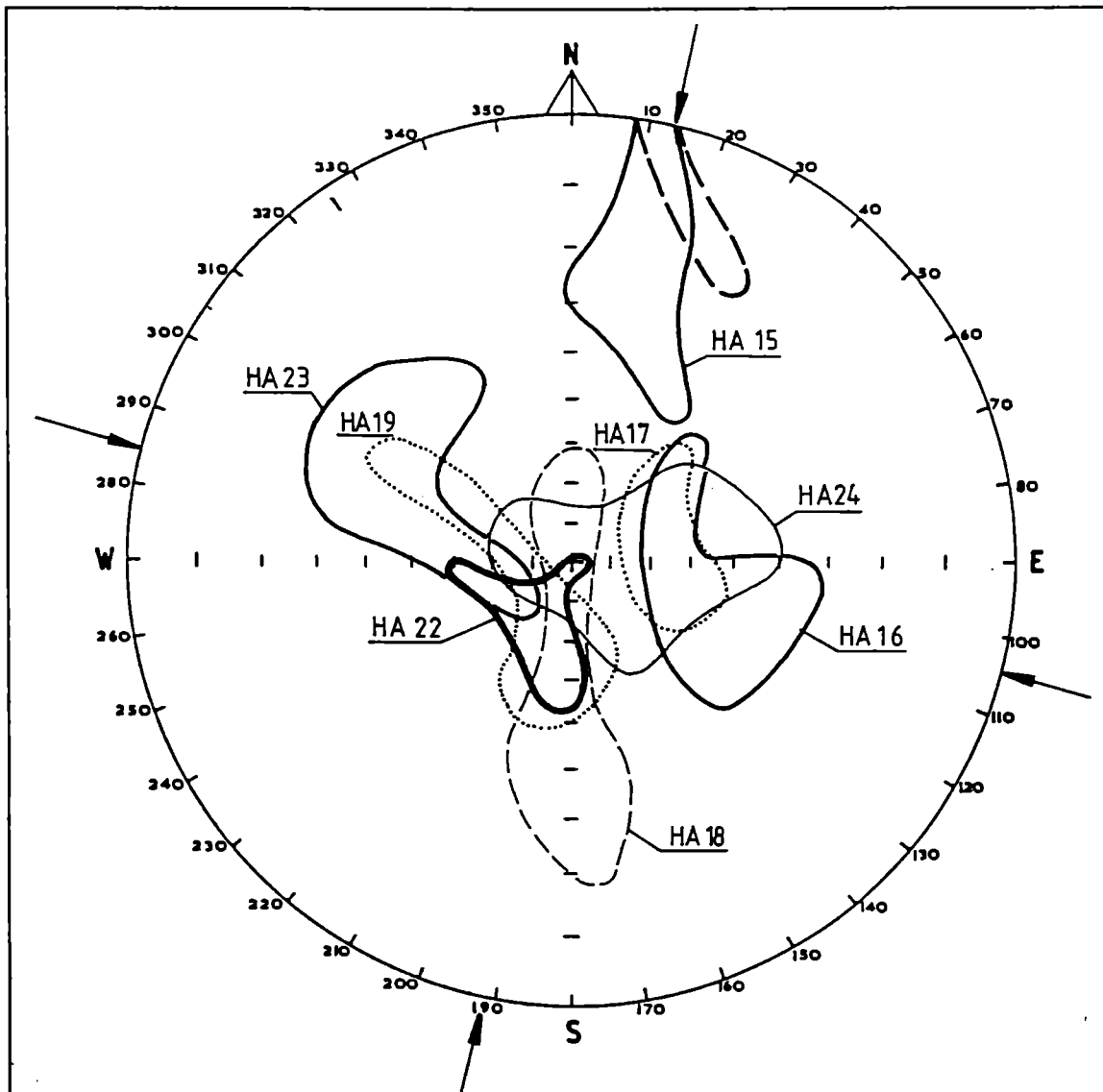


Abb.3.: Streubereiche der B-Achsen in gedrehter Lage.

Es soll jedoch nicht verschwiegen werden, daß einige der Aufschlüsse entweder einen zu niedrigen Präzisionsfaktor ( $<5$ ) oder einen zu großen Alpha 95 ( $>20^\circ$ ) zeigen. Diese Ergebnisse werden wegen der besseren Übersicht über alle Richtungen in der Tabelle 1 und in Abb. 4 gezeigt.

Beginnt man mit der tektonischen Interpretation dieser Abbildung, so muß man berücksichtigen, daß die Remanenzrichtungen nicht im normalen Sinn präzise Richtungen und, daraus abgeleitet, präzise Rotationsbeträge darstellen. Es ist jedoch ebenso klar festzustellen, daß es möglich war, Gruppen von Rotationstendenzen abzusondern und gegenüberzustellen. Danach können wir zwei Gruppen von Uhrzeigersinnrotationen sowie zumindest eine Gruppe von Gegenuhrzeigersinnrotationen festhalten. Zu den Gegenuhrzeigersinnrotationen gehören die Wechseleinheit, die Sedimente des Oberen Karpats von Goberling, sowie der Serpentin von Bernstein. Während der Wechsel eine überraschend gute Richtung ergab und allen statistischen Kriterien bestens entspricht, sind die Ergebnisse von Bernstein weniger signifikant, zeigen jedoch zweifelsfrei eine Rotation im Gegenuhrzeigersinn. Sie zeigt außerdem eine gute Übereinstimmung mit der Richtung der überlagernden Sedimente. Diese Rotationsrichtung scheint, wenn auch in wesentlich geringerem Ausmaß, von den Obersarmatergebnissen bestätigt. Der Serpentin von Bernstein als oberste Folge der oberen penninischen Einheit der Rechnitzer Fenstergruppe zeigt zweifellos, daß die gefundene Rotation die Folge der Überschiebung der Wechseleinheit auf das Pennin ist.

Der ersten Gruppe der Uhrzeigersinnrotationen, die im Mittelwert einen Rotationsbetrag gegenüber geographisch Nord von ungefähr  $45^\circ$  zeigt, gehören Richtungen vom Steinwandriegel, Markthodis, sowie dem Eisenberg an. Die Richtungen von Steinwandriegel geben ein sehr gut gruppierendes Ergebnis und bestätigen mit einer Gruppe vom Eisenberg diese Rotationstendenz. Für die Ergebnisse vom Eisenberg kann festgehalten werden, daß zwei Gruppierungen unterschieden werden können, deren eine zur geringeren und deren andere zur weiteren Uhrzeigersinnrotationsgruppe gehören.

Der zweiten Gruppe von Uhrzeigersinnrotationen gehören jene von Eisenberg, Grazer Paläozoikum, sowie den restlichen Aufschlüssen des Pennins des Rechnitzer Fensters an. Es ergibt sich nun die Frage, wie diese zwei verschiedenen Beträge von Uhrzeigersinnrotationen verstanden werden können. Eine mögliche Erklärung könnte darin liegen, daß die Gesteine einer Gruppe durch Magnetit als Trägermineral und die zweite Gruppe durch Pyrrhotin dominiert wird. Daraus folgt der Schluß, daß die Magnetisierungsrichtungen von Magnetit und Pyrrhotin zu unterschiedlichen Zeiten des tektonischen Ablaufes aufgeprägt worden sind. Das heißt, daß die magnetitführenden Schichten die ältere Magnetisierungsrichtung zeigen, während der Pyrrhotin bei weiterer Abkühlung, d.h. in späterer tektonischer Situation, magnetisiert wurde.

Wenn dieser Schluß richtig ist, dann könnte auch für die übrigen Vorkommen angenommen werden, daß die beiden Gruppierungen von Richtungen zwei tektonischen Phasen dieses Raumes entsprechen.

Was den Vergleich der Grünschiefer von Hannersdorf und Grazer Paläozoikum betrifft, so scheinen die vorliegenden Ergebnisse aufzuzeigen, daß die Magnetisierungsrichtung von Hannersdorf ebenso jung ist wie jene aus dem übrigen Pennin, nämlich jungalpidisch. Daraus ergibt sich ferner, wenn man diese Richtungen mit den Richtungen aus dem Grazer Paläozoikum (FLÜGEL et al., 1980) vergleicht, daß diese Paläozoika gegenüber dem Grazer Paläozoikum einen Winkel von mehr als  $90^\circ$  im

Uhrzeigersinn aufweisen. Da nun die Vulkanite miozänen Alters aus dem oststeirischen Becken mehr oder weniger Stabil-Europa-Tertiärrichtungen zeigen, kann gefolgert werden, daß auch das Paläozoikum seit der Abkühlzeit der Vulkanite keine nennenswerte Rotation ausführte. Falls Hannersdorf zum Grazer Paläozoikum gehört, was nach GRATZER (1985) u.a. möglich scheint, bleibt für diese Rotation ein sehr schmales Zeitintervall zwischen jungalpidischer Metamorphose (ungefähr 20 Ma) und dem Abkühlungsalter der miozänen Vulkanite von Gleichenberg (ca. 15 Ma) und erfolgte zeitgleich mit jener des Eisenberges.

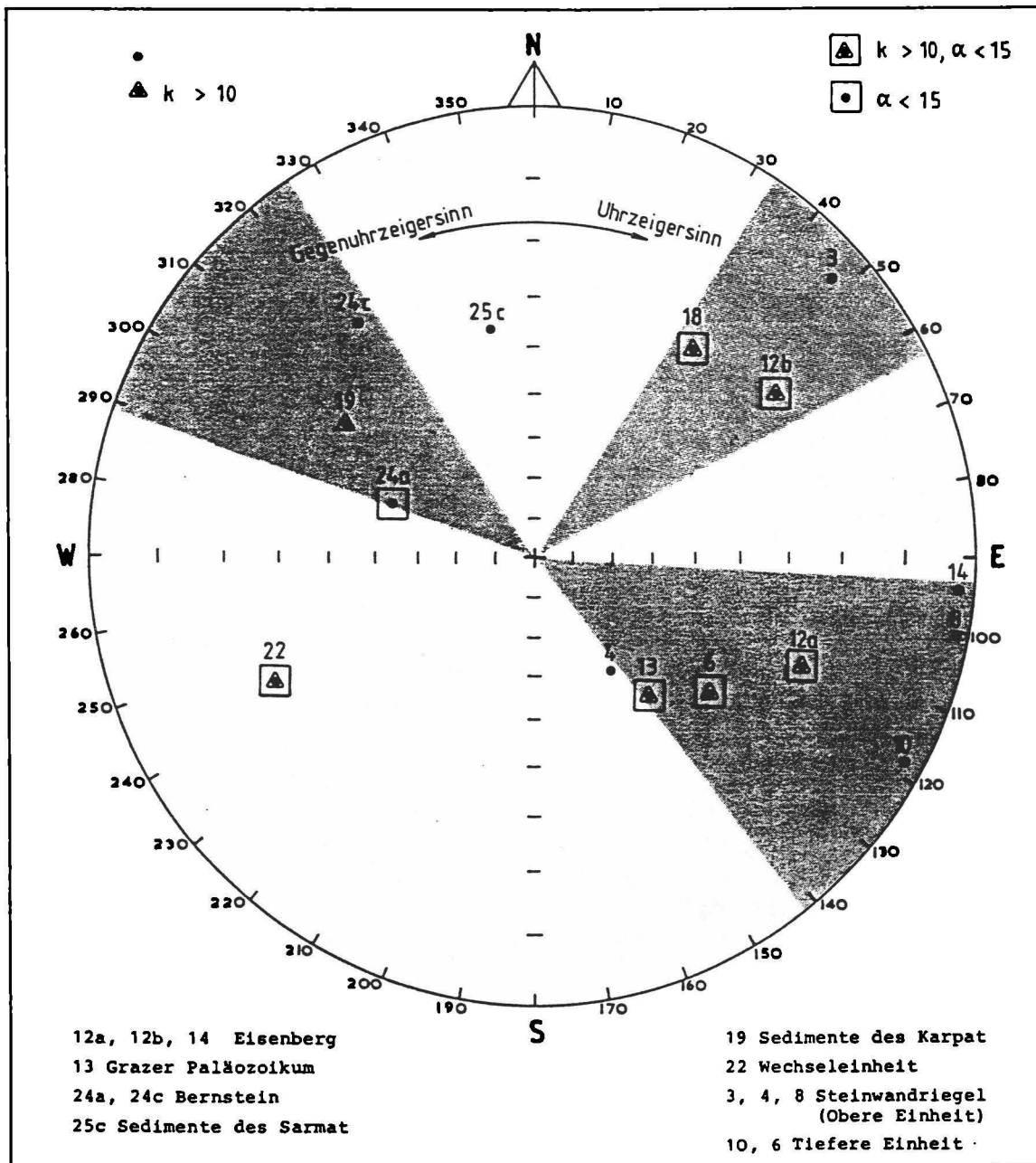


Abb.4.: Zusammenstellung der paläomagnetischen Richtungen. Schattiert sind die Rotationsgruppen. Alle Richtungen wurden auf positive Inklination umgerechnet und nach statistischen Parametern qualifiziert.