

Teilprojekt 15/03:

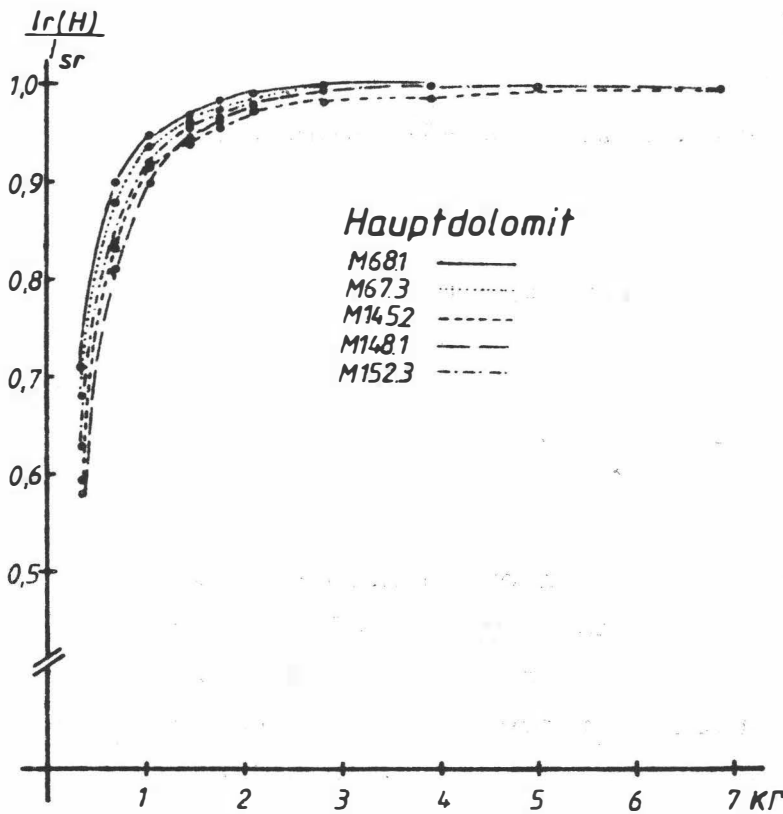
PALÄOMAGNETIK, TEILBERICHT FÜR DAS JAHR 1980

H.MAURITSCH & M.BECKE, Leoben

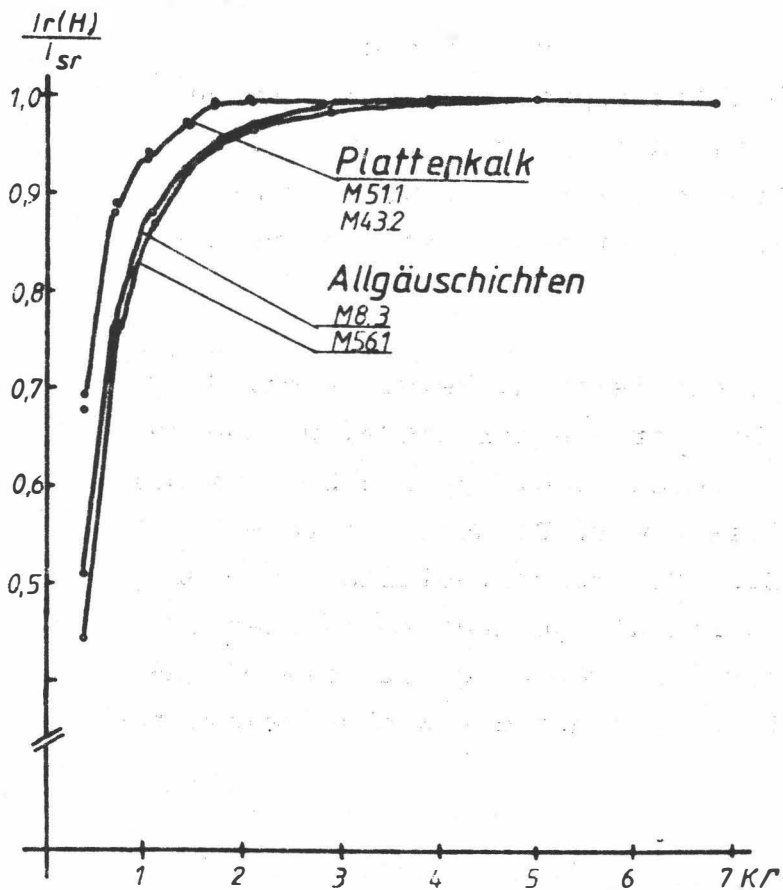
Die paläomagnetischen Untersuchungen im Mieminger Gebirge und den nordöstlichen Lechtaler Alpen sollten die Möglichkeit sondieren, geeignete stratigraphische Horizonte für weitere Forschungen zu finden, da nicht überall die wohl am besten geeigneten roten Liaskalke ausgebildet bzw. zugänglich sind. Neben ausführlichen gesteinsmagnetischen Untersuchungen sollte auch die offene Frage geklärt werden, ob es sich um Sedimentationsremanenz, oder um eine jünger aufgeprägte Richtung handelt.

Es wurden sämtliche im Untersuchungsgebiet anstehende Schichtglieder vom Muschelkalk bis zu den oberjurassischen bunten Aptychenschichten beprobt. An Pilotproben wurde das Stabilitätsverhalten bei Wechselfeld- und thermischer schrittweiser Abmagnetisierung, sowie das Sättigungsverhalten zur Bestimmung der Remanenzträger untersucht.

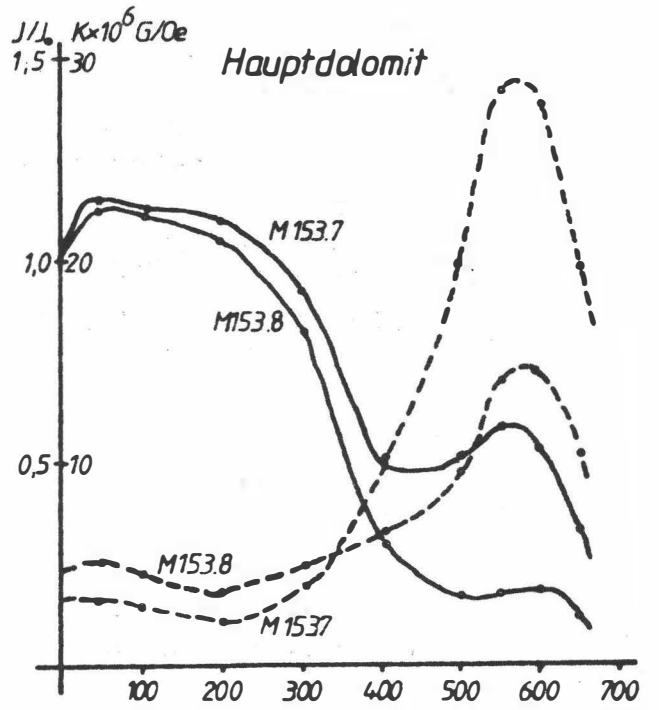
Bei der schrittweisen Abmagnetisierung zeigte sich, daß fast alle Proben eine mehr oder weniger große, weiche Magnetisierungskomponente aufwiesen, die jedoch bereits bei 100 bis 200 Oe abmagnetisiert war. Darüber zeigte ein Großteil der Proben größere Richtungsstabilität, die ab 500 - 600 Oe, teilweise durch die geringe verbleibende Intensität bedingt, wieder verloren ging. Für die allgemeine Reinigung der Gesteine kam nur die Wechselfeldmetho-



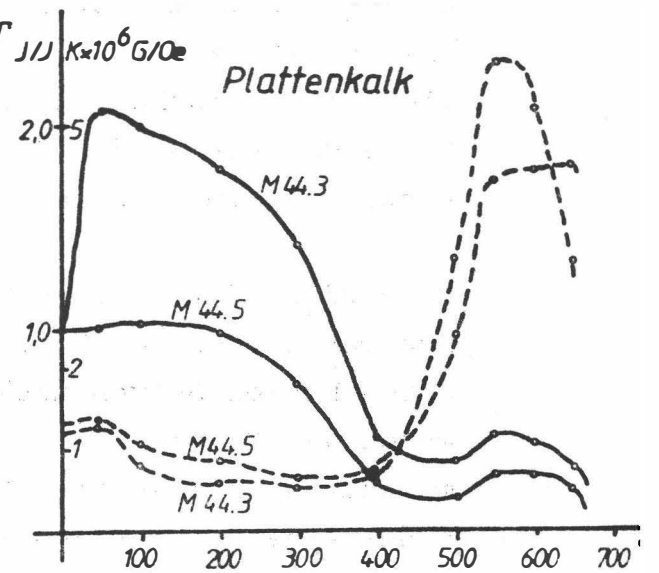
d.



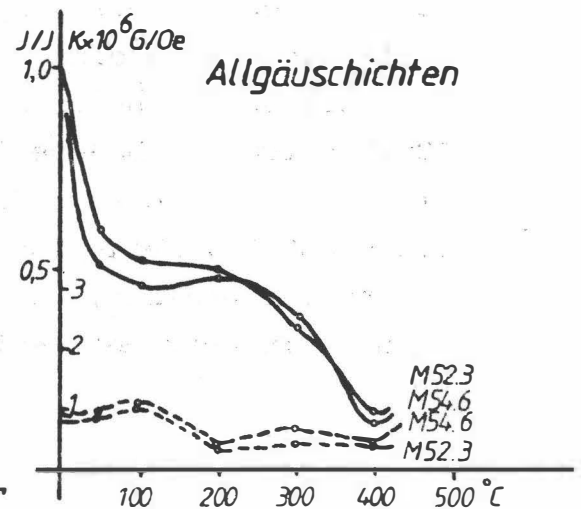
e.



a.



b.



c.

Abb.: 1a - e

Gestein	Bereichs- nummer	Falten- test	Statische Parameter vor/nach der Schichtflächenkorrektur			
			vor		nach	
			k	95	k	95
alp.Muschelkalk	1	-	36,5	6,7	9,9	13,3
Hauptdolomit	2	+	21,6	14,7	59,3	8,8
bunte Aptychen- schichten	3	-	9,2	23,4	4,7	34,6
Hauptdolomit	4	+	14,8	9,9	36,2	6,2
Allgäuschichten	5	+	7,2	20,4	20,1	11,7

Anlage 1: Ergebnisse einiger Falten-tests, dargestellt an Hand der statistischen Parameter, die sich im positiven Falle deutlich nach der Schichtflächenkorrektur verbessern.

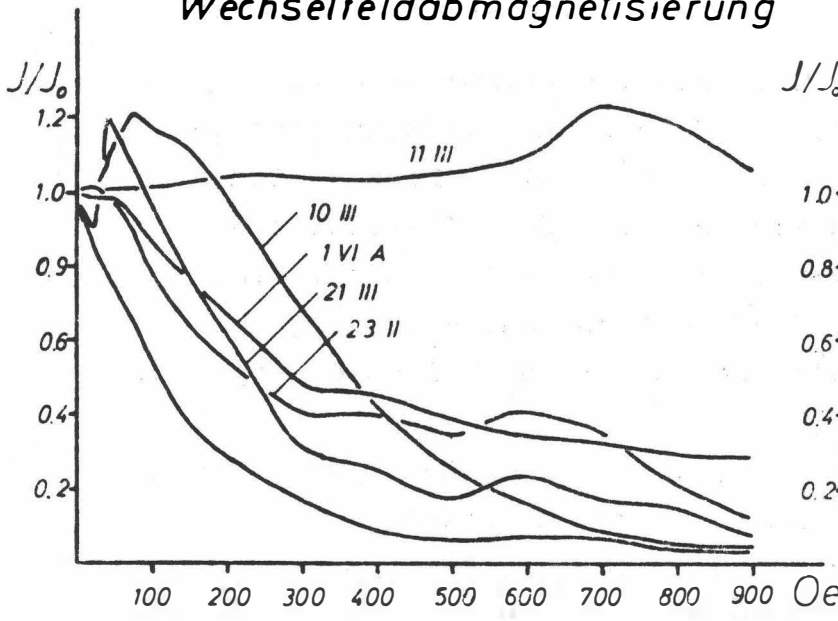
de in Frage, da sich bei der thermischen Behandlung schon bei niedrigen Temperaturen Veränderungen im Mineralbestand zeigten.

Es soll in diesem Rahmen nur auf die gesteinsmagnetischen Eigenschaften der Schichtglieder etwas näher eingegangen werden, die noch die Sedimentationsremanenz aufweisen. Dies sind hier vor allem der Hauptdolomit, der Plattenkalk und die Allgäuschichten. Alle drei Schichtglieder zeigen ein sehr rasches Sättigungsverhalten (Abb. 1d,e). Dies deutet auf Magnetit als Remanenzträger hin. Vergleicht man diese Resultate mit den Kurven, die durch die thermische Abmagnetisierung gewonnen wurden, so zeigt der Verlauf der Suszeptibilität (strichlierte Linie in Abb. 1a,b) eine eindeutige Neubildung von Magnetit ab $300 - 400^{\circ}\text{C}$. Dieser dürfte sich aus Eisensulfiden gebildet haben.

Der magnetische Mineralbestand setzt sich also vor der thermischen Behandlung aus Magnetit, der der Hauptremanenzträger ist, wie die Indikation aus den Sättigungskurven ergab, und Eisensulfiden, die wohl volumsmäßig einen größeren Anteil ausmachen, wie die Neubildung von Magnetit zeigt, jedoch wegen ihren schwachen magnetischen Eigenschaften anfänglich nicht ins Gewicht fallen, zusammen.

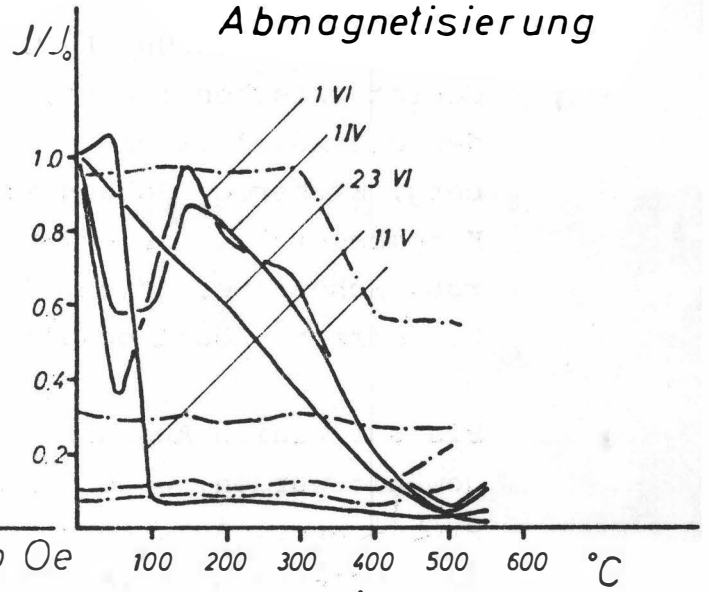
Die untertriadischen Gesteinsserien (Muschelkalk, Partnachschichten) sowie die Gesteine der Jungschichtenzone mußten nicht wegen der gesteinsmagnetischen Eigenschaften, sondern wegen der negativen Faltentests (Tab. 1), d.h. einer späteren Überprägung, ausgeschieden werden. Diese Zonen mit überprägten Richtungen scheinen im untersuchten Gebiet vorwiegend an große Störungszonen, wie Deckenbahnen, gebunden zu sein, und nicht an den Gesteinstyp oder an ein Gesteinsalter.

Wechselfeldabmagnetisierung



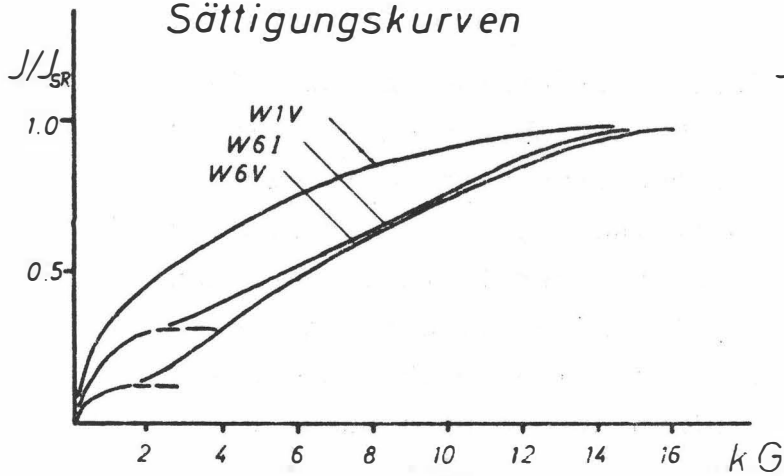
a.

Thermische Abmagnetisierung



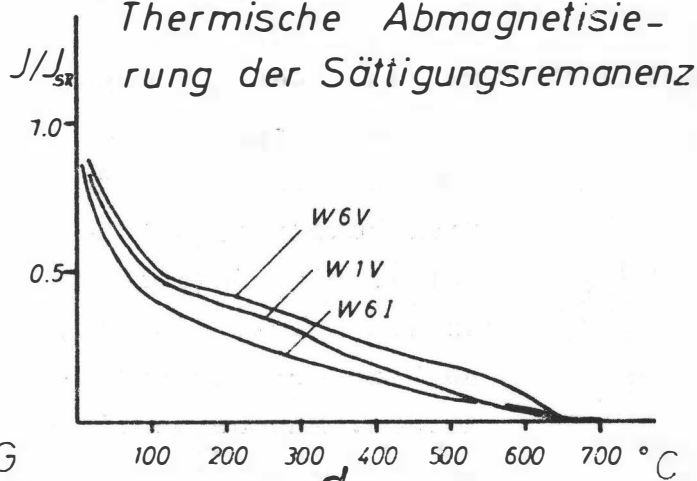
b.

Sättigungskurven

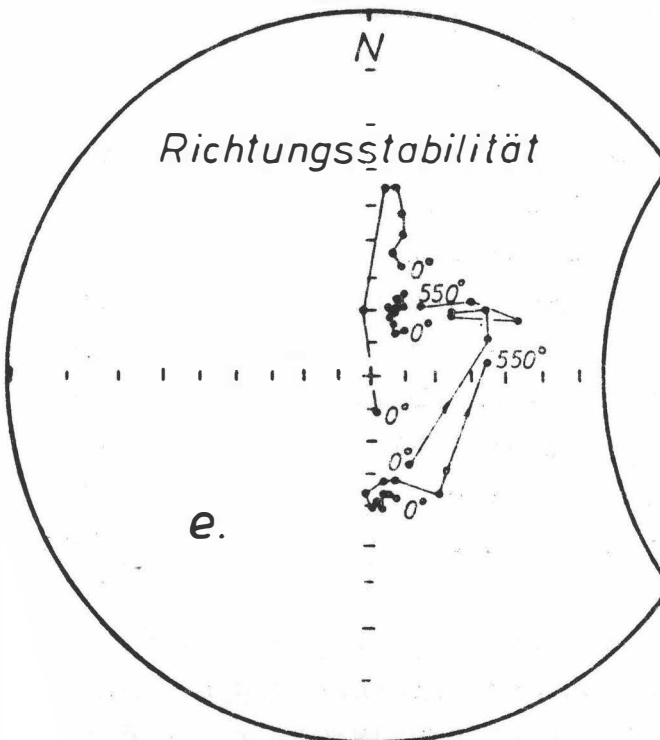


c.

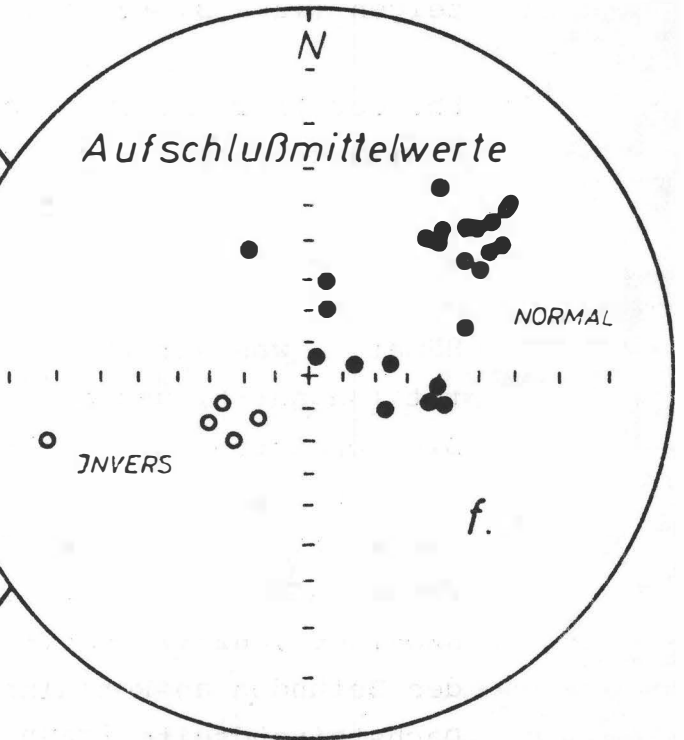
Thermische Abmagnetisierung der Sättigungsremanenz



d.



e.



f.

Abb.: 2a-f

Vier Gruppen (HEER, LUDWIG, BERG, HÖFLING) arbeiten im Gebiet zwischen Isartal und Salzachtal. Im Einzelnen wurden die Lokalitäten in der Thierseemulde (Landl- Riedenberg, Erzherzog Johann Klaus - Valepp), Oberambachtal, Klammachtal bei Luegwinkel (Golling - Paß Lueg), Zimmerau, Schönalpe, Adnet, Roßfeldstraße bei Berchtesgaden, bei Kössen, Rödelmoosalm, bei Lofer und bei Unken beprobt.

Bis auf wenige Ausnahmen, wo Flysch oder Radiolarite ausgewählt wurden, waren immer die roten Liaskalke Ziel der Probennahme. An einer großen Anzahl von Pilotproben wurden gesteinsmagnetische Tests durchgeführt und sowohl Magnetit als auch Hämatit als Trägerminerale der natürlichen remanenten Magnetisierung festgestellt.

Wie man aus den Wechselfeldabmagnetisierungen (Abb. 2a) ersehen kann, ist bei den meisten Proben nach 300 bis 400 Oe bereits 60% der NRM Intensität abmagnetisiert. Dies bedeutet, daß der relativ instabile viscose Remanenzanteil eine dominierende Rolle bei der Initialintensität spielt. Diese Instabilität zeigt sich bei manchen Proben auch in der Richtungsinstabilität im Bereich von 0 bis 400 Oe. Manche Bereiche scheinen überhaupt superparamagnetisches Verhalten bis zum Ende der Abmagnetisierung zu zeigen (12 V B, 10 III, 7 II, 8 V), Abb. 2a

Bei der thermischen Abmagnetisierung zeigt der Suszeptibilitätsverlauf, daß bis ca. 250°C keine nennenswerten chemischen Veränderungen im Probenmaterial vor sich gehen. Ab dieser Temperatur kommt es zum bekannten Effekt der Oxidation von Eisensulphiden zu Magnetit und weiter zu Hämatit, was vorerst zu einem Anstieg der Suszeptibilität (Magnetit) und danach zu einem Abfall (Hämatit) führt. Die normierte Intensität zeigt eine Blockierungstemperatur von ca. 500°C, was eine deutliche Indikation für Magnetit ist. Dieser Magnetitgehalt zeigt sich bei manchen Proben auch ganz deutlich im Sättigungsverhalten (W6V, W20V, W6I, H23VI, H15III, in Abb. 2c). Im Gegensatz zu den Befunden an Rotkalken aus der Osterhorngruppe und Dachsteinsüdseite (MAURITSCH & FRISCH 1980), wo in den Pilotversuchen ausschließlich Magnetit als Trägerminerale

Bereichs- nummer	Anzahl der Aufschlüsse	Gestein	Abmagneti- sierung	F _{Dec}	F _{Inc}	k	95	B _{Dec}	B _{Inc}	k	95	Paläopolpos.	
												Lat	Long
2	21	Hauptdolo- mit	AF.:300 OE	317,6	2,8	53,6	6,3	296,8	38,5	85,6	5,0	34,0	270,0
4	4 (52 Kerne)	Hauptdolo- mit	AF.:300 OE	314,2	21,5	14,8	9,9	334,1	48,6	36,2	6,2	63,3	248,0
5	10	Allgäu- schichten	AF.:400 OE	211,0	69,7	7,2	20,4	15,2	52,8	20,1	11,7	73,5	152,6
6	8	Platten- kalk	AF.:300 OE	265,4	37,3	177,1	4,5	263,9	34,9	213,8	4,1	9,7	297,5
7													
8	4	Hierlatz- kalk	AF.:400 OE	61,8	280	56,2	12,3	48,1	25,3	94,0	9,5	37,4	127,0
9	8	Adneter	AF.:400 OE	77,6	53,3	40,5	8,8	52,1	32,7	39,4	8,9	38,3	119,6

Anlage 2

Tektonische Skizze der Nördlichen Kalkalpen von Tirol und Salzburg

(nach TOLLMANN 1976 vereinfacht)

Übersicht der Magnetisierungsrichtungen der einzelnen Bereiche

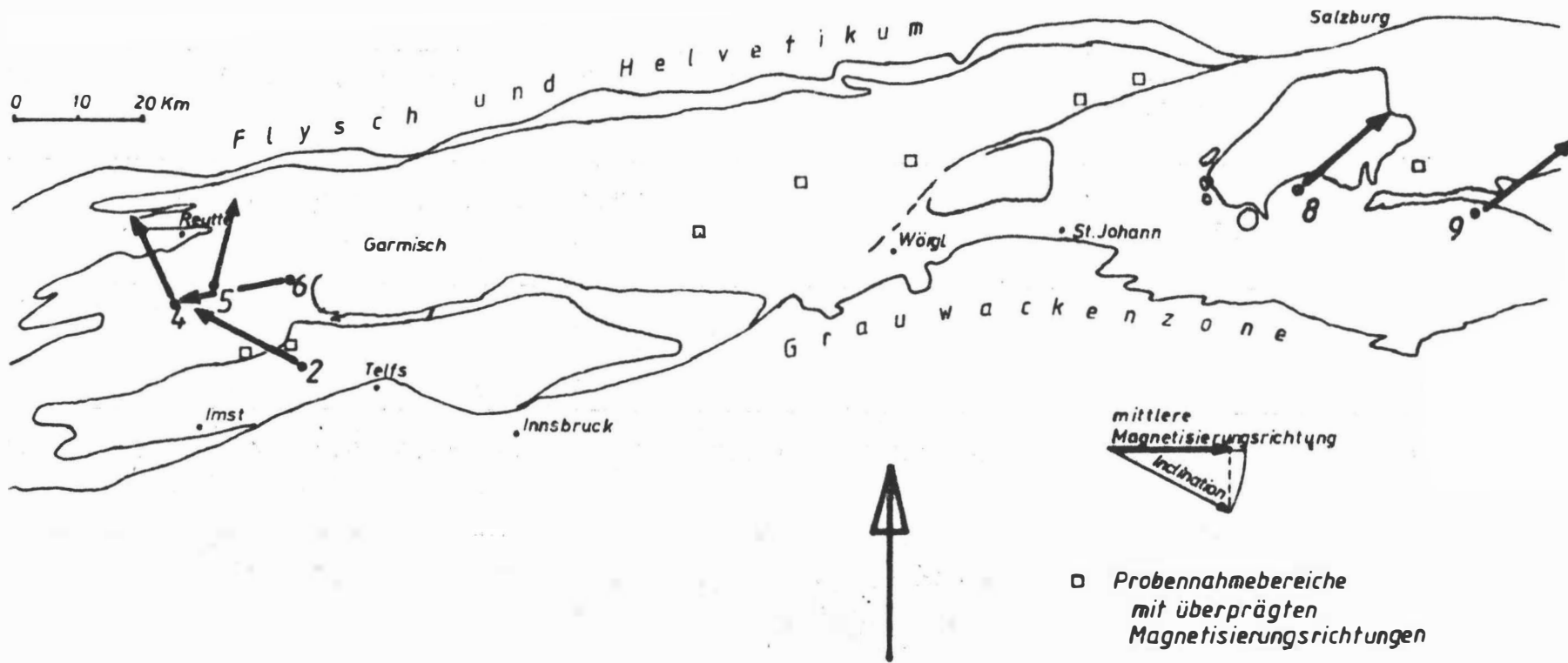


Abb.: 3

ral festgestellt werden konnte, kann hier vor allem aus den I_s - T Kurven und den Sättigungskurven eine Beteiligung des Hämatits an den remanenten magnetischen Eigenschaften angenommen werden. Wenn auch aus den I_s - T Kurven, bei denen die Sättigungsremanenz thermisch abmagnetisiert wird, auf Grund des raschen und gleichmäßigen Abfallens der normierten Sättigungsremanenz auf eine vorwiegend superparamagnetische Partikelgröße geschlossen werden kann, gibt es doch Proben (H15III, H23III, W20V, W6V), die den Nachweis liefern, daß der Hämatit auch am stabilen magnetischen Verhalten teilnimmt.

Daraus ergibt sich zwangsläufig die Frage nach dem Bildungsalter sowohl des Magnetits als auch des Hämatits. Schon in den bisherigen Arbeiten (MAURITSCH 1977, MAURITSCH & FRISCH 1980) wurde der Magnetit als spätdiagenetische Bildung angenommen, wobei betont werden muß, daß bis auf HARGRAVES & FISCHER 1954, die jedoch keine gesteinsmagnetischen Tests durchgeführt hatten, bisher noch keine Hinweise auf eine aktive Beteiligung des Hämatits an den NRM Eigenschaften der Rotkalke gab. Bei einer altersmäßigen Trennung der beiden Trägerminerale muß angenommen werden, daß der Hämatit als primärer Detritus und der Magnetit als spätere, in diesem Raum möglicherweise während einer schwachen Metamorphose gebildeten Phase, vorliegt. Dafür würden auch die schlechten bis unverwertbaren paläomagnetischen Richtungen sprechen, die sich bei einigen Pilots schon als Mehrphasenmagnetisierung (Großkreisverhalten) zeigten.

Von allen in diesem Raum genommenen Proben scheinen nur die Bereiche bei Luegwinkel - Schönalm, Ramsau - Hintersee, sowie Umgebung Lofer nach einer kritischen Auswahl nach paläomagnetischen Überlegungen, geeignet. Eine erste Interpretation würde bei zum Teil flacheren Inklinationen eine gute Übereinstimmung mit den bisher im Zentralteil der Nördlichen Kalkalpen beobachteten Rechtsrotationen (Uhrzeigersinn) ergeben.

Im Gegensatz zu den eben erwähnten mehr oder weniger einheitlichen Richtungen im zentralen Teil der Nördlichen Kalkalpen mit Uhrzeigersinnrotationen, weisen die Bereiche im Westen (Abb. 3), abgesehen von der starken Streuung der Magnetisierungsrichtungen, die auf lokal-tektonische Komplikationen zurückzuführen sind, eine Gegenuhrzeigerrotation auf. Da heute die tektonischen Hauptstrukturen generell E - W verlaufen, und somit kein Hinweis auf divergierende Richtungen gegeben ist, wurde der Grund hierfür in einem v-förmigen Ablagerungsraum, dessen Scheitel im Süden gelegen wäre, angenommen (BECKE 1980 S. 86f).

In der Kainacher Gosau wurden die Proben aus den Zementmergeln, den eingelagerten Sandsteinlagen sowie der gradierten Basisschichten entnommen. Die Zementmergel mußten aus zwei Gründen vorderhand zurückgestellt werden: Erstens wegen der großen Schwierigkeiten bei der Probennahme und zweitens wegen der schwachen Magnetisierung. Bei Vorliegen einer genügend großen Probenzahl wird dieser Teil der Untersuchungen auf einem Kryogenmagnetometer gemessen werden. Von den Sandsteinlagen innerhalb der Zementmergelerde war nur eine einzige Lage verwertbar. Im Bereich der gradierten Schichten konnte kein verwertbarer Aufschluß gefunden werden, wobei nicht verwertbar in diesem Zusammenhang bedeutet, daß die Korngrößen zu grob sind, um eine gleichmäßige Magnetisierungsrichtung zu ermöglichen.

So wurden die weiteren gesteinsmagnetischen Untersuchungen auf diese eine Lage beschränkt. Als Methoden wurden das Verhalten der natürlichen Remanenten Magnetisierung (NRM) bei der Wechselfeldabmagnetisierung, das Sättigungsverhalten sowie das Verhalten der aufgeprägten Sättigungsmagnetisierung bei thermischer Reinigung.

Bei der Abmagnetisierung mittels Wechselfeld wurde festgestellt, daß die Proben über eine sehr weiche NRM verfügen, und daß bereits Wechselfeldstärken von 250 bis

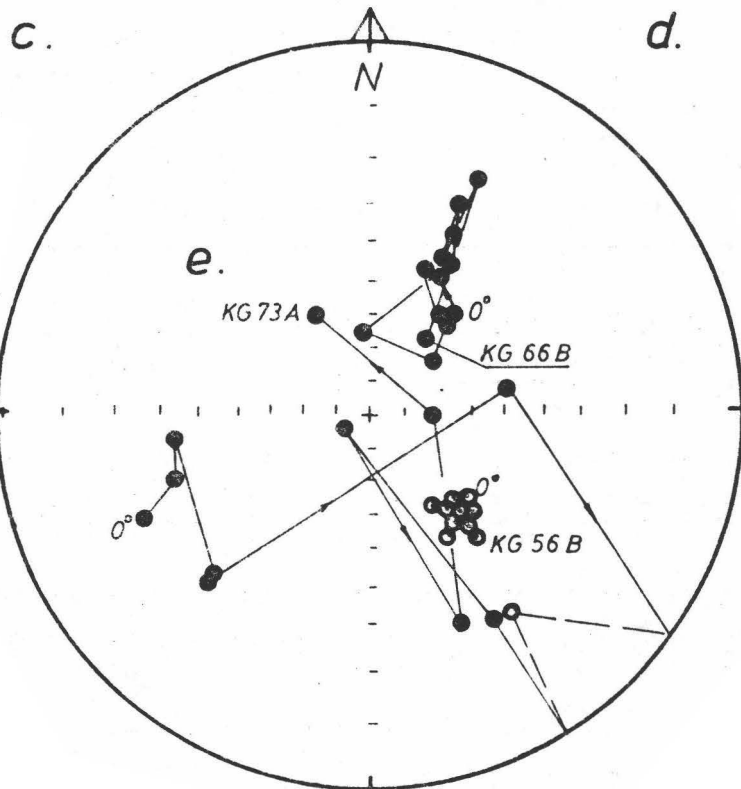
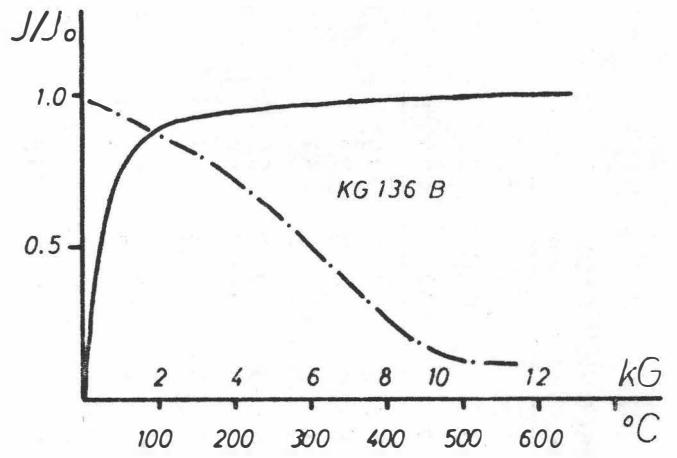
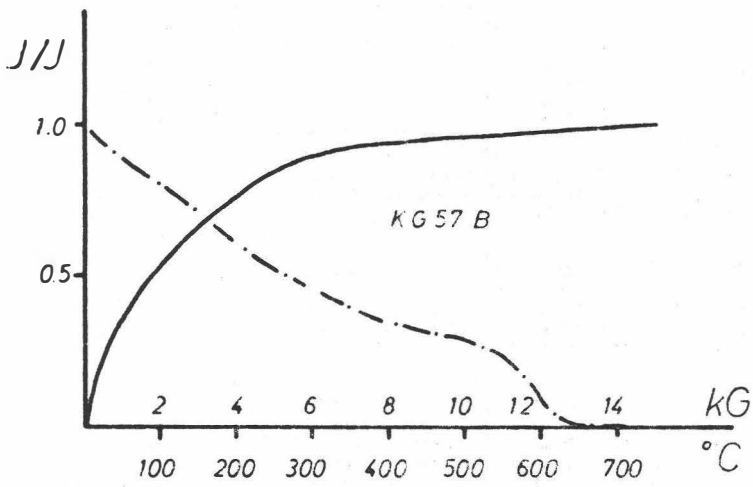
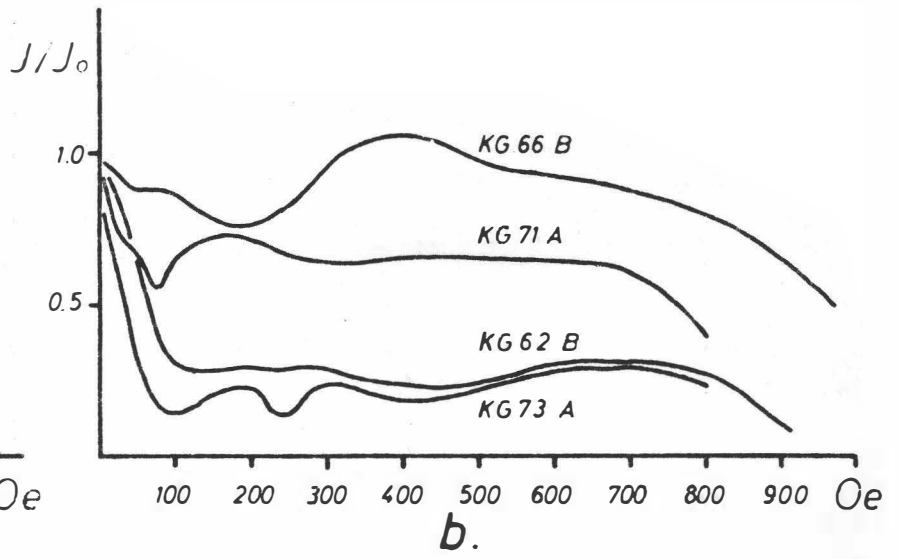
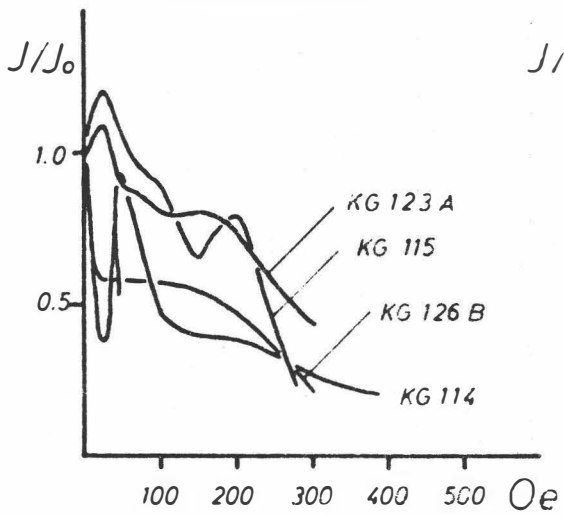


Abb.: 4a-e

FELD SAMPLE FIELD CORRECTION PROGRAMME
 =====

KG34	DEC	INC	STRIKL	DIP	R	F _{DEC}	F _{INC}	B _{DEC}	B _{INC}			
	353.1	-25.0	279.0	73.0	1.0	136.7	-79.7	109.6	-72.1			
	141.3	31.0	279.0	73.0	1.0	340.0	52.2	328.2	49.3	--- Hämatitführung.		
	1.0	-17.4	279.0	73.0	1.0	31.9	-89.0	76.8	-79.3			
	352.6	-16.6	268.0	70.0	1.0	202.6	-82.2	129.6	-81.1			
	156.0	20.7	268.0	70.0	1.0	352.0	67.5	329.1	65.7	}--- Hämatitführung.		
	156.6	22.1	268.0	70.0	1.0	348.3	68.1	325.5	65.6			
	315.1	-11.0	268.0	71.0	1.0	181.8	-46.0	171.3	-47.0			
	117.6	34.8	268.0	71.0	1.0	328.3	33.1	322.8	28.7	--- Hämatitführung.		
	338.3	5.7	268.0	71.0	1.0	225.0	-57.3	212.9	-64.8			
	347.3	-11.5	256.0	70.0	1.0	198.9	-75.1	158.7	-76.6			
	338.0	12.5	256.0	70.0	1.0	220.5	-50.9	210.5	-58.0			
	322.1	-8.5	256.0	70.0	1.0	177.9	-51.6	165.2	-51.7			
	302.5	-19.7	250.0	68.0	1.0	151.2	-36.5	144.8	-32.6			
	310.8	-26.4	250.0	68.0	1.0	144.1	-45.2	136.2	-40.0			
	331.3	-17.3	250.0	68.0	1.0	164.7	-62.6	147.0	-60.0			
	332.6	2.5	250.0	68.0	1.0	199.0	-53.7	185.4	-57.4			
	329.7	5.5	250.0	68.0	1.0	199.3	-49.5	187.6	-53.4			
	347.8	10.6	250.0	68.0	1.0	228.6	-55.3	218.3	-63.2			
	7.1	-38.7	250.0	66.0	1.0	49.4	-74.1	61.1	-65.1			
	331.9	1.4	250.0	66.0	1.0	199.0	-52.7	185.8	-56.4			
	321.0	4.6	250.0	66.0	1.0	191.8	-42.5	182.5	-45.3			
	337.9	-7.9	245.0	67.0	1.0	186.9	-64.0	165.9	-64.9			
	315.9	-23.3	245.0	67.0	1.0	145.6	-49.6	136.2	-44.6			
	333.0	-3.6	246.0	70.0	1.0	184.4	-59.0	167.4	-59.9			
MEAN-F	DEC	Mean-F _{INC}	N	R	K	A-95	C.S.D.	C.S.E.	B _{DEC}	B _{INC}	P _{LONG}	P _{LAT}
191.8		-63.7	24	15.0	2.5	23.7	50.8	10.4	170.9	-65.5	113.6	-83.8

300 Oe genügen, um sie so schwach werden zu lassen, daß sie nicht mehr meßbar sind (Abb. 4a).

Bei den Sättigungsversuchen wurden zwei typische Probenvertreter, nämlich ein grauer Sandstein und ein stark hämatitpigmentierter Sandstein ausgewählt, und in einem Gleichfeld bis 16 kG gesättigt. Dabei kann festgestellt werden, daß die beiden Proben ein sehr unterschiedliches Sättigungsverhalten zeigen, wobei die Probe KG 13.6B das Verhalten von Magnetit, die Proben KG 5.7B das Verhalten von Hämatit zeigt. Die thermische Abmagnetisierung der Sättigungsremanenz bestätigt diesen ersten Befund und zeigt im ersten Fall eine Curietemperatur von ca. 500°C und im anderen Fall von ca. 640°C . Neben diesem unterschiedlichen Sättigungsverhalten zeigen die Proben auch in der Richtung der NRM einen markanten Unterschied. Während nämlich die offensichtlich magnetitführenden grauen Sandsteine eine inverse Magnetisierungsrichtung zeigen, kann für die überwiegend hämatitführenden Kerne eine normale Magnetisierungsrichtung festgestellt werden, die der der magnetitführenden Kerne etwa invers gegenüberliegt. Es wird noch weiterer künftiger Untersuchungen bedürfen, die Verlässlichkeit dieser beiden Richtungen zu bestätigen, um damit diesen Sandsteinhorizont mit Hilfe der Magnetostratigraphie genau einordnen zu können.

In Abb. 4e wird gezeigt, daß die meisten Proben über eine Mehrkomponentenmagnetisierung verfügen, wobei die Probe KG 56B als Vertreter der stabilen Proben und die Proben KG 73A und KG 66B als Vertreter der instabilen Proben gezeichnet sind.

Literatur:

- HEER, LUDWIG, BERG D., HÖFLING Ch.: Paläomagnetische Untersuchungen im Raum zwischen Wörgl und Salzburg.- 4 unveröffentlichte Diplomarbeiten am Institut für Geologie, TU München, 1981.
- BECKE M.: Geologie und Tektonik des Mieminger Hauptkammes einschließlich des Wannigzuges.- Unveröffentlichte Dissertation am Institut für Geologie, Universität Innsbruck, 1981.
- MAURITSCH H.: 1977. Jahresbericht 1977.-Zentralanstalt für Meteorologie und Geodyn. Wien, H.7, Wien.
- MAURITSCH H., FRISCH W. 1980: Paleomagnetic results from the Eastern Alps and their comparison with data from the Southern Alps and the Carpathians.-Mitt.österr.geol.Ges., Bd.73, 1980, S.5-13.