

Mehrphasige Faltengefüge in Altkristallin und Permotrias von Kalkstein in Osttirol, Österreich

Von MICHAEL GUHL und GEORG TROLL ¹⁾

Mit 2 Abbildungen

Österreichische Karte
1 : 50.000
Blätter 177, 178

Schlüsselwörter
Altkristallin
Permotrias
Faltungsphasen
Kalkstein
Osttirol

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	45
Summary	46
Einführung	46
Phase 1	47
Phase 2	47
Phase 3	47
Phase 4	50
Literatur	52

Zusammenfassung

Das tektonische Gefüge des Gebietes von Kalkstein wird von vier Hauptfaltungsphasen bestimmt; Phase 1 bis 4 sind in den Paragesteinen des Altkristallins, Phase 2 bis 4 in den Metamagmatiten des Altkristallins, Phase 3 bis 4 in den Metasedimenten der Permotrias gefügeprägend. Kennzeichnend sind: für Phase 1 ($B_1 = 120^\circ$ /flach bis mittelsteil NW) eine isoklinale Gleitbiegescherfaltung der sedimentären Schichtflächen in den Paragesteinen, achsenparallel Anlage der Hauptschieferung und Überwältigung des sedimentären Gefüges durch extreme Zergleitung, für Phase 2 ($B_2 = 45^\circ$ /mittelsteil bis steil SW) eine Gleitbiegefaltung der Schieferungsflächen der Paragesteine und der schieferungsparallel intrudierten Magmatite, für Phase 3 ($B_3 = 45^\circ$ /mittelsteil bis steil SW) eine Knickfaltung inkompetenter Gesteinslagen in den Paragesteinen sowie in den kompetenten Gesteinslagen der Paragesteine, Metamagmatite und triadischen Dolomite, für Phase 4 ($B_4 = 120^\circ$ /flach bis mittelsteil NW) eine zonenweise Gliederung:

- (1) syn- und antiklinale Großstrukturen mit Wellenlängen von ca. 1,3 km. Die Interferenz von B_4 - mit B_2 -Strukturen führt zur Ausbildung von Zonen mit wechselseitiger B_2 -Achsen-Kulmination und -Depression;
- (2) diese parallelen Zonen werden durch 100 bis 250 m breite Teilzonen voneinander geschieden. Die Wellenlängen der B_4 -Gattung verkürzen sich auf Zehnermeter. Ererbte Gefügeelemente (B_1 bis B_3) werden passiv rotiert.
- (3) Randlich, jeweils südlich oder nördlich der Teilzonen bildet sich als scharfe Grenze zu der jeweils folgenden B_4 -Großstruktur eine subvertikale, WNW-ESE-streichende Hauptstörung

¹⁾ Anschrift der Verfasser: Dipl.-Geol. MICHAEL GUHL und Prof. Dr. GEORG TROLL, Fachbereich Geowissenschaften der Universität München, D-8 München 2, Theresienstraße 41.

aus, die von einer Schar kleinerer Aufschiebungsflächen und konjugierten Paaren von Gleitbiegescherfalten der generellen Richtung B_4 begleitet werden.

Die Permotrias ist in eine solche Teilzone einzugliedern. Sie stellt im wesentlichen die SW-Flanke eines unvollständig entwickelten Sattels (B_4) dar, dessen Kern einer Spezialfaltung unterworfen worden ist.

Summary

The structural pattern of the Kalkstein area has been determined by four main phases of folding: phases 1 to 4 have imprinted the metasedimentary rocks of the "Altkristallin", phases 2 to 4 in the metamigmatites of the "Altkristallin", phase 3 and 4 the permotriassic metasediments. The following features are attributed to:

phase 1 ($B_1 = 120$ /gentle to meanly steep NW) isoclinal flexural-slip folding (combining shearing and bending) of the sedimentary bedding planes in the metasedimentary "Altkristallin", beginning of development of the main foliation parallel to the axes, and deformation of the sedimentary fabric by an extreme gliding mechanism;

phase 2 ($B_2 = 45$ /moderately steep to steep SW) a flexural folding of the cleavage planes of the "Altkristallin" rocks including the metamigmatites intruded parallel to the cleavage;

phase 3 ($B_3 = 45$ /moderately steep to steep SW) a crenulation (foliation obliquely crossing earliest foliation) of incompetent layers in the metasedimentary rocks as well as in the banded limestones (Bänderkalke), and fracture cleavage of the competent layers of the "Altkristallin" and of the triassic dolomites;

phase 4 ($B_4 = 120$ /flat to moderately steep NW) characterized by a zonal sequence:

- (1) syn- and anticlinal structures with wavelengths of ca. 1,3 km. The interference of B_4 with B_3 structures produces zones with interdependent B_2 culminations and depressions;
- (2) these parallel zones are divided by minor (100—250 m in width) zones. The wavelengths of the B_4 folding are shortened to tenths of metres. Inherited fabric elements (B_1 to B_3) are rotated passively.
- (3) At the margins, either south or north of the minor zones a sharp boundary is formed, this subvertical main fault striking WNW-ESE and, apart from the adjacent major B_4 structure, is accompanied by a couple of smaller upthrow faults and by conjugated couples of flexural-slip folds in the general direction of B_4 .

The Permotrias is found in such a minor zone. Essentially, it represents the SW flank of an incompletely developed anticline (B_4), the core of which has the nature of special folds.

Einführung

Das Gebiet von Kalkstein gehört zu den Villgrater Alpen, dem südwestlichen Teil der Deferegger Alpen (Geographische Koordinaten: $12^\circ 17'$ bis $12^\circ 21'$ östlich Greenwich, $46^\circ 48'$ bis $46^\circ 50'$ nördlicher Breite). Dieser Gebirgsabschnitt (Abb. 1) wird geologisch die „Zone der Alten Gneise“ östlich des Eisacktales (von KLEBELSBERG, 1935) oder dem „Altkristallin südlich der Tauern“ (ANGENHEISER et al., 1975, S. 81—85), im Sinne der Deckenauffassung von TOLLMANN (1963, S. 68—69) dem Mittelostalpin zugerechnet. SASSI et al. (1974, Fig. 1 und S. 426) betonten die Wirkung der Kalkstein-Vallarga-Linie und der Deferegger-Antholz-Vals-Linie in Zusammenhang mit der Periadriatisch-dinarischen Naht (BÖGEL, 1975). Es wird im folgenden versucht, präalpidischen und alpidischen Baustil zu trennen und das Ausmaß beider Gefügeprägungen zu erfassen.

Die vier in der Umgebung von Kalkstein beobachteten Hauptfaltungsphasen sind folgendermaßen verteilt: Die Phasen 1, 2, 3 und 4 sind in den Paragesteinen des Altkristallins, die Phasen 2, 3 und 4 in den Metamigmatiten des Altkristallins und die Phasen 3 und 4 in den Gesteinen der Permotrias ausgebildet.

Phase 1

Die Faltenachsen B_1 verlaufen 65—120/mittelsteil WSW bis WNW. Es handelt sich um isoklinale Gleitbrettfaltung der prämetamorphen Schichten des Altkristallins. Erhalten hat sich diese frühe Faltung als wurzellose Falten quarzitischer, quarzfeldspatischer und kalksilikatischer Lagen. Ihre Amplituden messen Dezimeter bis etwa 100 m. Bisweilen sind es tektonische Walzen von Biotitquarziten, die ein Saum biotitreicherer Materials und gekröseförmige, dünne, feldspat- und quarzreiche Lagen umhüllen. Die Walzendurchmesser erreichen manchmal 2 m. Progressive Gleitbiegescherfaltung mit Achsenebenen-paralleler Zergleitung („transposition structures“ im Sinne WHITTEN's, 1966) und einhergehende metamorphe Differentiation erzeugen eine flaserige Hauptschieferung (sf_1).

Die Schieferungsflächen sind der Faltung B_1 nicht mehr unterworfen und stehen daher senkrecht auf den Scheiteln der reliktsichen Isoklinalfalten der Phase 1.

Phase 2

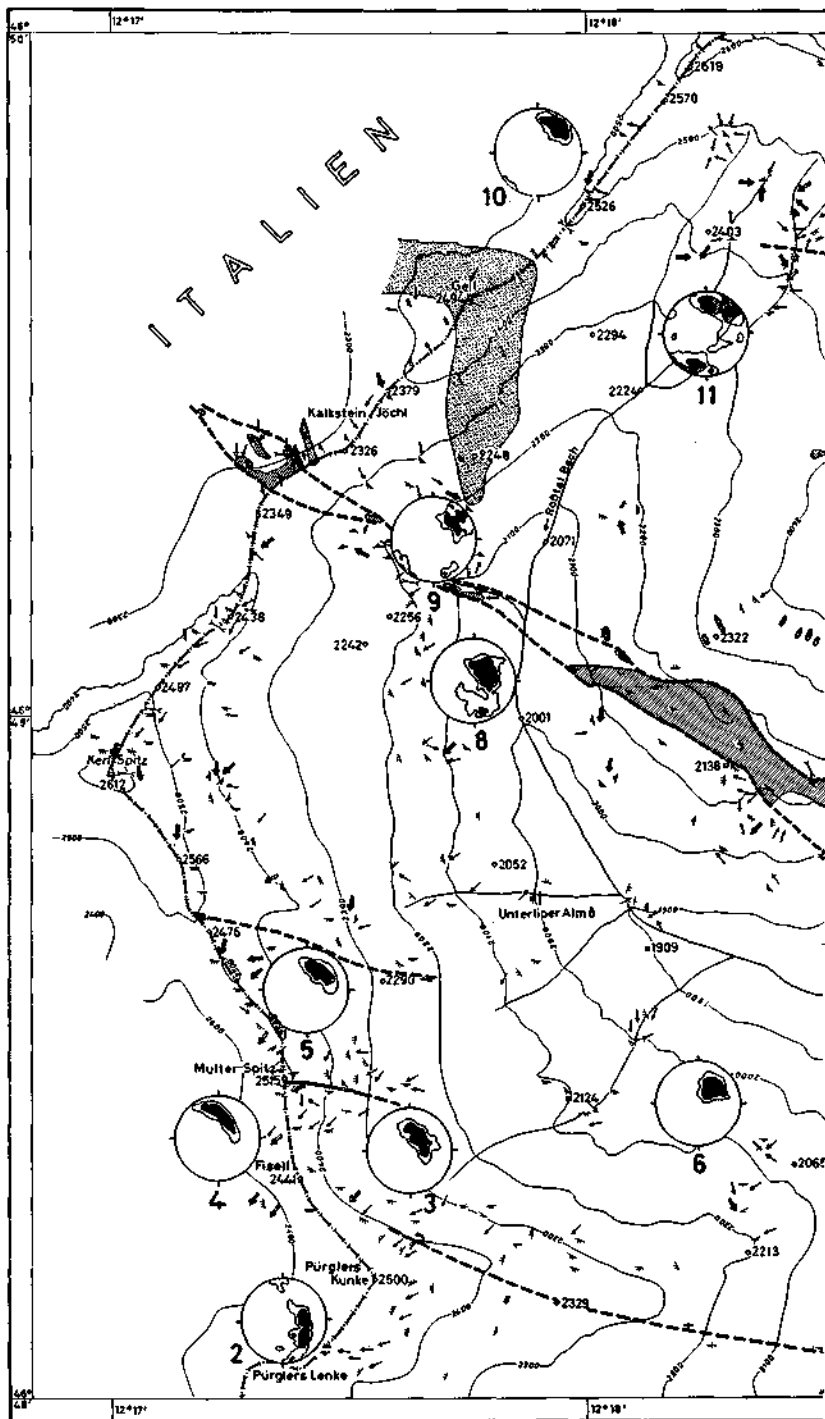
Die linearen Elemente dieser Faltung B_2 sind 45—80/flach bis mittelsteil SW- bis W-tauchend ausgerichtet. Die Schieferungsflächen sf_1 der altkristallinen Paragesteine und der schieferungsparallel intrudierten Metamagmatite sind durch diese Gleitbiegefaltung symmetrisch verformt. Dabei findet man zumeist eine weite Faltenöffnung mit flacher Schenkelneigung. Messungen an nicht zusammenhängenden Aufschlüssen mit Hilfe der quantitativen tektonischen Analyse ermitteln synformale und antiformale Großstrukturen mit Wellenlängen im 100 m- bis km-Bereich.

Phase 3

Die Raumdaten der Faltung B_3 sind 20—45/flaches Tauchen nach SSW bis SW. Die Wirkung der Deformation auf Altkristallin und Permotrias ist verschieden:

Im Altkristallin erscheint eine mm-ständige Knickfaltung (crenulation foliation obliquely crossing earlier foliation) inkompetenter, glimmerreicher Lagen (wie z. B. in glimmerreichen Partien der Stauolith-Granat-Oligoklas-Schiefer). Im Handstück erkennt man diese Verformung an einer feinen Riffelung der Schieferungsflächen sf_1 . In mechanisch kompetenten Gesteinen (Quarz-Feldspat-Gneise, Quarzite, Metamagmatite) tritt lediglich eine Klüftungsschieferung (fracture cleavage) auf, die den Achsenebenen B_3 parallel (20—45/subvertikal) verläuft: eine enge Schar paralleler, häufig gefiederter Haarrisse von 0,002 bis 0,01 mm Breite häuft sich domänenweise. Die Mineralisation dieser einscharigen Mikroklüftung ist bezüglich ihrer Kornregelung unabhängig von den Klüftungsflächen.

In der Permotrias sind die stratigraphisch unteren Bänke der Bänderkalke einer Gleitbiegescherfaltung unterworfen worden. Sie zeigen oft isoklinale Gestalt mit Amplituden im cm- bis dm-Bereich und sind parallel zu den B_3 -Faltenachsenebenen zerschert. Längs dieser äquidistanten Zerschierung (im Abstand von ca. 1 cm) werden die feinen Lager der mm-rhythmischen Bänderkalke asymmetrisch geknickt. Die feinsandigen Zwischenlagen der Bänderung werden zu



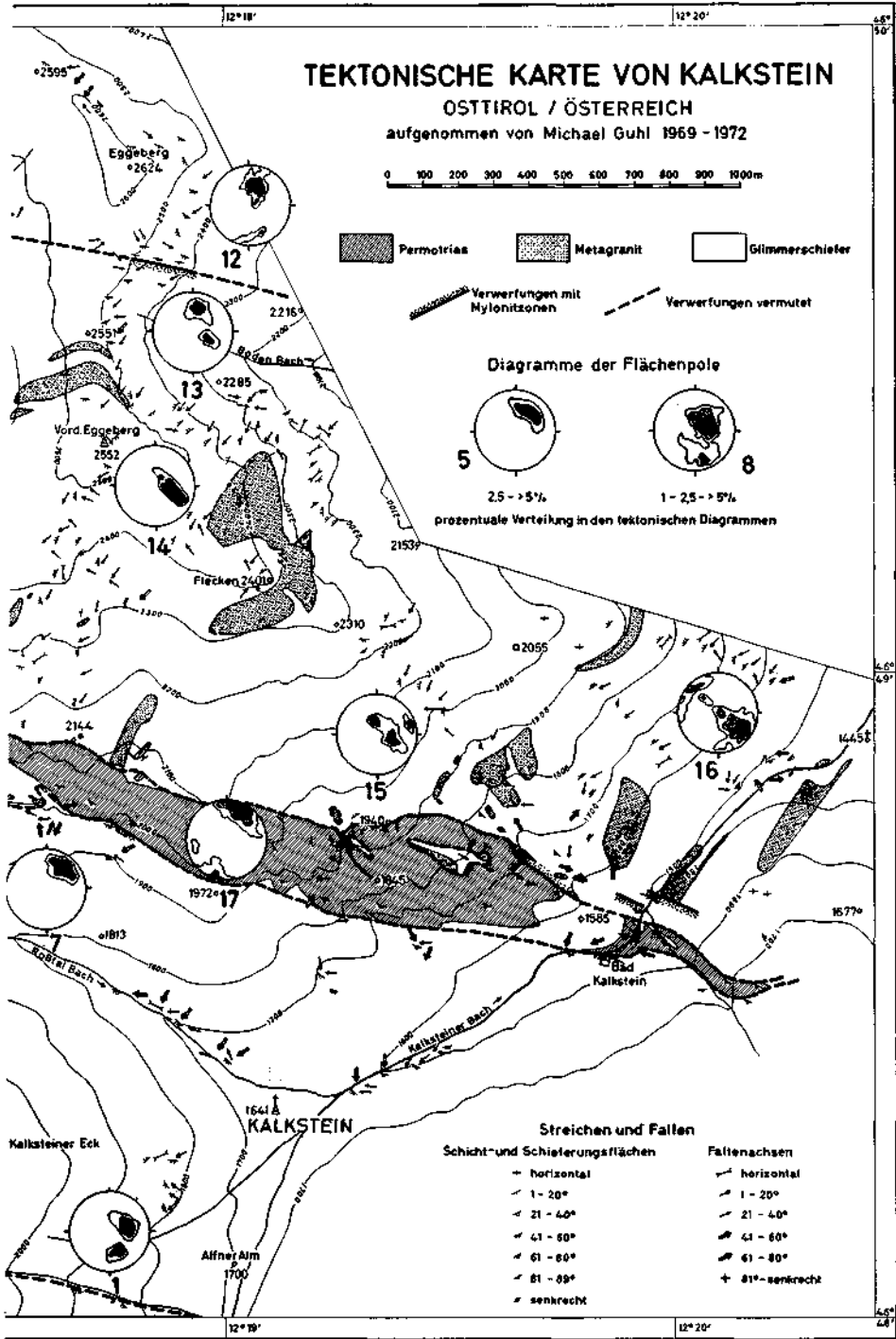


Abb. 1.

pseudosedimentären Lagen parallel den Scherbahnen ausgeschmiert. Mechanisch kompetente Gesteine wie nicht gebänderte Kalke und die Dolomite bilden eine Klüftungsschieferung wie im Altkristallin aus. Versetzungen parallel der Gefügekoordinate „b“ betragen zwischen 0,1 mm und Dezimetern.

Phase 4

Die Faltung B_4 bewirkt die Einfaltung der Permotrias in das Altkristallin und eine großtektonische Zonengliederung der Gegend von Kalkstein. B_4 streicht N 120 E und taucht flach bis mittelsteil nach NW ein.

Die synformalen und antiformalen Großstrukturen haben Wellenlängen von ca. 1,3 km, die auch nicht zusammenhängenden Aufschlüssen durch eine quantitative tektonische Analyse abgeleitet sind. Die Interferenz von B_4 -Großstrukturen mit B_2 -Großstrukturen schafft Zonen mit wechselseitiger syn- und antiformaler Kulmination (nördlich der Permotrias bis zur Linie des Boden-Baches und deren westliche Verlängerung) und mit wechselseitiger syn- und antiformaler Depression (südlich der Permotrias bis zur Linie des Höhenrückens von Pürglers Kunke Punkt 2500 m über Kalksteiner Eck Punkt 2213 m zur Alfen Alm Punkt 1700 m).

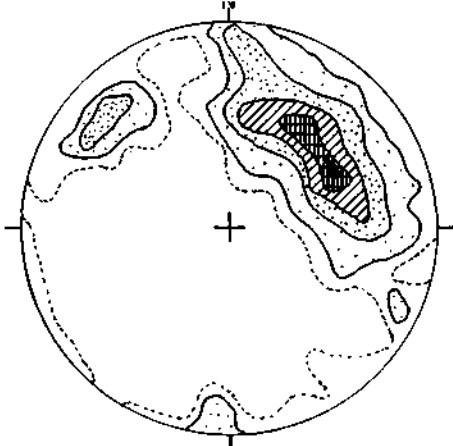
Diese N 115 E-streichenden Zonen werden von 100 bis 250 m breiten Teilzonen voneinander geschieden. In diesen Teilzonen verkürzen sich die geometrisch ableitbaren B_4 -Wellenlängen auf Zehnermeter. Damit ist eine zunehmende Verteilung der Flanken verbunden. Ererbte Gefügeelemente werden passiv rotiert.

Randlich, jeweils südlich und nördlich der Teilzone, grenzt scharf gegen die folgenden B_4 -Großstrukturen eine subvertikale, N 110-streichende Hauptstörung, die von einer Schar kleinerer, syn- und antithetischer Aufschiebungsflächen begleitet wird. Die Zonen der Großstrukturen verhalten sich generell als starre Blöcke, wobei die Teilzonen als Puffer wirken. Infolgedessen ergeben sich in den Teilzonen nebeneinander nach NNE und SSW gerichtete Bewegungssinne der Aufschiebungen.

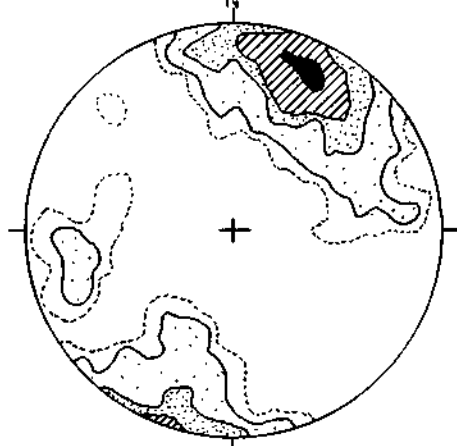
Die Hauptstörungen sowie die Scharen von größenordnungsmäßig kleineren Nebensterungen werden von symmetrischen und asymmetrischen B_4 -Knickfalten mit Wellenlängen im Mikro- bis Meterbereich begleitet. Sie besitzen steile Flanken und eine wechselnde Vergenz. Ererbte Gefügeelemente sind nahezu vollständig überwältigt. Dabei kommt es stellenweise zu starker Mylonitisierung. In einer Entfernung von nur wenigen Metern abseits der Störungen klingen die B_4 -Knickfalten schnell aus.

Südlich der Permotrias befindet sich das tektonisch hangende Kristallin. Es klemmt die permotriadischen Schichten ein und bezieht diese somit in die B_4 -Teilgefüge des Altkristallins mit ein. Die Zone der Permotrias ist als Teilzone im Sinne eines Puffers zwischen den starren Blöcken der nördlich und südlich anschließenden altkristallinen Großstruktur zu verstehen.

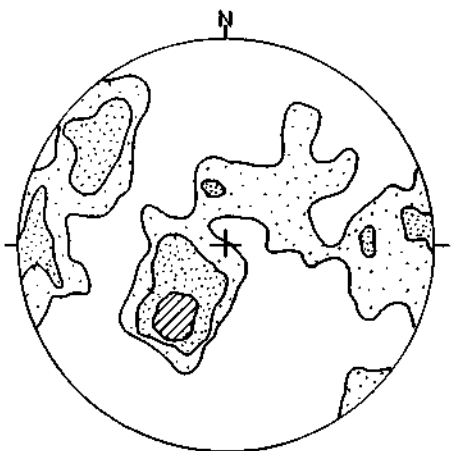
Es gibt in der Permotrias Aufschlüsse der kristallinen Basis in Form von tektonischen Fenstern und solche randlich der Permotrias. Beide können bezüglich ihrer Gefügestalt mit den Teilzonen der Bodenbachlinie und des Höhenrückens Pürglers Kunke—Kalksteiner Eck gleichgesetzt werden. Entsprechend der Regel von der Stauchfaltengröße formt das mächtige Paket der stratigraphisch hangen-



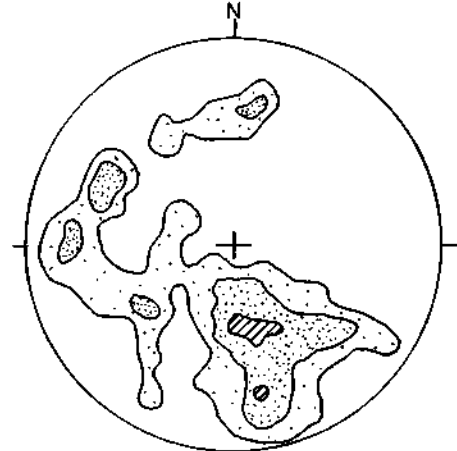
sf-Pol-Sammeldiagramm Metagranite
N Pünglers Kurve bis Kalkstein Jöchl ①
390 sf-Pole 0,5-1-2,5-5-7,5-10%



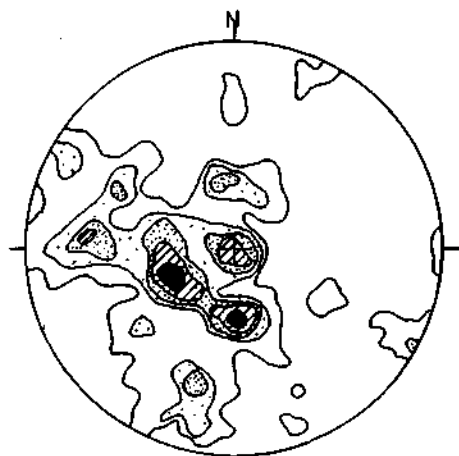
ss-Pol-Sammeldiagramm Permotrias ②
591 ss-Pole 0,5-1-2,5-5-10%



B-Achsendiagramm Glimmerschiefer
Raftal-Kar ③
291 B-Achsen 1-2,5-5%



β -Diagramm Permotrias ④
820 β_{ss} 1-2,5-5%



B-Achsen-Sammeldiagramm Permotrias ⑤
183 B Achsen 1-2-3-4-6%

den dolomitischen Gesteine einen Großfaltenbau mit Amplituden im Bereich von 100 m, während die inkompetenten, stratigraphisch liegenden Bänderkalke und die Basisschichten („Verrucano“) einen B_4 -Faltenbau mit Wellenlängen und Amplituden im Dezimeter- bis Zehnermeterbereich aufweisen. Das Permotriasvorkommen von Kalkstein stellt im wesentlichen die SSW-Flanke eines unvollständig entwickelten Sattels dar, dessen Kern samt der altkristallinen Basis einer Spezialfaltung unterworfen worden ist. Dabei sind alle Gefügeelemente der Phase 3 entsprechend rotiert worden.

Die Permotrias

Sie fügt sich zwanglos in die Teilgefüge der Phase 3 und 4 des Altkristallins. Darüber hinaus ist bei der quantitativen Analyse tektonischer Daten eine überaus große Übereinstimmung der Punktsymmetrien zwischen Altkristallin und Permotrias festzustellen, ungeachtet der zusätzlich gefügeprägenden Phasen 1 und 2 im Altkristallin. Bezüglich der B-axialen Gefüge heben sich nur zwei Richtungen heraus:

- B_3 fällt mit der Richtung von B_2 und
- B_4 fällt mit der Richtung von B_1 zusammen.

Die B_1 -Achsenebenen-parallel-Verschieferung des Altkristallins (sf_1) liegt parallel zum Hauptstreichen der Permotrias. Das anscheinend diskordante Zusammenstoßen von Gefügebereichen des Altkristallins mit der Permotrias ist durch eine unterschiedliche Größenordnung der richtungsmäßig übereinstimmenden Falten B_3 und B_2 zu erklären. Senkrecht auf die Permotrias stößt das Streichen der altkristallinen Schieferungsflächen immer dann, wenn die Schnittfläche der kristallinen Basis Flanken von B_2 -Großstrukturen kappt; dann liegt das Streichen der Schieferungsflächen nahezu parallel den SW-tauchenden B_2 -Achsen. Bei Ausglättung der B_2 -Verfaltung ergäbe sich wieder das generelle Streichen von N 115 E.

Literatur

- ANGENHESTER, G., BÖGEL, H., & MORTEANI, G.: Die Ostalpen im Bereich einer Geotraverse vom Chiemsee bis Vizenca. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 148, 50—137, Stuttgart 1975.
- BÖGEL, H.: Zur Literatur über die „Periadriatische Naht“. — Verh. Geol. B.-A., Jahrgang 1975, H. 2—3, 163—199, Wien 1975.
- KLEBELSBERG, R. VON: Geologie von Tirol. — 372 S., Berlin (Verl. Borntraeger) 1935.
- SASSI, F. P., ZANFERRARI, A., ZIRPOLI, G., BORSI, S., & DEL MORO, A.: The Austrides to the south of the Tauern Window and the periadriatic lineament between Mules and Mauthen. — N. Jb. Geol. Paläont., 1974, 421—434, Stuttgart 1974.
- SCHMIDEGG, O.: Der Triaszug von Kalkstein im Schlingengebiet der Villgrater Berge (Osttirol). — Jb. Geol. Bundesanst., 87, 111—132, Wien 1937.
- TOLLMANN, A.: Ostalpensynthese. — 256 S., Wien (Verl. F. Deuticke) 1963.
- WHITTEN, E. H. T.: Structural geology of folded rocks. — 663 S., Chicago (Rand McNally & Co) 1966.

Manuskript eingereicht im Dezember 1975.