

ŠTEFAN KAHAN\*

# STRUKTURELLE UND METAMORPHE CHARAKTERISTIK DES KRISTALLINS DES GEBIRGES STRÁŽOVSKÉ VRCHY (SUCHÝ UND MALÁ MAGURA)

*(Abb. 1—31)*



**Kurzfassung:** Das Kristallin des Gebirges Strážovské vrchy tritt in zwei selbständigen Kernen auf (Massiv des Suchý und der Malá Magura) und wird von verschiedenen Typen kristalliner Schiefer, Migmatite und granitoider Gesteine aufgebaut. Ihre räumliche Anordnung weist eine auffällige Intimität in dem Verhältnis der Strukturen der einzelnen Gesteinstypen auf, die untereinander vermischt sind und zumeist in Zonen mit konventionellen und auch scharfen Grenzen auftreten. Zur Präzisierung ihrer geologischen Position und des tektonischen Aufbaues wurden flächige und lineare Strukturelemente in den einzelnen Gesteinstypen verfolgt und es wurden von ihnen Flächen  $s_1$ ,  $B$  und  $\beta$  Achsen und Klüfte in homogenen Bereichen in Form von Konturendiagrammen ausgewertet. Die mezostrukturelle Analyse bestätigte den vorausgesetzten komplizierten megaantiklinalen Bau des Kristallins mit mehreren partiellen Brachystrukturen antiklinalen und synkinalen Charakters als Resultat des eindeutigen Überwiegens der variszischen Tektonogenese.

Gesondert angeführt werden Bemerkungen zu dem Magmatismus und Metamorphismus, wobei verschiedene Möglichkeiten der Entstehung des behandelten Kristallins vom Standpunkt seiner vormetamorphen Entwicklung, des Verlaufes der Metamorphose und der Altersbeziehungen diskutiert werden.

**Резюме:** Кристалликум гор Стражовске врхи выступает в двух самостоятельных ядрах (массивы Сухи и Мала Магура) и построено разными типами кристаллических сланцев, мигматитов и гранитоидных пород. Их пространственный порядок показывает необыкновенную интимность в отношении структур отдельных типов пород, которые взаимно перемешанные и в большинстве выступают в полосах с конвенциональными, как и острыми границами. С целью уточнения их геологического положения и тектонической структуры, изучали их поверхностные и линейные структурные элементы в отдельных типах пород и из них поверхности  $s_1$ ,  $B$  и  $\beta$  оси и трещины гомогенных областях оценивали формой контурных диаграмм. Мезоструктурный анализ подтвердил предполагаемую сложную megaантеклинальную структуру кристалликума с несколькими парциальными брахиструктурами антиклинального и синклинального характера как результат совершенного преимущества варийского тектогенеза.

Отдельно приведено Примечание к магматизму и метаморфизму, в котором дискусируются разные возможности возникновения предметного кристалликума с точки зрения его дометаморфического развития, течения метаморфоза и возрастных отношений.

## *Einleitung*

Das Kristallin tritt in dem Gebirge Strážovské vrchy in den Kernen der Massive Suchý und Malá Magura auf, die exzentrisch, an dem östlichen Rand

\* RNDr. Štefan Kahan, CSc., Lehrstuhl für Geologie und Paläontologie der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Komenský-Universität, Gottwaldovo nám. 19, 886 02 Bratislava.

des Gebirges situiert sind. Die südliche und östliche Abgrenzung des Kristallins gegenüber den mesozoischen und tertiären Komplexen ist markant tektonisch, die übrigen Grenzen sind stratigraphisch. Beide Massive sind anähnrend dreieckiger Gestalt, in Richtung SSW—NNO gestreckt und ihre zentralen Kämme werden überwiegend von Granitoiden gebildet, während in östlicher und westlicher Richtung Paragneis- und Migmatit-Komplexe vorherrschen. Die Gesteine sind ungleichmässig vertreten und wechseln in Zonen unterschiedlicher Mächtigkeit. Das Auftreten von biotitischen Paragneisen als selbständiger Komplexe, aber auch als Xenolithen in Granitoiden und Migmatiten, sowie weitere Faktoren bezeugen die enge Beziehung zwischen den einzelnen Gesteinstypen und ihre anatektische Beanspruchung.

Da geologische Profile durch das behandelte Gebiet in der Arbeit des Autors (Š. Kahan, 1979) angeführt sind, ist diesem Beitrag nur eine tektonische Skizze beigefügt. An Gesteinsmaterial sind Paragneise, Amphibolite, Granitoid, Migmatite und Tektonite vertreten.

### *Strukturanalyse — allgemeine Charakteristik*

Zur Präzisierung des geologischen und tektonischen Baues der kristallinen Kerne der Massive Suchý und Malá Magura wurden flächige und lineare, in den einzelnen Gesteinen charakteristisch entwickelte Strukturelemente verfolgt und gemessen. Aus ihnen wurden B und  $\beta$  Achsen, Flächen  $s_1$  (im Sinne von B. Sander, 1950) und Klüfte in Form von Konturendiagrammen ausgewertet. In vorliegender Arbeit sind nur Diagramme angeführt, die typisch für die einzelnen statistisch ausgegliederten homogenen Bereiche sind, da aus der Gesamtzahl von über 10 000 direkten Messungen von Strukturelementen eine bedeutende Zahl von Abschnitts-Diagrammen in verschiedenen Bereichen zusammengestellt wurde, von denen der allgemeine tektonische Bau bestätigt wird. Die ziemlich grosse Flächenausdehnung der studierten Komplexe des Kristallins (ca 150 km<sup>2</sup>) erforderte die Verfolgung penetrierender Strukturen und weiterer mezokopischer Elemente gesondert in den einzelnen Partien des Terrains, das in 12 Rayons unterteilt wurde. Aus diesem Aspekt werden im weiteren die Diagramme durch Abschnittsdiagramme, bzw. zusammenfassende Diagramme für einen bestimmten Bereich angeführt, und zwar entweder für einen bestimmten Gesteinstyp oder für alle Gesteinstypen zusammen, soweit in allen das selbe Strukturelement vorkommt. Ein derartiges Vorgehen wurde durch mezokopische Beobachtungen während der geologischen Kartierung beeinflusst, bei welcher bereits aus orientativen direkten Messungen der Verlauf der Gesteinszonen und ihre Vertretung in den einzelnen Teilen des Terrains deutlich wurde.

#### *Flächen $s_1$*

Das wichtigste, markanteste und häufigste penetrative (durchdringende) Element sind Flächen der sekundären Foliation metamorphen Ursprungs, im weiteren als Flächen  $s_1$  bezeichnet. In dem behandelten Kristallin sind sie am stärksten in Paragneisen, weniger in Migmatiten vertreten, und in der Form

von Lagen und Linsen biotitischer Paragneise und Flasern von Biotit auch in verschiedenen Typen granitoider Gesteine. Es sind dies Flächen einer guten Trennbarkeit — Spaltbarkeit der Gesteine, wobei sie in allen Typen ein fast völliges Übereinstimmen zeigen — eine Konkordanz zu der Lithologie der ursprünglichen Sedimente. In diesem Sinne wäre es kein Fehler, sie auch mit dem genetischen Terminus Schieferigkeit zu bezeichnen, der sich in diesem Fall mit dem Begriff Kristallisationsverschieferung deckt. Über die Art ihrer Entstehung bestehen natürlich mehrere Ansichten, von denen für den gegebenen Fall vor allem die Erkenntnisse von F. J. Turner — J. Verhogen (1960) und F. J. Turner — L. E. Weiss (1963) akzeptiert werden können. Die Entstehung von Flächen  $s_1$  ist nach ihnen an gewisse Tiefenbedingungen gebunden, wenn sich das Gestein lange Zeit in viskosem Zustand befindet und es zu einem laminaren Fliessen an den Flächen sehr geringer Scheerspannung kommt. Da die Entstehung von Flächen  $s_1$  in bedeutendem Masse von dem lithologischen Charakter der ursprünglichen Sedimente, ihrer Zusammensetzung und ihren Texturen abhängig ist (Š. Kahan, 1967), deckt sich dieser Begriff mit ihrer Schichtigkeit und könnte nichtgenetisch auch als schichtige Clivage bezeichnet werden.

Die grösste Dichte der Flächen  $s_1$  können wir bei Paragneisen beobachten, wo sich diese am stärksten bei typischen schieferigen biotitischen Paragneisen äussert, während es sich bei quarzitischen biotitischen Paragneisen um massigere — plattigere Körper und Lagen mit einer weniger ausgeprägten Vertretung von Flächen  $s_1$  handelt. Die Flächen  $s_1$  sind gerade und rauh, bei migmatisierten Paragneisen sind sie mässig gewellt und rauh, in lokal verfalteten Lagen sind sie detailliert bis mikro-gewellt.

In Migmatiten ist die Dichte der Flächen  $s_1$  in stromatitischen Typen die grösste, wo diese durch dünne Feinschichten von Paläosom als Palimpsest-Zeichnung der ursprünglichen Schichtigkeit wechseltlagernd mit Lagen von Neosom repräsentiert wird. Ähnlich wie in nichtmigmatisierten Paragneisen ist auch hier vom genetischen Standpunkt der Flächen  $s_1$ , vor allem die Formregelung nach Glimmern, gegebenenfalls Feldspäten wichtig. Es ist klar, dass die Minerale, die sich mit kristallographischen Flächen an der Bildung der Flächen  $s_1$  beteiligen, durch eine progressive Metamorphose entstanden sind, und auch aus diesem Grund können die Flächen  $s_1$  als metamorphe Schieferigkeit bezeichnet werden. Die Formregelung dieser Minerale in Paragneisen und Migmatiten bedingt und repräsentiert zugleich die Flächen der physikalischen Diskontinuitäten, welche die Richtungen ihrer besten Spaltbarkeit und Absonderung darstellen. Ihre Dichte ist verschieden und schwankt in Abhängigkeit von der Menge des Neosoms, mit dessen Zunahme die Flächen  $s_1$  sich voneinander entfernen, wobei über ophthalmitische Typen zu Nebuliten allmählich ihr paralleler Verlauf schwindet, und in ptygmatisch verfalteten Typen sind sie völlig unregelmässig. In nebulitischen Migmatit-Typen sind die Flächen  $s_1$  in der Form von Skialithen erhalten und bei dem Übergang in hybride Granitode schwinden sie völlig, bzw. sind sie nur in der Form von eingeregelten Glimmerkonzentrationen, insbesondere von Biotit, erhalten. Im Vergleich zu Paragneisen sind die Flächen  $s_1$  in Migmatiten unregelmässiger, oft verliert sich ihre Parallelität, sie pflegen makro- und auch mikro-verfaltet, verhältnismässig rauh, verkrümmt zu sein.

*Flächen s<sub>2</sub>*

In Migmatit-Komplexen, namentlich in Lagen mit ausgeprägt verfalteten stromatitischen Migmatiten, kann die Verfaltung von Flächen s<sub>1</sub> in B-Falten beobachtet werden, dadurch entstehen Clivage-Flächen der Achsenebenen ab — bezeichnet als Flächen s<sub>2</sub>. In Paragneisen kommt dieses Strukturelement weniger häufig vor, in Migmatiten kann es allgemein verfolgt werden, doch ist sein struktureller Wert infolge der Unregelmässigkeit der Mobilisierung des Neosoms nur lokal und die gemessenen Werte wurden statistisch nicht ausgewertet. Im Grunde handelt es sich um eine Synmigmatisationserscheinung der Entstehung von Flächen s<sub>2</sub>, bedingt durch die Formung von B-Falten, und im Sinne von B. Sander (1911) können sie als Foliation der Transposition bezeichnet werden. Nur örtlich begrenzt werden die Flächen s<sub>2</sub> auch zu, durch jüngere tektonische Prozesse bedingten Flächen der physikalischen Diskontinuitäten. Diese sind jedoch nur sporadisch und wurden als besonderer Flächentyp nicht ausgegliedert. Ihre Bedeutung ist eher theoretisch als praktisch, ihre Existenz ist jedoch unbestritten und bezeugt die jüngere neoide Überarbeitung der kristallinen Komplexe, wobei diese Flächen gegenüber den Flächen s<sub>2</sub> penetrativ werden.

*Flächen s<sub>3</sub>*

Diese sind in allen Gesteinstypen verfolgt worden und stellen sekundäre, metamorphe Foliationen dar, die durch eine neoide retrograde Metamorphose entstanden sind. Sie kommen überall dort vor, wo die junge Bruchtektonik bei der finalen Modellierung und Hebung — bzw. Aufwölbung beider Kerne zur Geltung kam. Sie befinden sich also vor allem an der südlichen Grenze und an der östlichen — tektonischen Begrenzung, in der Regel an dem Kontakt mnt mesozoischen und tertiären Komplexen. Sie stellen Flächen der physikalischen Diskontinuität dar, deren Entstehung durch die formässige Anordnung der Minerale der retrograd-metamorphen Fazies, wie Bauerit, Serizit, Chlorit, Albit und Quarz bedingt ist. Es handelt sich im Grunde um eine sekundäre Verschieferung infolge der tektonischen Durchknetung der Gesteine bei Entstehung von Diaphthoriten, Phylloniten und bei einer mechanischen Destruktion auch von Myloniten. Am meisten sind verhältnismässig breite Zonen von Migmatiten an der östlichen Begrenzung des Suchý und der Malá Magura diaphthorisiert, wo die Flächen s<sub>1</sub> oft völlig durch Flächen s<sub>3</sub> überprägt sind und der ursprüngliche Verlauf der Flächen s<sub>1</sub> nur nach den erhaltenen, stark zertrümmerten Neosom-Lagen identifizierbar ist. Örtlich kann beobachtet werden, dass die Flächen s<sub>3</sub> die Flächen s<sub>1</sub> kopieren und konform auf diese aufgeprägt sind. Häufiger ist jedoch eine diskonforme Transposition der Flächen s<sub>3</sub> auf den Flächen s<sub>1</sub>, dies ist anscheinend durch die Lage der variszischen Strukturen während der neoiden Deformation bedingt. Ähnlich verhält es sich bei Phylloniten, deren stärkere Vertretung vor allem in dem Massiv Suchý an der SW-Grenze, n. von der Gemeinde Závada pod Čiernym vrchom verfolgt werden konnte. Mylonite sind verhältnismässig selten, einige Stadien der Entwicklung dieser Gesteine sind hauptsächlich an der östlichen Begrenzung der Malá Magura zu beobachten. In den zentralen Partien beider Kerne existieren diese Gesteine praktisch nicht und bilden

nur einige Vorkommen in der Grössenordnung von m-Mächtigkeiten. Der Verlauf aller dieser Flächen ist in der tektonischen Skizze des studierten Gebietes festgehalten, statistisch wurden sie nicht ausgewertet. Ihr Begleitmerkmal in kompetenteren Gesteinen ist die Entstehung von Kluft-Clivage, und an mehreren Stellen kann an ihnen auch eine Lineation — Rutschungsspuren in der Grössenordnung von mm — cm verfolgt werden (z. B. Mündung des Tales Liešanská dolina).

### *Falten*

In dem untersuchten Kristallin können sie in biotitischen Paragneisen und vor allem in Migmatiten verfolgt werden, wo sie eine sehr bunte Vertretung in Grösse, Form, geometrischen Eigenschaften, Stil, Symmetrie, Orientation u.ä. besitzen. Eine Gliederung der Falten des studierten Gebietes von morphologischem, genetischem oder weiteren Gesichtspunkten, wäre das Objekt eines gesonderten Studiums und würde den Rahmen dieser Arbeit stark überschreiten. Ich beschränke mich deshalb nur auf ihre kurzgefasste Charakteristik.

Vom Standpunkt der Grösse kommen hier alle Typen vor, von mm bis zu einigen m grossen. In der Regel sind sie nur im Rahmen eines Aufschlusses zu verfolgen, so betrifft die überwiegende Zahl der direkt gemessenen Werte von B-Achsen Falten der Grösse von einigen cm bis zu 2—5 m, nur ziemlich schwer sind in dem relativ stark verschütteten Terrain auch Falten mit Dimensionen von einigen zehn m zu verfolgen. Die kleinsten Fältchen repräsentieren im Grunde eine detaillierte Verfaltung der Flächen  $s_1$  und sind von einigen zehntel bis zu einigen mm gross. Am häufigsten kommen Falten in cm und dm Grösse, ca bis zu 1,0—1,5 m vor. Falten mit Grössen über 1 m äussern sich in der Regel durch Biegungen, wobei sie vor allem in verkieselten Gneis-Partien und granitisierten Lagen zu verfolgen sind, woraus geschlossen werden kann, dass sie an kompetentere Lagen in den Gneisen oder Migmatiten gebunden sind. In der Regel sind schieferige (nichtkompetente) Gneis-Lagen zu Kleinfalten deformiert, während massigere, bankige, verkieselte (kompetente) Lagen nur in Falten mit grösseren Radien verkrümmt sind. Vom Standpunkt des Stils (F. J. Turner — L. E. Weiss, 1963) handelt es sich dann um verschiedene Typen von konzentrischen, disharmonischen, vereinigten ptygmatitischen und anderen Falten. Vom morphologischen Standpunkt aus können wir nach der Orientierung der Achsenebene hier ebenfalls alle üblichen Typen, doch nicht in gleichem Verhältnis, identifizieren. Am häufigsten kommen schiefe bis überkippte Falten vor, die fast immer asymmetrisch sind und in der Regel den Rahmen von dm-Dimensionen nicht überschreiten. Aufrechte Falten sind in der Regel grösserer Ausmasse, doch sind sie nicht so häufig. Breitere, bogenförmige Faltenscharniere sind für Falten typisch, die durch konzentrische Krümmung, vor allem bankiger Komplexe, entstanden sind. In nichtkompetenten Lagen pflegen die Faltenscharniere in der Regel spitz zu sein, da es hier zu einer plastischen Verflachung kommt, wobei oft eine Abhängigkeit der Faltung von kompetenten und nichtkompetenten Lagen zu sehen ist. Den Orientierungen der Faltenachsen nach, wurden horizontale bis subhorizontale und Tauchfalten registriert, vertikale wurden nicht beobachtet.

Trotz der ziemlichen Verschiedenheit in der Vertretung unterschiedlicher

Faltentypen ist die Anzahl der direkt messbaren Werte aus Aufschlüssen relativ gering. Die Achsen, besonders bei grösseren Falten, können nur selten im Aufschluss gemessen werden, deshalb wurde ihr Verlauf konstruktiv, an Hand der Messungen von verfalteten Flächen  $s_1$  festgestellt. Dadurch wurden Angaben über den Verlauf der theoretischen  $\beta$ -Achsen ermittelt, die in Konturen-Diagrammen gemeinsam mit den direkt gemessenen B-Achsen ausgewertet wurden.

### Lineationen

Von linearen Elementen wurden im Sinne von E. Cloos (1964) vor allem Gleitrillen an tektonischen Harnischen (Spiegeln), lineare Einregelung von Glimmern, nämlich Biotit und die oben erwähnten Mikro- und Kleinfelten, B-Achsen und konstruierte Schnittlinien der Flächen in der Form von  $\beta$ -Achsen verfolgt. Es soll bemerkt werden, dass ich diese Strukturen in dem studierten Terrain als die wichtigsten linearen Strukturen der Gesteine betrachte, obwohl die meisten von ihnen von F. J. Turner — L. E. Weiss (1963) nicht als solche angesehen werden, da es sich in der Regel um Kombinationen von flächigen und linearen Elementen handelt.

Gleitrillen befinden sich in verschiedenen Gesteinstypen entweder direkt an den Flächen  $s_2$ , oder häufiger an abgeschliffenen Klüften, die als Flächen zur Bewegung kleinerer Gesteinsblöcke dienten. Der Charakter und die Dichte der Rillen an tektonisch abgeschliffenen Flächen ist verschieden, ebenso ist auch ihr Streichen und Fallen verhältnismässig variabil. Bisher wurden sie nicht eingehender analysiert, doch sind sie unbestritten ein ziemlich wichtiges Element zur Vervollständigung des Strukturplans dieses Gebietes, da es sich altersmässig um junge neoide — alpidische Strukturelemente handelt.

### Klüfte

Sind in Bezug auf die Häufigkeit, eines der am markantesten vertretenen Strukturelemente, ihr Verlauf beeinflusst jedoch den Strukturplan des studierten Gebietes in keiner grundlegenden Weise. In verschiedenen Gesteinstypen entstanden infolge einer intensiven vortriassischen, vor allem jedoch neoiden Deformation mehrere Kluftsysteme, die sich nach der Beendigung der Fliessdeformation als Rupturen in sprödem Zustand gebildet haben. In mehreren Fällen handelt es sich um Klüfte, die von Quarz, bzw. pegmatitisch-aplitischem Material ausgefüllt sind und als vortriassisch angesehen werden können. Zumeist handelt es sich jedoch um nichtausgefüllte Klüfte ohne begleitender Ausserungen einer metamorphen, durch eine Mineral-Ausfüllung begleitete Differentiation die durch spröde Deformation als Widerspiegelung der allgemeinen Reaktion des Gesteins auf die neoiden Drücke während der alpidischen Orogenese entstanden sind. Die Kluftsysteme wurden in Beziehung zu den Flächen  $s_1$  verfolgt, da jedoch diese in dem behandelten Kristallin fast überall einen mit den B-Achsen identischen Verlauf zeigen, gelten die abgeleiteten Beziehungen auch für sie. Aus diesem Aspekt wurden Querklüfte (OkO), Längsklüfte (kOO) und Diagonalklüfte (Okl) unterschieden, wobei die letztgenannten den eindeutig überwiegenden Typ bilden.

Abgeschliffene Klüfte mit Rutschungsspuren stellen gleichzeitig disjunktive abgeleiteten Beziehungen auch für sie. Aus diesem Aspekt wurden Quer-

Dislokationen dar, an denen durch die Rillen die Richtung der Translation von partiellen Abschnitten, bzw. Blöcken dargestellt ist, und sie können als Brüche klassifiziert werden, an denen es zu Teilbewegungen kam. Einen Vorschlag zur Klassifikation von disjunktiven Dislokationen vom Typ tektonischer Spiegel auf Grund der Feststellung des Fallwinkels der Scherfläche und des von der relativen Richtung der Translation und der Richtung der Scherfläche geschlossenen Winkels legte K. Siegl (1970) vor. In dem untersuchten Kristallin wurde bisher keine ausreichende Anzahl von Werten gewonnen, um diese Klassifikation anwenden zu können, bzw. um die gemessenen Werte statistisch auszuwerten.

### *Diskussion der Resultate*

Aus der geologischen Kartierung ergab sich, und die Strukturuntersuchungen bestätigen, dass sowohl in dem Massiv Suchý wie auch in der Malá Magura das Kristallin (Gneise, Migmatite und Granitoide) in Zonen angeordnet sind, die bis auf geringe Ausnahmen einen gleichen Verlauf haben. Dieser wird durch den Verlauf der Flächen  $s_1$  in den einzelnen Gesteinstypen dokumentiert, sowie durch die Stellung der  $B$  und  $\beta$  Achsen und auch der Achsen der partiellen Synkinalen und Antikinalen. In den einzelnen Gebieten des Kristallins des Suchý nehmen diese Strukturen folgende Stellung ein.

In dem weiteren Bereich des Tales Bystrica an der südöstlichen Begrenzung des Gebietes (Abb. 1), ist der Verlauf der Flächen  $s_1$  NNO—SSW mit einem Fallen nach WNW, wobei hier ein Generalstreichen angeführt ist, von welchem Abweichungen existieren, die jedoch keinen grundsätzlichen Charakter besitzen. Die Werte des Fallens sind variabil, doch überwiegt ein steiles Fallen von 70—80°.

In westlicher Richtung von dem zentralen Rücken Čierny vrch (996,2) — K. 1025,3 zu der Mündung der Täler Kšinská dolina und Závadská dolina sind die Flächen  $s_1$  seichter gelagert (im Durchschnitt 45°) und biegen aus einer N — S verlaufenden Richtung in eine NO — SW Richtung mit einem vorherrschenden Fallen nach NW. Dabei kann die gegenseitige Verknüpftheit der mesoskopischen Strukturen der verschiedenen Gesteinstypen an dem Beispiel des Diagramms der Pole der Flächen  $s_1$  von Paragneisen (Abb. 3) und des zusammenfassenden Diagramms der Pole der Flächen  $s_1$  aller Gesteinstypen (Abb. 4), die einen Unterschied im Streichen der Flächen  $s_1$  von nur 4° aufzeigen, demonstriert werden.

In dem weiteren Bereich des Tales Liešianská dolina knüpft der Verlauf der Flächen  $s_1$  kontinuierlich an den Bereich des Tales Bystrica an, dokumentiert wiederum das übereinstimmende NNO — SSW Streichen der Flächen  $s_1$  der Paragneise, Migmatite und Xenolithen in Granitoiden (Abb. 6), wobei diese steil nach WNW, bzw. OSO fallen. Dieses Streichen hat auch der grösste Amphibolitkörper im Kern des Suchý, der in diesem Gebiet, an der Grenze der Granitoide und des Migmatit-Komplexes auftritt. Gerade Migmatite verschiedener Typen sind hier intensiv erfasst, oft mit spitzen Faltenscharnieren und auf beide Seiten sehr steil geneigten Faltenflügeln.

Westlich von dem, durch den zentralen Kamm des Massivs Suchý begrenzten Bereich des Tales Liešianská dolina, in dem Gebiet zwischen dem Schluss des Tales Kšinská dolina und Čierna Lehota kommt es zu einer lokalen Divergenz

und ausgeprägten Veränderung des Streichens der Flächen  $s_1$  aus der Richtung NNO — SSW bis NO — SW in die Richtung N — S bis NNW — SSO (Abb. 9). In dem Bereich des Vorkommens von quarzitischen biotitischen Paragneisen östlich von Čierna Lehota in dem Tal des Baches Brekovský potok kann eine bedeutende Streuung des Verlaufes der Flächen  $s_1$  beobachtet

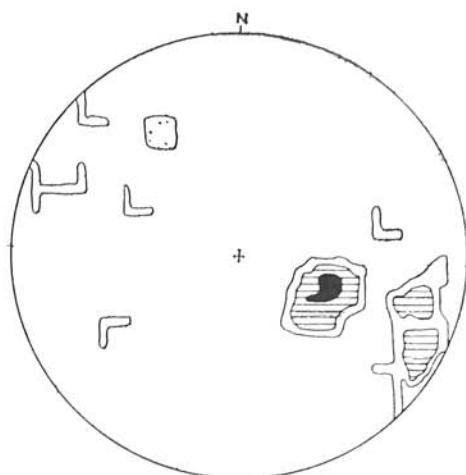


Abb. 1. Diagramm der Pole der Flächen  $s_1$  aller Gesteintypen des weiteren Bereiches des Tales Bystrica. 30 Messungen; 10—5—0,5 %.

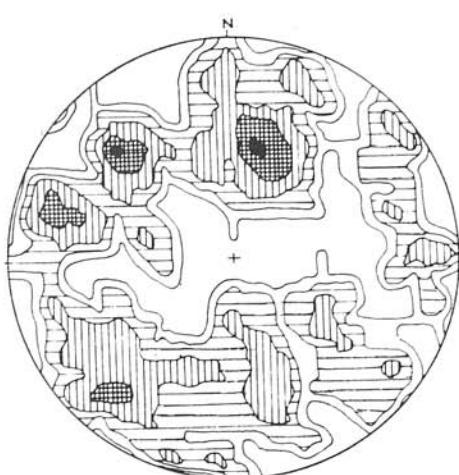


Abb. 2. Diagramm der Pole der Klüfte aller Gesteinstypen des weiteren Bereiches des Tales Bystrica. 125 Messungen; 6—4—2—1—0,5 %.

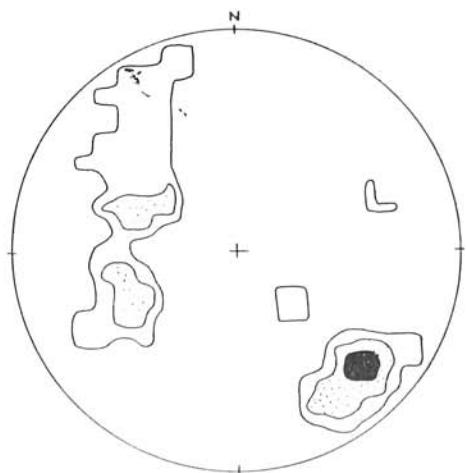


Abb. 3. Diagramm der Pole der Flächen  $s_1$  von Paragneisen bei der Mündung der Täler Kšinská dolina und Závadská dolina. 35 Messungen; 11,5—5,5—0,5 %.

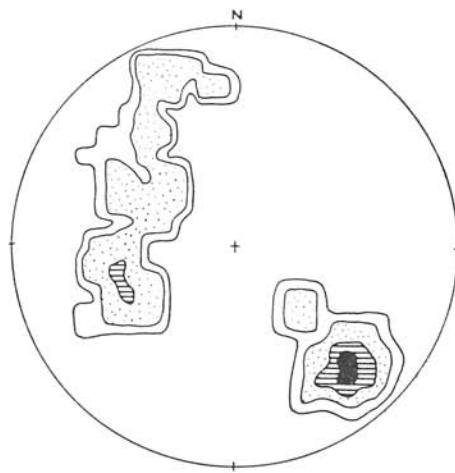


Abb. 4. Diagramm der Pole der Flächen  $s_1$  aller Gesteinstypen bei der Mündung der Täler Kšinská dolina und Závadská dolina. 60 Messungen; 13,5—7,5—2,5—0,5 %.

werden, die flach ( $9-30^\circ$ ) unter die mesozoischen Komplexe einfallen. Sie stellen den westlichsten, anscheinend durch die neoide Bruchtektonik beeinflussten Flügel des Megaantiklinoriums des Suchý dar.

Zu einer deutlichen Drehung der Flächen  $s_1$  gegenüber südlichen Teilen des Gebirges kommt es in dem Gebiet westlich des Okrúhly vrch (923,0). Aus

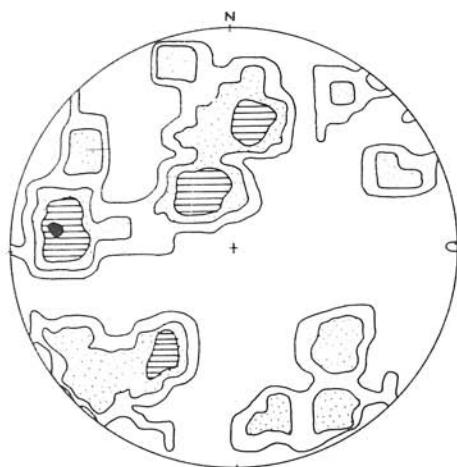


Abb. 5. Diagramm der Pole der Klüfte aller Gesteinstypen der Mündung der Täler Kšinská dolina und Závadská dolina. 80 Messungen; 7-4-2-0,5 %.

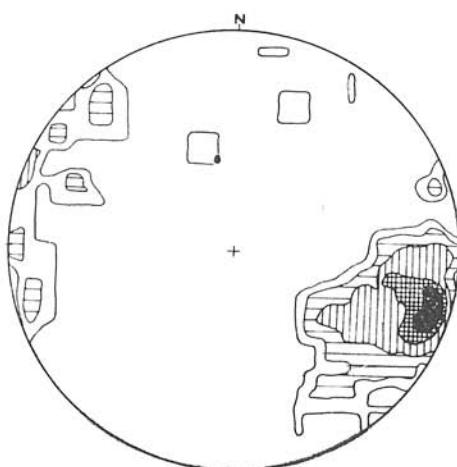


Abb. 6. Diagramm der Pole der Flächen  $s_1$  aller Gesteinstypen des weiteren Bereiches des Tales Lieštanská dolina. 100 Messungen; 7-4-2-0,5 %.



Abb. 7. Diagramm der Pole der Klüfte der Migmatite des weiteren Bereiches des Tales Lieštanská dolina. 165 Messungen; 8-6-4-2-1-0,5 %.

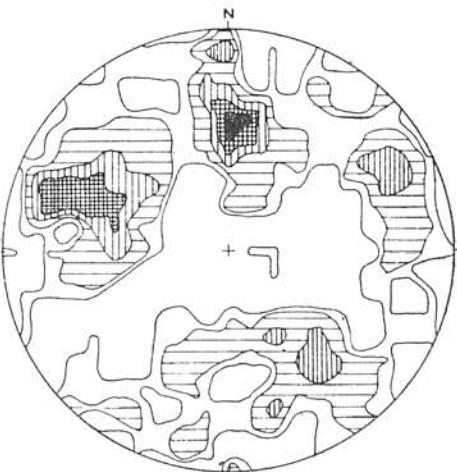


Abb. 8. Diagramm der Pole der Klüfte der Granitoide des weiteren Bereiches des Tales Lieštanská dolina. 200 Messungen; 4-3-2-1-0,5 %.

dem ursprünglichen Streichen von annähernd N—S kommt es hier zu einer Änderung ihres Verlaufes in die Richtung ONO—WSW bis O—W (Abb. 15), wobei diese Drehung verhältnismässig jeh erfolgt und hier nicht ausgeschlossen werden kann, dass sie durch die Einwirkung der angenommenen N—S verlaufenden Bruchstruktur in dem Tal Závadská dolina beeinflusst wurde.

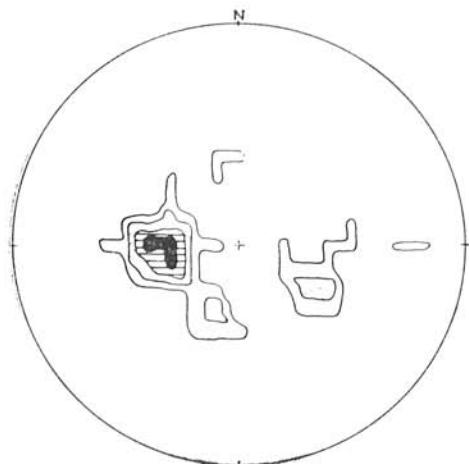


Abb. 9. Diagramm der Pole der Flächen si alter Gesteinstypen zwischen dem Tal Kšinská dolina und Čierna Lehota. 20 Messungen; 35—20—7,5—0,5 %.

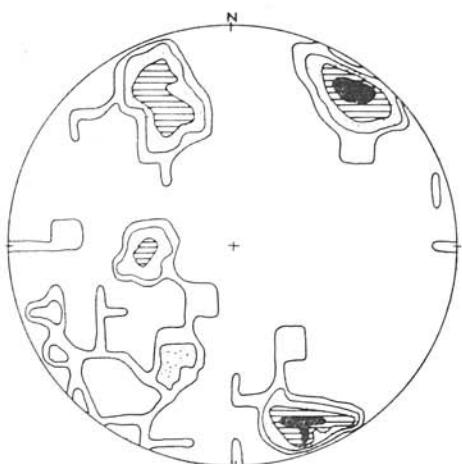


Abb. 10. Diagramm der Pole der Klüfte aller Gesteinstypen zwischen dem Tal Kšinská dolina und Čierna Lehota. 60 Messungen; 8,5—5—2,5—0,5 %.

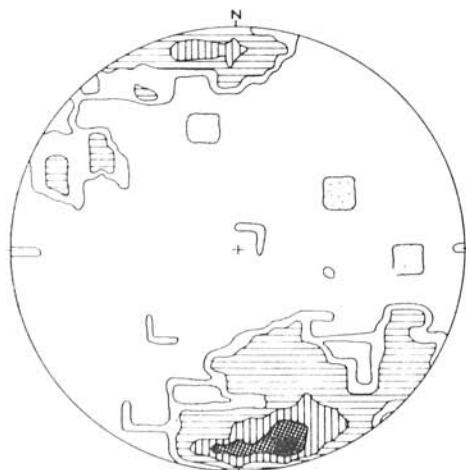


Abb. 11. Diagramm der Pole der Flächen si alter Gesteinstypen zwischen Čavoj und Okrúhly vrch. 150 Messungen; 12—8—4—1—0,5 %.

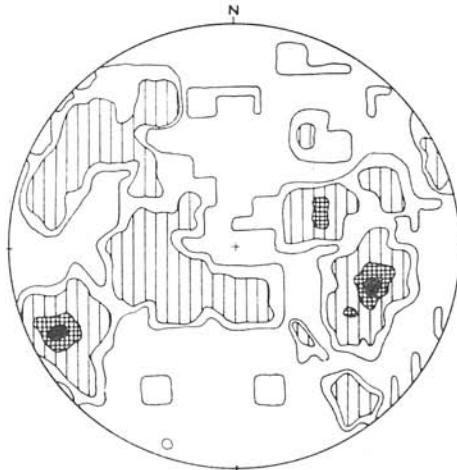


Abb. 12. Diagramm der Pole der Klüfte in Paragneisen zwischen Čavoj und Okrúhly vrch. 100 Messungen; 6—4,5—1,5—0,5 %.

In Richtung ONO—WSW bis O—W können sie auch östlich von Orúhly vrch (923,0) bis zu der n. und ö. Begrenzung des Gebietes bei der Siedlung Cobrial (Abb. 11) verfolgt werden. In diese Richtung ist die Gesamtachse des Kerns des Kristallins des Suchý gedreht, wobei der Verlauf der Flächen si auch durch die verhältnismassig ausgeprägte, durch das Tal Belanka, s. von

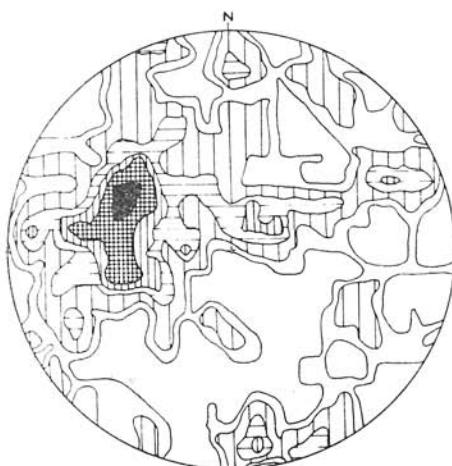


Abb. 13. Diagramm der Pole der Klüfte der Migmatite zwischen Čavoj und Okrúhly vrch. 150 Messungen; 6—4—3—2—1—0,5 %.

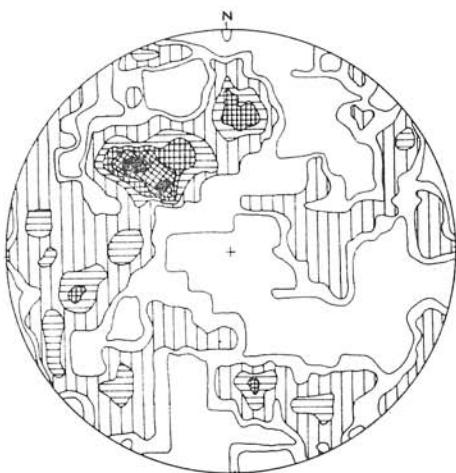


Abb. 14. Diagramm der Pole der Klüfte der Granitoide zwischen Čavoj und Okrúhly vrch. 150 Messungen; 5—4—3—2—1—0,5 %.

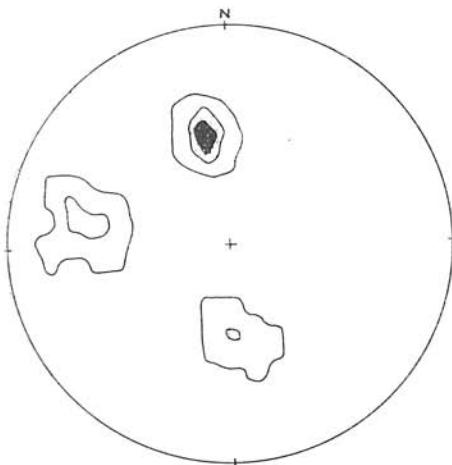


Abb. 15. Diagramm der Pole der Flächen S<sub>1</sub> von Paragneisen und Migmatiten zwischen der Waldwiese Závadská pořana und Okrúhly vrch. 25 Messungen; 20—15—0,5 %.

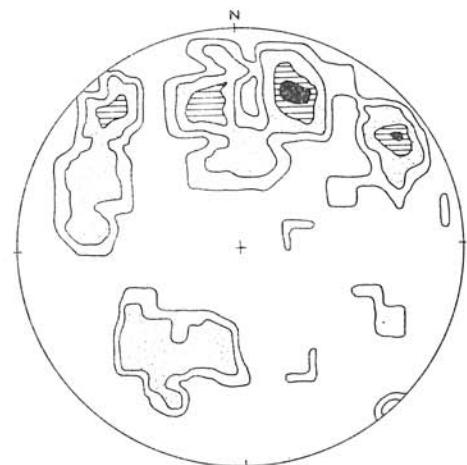


Abb. 16. Diagramm der Pole der Klüfte von Paragneisen und Migmatiten zwischen der Waldwiese Závadská pořana und Okrúhly vrch. 60 Messungen; 7,5—5—2,5—0,5 %.

Valaská Belá verlaufende Querbruchlinie nicht beeinflusst ist. An dieser Stelle kann an ihr eine kleinere Horizontalverschiebung verfolgt werden.

Die Kluftsysteme sind mit Hinsicht auf die Flächen  $s_1$  in den verschiedenen Gesteinstypen quer, längs und diagonal verlaufend, wobei in der Regel Diagonalklüfte überwiegen. Vom geographischen Standpunkt aus, kann kein eindeutig überwiegendes Kluftsystem bestimmt werden, aus den durchgeföhrten Messungen ist jedoch ersichtlich, dass es sich in den südlicheren Partien vorwiegend um die Richtungen NO—SW und NW—SO und untergeordnet N—S handelt, in dem nördlichen und östlichen Teil des Gebietes überwiegt eine annähernd N—S und WNW—OSO bis O—W verlaufende Richtung. Auch diese Wendung des Kluftsystems dokumentiert die gegenseitige Verknüpftheit der mesoskopischen Strukturen und konkret in diesem Fall der Flächen  $s_1$  und der Klüfte.

Der Verlauf der  $B$  und  $\beta$  Achsen in dem östlichen Teil des Suchý (Abb. 18) ist annährend identisch mit der Streichrichtung der Flächen  $s_1$  (N—S bis ONO—WSW), in dem westlichen Teil (Abb. 18) zeigt er ein analoges Übereinstimmen mit dem Streichen der Flächen  $s_1$  und verfolgt die Richtung N—S, nördlicher bis in die Richtung O—W gewendet. Die Submaximen in den beiden Diagrammen weisen auf Abweichungen von dem generellen Verlauf hin und sind die Widerspiegelung der lokalen Verfaltung, vor allem der plastischeren Migmatite.

Das gesamte Gebiet des Kristallins des Kerns des Suchý kann vom Gesichtspunkt der Makrostrukturen in Querschnitten, insbesondere im südlichen Teil, in mehrere synklinale und antiklinale Strukturen gegliedert werden.

Eine mässige antiklinale Struktur erscheint an der westlichsten Begrenzung des, von einem Komplex von „Závada“—Migmatiten und quarzitischen biotitischen Paragneisen gebildeten Gebietes. Diese säumen, in enger Verbindung, den ganzen westlichen und nördlichen Rand des Kristallins, wobei sie in dem Bereich des Okrúhly vrch (923,0) eine mässige, nur unausgeprägt verfaltete Elevation bilden und in der Regel in nicht sehr steilem Winkel unter die mesozoischen Komplexe tauchen. Einen derartigen Verlauf besitzen sie auch s. von Valaská Belá bis zu der Siedlung Cobrial.

Eine ausgeprägte antiklinale Struktur erscheint in dem Bereich des Tales Závadská dolina, wo sie ausser durch Strukturmessungen auch durch erhaltene graphitische Gneise und Amphibolitkörper dokumentiert wird. Diese Depression beeinflusst wahrscheinlich die vorausgesetzte N—S Bruchstruktur in dem Tal Závadská dolina, die anscheinend eine Fortsetzung des an der Grenze der Kristallins und Mesozoikums in der Fortsetzung des Tales Závadská dolina zu der Siedlung Toporie zu sehenden Bruchsystems ist.

Identisch mit dem angenommenen Verlauf der Achse des Gebirges können antiklinale Strukturen ansgagliert werden, deren Achsen annährend in der Richtung des zentralen Kammes von Süden nach Norden von dem Čierny vrch (996,2) zu K. 1025,3 (auf den Karten im Massstab 1:10 000 als Suchý vrch bezeichnet) verlaufen, von wo sie sich in Richtung NO—SW zu dem Bystrý vrch, und ONO—WSW nordwestlich von Čavoj drehen. Ihr Verlauf ist mit dem Verlauf der Vorkommen von Granitoidkörpern identisch.

Östlich von der oben beschriebenen Struktur können an Hand von eingesunkenen Schollen biotitischer Paragneise und mesoskopischen Messungen partielle synklinale Strukturen angenommen werden, die in östlicher Rich-

tung in steil bis senkrecht aufgerichtete, detailliert verfaltete Migmatite des „Liešťany“-Typs von denen der östliche Rand des Gebirges gesäumt wird, übergehen. Der Verlauf dieser Strukturen belegt den allgemeinen megaantiklinorialen Bau des Kristallins des Kerns des Suchý, wobei vor allem in dem südlichen, dem zentralen und dem östlichen Teil im Querschnitt sich ein

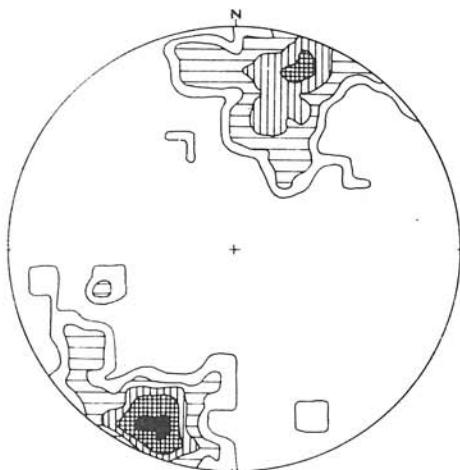


Abb. 17. Diagramm der B und  $\beta$  Achsen des östlichen Teils des Suchý. 80 Messungen; 12—7—2—0,5 %.

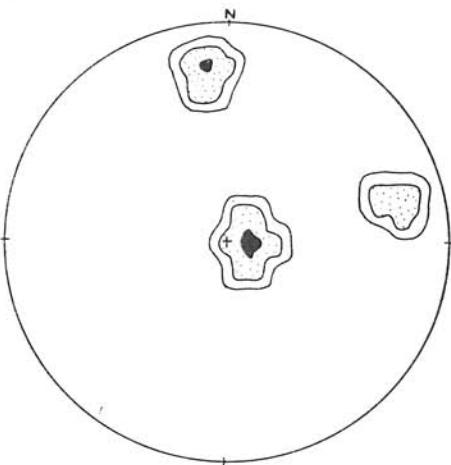


Abb. 18. Diagramm der B und  $\beta$  Achsen des westlichen Teils des Suchý. 30 Messungen; 30—10—0,5 %.

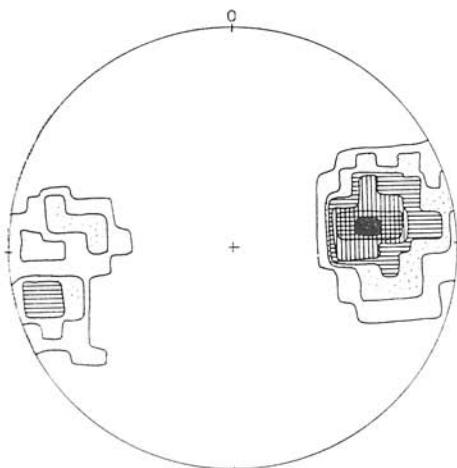


Abb. 19. Diagramm der Pole der Flächen  $S_1$  aller Gesteinstypen des SO-Teils der Malá Magura. 155 Messungen; 21—18—  
—10—7—3—1—0,5 %.

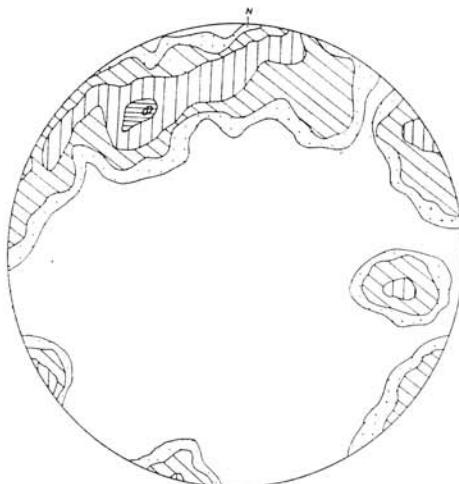


Abb. 20. Diagramm der Pole der Klüfte der Migmatite des SO-Teils der Malá Magura. 172 Messungen; 13—11—8,5—4  
—1,5—0,5 %.

markanter fächerartiger Bau mit einem steilen Fallen der Flächen  $s_1$  auf beide Seiten nach O und W äussert. Der westliche und nördliche Teil hat, wie vorstehend bereits erwähnt wurde, einen monoklinaleren Bau ohne markanteren Querelevationen und Depressionen.

Einen ähnlichen, doch in mehreren Richtungen unterschiedlichen Bau des Kristallins treffen wir in dem Kern der Malá Magura an.

Der SO-Teil des Gebietes wird in überwiegendem Masse von Migmatiten gebildet, die in dem Kern des Suchý als „Liešfany“-Typ bezeichnet wurden. Diese behalten entlang der östlichen Begrenzung des Gebietes, in dem Raum zwischen Dubnica und Poruba eine Streichrichtung von N—S bis NNW—SSO, die konvergent zu dem Verlauf der Hauptachse des Gebirges in diesem Teil des studierten Gebietes ist und im Grunde mit dem Verlauf des zentralen Kammes der Malá Magura übereinstimmt (Abb. 19). Bei der Verfolgung der Strukturen der Migmatite und granitoiden Gesteine gerade in diesem Gebiet kann auch ein Untertauchen, bzw. Auftauchen von B und  $\beta$  Längsachsen synkinaler und antikinaler Strukturen dokumentiert werden, was im Grunde die Bildung eines brachystrukturellen Baues des behandelten Kristallins bedeutet.

Direkt an diese Strukturen knüpft das weitere Gebiet des Tales Poruba in Richtung zu dem Tal Chvojnice an, wo in dem Gesteinsmaterial Migmatite vom „Liešfany“-Typ mit dem lokalen Auftreten eines jüngeren Körpers von Granitoiden s. des Tales Hlboká dolina eindeutig überwiegen. Alle diese Gesteinszonen verfolgen eine Streichrichtung von N—S mit der Andeutung einer Wendung der Flächen  $s_1$  in die Richtung NNO—SSW bis NO—SW in dem Gebiet südlich des Tales Chvojnická dolina (Abb. 22).

Westlich des, in überwiegendem Masse von granitoiden Gesteinen gebildeten zentralen Kammes der Malá Magura kann bis zu dem Kontakt mit dem Kern des Suchý, östlich von Nevidzany, besonders in dem Gebiet Babí vrch bis Flintov laz eine Entwicklung biotitischer Paragneise und mehrerer Schollen von Migmatiten verfolgt werden (Abb. 21). Aus mesoskopischen Messungen in dem beschriebenen Gebiet (bis zu dem Schluss des Tales Nevidzanka) kann von S nach N eine allmähliche Wendung der Flächen  $s_1$  aus der Richtung NNW—SSO über N—S in die Richtung NO—SW beobachtet werden. Dieser Teil des Kristallins an der Grenze der Kerne des Suchý und der Malá Magura ist offenkundig durch die Bruchtektonik in dem Grenzbereich der beiden Gebirge beeinflusst, und das Auftreten einer bedeutenden Masse von quarzitischen und biotitischen Paragneisen kann hier mit der Auswirkung des, beide Gebirge trennenden N—S Bruches verbunden werden. Die Erhaltung beider Typen von Paragneisen — mit konventionellen Grenzen — ist wahrscheinlich nicht nur das Resultat der Anatexis der Gesteine der ursprünglichen metamorphen Hülle, sondern auch ihrer strukturellen Position in dem Prozess des regionalen Metamorphismus dieses Gebietes.

Als weiteres strukturell homogenes Gebiet wurde der weitere Bereich des Tales Chvojnická dolina ausgegliedert. In diesem, von Kristallin gebildeten Teil des Gebietes kommt es zu einer bedeutenden Verschärfung der räumlichen Anordnung der einzelnen Gesteinstypen und in Zusammenhang damit auch zu einer Reduktion der überwiegenden Richtungen der Flächen  $s_1$  und den mit ihnen zusammenhängenden Mezo- und Makrostrukturen. Dies äussert sich vor allem in der transversalen Stellung des grössten Amphibolitkörpers

in der Malá Magura an den N-Hängen des Chvojnice-Tales und gleichzeitig durch sigmoidale Biegungen der Flächen  $s_1$  der Migmatite, in denen dieser Körper vorwiegend auftritt. Der Verlauf dieser Strukturen ist anscheinend durch den ursprünglichen vorneoiden Strukturplan beeinflusst, in welchem wahrscheinlich in den letzten Phasen eine an der Oberfläche nicht zu evi-

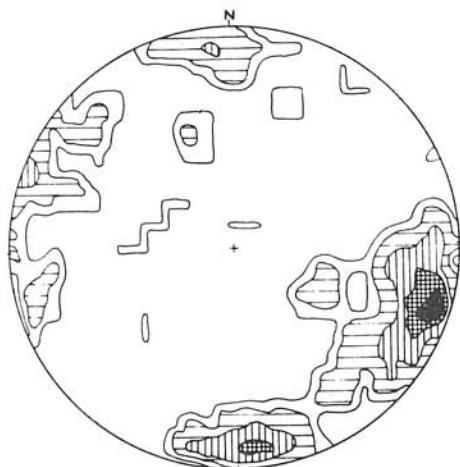


Abb. 21. Diagramm der Pole der Flächen  $s_1$  aller Gesteinstypen O von Nevidzany. 150 Messungen; 9—6—3—1—0,5 %.

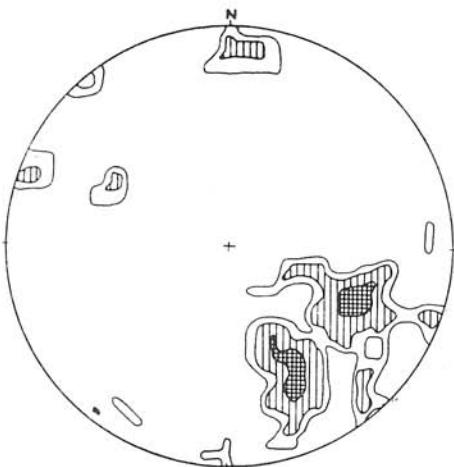


Abb. 22. Diagramm der Pole der Flächen  $s_1$  aller Gesteinstypen des weiteren Bereiches des Tales Poruba. 50 Messungen; 6—3—0,5 %.

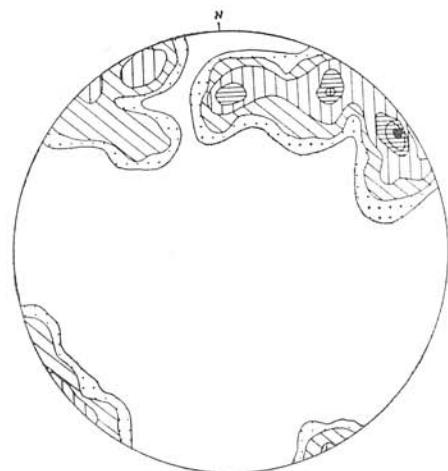


Abb. 23. Diagramm der Pole der Klüfte aller Gesteinstypen des weiteren Bereiches des Tales Poruba. 160 Messungen; 17—15—12—8,5—1,5—0,5 %.

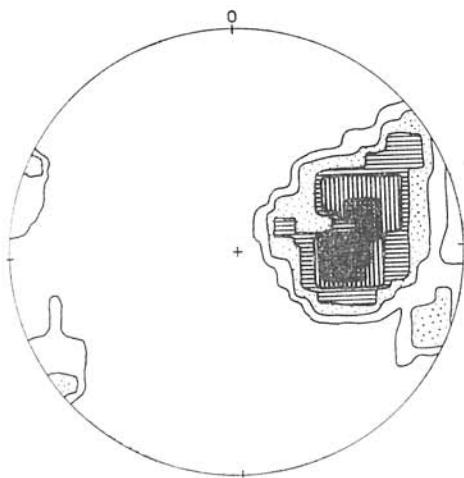


Abb. 24. Diagramm der Pole der Flächen  $s_1$  der Migmatite des Tales Chvojnická dolina. 100 Messungen; 12—10—8—4—2—0,5 %.

dierende intrusive Tektonik eingriff. Der Verlauf des Amphibolitkörpers indiziert jedoch die ursprüngliche vorneoide Richtung der Strukturen des Kristallins und die sigmoidale Biegung in diesem Teil ist das Ergebnis jüngerer Deformationsprozesse des selben metamorphen Zyklus. Von diesem Aspekt aus kann nicht nur das Durchdringen des Amphibolitkörpers von Gängen pegmatitischer Granitoide bis Pegmatite, sondern auch die markante neoide Clivage des Amphibolits quer durch die ursprünglichen Strukturen (Abb. 24) angeführt werden.

Der gesamte NO-Teil des Kristallins der Malá Magura ist durch eine offenkundige Biegung der Flächen  $s_1$  und mit diesen zusammenhängenden Mezo- und Makrostrukturen aus der Richtung NNO—SSW in die Richtung ONO—WSW bis O—W gekennzeichnet (Abb. 26, 27), die teilweise von der jüngeren Querbruch-Tektonik beeinflusst ist.

Klüfte sind in Hinsicht auf die Flächen  $s_1$  ähnlich wie in dem Kern des Kristallins des Suchý quer, längs und diagonal verlaufend, vom regionalen Gesichtspunkt aus überwiegen vor allem NNO—WSW und NNW—OSO bis O—W Richtungen. Die Position der Kluftsysteme ist anscheinend auch durch die Vertretung des Gesteinsmaterials beeinflusst, in welchem Migmatite und granitoide Gesteine weitaus überwiegen, während Paragneise nur in unbedeutendem Masse vertreten sind.

Die direkt und indirekt gewonnenen Werte der B und  $\beta$  Achsen weisen eine gute Übereinstimmung mit dem Verlauf der Flächen  $s_1$  auf. In dem südlichen Teil des Gebietes dokumentieren sie ein Streichen von NNW—SSO bis N—S, wobei in dem südlichsten Teil ein Fallen nach SSO, in dem nördlicheren Gebiet, westlich der Gemeinde Kanianka in Richtung zu dem Tal Poruba ein Fallen nach NNW vorherrscht. Diese Werte bezeugen einen brachystrukturellen Bau der SO-Hänge der Malá Magura (Abb. 29).

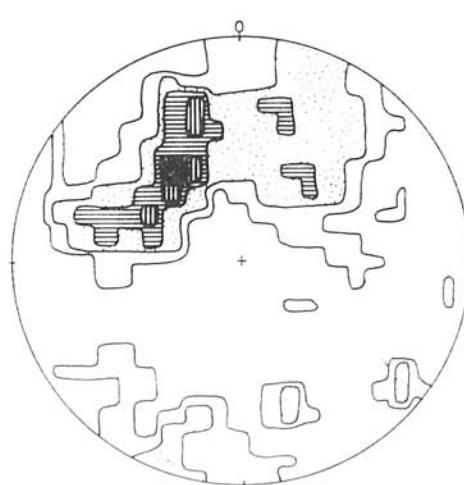


Abb. 25. Diagramm der Pole der Klüfte der Migmatite des Tales Chvojnická dolina. 100 Messungen; 8—6—4—2—0,5 %.

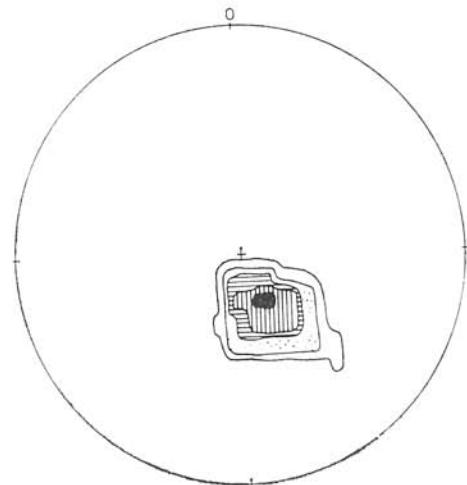


Abb. 26. Diagramm der Pole der Flächen  $s_1$  der Migmatite in dem Bereich von Kremlein. 40 Messungen; 40—25—17—5—0,5 %.

Der Verlauf der  $B$  und  $\beta$  Achsen in dem nördlichen Teil des Gebietes ist zum Teil durch die verhältnismässig komplizierten Verhältnisse in dem Bereich des Tales Chvojnická dolina beeinflusst, von wo aus er sich in nö. Richtung, in die Umgebung von Tužina bis zu dem O-Rand des Gebietes wendet (Abb. 30).

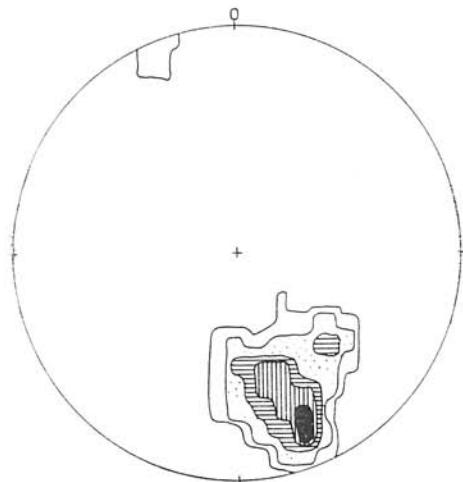


Abb. 27. Diagramm der Pole der Flächen  $S_1$  der Migmatite des Tales Tužinská dolina. 50 Messungen; 16—14—8—2—0,5 %.

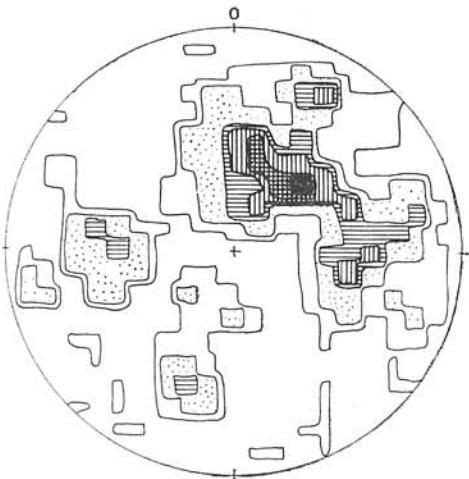


Abb. 28. Diagramm der Pole der Klüfte der Migmatite des Tales Tužinská dolina. 100 Messungen; 10—7—5—4—2—0,5 %.

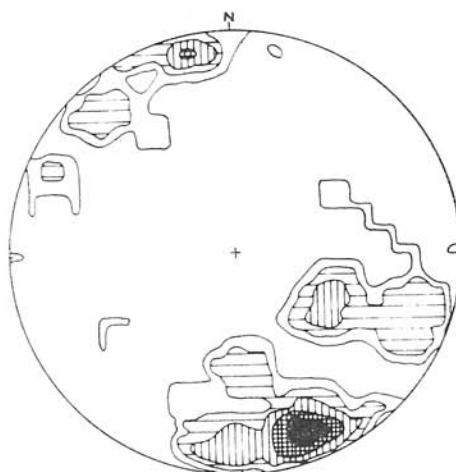


Abb. 29. Diagramm der  $B$  und  $\beta$  Achsen des südlichen Teiles der Malá Magura. 60 Messungen; 10—6—3—1,5—0,5 %.

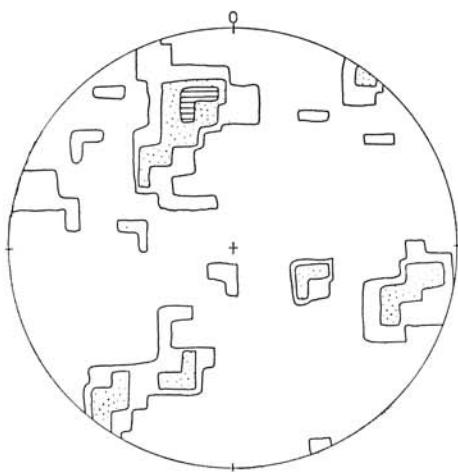


Abb. 30. Diagramm der  $B$  und  $\beta$  Achsen des nördlichen Teils der Malá Magura. 64 Messungen! 10—5—2—0,5 %.

Ähnlich wie in dem kristallinen Kern des Suchý können auch in der Malá Magura in Querschnitten (O—W bis NO—SW) einige partielle antiklinale und synklinale Strukturen ausgegliedert werden.

Die ausgeprägteste antiklinale Struktur verläuft identisch mit der Hauptachse des Gebirges von Süden nach Norden über Boške Laz (935,0) entlang des zentralen Kammes der Malá Magura zu Kote Magura (1146,0) wo es zu ihrer Wendung in die Richtung NO—SW kommt, in der sie bis zu der nö. Begrenzung des Gebietes fortsetzt. Diese Struktur teilt die Malá Magura in einen westlichen und einen östlichen Teil, die einen zum Teil abweichenden Bau aufweisen.

Westlich des zentralen Kammes, in Gebieten die von biotitischen Paragneisen und Migmatiten gebildet werden, können einige partielle Synklinale ausgegliedert werden. Alle weisen annährend eine N—S Richtung der Längsachse auf; es handelt sich z.B. um das Tal der Nevidzanka, des Babí vrch und die eingesunkene Scholle von Migmatiten und Paragneisen bei K. 1026,0.

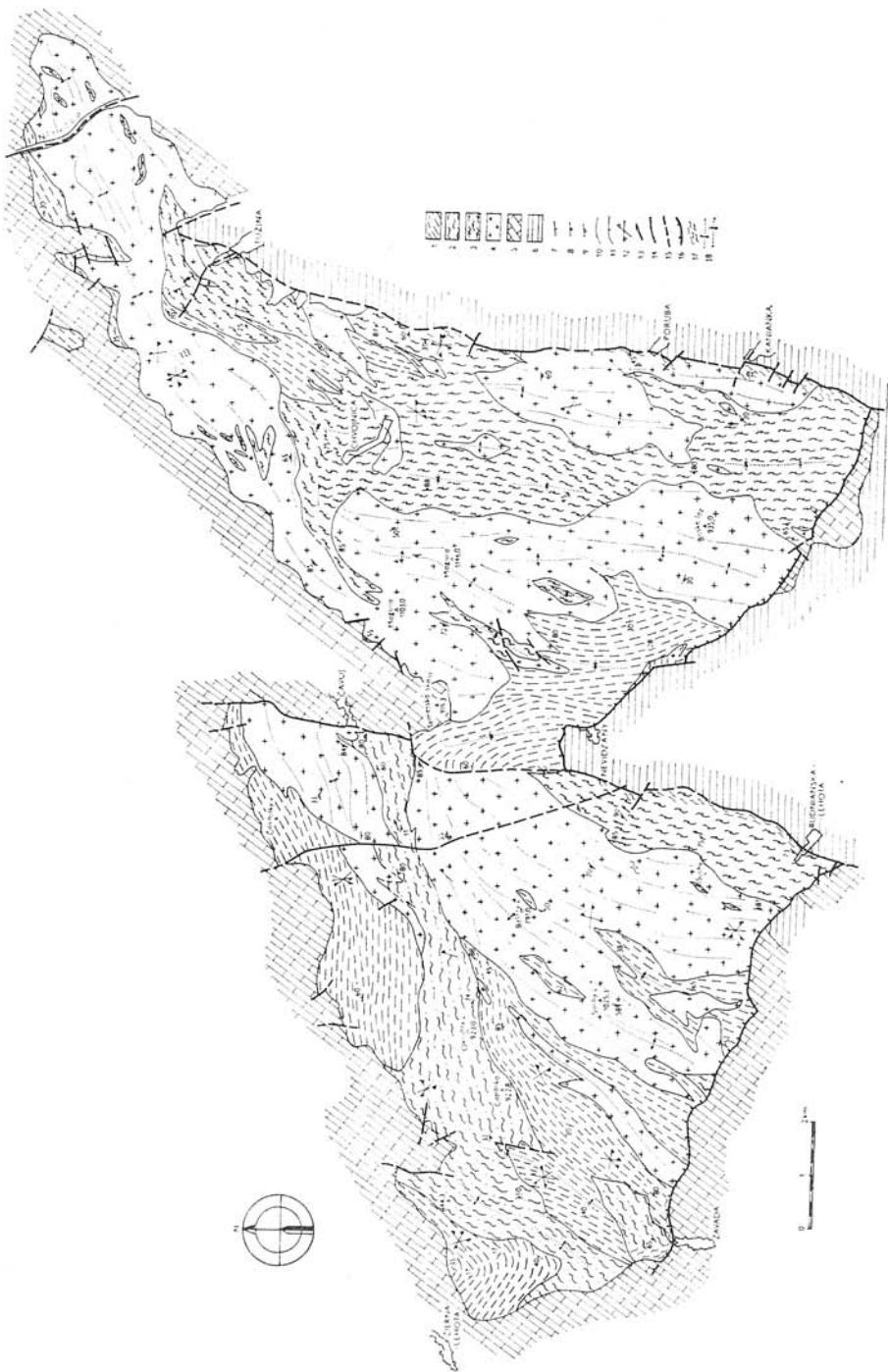
Östlich des zentralen Kammes sind es N—S Brachystrukturen synklinalen und antiklinalen Charakters, die von Migmatit-Zonen des „Liešťany“-Typs und von granitoiden Gesteinen repräsentiert werden, und in der tektonischen Skizze sowie in geologischen Profilen (Š. Kahan, 1979) festgehalten werden. Sie können z.B. in dem Profil durch das Tal Poruba, das Chvojnica-Tal u.a. gut verfolgt werden.

Für einen Teil des Gebietes nö. von dem Chvojnica-Tal ist eine Änderung der Streichrichtung der Flächen  $s_1$ , der B und  $\beta$  Achsen, und gleichzeitig auch der Achsen der antiklinalen und synklinalen Strukturen aus einer Richtung von N—S in die Richtung NO—SW kennzeichnend. In diesem Gebiet treten, und von granitoiden Gesteinen repräsentiert werden, und in der tektonischēn zwischen Chvojnica und Tulina und an der nördlichen Begrenzung des Gebietes, sowie in dem tektonischen Fenster in dem Tal Lúčna dolina, wieder biotische Paragneise auf.

Das gesamte Gebiet des kristallinen Kerns der Malá Magura stellt, ähnlich wie das Kristallin des Suchý, ein kompliziertes Megaantiklinorium mit der grössten Aufwölbung entlang des zentralen Kammes dar. Westlich, östlich und auch nördlich von ihm sind antiklinale und synklinale Strukturen erhalten, die in dem SO-Teil komplizierte Brachystrukturen darstellen. Die steile Neigung der Foliationen östlich und westlich der zentralen Achse des

---

Abb. 31. Tektonische Skizze der kristallinen Komplexe des Gebirges Strážovské vrchy. Legende. 1 — biotitische bis zweiglimmerige Paragneise mit lokalen Lagen von Pegmatiten und Apliten, 2 — Migmatite Typ Závada, 3 — Migmatite Typ Liešťany, 4 — leukokrate, überwiegend aplitische Granite bis Granodiorite mit markoskopisch erkennbaren Granaten; pegmatitische, bzw. aplitisch-pegmatitische syntektonische Granite, 5 — Mesozoikum im ganzen, 6 — tertiäre Ablagerungen im ganzen und Quartär, 7 — Streichen und Fallen der Schichtigkeit, 8 — Schieferigkeit, 9 — Klüfte, 10 — vorausgesetztes Streichen der Schieferigkeit, 11 — vorausgesetztes Streichen der Schieferigkeit mit bestimmter Fallrichtung, 12 — Klüftigkeit, 13 — Streichen der B und  $\beta$  Achsen, 14 — Brüche und Dislokationen, 15 — vorausgesetzte Bruch-Dislokationen, 16 — Überschiebungslinien, 17 — diaphthoritische Zonen, 18 — vorausgesetzte synklinale und antiklinale Strukturen.



Gebirges, die detaillierte Verfaltung und die gegenseitige „Vermischung“ der Migmatite und Granitoide bedingt der, durch geologische Schnitte dokumentierte fächerförmige Bau des Gebietes. Der von A. Klinec (1958) konstatierte, den Verlauf der Foliationsflächen im horizontalen Schnitt betreffende fächerförmige Bau ist durch die Existenz der weiter oben diskutierten sigmoidalen Biegung der Flächen  $s_1$  in dem Gebiet des Tales Chvojnická dolina bedingt.

#### *Bemerkungen zu dem Magmatismus und Metamorphismus*

Obwohl sich in einem Grossteil der kristallinen Kerne der Westkarpaten eine enge Verknüpftheit der granitoiden Gesteine mit den Metamorphiten äussert, kann festgestellt werden, dass sich ihr gemeinsames Auftreten in keinem der Kerne in einem so „intimen“ Verband äussert, wie in dem Kristallin des Gebirges Strážovské vrchy.

Der Wechsel von Zonen von Paragneisen, Granitoiden und Migmatiten kann hier in einer Reihe von partiellen Profilen verfolgt werden, wobei die Dimensionen der einzelnen Körper Mächtigkeiten von m bis einigen km erreichen. In einem gewissen Sinn scheint dehalb die Tatsache interessant zu sein, dass die studierten Paragneiskomplexe völlig monoton sind, faktisch nur in der Form von biotitischen Paragneisen und quarzitischen biotischen Paragneisen vertreten, so dass es scheint, dass die ursprüngliche Zusammensetzung der suprakrustalen Serien (mit Ausnahme der Position von graphitischen Gneisen) die Buntheit der Zusammensetzung der resultierenden metamorphen Produkte nicht grundsätzlicher beeinflussen sollte. Demgegenüber bezeugt die Vertretung verschiedener petrographischer Varietäten von granitoiden Gesteinen sowie verschiedene Typen von Migmatiten nich nur die Kompliziertheit der thermodynamischen Bedingungen der metamorphen Prozesse während ihrer Formung, sondern führen auch zu der Vermutung gewisser Unterschiede in dem lithologischen Charakter der ursprünglichen Serien. So ersteht die Frage, wodurch konnte die Entstehung eines so „durchmischten“ Kristallin-Typs in grundlegendem Masse beeinflusst werden?

Aus den oben angeführten Aspekten ist es notwendig, unsere Aufmerksamkeit auf das Problem der Anatexis zu richten, da dieser Prozess in dem behandelten Gebiet scheinbar zu der einzigen realen Erklärung der Möglichkeit der Entstehung eines so komplizierten Kristallin-Komplexes führt. Es bestätigt sich hier im Grunde die bereits seit langem bekannte Erkenntnis, dass wir, wenn wir die Gesteine bis zu tiefer metamorphisierten Stufen verfolgen, am Ende zu dem granitischen Kern gelangen. Deshalb muss die Assoziation der Metamorphite, Migmatite und Granite eine tiefere genetische Beziehung besitzen, sie ist durch einen Prozess bedingt, der unter gleichen Druck- und Temperaturbedingungen verlief und ihre Genese muss in direktem Zusammenhang mit einer hochgradigen Metamorphose (H. G. Winkler, 1967, S. 191) aufgefasst werden.

Auch in dem behandelten Gebiet können wir die aus dem Karpaten-Kristallin oft in verschiedenen Abwandlungen zitierte Erkenntnis über den Charakter der vormetamorphen Entwicklung, den eigentlichen Metamorphismus und dessen Produkte nicht umgehen. Auch hier ist durch die progressive Metamorphose einer pelitisch-psamatisch geosynkinalen sedimentär-vulkani-

schen Serie ein monotoner Komplex von biotitischen Paragneisen, biotitischen bis zweiglimmerigen Paragneisen und quartzitischen biotitischen Paragneisen mit einer sporadischen Vertretung von graphitischen Gneisen, Amphiboliten und biotitisch-sillimanitischen Gneisen mit Granaten entstanden. Durch eine Granitisierung dieses relativ monotonen Komplexes entstanden verschiedene weiter oben erwähnte Typen von Migmatiten unter gleichzeitiger anatektischer Bildung einer bunten Plejade von Granitoiden.

Vom petrographischen Standpunkt aus entspricht einer progressiven regionalen Metamorphose monotoner Sedimente mit einem Flysch-Charakter ohne grösserer Schwankungen in der chemischen Zussammensetzung eine Mineralzusammensetzung, die für die Fazies von granatischen Amphiboliten charakteristisch ist. Gemein ist vor allem eine Sillimanit-Almandin Subfazies mit einer Assoziation von Quarz — Plagioklas — Biotit, (J. Kamennický, 1967), dies entspricht auch den Erkenntnissen aus dem untersuchten Terrain. Die Situation wird hier zum Teil durch das reichliche Vorkommen von Sillimanit und das örtliche Vorkommen von Staurolith kompliziert, für deren Entstehung in gewissem Masse in der ursprünglichen suprakrustalen Serie durch eine Al-Komponente angereicherte Sedimente vorausgesetzt werden müssen. Dadurch wird auch die Voraussetzung der Antwesenheit der Subfazies Staurolith — Almandin möglich, jedoch nur in völlig sporadischer Vertretung, diesem entspricht auch die Tatsache, dass Gesteine mit Glimmerschiefer-Charakter hier in ihrer typischen Entwicklung nicht identifiziert worden sind.

Der gesamte oben beschriebene Komplex von Metamorphiten und Granitoiden im Sinne der Auffassung der neuesten Autoren stellt die Problematik ihrer Entstehung auf eine anatektische Grundlage. Gerade in dem studierten Gebiet stehen so viele Tatsachen für diese Alternative, dass es der Erwägung eines jeden, der sich mit dieser Problematik befassen wird überlassen bleibt, sich der einen oder der anderen Auffassung zuzuwenden, d. h. ob es sich um eine Entstehung der ganzen Gesteinsassoziation im Prozess der Anatexis der ursprünglichen suprakrustalen Serien handelt, oder die Annahme der Auffassung über einen intensiven Charakter der „juvenilen“ Magmatite, die gesetzmässig in ihrer Umgebung ebenfalls eine Migmatitisierung des Parakristallins verursachen. Tatsache bleibt, dass weder der eine noch der andere Prozess, obwohl sie manchmal als antagonistisch bezeichnet werden, sich gegenseitig ausschliessen und es von der Interpretation und der Abwägung der wichtigen Tatsachen abhängt, ob der eine oder der andere Faktor überwiegt. Aus der Literatur sind Umstände bekannt, unter denen ein anatektisch entstandenes palingenetisches Magma durch seinen intrusiven Charakter die suprakrustalen Serien beeinflusste — granitierte (bei gleichzeitiger Entstehung von Migmatiten), was ich auch in diesem Fall annehme.

In dem behandelten Gebiet treffen wir eine derartige Problematik an, da wir bei der finalen Interpretation der metamorphen Vorgänge zu der allgemein bekannten Mehrphasigkeit der metamorphen Vorgänge gelangen. Von den ursprünglichen suprakrustalen Serien ausgehend, gelangen wir zu der Problematik ihres Polymetamorphismus und hier ersteht zugleich die Frage, welchem orogenetischen Zyklus ihre Resultate entsprechen können.

Die in den Westkarpaten allgemein diskutierten Ansichten über ein präkambrisches (V. Zoubek, 1960) bis allgemein angenommenes variszisches Alter der letzten, für das Kristallin ausdrucks vollsten Orogenese werden in

der Gegenwart, im Lichte der neuen Erkenntnisse über das absolute Alter der Gesteine, bzw. der Bestimmungen mit Hilfe palynologischer Methoden wieder problematisch. Immer häufiger erscheint die Frage einer Realisation des kaledonischen Orogenzyklus, der bisher in dem Strukturschema und den biostratigraphischen Kolonnen in dem karpatischen Kristallin praktisch fehlte. Hervorgehoben wurde vor allem die präkambrische (asyntische) Orogenese als älteste „identifizierbare“ und anderseits die, in dem Kristallin örtlich durch die alpidische beeinflusste variszische Orogenese. Dieses gewohnte Schema verzeichnete in letzter Zeit viele negative Fakten, insbesondere seitens der radiometrisch bestimmten Werte. In dem karpatischen Kristallin ist von N nach S und W nach O dank der präzisen Arbeit einer Reihe von Geologen und ihrer Mitarbeiter das absolute Alter einiger Gesteinstypen bestimmt worden, wodurch sich die bisherigen Interpretationen des Baues des „Untergrundes“ ändert und in ein neues Licht — ob schon von strukturell-geologischem, oder vor allem dem Standpunkt der Eingliederung im Sinne des absoluten Alters der Gesteine des Kristallins, gestellt werden.

Aus dem oben angeführten Blickpunkt sind als interessant die „Interpretationen“ von L. Kamenický (1978) über die Entwicklung gewisser Segmente der Erdkruste in dem Bereich der Westkarpaten anzuführen. Der Autor polemisiert mit den neusten Ansichten „plate tectonics“, er ist um einen realen Standpunkt zur Möglichkeit der Äusserung dieses Prozesses im Rahmen des Karpatenkomplexes bemüht und da er selbst konstatiert, dass es sich um ein relativ ziemlich kleines Gebiet für eine weitere Analyse dieses Problems handelt, können alle seine Überlegungen als Arbeitshypothese angesehen werden. Er führt an: „Bei der Interpretation der variszischen Plutonite können wir erwägen, dass bei dem Absinken der Gesteine zweier geologischer Zyklen, d. h. des kaledonischen und variszischen, die Gesamtmaßigkeit der Sedimente während der Zeitspanne von ca 550 bis 340 Mill. Jahren (zusammen 210 Mill. Jahre) ca 21 km erreicht, was zusammen mit der Dicke der Wasserschicht des Beckens mit einer mittleren Mächtigkeit von 3—9 km ca 24—30 km ausmacht. Diese Tiefe reicht nicht nur zur Palingenese und der Entstehung von Magma, sondern auch zur Entstehung von Strömungen im Magma“. Er nimmt die obere Grenze der Palingenese in einer Tiefe von ca 20 km an, also den eigentlichen magmatischen Herd in einem Bereich von ca 8 km. Bei einer solchen Berechnung entspricht die mittlere äquivalente Geschwindigkeit der Vertiefung der Geosynklinalen ordnungsmässig 0,1 mm in einem Jahr. Die Inversbewegung wird in einer Höhe von 10—15 km in vertikaler Richtung angenommen und während desselben Zeitraumes kann es auch zu einer horizontalen Verschiebung eines bestimmten intrusiven Körpers um ca 15 km kommen. Hieraus deduziert L. Kamenický (l.c.), dass „intrusive Prozesse entsprechen in der Intensität den horizontalen Bewegungen und die mittlere Geschwindigkeit der Intrusion kann mit dem Wert von 1 mm in einem Jahr verglichen werden“.

Diese Ansichten können als Arbeitsschema in einigen Gebieten der Entwicklung kristalliner Komplexe auch in den Westkarpaten angenommen werden, nicht gut vorstellbar ist jedoch ihre Anwendung im Rahmen des untersuchten Gebietes. Eine Menge von Faktoren ( $H_2O$ ,  $HCl$ , usw.) von denen der Mechanismus des Metamorphismus der Intrusion, des Kontaktmetamorphismus, der Migmatitisierung, Anatexis usw. beeinflusst wird, ist in der Literatur

ausreichend bekannt (H. G. F. Winkler, l.c.) und es ist im Bereich der Möglichkeiten der Geologen die sich mit der Petrographie, Mineralogie, Geochemie u.ä. befassen, diese Aspekte zu berücksichtigen. Als Unterlage zum Studium dieser Probleme kann die vorgelegte geologische Karte und weitere Beilagen und Dokumentationen des behandelten Kristallins dienen (Š. Kahán, 1978).

Weiter oben wurde angedeutet, dass L. Kamennický (l.c.) in dem Kristallin der Westkarpaten die Wirkung der kaledonischen Orogenese hervorhebt. Er belegt sie mit Messungen des absoluten Alters aus dem Kristallin tatrider Gebiete, mit deren Studium sich auch der Verfasser dieses Beitrages in der Vergangenheit befasste. Eine Polemik zu diesem Thema wäre zu umfassend und würde den Rahmen dieses Beitrages überschreiten. Da ich sie erwähnt habe, möchte ich wenigstens bemerken, dass es wirklich überraschend ist, wenn die Frage der Genese des Karpaten-Kristallins auf das Problem „präkambrisch“, bzw. „variszisch und alpidisch“ beschränkt wird, als ob ein kaledonischer Zyklus überhaupt nicht existierte. Es gibt zwar verschiedene Indizien, die einen gewissen „ogenetischen Hiatus“ während des kaledonischen Zeitabschnittes in dem Karpatenraum andeuten, die in den Gemeriden und anderen Gebieten der Entwicklung des Kristallins dokumentiert werden können, doch sollte seine Bedeutung auch nicht eindeutig überschätzt werden.

Aus retrospektiver Sicht können wir dann die Entwicklung des studierten Gebietes folgendermassen ansehen:

- als bestimmendes Moment erscheint vor allem die geosynklinale Entwicklung einer monotonen sedimentären Flysch-Serie, in welcher als dominante Glieder pelitisch-psammitische Ablagerungen mit einem bedeutenden Anteil an Ablagerungen mit einem Grauwacken-Charakter auftreten;

- die regionale Dynamometamorphose unter Bedingungen einer Fazies granatischer Amphibolite während der variszischen (bzw. älteren?) Orogenese gleichzeitig mit einer Umbildung der suprakrustalen Serien in Parametamorphite wird von der Entstehung dynamothermal umgebildeter bis anatektischer Typen von Migmatiten und Granitoiden begleitet;

- der Prozess der Anatexis in den finalen Stadien des dynamothermalen Metamorphismus schliesst die Möglichkeit der Entstehung von syn- und serorogenen Granitoiden, ihrer Mobilisate, Differentiate und der Autometamorphose dieser Komplexe nich aus;

- dieser Prozess kann im Sinne der oben angeführten Erkenntnisse als einmalig angesehen werden und über die „Sukzessivität“ seines Charakters können Erwägungen angestellt werden, belegt werden kann si jedoch nicht;

- Jahrtausende, die zu der Entstehung eines so kompliziert gebauten Kristallins nötig sind, können vorwiegend mit der variszischen Orogenese verbunden werden, eine Prädisposition kann jedoch auch in älteren, womöglich auch präkambrischen Orogenesen gesucht werden;

- der strukturell-geologische Bau des Kristallins fußt hier auf primären variszischen Strukturen, die alpidische Orogenese beeinflusst sie nicht grundlegend und der retrograde Metamorphismus kann hier mit Ausnahme der Bruch-Gebiete vom Standpunkt des Gesamtbaues des Gebirges ausser acht gelassen werden;

- auch wenn ich mich nicht auf theoretische Berechnungen dessen stützen werde, wieviel km<sup>3</sup> bei welcher Temperatur und aus welchem Magma entste-

hen kann, sehe ich das behandelte Gebiet vom Standpunkt der Kerngebirge der Westkarpaten als eines der Schlüsselgebiete zur Lösung dieser Fragen an;

— das ursprüngliche Ziel dieses Beitrages war auch ein Vergleich des Baues des Kristallins des Suchý und der Malá Magura mit dem Kristallin der Hohen Tatra — namentlich der West-Tatra, das der Verfasser in der Vergangenheit studiert hat. Da diese Problematik den Rahmen der vorliegenden Arbeit weit überschreitet, kann nur konstatiert werden, dass es sich um verschiedene Type von kristallinen Komplexen handelt, und obwohl ihre Entwicklung im Rahmen eines orogenetischen Komplexes gesehen werden muss, weisen sie doch grundsätzliche Unterschiede auf, vor allem in Bezug auf den Charakter der Anataxis und der strukturell-geologischen Verhältnisse. Während es sich in der West-Tatra um einen kuppelartigen, durch einen flachen Pluton beeinflussten Bau handelt, handelt es sich in den Kernen des Suchý und der Malá Magura mit Ausnahme des westlichen und nordwestlichen Teiles des Suchý um einen Bau von steil (fächerartig) aufgerichteten Brachyantikinalen und Brachysynkinalen;

— der Charakter der Polymetamorphite und der Granitoide entspricht den von H. G. F. Winkler (l.c.) bestimmten Bedingungen einer Anataxis von suprakrustalen Gesteinen mit einem Flysch-Charakter;

— alle oben angeführten Aspekte bestätigen die ausserordentlich enge Beziehung zwischen der Entstehung der Metamorphe, Migmatite und Granitoide, die im Endeffekt als das Produkt eines — wahrscheinlich des variszischen — orogenetischen Zyklus angesehen werden können;

— im Sinne von H. H. Read (1957) handelt es sich in dem untersuchten Gebiet wahrscheinlich um paraautochthone Granite, deren Massen nicht genau an der Stelle ihrer Entstehung geblieben sind, sondern über kleine Entfernungen in höhere Horizonte intrudierten und mit diesen durch diffuse Kontakte verbunden sind, bzw. um intrusive Granite, die von der Stelle ihrer Entstehung in regional-metamorphisierte Serien aufstiegen.

Alle oben angeführten Ansichten können durch praktische Resultate der Forschung im Terrain und Laboratorium belegt werden, wobei natürlich der in unseren Verhältnissen nicht realisierbare Teil der experimentellen Labor-Untersuchungen fehlt.

#### Abschluss

Das in den Kernen der Massive Suchý und Malá Magura auftretende Kristallin des Gebirges Strážovské vrchy repräsentiert einen komplizierten Komplex verschiedener Typen von Kristallinschiefern, Granitoiden und Migmatiten, die nicht gleichmässig vertreten sind und in Zonen unterschiedlicher Mächtigkeit wechseln. Die Strukturanalyse dieser Komplexe zeigte eine enge geologisch-petrographische und strukturelle Verknüpftheit der einzelnen Gesteinstypen und ganzer Komplexe, wobei diese einen komplizierten megaantiklinorialen Bau mit der Entwicklung von fächerartig angeordneten Brachystrukturen antikinalen und synkinalen Charakters bilden. Dieser Bau fusst auf primären variszischen Strukturen, die alpidische Orogenese beeinflusst sie nicht grundlegend und der retrograde Metamorphismus kann hier mit Ausnahme der Bruch-Gebiete vom Standpunkt des Gesamtbaues des Gebirges ausser acht

gelassen werden. Bei der Formung der ganzen Gesteinsassoziation werden als besonders wichtig anatektische Prozesse hervorgehoben.

Übersezt von L. Osvald

### SCHRIFTTUM

- ANDRUSOV, D., 1958: Geológia československých Karpát I., SAV Bratislava, S. 1—304.
- BÖHMER, M. — HVOŽDARA, P., 1969: Výsledky šlichového výskumu z východnej časti Malej Magury. Geofond, Bratislava.
- HEJTMAN, B., 1962: Všeobecní petrografie metamorfovaných hornin. ČSAV, Praha.
- IVANOV, M., 1957: Genéza a vzťah granitoidných intrúzií k suprakrustálnym sériám kryštalínika Suchého a Malej Magury. GP, Zošit, (Bratislava), 47, S. 87—115.
- KAHAN, Š., 1967: Príspevok k litológií kryštalických bridíc v Západných Tatrách. Acta geol. et geogr. Univ. Com. Geologica, (Bratislava), 12, S. 47—62.
- KAHAN, Š., 1979: Geologické profily kryštalínikom Strážovských vrchov (Suchý a Malá Magura). Tektonické profily Západných Karpát, GÚDŠ, Bratislava, S. 153—160.
- KAMENICKÝ, J., 1967: Die Regionalmetamorphose in den Westkarpaten. Acta Geol. Acad. Scient. Hungaricae, 11, 1—3, S. 3—13.
- KLINEC, A., 1958: Kryštalínikum SV časti Malej Magury. Geologické práce, Zprávy, (Bratislava), 12, S. 93—101.
- KRIST, E., 1962: Progresívny metamorfizmus západokarpatského kryštalínika a jeho význam pre stratigrafiu. Geologické práce, Zošit, (Bratislava), 62, S. 73—77.
- KUTHAN, M., 1941: Zpráva o geologických výskumoch v r. 1939 a 1940. A: mapovanie na liste Žilina. B: výskum nerastných ložísk Slovenska. Práce ŠGÚ, (Bratislava), 7, 6.
- KUTHAN, M., 1950: Kryštalický masív Suchého a Malej Magury a rudné ložiská pri Čavoji. Geologický sborník Slovenskej akadémie vied. (Bratislava), 1, 2—4, S. 281.
- MAHEL, M. a kol., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list Žilina, Geofond, Bratislava.
- MAHEL, M. a kol., 1967: Regionálna geológia ČSSR. Diel II, zv. 1. ÚÚG Praha, S. 1—486.
- READ, H. H., 1957: The Granite Controversy. New York: Interscience Publishers. S.
- SIEGL, K., 1970: Fabric anisotropy of Ďumbier Granodiorite. Geologický zborník Geologica carpathica (Bratislava), 21, 2, S. 327—334.
- ŠTELCL, J. — BENEŠ, K. — PTÁK, J., 1967—1968: Úvod do štúdia drobné tektoniky a petrottektoniky. I—II Folia facult. sciens. natur. Univ. Purkyniae Brunensis. 8—9, I, — 140 S., II, — 159 S.
- ŠTÚR, D., 1860: Aufnahmen im Wasser-Gebiete der Waag und Neutra. Wien. S. 105.
- TURNER, F. J. — VERHOOGEN, J., 1960: Igneous and metamorphic petrology. Mc Graw Hill, New York.
- TURNER, F. J. — WEISS, L. E., 1963: Structural Analysis of Metamorphic Tectonites. Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York — San Francisco — Toronto — London, 545 S.
- WINKLER, H. G. F., 1967: Die Genese der metamorphen Gesteine. New York, 237 S.
- ZOUBEK, V., 1936: Poznámky o krystaliniku Západních Karpat. Sborník Státního geologického ústavu, (Praha), 12.

Manuskript eingegangen am 6. Mai 1980.