

2240 m. 400 m W P. 2515). Über dem 700 m mächtigen Hohegg-Granitgneis folgen im Mühldorfertal Epidot-Oligoklas-Gneis und Migmatit der Storzserie. Die Grenze zur peripheren Schieferhülle ist durch Moräne und Gehängeschutt verdeckt. Über Kalkschiefer lagern Züge von Granatglimmerschiefer und darüber Kalk- und Grünschiefer des Burgstallberges. Die „Permotrias“ im Gesimse S Plankogel setzt zum Arkosequarzit (Burgstallstraße SH 1260 m) fort. Der Grünschieferzug des Adambauern keilt unter dem Bergsturz W Plankogel aus. Der Kalkschiefer der Klinzerschlucht erreicht 750 m Mächtigkeit. Zwischen diesem und der Sonnblickgneislamelle stehen Plagioklasblastenschiefer, Lantschfeldquarzit, Chloritoidphyllit, Karbonatquarzit und Schwarzschiefer an (unterer Ausgang der Klinzerschlucht und Burgstallstraße SH 850 bis 870 m). Die Sonnblickgneislamelle ist nur in verrutschtem Zustand vorhanden. Ihre Mächtigkeit beträgt am W-Rand des Kartenblattes ca. 150 m. Mit ihrem östlichen Auskeilen zwischen Mühldorfer- und Tabortal scheint eine Querstörung mit Linksseitenverschiebung einherzugehen. Im Taborgraben beobachtet man zwischen SH 820 und 860 m in vorzüglichen Aufschlüssen die Rote Wand-Moderdeck-Serie mit feinkörnigem Mikroklingengneis, Lantschfeldquarzit, Rauhwaacke, Dolomit, Kalkmarmor, Dolomitbreccie, Schwarzschiefer und Kalkschiefer. Südlich folgt nach einer aufschlußlosen Strecke progressiv metamorpher Quarzphyllit der Matreizone mit Schollen von Lantschfeldquarzit, Rauhwaacke und Dolomit. Am Rande zum Altkristallin der Ostalpinen Decke folgt diaphthoritische Quarzphyllit (unteres Ende des Taborgrabens beim Eisenbahnviadukt Rappersdorf).

Das Altkristallin der Ostalpinen Decke gliedert sich im kartierten Gebiet in 2 Serien.

Die nördliche Serie besteht aus grobschuppigem grauem Granatglimmerschiefer mit 1 cm großem Granat. Sie bildet den Fuß des Hühnersberges (Pistum, Feicht, Oberdorf bei Lendorf). W „Im Reifling“ keilt sie nach W zwischen dem diaphthoritischem Quarzphyllit der Matreizone im N und dem Paragneis im S aus. Der grobschuppige graue Granatglimmerschiefer setzt nach E in jenen des Liesertales N Lieserhofen fort.

Die südliche Serie besteht aus diaphthoritischem Paragneis und quarzreichem Glimmerschiefer. Sie bildet den Felsrücken Mühldorf – Pusarnitz und befindet sich in streichender Fortsetzung des Millstätter Seerückens. Kartiert wurden Einlagerungen von Quarzit, Granatglimmerschiefer, feinkörnigem Granat-Biotit-Plagioklas-Paragneis (Gebiet Pusarnitz – Metnitz), Amphibolit (SE Bahnhof Mühldorf-Möllbrücke), Mikroklingengneis (NW Rappersdorf und SW Ruine Feldsberg) und 2 sehr mächtige konkordante Pegmatitzüge (N Teurnia: derzeitige Aufschlüsse mit 5 m Mächtigkeit; Pattendorf: 10 m Mächtigkeit).

Die im vorjährigen Bericht genannten „Pegmatite“ im Kalkschiefer der Bündnerschiefer führen Andesin und Oligoklas als Feldspat. Es handelt sich um Plagioklas-Quarz-Kalzit-Knauern und -Gänge als Mobilisate im Kalkschiefer. Mehrere neue Vorkommen wurden in den Kalkschieferzügen im Bereich um den Burgstallberg aufgefunden.

Die weiten Areale der peripheren Schieferhülle mit sekundärer Hangtektonik (Bergzerreißen, Hakenwerfen, Auflockerung und Kippung verrutschter Hangpartien) wurden vom anstehenden Felsgerüst kartenmäßig geschieden. Der linke Teil des Endmoränenwalles eines Rückzugsstadiums des Möllgletschers befindet

sich NW Mühldorf. Die 70 m mächtigen Terrassenschotter des Rückens Lendorf – St. Peter im Holz führen gekritzte Geschiebe, Gesteine aus dem Tauernfenster (1 m große Tauerngranitgneisblöcke) und aus der Ostalpinen Decke (grobkörniger Eklogit, 2 m große Muskovitgneisblöcke und rotes permoskythisches Konglomerat).

Bericht 1984 über strukturgeologische Arbeiten im Grazer Paläozoikum auf den Blättern 133 Leoben, 134 Passail, 135 Birkfeld, 162 Köflach, 163 Voitsberg und 164 Graz

Von HARALD FRITZ, HANNES GSELLMANN, JOHANN GOLLNER, NORA HUBAUER, FRANZ NEUBAUER, LOTHAR RATSCHBACHER und WERNER TSCHELAUT (auswärtige Mitarbeiter)

Die durchgeführten Arbeiten stellen Ansätze zur Anwendung geometrisch-strukturgeologischer Techniken in unterschiedlichen Einheiten (Decken) des Grazer Paläozoikums dar und konzentrierten sich auf strukturgeologische Kartierung in einigen ausgewählten Lokalitäten im und an der Basis des Grazer Paläozoikums. Als Basis dient die vom Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Graz durchgeführte Neukartierung weiter Teile des Paläozoikums von Graz. Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt in der Bearbeitung der Grenzen der größeren Einheiten, um Bezüge zwischen Ablauf und Interferenz der basalen Überschiebungsfläche und der internen Deckenbahn herauszuarbeiten.

Orientiert entnommene Proben werden zur Zeit auf Verformungsintensität, Straingeometrie und Mikrogefüge untersucht. Die Gefüge sollen in einer zweiten Phase an den Deformationsstrukturen der Kainacher Gosau sowie Geröllen von Werfener Schichten der Gosaukonglomerate strukturell und zeitlich geeicht werden. Zusätzlich sind geochronologische Untersuchungen geplant.

In den folgenden Gebieten werden Untersuchungen durchgeführt.

Profile an der Basis des Grazer Paläozoikums

W-Rand, Gradnerbachgraben, Stüblergraben
Im Anschluß an bisherige Aufnahmen (NEUBAUER) zielte die Probenahme auf geeignete Gesteine zur Analyse von Metamorphose/Deformationsbeziehungen und rheologischen Aspekten (NEUBAUER, RATSCHBACHER). Folgendes Geländemodell zur Deformationsgeschichte liegt zugrunde: Erste Faltung (B_1 , betrifft tektonisch unbeanspruchte Sedimente) ist isoklinal und konnte bis jetzt nur in wenigen Beispielen in Marmoren (z. B. Schöckelkalk) nachgewiesen werden. S_1 ist Achsenebene zu B_1 und die dominierende Deformation im Kornbereich ("slaty cleavage"). Sie wird durch B_2 (isoklinal, cm–km, „Schöckelkalkfaltung“) wiedergefaltet. B_2 -Achsen kurven stark, ihr Maximum liegt parallel einer Streckung (NE–SW), ebenso I_1 (s_1/s_2 -Überschneidung). Offene B_3 -Falten stellen die symmetriekonstante Weiterführung von B_2 dar. Diese Strukturelemente werden durch offene B_4 -Falten (N–S bis NW–SE) mit einer teilweise gut ausgebildeten Achsenebenenschieferung ("crenulation cleavage") wiedergefaltet. Kristallin und Schöckeldecke zeigen eine vergleichbare Deformationsgeschichte. Gegen N (NE) erfolgt eine progressive Reduktion von Gesteinen der Schöckeldecke.

N-Rand, Schörgleitengraben – Laufnitzt Dorf – Eiweggsattel

Die Grenzzone ist durch das Fehlen tiefer Decken des Grazer Paläozoikums gekennzeichnet. Zwischen Kristallin und Grazer Paläozoikum herrscht ein deutlicher variszischer und alpidischer Metamorphosehiatus. Kalttemperierte kataklastische Mylonitzonen, die ellipsoidale Körper mit gut erhaltenem Altbestand umgeben, sind charakteristisch. Mineralmobilisation ist verbreitet. Gleitstriemungen sind NE–SW orientiert. Der Bezug zum Kristallin ist allerdings schwer zu fassen, da die Grenze in weiten Teilen von der bruchhaften Eiwegg-Linie gebildet wird (\pm vertikale Störungsfläche mit dominierend horizontaler Verschiebung nach Gleitstriemungen; Bildung von Kataklasten und Kakiriten). Die „Altdeformation“ im Grazer Paläozoikum (Laufnitzt Dorfgruppe, Kalkschiefer) entspricht in den Strukturen und deren Orientierung weitgehend denen im Inneren der Decken des Paläozoikums. Genaue Kartierungen wurden durchgeführt (GOLLNER, NEUBAUER, TSCHELAUT).

SE-Rand

Beim Schöckelbartl und im Feichtgraben wurden Vergleichsproben für rheologische Untersuchungen am Kontakt Kristallin – Grazer Paläozoikum aufgesammelt. Alpidische lineare Elemente (Überschneidungslinierung, „crenulation cleavage“) streichen ca. E–W. Die lithologischen Verhältnisse der Paläozoikumbasis gleichen in vielen Details dem W-Rand. An mehreren Lokalitäten konnte die Grenze selbst mit Myloniten erfaßt werden. In diesen liegt die Streckungsfaser im Mittel um ENE–WSW. Sie ist vor allem an Granat gut kenntlich.

E-Rand

In Fortsetzung von früheren Untersuchungen wurden etwa 20 Proben von Quarziten (Hundsbergquarzit und seine stärker metamorphen Äquivalente) zwischen Hundsberg und Naintschgraben aufgesammelt und zusätzlich das Aufschlußgefüge mit aufgenommen: Bis etwa zur Höhe von Edelschachen ist von W her die klastische Natur dieses Quarzites gut erkennbar, die Verformung der Quarzkomponenten nimmt nur allmählich zu. Im unmittelbar östlich Edelschachen folgenden Liegendschkel der von NEUBAUER (1981) beschriebenen Großfalte sind makroskopisch keine einzelnen klastischen Komponenten mehr erkennbar, die Streckung in einer NE–SW orientierten Streckungsfaser nimmt entsprechend zu.

Schöckeldecke, Kugelstein – Übelbach

Die Aufschlüsse im Murtal an der Basis des Kugelsteins geben den besten Einblick in Lithologie und Tektonik der Schöckelkalkbasis. S_1 (metamorphes Lagengefüge) mit assoziierten Quarzgängen wird durch B_2 (cm–km-Größenordnung, tight–isoclinal) wiedergefaltet. B_2 entspricht der großräumigen „Schöckelkalfaltung“ und ist für ausgedehnte Schichtinversionen verantwortlich. Die Scheitellinien der B_2 -Falten biegen ($\leq 90^\circ$) in ihren Achsenebenen (s_2), die B_2 -Achsen streuen um eine ENE–WSW-Richtung. Die Streckung der Gesteine wird durch Pyritstreckungshöfe deutlich erkennbar, wogei noch unklar ist, wieviel der Straingeschichte von den Höfen hinter unterschiedlichen Pyritgenerationen gebildet wird. Ca. 1000 % Streckung (Geländemessung) in NE–SW-Richtung wird durch Höfe hinter euhedralen Pyriten belegt. Genaue Analysen sind in Ausarbeitung (FRITZ). Während der Bildung von S_1 und str fließen die Gesteine plastisch. B_3 tritt als sym-

metriekonstante Weiterführung von B_2 auf. B_4 (NW–SE, späte Knickfaltung) ist mit Störungen und Flexuren assoziiert und verursacht Achsenschwankungen der B_2 -Faltenachsen.

Die Deformation der Arzbergschichten (und des Schöckelkalkes) im Raume der Typuslokalität (Arzberg) entspricht in den ausgebildeten Strukturen und deren Orientierung dem vergleichbaren Niveau des Raumes Kugelstein – Übelbach.

Grenzbereich „Passailer Phyllite“ – Kalkschieferfolge, Rechberg – Hartberg

S_s wird von einem Kompaktionsgefüge (Stylolithen, Phyllosilikattextur) begleitet und von einer synmetamorphen Transversalschieferung (s_1) überprägt. Der Überschneidungswinkel (s_s/s_1) schwankt lithologiespezifisch (Mittelwert bei 25°). Die s_s/s_1 -Überschneidungslinierung (l_1) streicht ca. NW–SE, erzeugt in Zusammenspiel mit s_1 „pencil structures“ und wird von gleichachsigen Mesofalten (cm, isoklinal, B_1), die extreme Schenkeldrehung zeigen, begleitet.

Gleichgerichtet zu l_1 tritt eine Streckungslinierung (str) auf.

In der Kalkschieferfolge fällt s_s generell steiler als s_1 nach NE(N–E). Die synmetamorphe Dehnung (str) erreicht 200–300 % (Pyritstreckungshöfe, Messungen im Gelände). SW-fallende kataklastische Mylonitzonen sind meist s_1 -parallel und mit Flexurfalten assoziiert. Die Relativbewegungen zerschneiden den Hangendschkel („back limb thrusts“); der Versetzungssinn ist ca. N-gerichtet. Knickfalten entsprechen frühen Stadien. B_1 -normale Knickfalten (B_2) sind mit B_1 -ac-Klüften assoziiert.

Da die Kalkschieferareale in ihrer stratigraphischen Abfolge nur ungenügend abgesichert sind, lassen sich aus dem Überschneidungssinn von s_s/s_1 keine Vergenzen ablesen. Nimmt man für die untersuchten Bereiche aufrechte Lagerung an, läßt sich NW-Vergenz der Bewegungen ableiten. Seltene, deutlich auf s_1 bezogene Falten (B_1) im Aufschlußbereich sind offen und lassen nach Faltenform NE(N–E)-Vergenz vermuten. Selbiges gilt für durch s_1 gebildete Gleitbrettfalten. Das Fehlen von kartierbaren Großfalten bzw. größerere Bereichen mit unterschiedlichem Überschneidungssinn läßt auf Mächtigkeitserhöhung durch Stapelung durch Überschiebungsbahnen schließen. Unklar bleibt das weitgehend konstante NE-Abtauchen der planaren Elemente bei angenommener NE-Vergenz.

Bei vergleichbarer Lithologie zeigen sich keine signifikanten Unterschiede im Deformationsstil beider Bereiche. Unterschiedliche Intensität in der Strukturentwicklung ist mit rheologischen Unterschieden in den Gesteinen verknüpft.

Plattenkalke – Passailer Phyllite – Hochschlagkalke – Heilbrunner Phyllite, Plankogel – Gasen

Ein Querprofil wurde übersichtsmäßig begangen, weitere sind in Bearbeitung (GSELLMANN). S_1 (metamorphes Lagengefüge) ist parallel s_s , mit parallelen Quarzgängen in Phylliten und Karbonatgängen in Grünschiefern. Die variszische Mineralgesellschaft ist mit s_1 (hauptsächlich) und s_2 korreliert. S_1 wird wiedergefaltet durch tight-isoklinale Falten (B_2) in mm- bis km-Größenordnung. B_2 ist eine typische „crenulation cleavage“, parallel zur Achsenebene von B_2 und weitgehend in s_1 einrotiert. Das zusammengesetzte planare Gefüge taucht konstant mittelsteil nach SW. B_2 -Achsen und die s_1/s_2 -

Überschneidungslinieation (I_2) streuen in ihrer Orientierung $\leq 90^\circ$. Einzelne Aufschlüsse zeigen Doppelvegenzen wie sie für "sheath folds" charakteristisch sind (z. B. Aufschlüsse in der Kurve unterhalb der Kornreithkehe, Brandluckenstraße). Überfaltung führt zu s_2 -parallelen Faltenüberschiebungen ("back limb thrusts"), die Relativbewegung des Hangendteils ist NE-gerichtet. Das B_2 -Achsenmaximum streut um eine Streckungslinieation (Mineralstreckung, Boudinierungsrichtung, etc.). Eine Probe aus geröllführenden Quarziten (Äquivalente der Hundsbergquarzite) zeigen 45° N-S-Streckung (ca. parallel der Faltenachse) und 30° Dehnung senkrecht dazu (in s_1 , flattening strain). Im Bereich der Plankogel-NE-Abhänge sind alle untersuchten Einheiten im Kartenbereich durch eine offene B_2 -Parasitärtafalte gefaltet. Sinistrale Störungen sind assoziiert. Etwaige Stapelung der untersuchten Einheiten ist demnach prä- D_2 . Der Überschneidungssinn von s_1/s_2 wechselt stark und offenbart zahlreiche B_2 -Parasitärtafalten. Die Vergenz ist bei beträchtlicher Orientierungsstreuung NE-gerichtet. In einigen Aufschlüssen ist offene B_3 -Faltung als symmetriekonstante Weiterführung von B_2 zu beobachten. B_4 (NW-SE) ist eine offene Knickfaltung und bewirkt Abtauchvariationen von B_2 . S_4 -Flächen treten als paarige kalttemperierte Scherzonen auf und zerdehnen das ältere Gefüge.

Alle untersuchten lithostratigraphischen Einheiten zeigen vergleichbaren Deformationsstil. B_2 -Faltenform und Achsenstreuung lassen auf aktive Anlage um die Orientierung und passive Rotation der B_2 -Falten zur Orientierung der Streckung hin schließen. Ob diese Indikationen für ein variszisches (NE-gerichtetes?) Scherregime sind, soll durch Straingeometrie- und Mikrogefügeuntersuchungen weiter untersucht werden. Unklar ist die Relation des Plattenkalkniveaus über den Passailer Phylliten zu den unterlagernden Einheiten. In den Plattenkalken sind Strukturen ausgebildet, die mit B_2 - B_4 und str in den unterlagernden Einheiten vergleichbar sind. Ob die Deformation mit s_1 assoziiert ist, s_1 ausfällt oder ob der Lithologiewechsel anderes Deformationsverhalten bewirkt, ist unklar. An der Grenze treten keine ausgeprägten kaltdeformierten (kataklastischen) Mylonitbahnen auf.

Grenzbereich Laufnitzdorfer Gruppe – Kalkschieferfolge, Magnesitbergwerk Breitenau

s_1 , in der Kalkschieferfolge deutlich als Transversalschieferung ausgebildet, in der Laufnitzdorfer Gruppe mit Quarzgängen assoziiert, wird in letzterer durch Isoklinalfaltung (B_1) mit liegender Achsenebene wiedergefaltet. In der Kalkschieferfolge sind keine klaren Beispiele für Schichtverdoppelungen durch Faltung zu finden. Imbrikation durch s_1 -bezogene Überschiebungen ist in Korrelation mit Kleinbeispielen wahrscheinlich. Faltenachsen und Überschneidungslinieation (s_3/s_1 , I_1) sind NE-SW-orientiert. Eine schwache Streckung (Pyritthöfe) begleitet I_1 . B_1 wird durch B_2 (offen, Flexurfalten, Achsenorientierung \perp B_1 -Achse) wiedergefaltet. Die Überschiebungszone im oberen Tagbauteil (Obere Kalkschiefereinheit über Laufnitzdorfergruppe) ist durch ellipsoidale Gesteinskörper mit gut erhaltenen D_1 -Strukturen in den Körpern, umgeben von ausgedehnten kalttemperierten Mylonitzonen, charakterisiert. Der gesamte, durch starke Kataklase betroffene Bereich umfaßt wenige 10er-Meter. In den Bewegungszonen erfolgt Brekzierung und Ausbildung von Harnischflächen. Die Gleitströmung taucht flach nach S.

Ein untersuchter Überschiebungskontakt zur Hochlantschdecke zeigt dominierende kalttemperierte Deformation. Dolomitisierung bezeugt Fluiddurchsatz. Erste Verformungsanalysenresultate aus der Hochlantschdecke (Tyrnauer Alm-Formation) zeigen 60 % Streckung in der WNW-ESE-Richtung und Verkürzung senkrecht s_1 (30 %) und senkrecht str und parallel s_1 (15 %, prolate strain).

Rannachdecke

Die bisherige Analyse im Gebiet Übelbachgraben beruht auf wenigen Aufschlüssen in wenig aussagekräftigen Gebieten.

Isoklinale bis offene Faltung (lithologiespezifisch) und assoziierte Schieferung (s_1) deformiert s_3 erstmals, wobei s_3 in kompetenten Gesteinen deutlich als Transversalschieferung ausgebildet ist. Eine kalttemperierte Knickfaltung betrifft s_1 in inkompetenten Gesteinen. In Metamorphose- und Deformationsintensität ist ein deutlicher Hiatus zur Schöckeldecke ausgebildet. Erste Faltung und Schieferung wird in einem vorläufigen Modell mit der Schöckelfaltung (B_2) gleichgesetzt.

Die Deformation der Rannachdecke im Stiwollergraben ist mit der im Übelbachgraben vergleichbar. Tight-isoklinal-Falten betreffen undeformierte Gesteine (mit Kompaktionsgefüge).

Eine teilweise ausgeprägte Streckungslinieation fällt gegen 240° ein. Geländemessungen der Streckung an euhedralen Pyriten lieferten bei Stiwoll Werte von $>500\%$, während im Gebiet von Kher im aufrechten Schenkel einer S-vergenten, offenen Großfalte Werte um ca. 200 %, im inversen Liegendschenkel Werte von mehreren 100 % gemessen wurden. An Mandeln von Mandelsteinen wurden bisher Werte von weniger als 300 % ertfaßt.

Als Arbeitsmodell wird zusammengefaßt:

Eine erste Unterscheidung in tiefere und höhere tektonische Einheiten nach der Deformationsgeschichte, der Deformations- und Metamorphoseintensität ist durchführbar. Ein Deformationsstil äquivalent der „Schöckelkalkfaltung“ ist als gemeinsames variszisches Deformationselement in den untersuchten Einheiten anzunehmen.

Faltenmaxima und Transportstrukturen in den tieferen Einheiten liegen in einer NE-SW-Richtung:

In den höheren Decken liegen die Streckungsgefüge in verschiedener Richtung: Maxima um WSW-ESE, während zusätzlich solche um WNW-ESE bzw. E-W festgestellt wurden. Im übrigen lassen sich generell weniger Deformationsakte erkennen.

Teilweise hohe Verformungswerte in den Schichten unterhalb der Dolomitsandsteinfolge der Rannachdecke lassen zusammen mit stratigraphischen Argumenten (verschiedene Basisschichten unter den Crinoidenschichten) das Einfügen einer weiteren Decke zwischen Schöckeldecke und Rannachdecke auch im südlichen Grazer Paläozoikum möglich erscheinen.

Die basale Überschiebungsfäche des Grazer Paläozoikums zeigt Transportgefüge, die einen Deckentransport in die NE-Richtung anzeigen. Deren Interferenz mit WNW-gerichteten Strukturen ist noch unklar.