



## Die Lienzer Dolomiten als integraler Bestandteil der dextralen Periadriatischen Scherzone

Von THOMAS SCHMIDT, JOACHIM BLAU, JOACHIM R. GRÖSSER & HELMUT HEINISCH\*)

Mit 7 Abbildungen

*Osttirol  
Drauzug  
Lienzer Dolomiten  
Periadriatisches Lineament  
Tektonik  
Blattverschiebung  
Blumenstruktur („flower structure“)  
Jura-Fazies  
Paläogeographie*

*Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blätter 178, 179, 195, 196*

### Inhalt

Zusammenfassung .....	223
Abstract .....	223
1. Einleitung .....	224
2. Geologische Übersicht .....	224
3. Tektonischer Baustil .....	225
4. Die Jura-Fazies als weiterer Hinweis für interne Blattverschiebungen .....	228
5. Diskussion .....	229
Dank .....	230
Literatur .....	230

### Zusammenfassung

Neue Kartierergebnisse aus dem W-Abschnitt der Lienzer Dolomiten (Österreich) zeigen, daß ein im Kartenbild auffächerndes und im geologischen Profil nach oben divergierendes Störungsmuster auf dextrale Blattverschiebungen zurückgeführt werden muß. Im Gebiet des Rainer Berges wird eine positive Blumenstruktur beschrieben. Die seit langer Zeit bekannten Kristallinschuppen innerhalb des Permo-Mesozoikums der Lienzer Dolomiten werden genetisch auf Blattverschiebungen zurückgeführt. Die fazielle Ausbildung jurassischer Gesteine im Untersuchungsgebiet bestärkt die tektonische Interpretation. Es werden die Konsequenzen dieser Überlegungen für die Tektonik des Drauzuges und für paläogeographische Modelle diskutiert. Die komplexe Interntektonik der Lienzer Dolomiten wird nur im Zusammenhang mit großräumigen Blattverschiebungs-Vorgängen entlang des Periadriatischen Lineaments (PA) verständlich.

### The Lienz Dolomites – An Integral Part of the Dextral Periadriatic Shear Zone

#### Abstract

New mapping results in the W' parts of the Lienz Dolomites (Austria) show that the braided anastomosing fault pattern in map view and the upward diverging fault pattern in cross section are caused by dextral strike-slip faulting. In the area of the Rainer Berg a positive flower structure is described. The long known slices of crystalline rocks within the Permo-Mesozoic rocks of the Lienz Dolomites are interpreted as genetically linked to strike-slip tectonics. The facies of Jurassic sediments supports the tectonic interpretation. The consequences of these considerations for the tectonics of the Drau Range and for paleogeographic reconstructions are discussed. The complex internal tectonics of the Lienz Dolomites must be seen in context with the large-scale strike-slip tectonics along the Periadriatic fault system.

\*) Anschriften der Verfasser: Dipl.-Geol. THOMAS SCHMIDT, Dr. JOACHIM BLAU, Institut für Angewandte Geowissenschaften, Fachgebiet Paläontologie, Diezstr. 15, D-6300 Gießen; Dr. JOACHIM R. GRÖSSER, Doz. Dr. HELMUT HEINISCH, Institut für Geowissenschaften und Lithosphärenforschung, Senckenbergstr. 3, D-6300 Gießen.

## 1. Einleitung

Die Lienzer Dolomiten bilden den Westteil des Drauzuges und liegen unmittelbar N' des Periadriatischen Lineaments (PA), einer der größten alpinen Störungszonen. Das PA trennt West- und Ostalpin vom Südalpin und setzt sich von W nach E aus den Segmenten Canavese-Linie, Tonale-Linie, Judicarien-Linie, Pustertal-Linie und Gailtal-Linie zusammen.

Das PA markiert im allgemeinen die S' Grenze der alpinen Metamorphose und des alpinen Deckenbaus. Eine Ausnahme hiervon findet sich im Bereich S' des Tauernfensters; hier tritt ein beträchtlicher Metamorphosesprung bereits an der Deferegggen-Anterselva-Valles-Linie (DAV) auf (Abb. 1) (AHRENDT, 1980).

Aufgrund von Faziesvergleichen des Permo-Mesozoikums (z.B. TOLLMANN, 1978; SCHMIDT et al., 1991), großräumiger kinematischer Analyse (LAUBSCHER, 1971) und strukturgeologischer Untersuchungen (z.B. SCHMID et al., 1987, 1989) werden an dem PA große dextrale Blattverschiebungen von bis zu 300 km angenommen.

Beim Vergleich mit anderen großen Blattverschiebungen (z.B. San Andreas Störung) ist zu erwarten, daß die Bewegung nicht an einer einzigen Störung erfolgte, sondern zeitlich und räumlich über eine breite Zone sich aufsplittender Störungen verteilt war (z.B. SYLVESTER, 1988 cum lit.).

Nach umfangreichen geologischen Kartierarbeiten der Arbeitsgruppe (BLAU et al., 1989; GRÜN & SENFF, 1989; BINGEL & BOCKEL, 1990; BLAU et al., 1990; GRÜN & SENFF, 1990; MENGES & SCHWARZ, 1990; BLAU et al., 1991; HENRICH & HEYER, 1991; BLAU et al., 1992; SCHMIDT & GRÖSSER, 1992) liegt eine Manuskriptkarte im Maßstab 1 : 25.000 vor, die es erlaubt, tektonische Strukturen auf einen möglichen Zusammenhang mit Lateralbewegungen zu untersuchen.

Weiterhin wurden in jüngster Zeit im weiteren Umfeld des PA Satellitenbild-Auswertungen (SPRENGER & HEINISCH, 1992) sowie eine kinematische Analyse und Paläo-Spannungsanalyse an einigen Hauptgleitflächen durchgeführt (SPRENGER, in Vorb.).

Es eröffnet sich daher die Chance, tektonische Strukturen in verschiedenen Betrachtungsmaßstäben zu analysieren und auf ihre Signifikanz für großräumige Blattverschiebungsbewegungen zu testen.

## 2. Geologische Übersicht

Die Lienzer Dolomiten gehören zum südlichsten erhaltenen Teil des Oberostalpins (Licium sensu TOLLMANN, 1977) und liegen nach wie vor im stratigraphischen Kontakt zu ihrem präalpisch geprägten Basement, dem Gailtalkristallin. Dieses besteht aus polymetamorphen Gesteinen sehr unterschiedlichen Deformations- und Me-

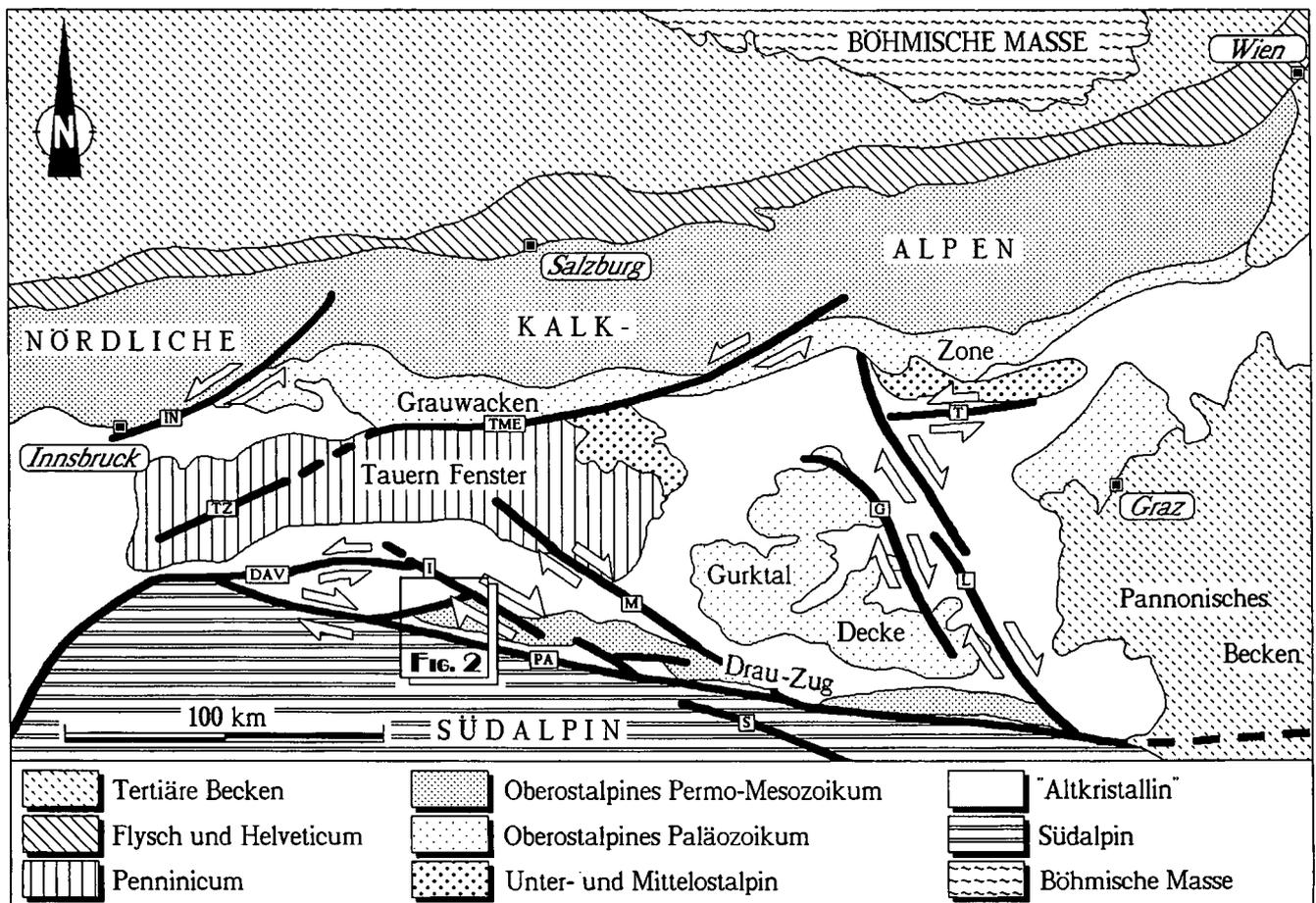


Abb. 1. Vereinfachte tektonische Übersichtskarte der Ostalpen mit den wichtigsten tertiären Blattverschiebungen (abgeändert nach NEUBAUER, 1988 und CHANNELL et al., 1990).

IN = Innstaltörung; TZ = Scherzone zwischen Tuxer und Zillertaler Kern; TME = Tauernnordrand-Störung, Mandling-Zug, Ennstal-Störung; T = Trofaiach-Linie; DAV = Deferegggen-Anterselva-Valles-Linie; I = Iseltal-Linie; M = Mölltal-Linie; G = Görttschitztal-Linie; L = Lavanttal-Linie; S = Save-Linie; PA = Periadriatisches Lineament.

tamorphosegrades (Staurolith-Granat-Glimmerschiefer, Phyllite, Phyllonite, Paragneise, Orthogneise, Amphibolite, Grünschiefer: HEINISCH, 1986, 1987b; HEINISCH et al., 1984).

Hierbei unterscheidet HEINISCH (1987a) im Bereich zwischen Lienzer Dolomiten/Gailtaler Alpen und PA vier tektonische Einheiten. Diese weisen eine unterschiedliche Deformations- und Metamorphose-Geschichte auf. Sie grenzen entlang vertikaler, etwa E-W-streichender Scherzonen von kataklastischer oder duktiler Natur aneinander. Das Gefüge-Inventar (Schieferungsflächen, Lineationen) ist durch polyphase Schertektonik in vertikale Position rotiert und zeigt ein E-W-gerichtetes Generalstreichen.

Die Metamorphosegeschichte (M1 bis M3) und duktile Deformation war polyphas (HEINISCH, 1987a). Hierbei erreichte die prograde Hauptmetamorphose je nach tektonischer Einheit den 'almandine low grade' bis 'medium grade', in manchen Fällen aber auch nur das Phyllitstadium mit erhaltenen Fossilien (Gailtal-Paläozoikum, SCHÖNLAUB, 1979). Wichtig ist eine mindestens zweiphasige Diaphthorese, die bereichsweise zur Bildung von Phylloniten führte und zumindest zum Teil alpidisches Alter hat (HEINISCH, 1987a).

Das Gailtalkristallin ist geometrisch aus phacoidförmig aneinandergereihten Segmenten aufgebaut. In diesen Schuppenbau sind, beispielsweise E' des Gailbergsattels, Späne von Permo-Trias mit einbezogen (HEINISCH, 1986; 1987b). Insgesamt ist der Bereich als eine Collage aus Kataklastiten, Ultrakataklastiten und Myloniten zu charakterisieren.

Im S wird das Gailtalkristallin durch das PA vom südalpinen Paläozoikum getrennt. In die komplexe, bis zu 300 m breite, kataklastische Scherzone sind Phacoide von oligozänen Tonaliten eingeschaltet (SASSI et al., 1974). Daneben treten Späne von Permo-Mesozoikum auf, die erstmals von ZANFERRARI (1976) beschrieben wurden. Detailkartierungen (HEINISCH, 1985; 1987b) waren die Basis für ausführliche strukturgeologische und geochemische Untersuchungen (HEINISCH & SPRENGER, 1988). Hierbei konnten erstmals mächtige Pseudotachylite nachgewiesen werden, die geochemisch von friktionell aufgeschmolzenem Tonalit-Material herzuleiten sind und Tonalite, Permo-Skyth sowie Gailtalkristallin durchschlagen. Die kataklastische Deformation klingt innerhalb des Südalpins und des Gailtalkristallins graduell aus.

Die primär sedimentäre, winkeldiskordante Auflagerung des Permo-Mesozoikums der Lienzer Dolomiten auf das Gailtalkristallin ist nur noch an wenigen Stellen erhalten (SCHLAGER, 1963; VAN BEMMELEN & MEULENKAMP, 1965), größtenteils aber tektonisch überprägt. Die sogenannte Drauzug-Südrand-Störung hingegen verläuft meist zwischen siliziklastischem Permo-Skyth und der karbonatischen Trias.

Aufgrund der polyphasen Deformation innerhalb des Kristallins ist es dort kaum möglich, spätere bruchhafte Verformungsvorgänge quantitativ zu erfassen. Daher kommt der Analyse tektonischer Strukturen innerhalb der sedimentären Bedeckung große Bedeutung zu.

Die Basis der sedimentären Schichtfolge bilden permoskythische rote Siliziklastika, die von mächtigen mittel- bis obertriadischen Karbonaten überlagert werden. Während die permischen Siliziklastika noch fluviatile Verhältnisse widerspiegeln, zeigen bereits die Sedimente des Alpiner Buntsandsteins teils marinen Charakter, der sich dann mit den Werfener Schichten endgültig durchsetzt. Während des Anis und Ladin kam es zum Rifting und da-

mit zur faziellen Gliederung des Ablagerungsraumes. Das Rifting kam zum Stillstand (aborted Rifting sensu BECHTÄDT et al., 1976; 1978), sodaß sich in der Obertrias mächtige Karbonatplattformen bilden konnten.

Die jurassische Entwicklung zeigt eine ausgeprägte Faziesheteropie und erlaubt damit eine gute paläogeographische Rekonstruktion des Sedimentationsraumes (BLAU & SCHMIDT, 1988). Die Faziesdifferenzierung im Jura wurde durch ein erneutes Rifting gesteuert, welches während der obersten Trias bis Unterlias einsetzte, die gesamte W' Tethys beeinflusste und schließlich zum Zerfall von Pangäa und der Öffnung des Zentralatlantik und des Ligurisch-Piemontesischen Ozeans (S-Pennin) führte (vgl. DERCOURT et al., 1986; ZIEGLER, 1988).

Die Krustenausdünnung führte in den Lienzer Dolomiten zur Bildung zweier westwärts gekippter Blöcke. In den Beckenbereichen wurden mächtige Serien abgelagert, während der Schwellenbereich durch in situ brecciierte liassische Flachwasserkalke, Schichtlücken und kondensierte Serien charakterisiert ist (BLAU & SCHMIDT, 1988; BLAU, 1990). Erst während des Apt/Alb wurde das im Lias gebildete Relief von Flysch-Sedimenten (Amlacher-Wiesen-Schichten) überdeckt. Der Drauzug sowie die anderen Bereiche des Licicums (sensu TOLLMANN, 1977) wurden bereits in der mittleren Kreide (vorgosauisch) gefaltet und nach N bzw. NW überschoben (TOLLMANN, 1977; v. GÖSEN, 1989).

### 3. Tektonischer Baustil

Die Lienzer Dolomiten werden im NW durch die Drautal-Linie, im NE durch die Iseltal-Linie und im S durch das Gailtalkristallin begrenzt, was ihnen einen dreieckigen Zuschnitt verleiht (Abb. 2). Das Rückgrat der Lienzer Dolomiten wird durch eine E-W-streichende Sattelstruktur (Hauptantiklinale) gebildet, welche im N von einer Mulde (Amlacher-Wiesen-Mulde) begleitet wird. In dieser Mulde finden sich die bereits erwähnten Vorkommen jurassischer und kretazischer Sedimente mit der beschriebenen Faziesdifferenzierung.

Im N wird die Amlacher-Wiesen-Mulde von einer E-W-streichenden Störung abgeschnitten; N' der Störung stehen stratigraphisch ältere Sedimente an, und im Bereich des Lienzer Stadtwegs findet sich an dieser Störung eingeschupptes Kristallin.

Im S wird die Hauptantiklinale von einer Störungszone tektonisch begrenzt, die von E kommend über das Pirkner Tal und Tuffbad nach W verfolgbar bleibt (Abb. 2). Dort spaltet die Störung in ein Störungsbündel auf, wobei die einzelnen Äste linsenförmige Körper unterschiedlichen stratigraphischen Inventars einschließen. S' davon finden sich weitere Beispiele solcher aufspaltender Störungssysteme (Abb. 2, 3). Das südlichste dieser Systeme enthält Phacoide von Amphibolit und Granatglimmerschiefer (vgl. geologische Karte in VAN BEMMELEN & MEULENKAMP, 1965; WARCH, 1989). Es besteht auch eine geometrische Analogie zu den Permo-Trias-Schuppen entlang der Gailtal-Linie. Das Einfallen der einzelnen Störungen ist in der Regel steil bis vertikal mit flacheren Werten in Krümmungszonen.

Auf Abb. 2 wird deutlich, daß die Lienzer Dolomiten aus einem zentralen zusammenhängenden Teil bestehen, dem im N und S verschiedene tektonostratigraphische Einheiten angegliedert sind. Diese sind, wie weiter unten ausgeführt wird, als allochthon in Bezug auf den Zentralteil anzusehen.

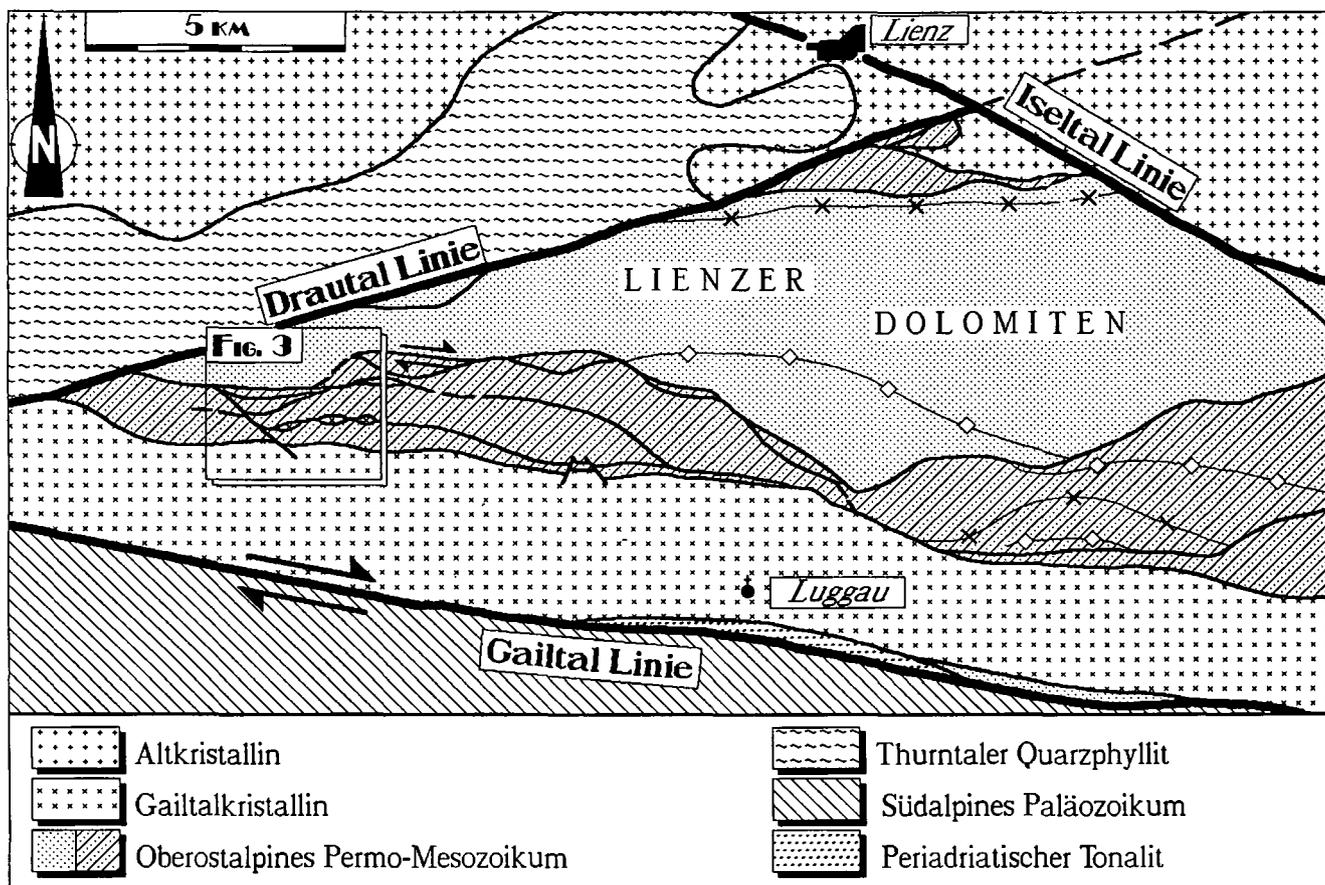


Abb. 2. Tektonische Übersichtskarte der Lienzer Dolomiten. Deutlich wird der zusammenhängende Zentralteil (punktiert), dem verschiedene tektonostratigraphische Einheiten im N und S (schrägschraffiert) gegenüberstehen. Diese sind in Bezug auf den Zentralteil als allochthon anzusehen. Zu beachten ist auch das eingeschuppte Permo-Mesozoikum an der Gailtal-Linie (abgeändert nach VAN BEMMELEN & MEULENKAMP, 1965; SCHLAGER, 1963; ZANFERRARI, 1976, sowie eigenen Geländedaten).

Als typisches Beispiel für diesen strukturellen Bauplan wird das Gebiet des Griesbaches zwischen Rainer Berg und Spitzenstein im W und Schlucke, Breitenstein und Alplspitz im E genauer dargestellt. Abb. 3 zeigt einen geologischen Überblick, Abb. 4 ein Profil dieses Gebietes.

Aus Abb. 3 wird deutlich, daß das Gebiet aus unterschiedlichen tektonostratigraphischen Einheiten besteht, die von steil einfallenden Störungen begrenzt werden. Die einzelnen Einheiten zeichnen sich im allgemeinen durch E-W-Streichen der Schichtflächen aus. Zwischen den tektonischen Segmenten können die Lagerungsverhältnisse variieren. Der N-Teil des Gebietes besteht aus invers liegendem Hauptdolomit mit einem Rest von unterlagernden Raibler Schichten (W' des Rainer Berges) und stellt vermutlich die Westfortsetzung der N-Flanke der Hauptantiklinale dar. Nach S wird der Hauptdolomit gegen jurassische und kretazische Serien von einer Störung (Abb. 3, Störung I) begrenzt, die von E her über die Schlucke (Abb. 5) und den Rainer Berg nach W über den Jochbach bis in das Drautal streicht.

Diese steilstehende Störung ist in der Griesbachschlucht bei 1260 m ü. NN gut aufgeschlossen. Dort finden sich Spiegelharnische mit horizontaler Striemung. Die unmittelbar S' der Störung anstehenden Aptychenschichten sind intern zerschert und im m-Bereich in linsenförmige Körper zerlegt, die eindeutig einen dextralen Bewegungssinn dokumentieren (vgl. Abb. 6). Die Scherkörper werden als „sidewall ripouts“ interpretiert, die von SWANSON (1989) als typische Merkmale von Blattverschiebungen beschrieben wurden.

Die jurassisch/kretazischen Gesteine streichen vom Griesbach über den Rainer Berg bis in den Jochbach. Während am Rainer Berg und im Jochbach nur unvollständige Abfolgen erhalten sind, ist im Griesbach-Profil die Anlage als Mulde gut zu erkennen.

Die N' Muldenflanke besteht aus einer tektonisch stark ausgequetschten Abfolge von Aptychenschichten, denen sich bachaufwärts Kreidfleckenmergel und im Muldenkern Amlacher-Wiesen-Schichten anschließen. Die S' Muldenflanke ist ebenfalls im Griesbach aufgeschlossen und umfaßt tektonisch zerscherte Aptychenschichten, Radiolarite, Liasfleckenmergel und fragliche Reste von Kössener Schichten.

Die S' Muldenflanke wird von einer E-W-streichenden steilstehenden Störung (Abb. 3, Störung II) gekappt und vom S' anstehenden Hauptdolomitzug des Breitenstein getrennt. Diese Störung verläuft vom Schluckenriegel über die Schlucke nach W (Abb. 5). Sie bildet höchstwahrscheinlich eine Zweigleitfläche von Störung I (Abb. 3, 5). Die Abzweigung ist allerdings vom mächtigen Schuttkegel in der Schlucke überdeckt. W' des Griesbaches bildet die Störung eine Krümmungszone aus; sie biegt in SW-NE-Richtung um und fällt mit etwa 45° nach NW ein. Sie läßt sich weiter über das Joch zwischen Spitzenstein und Schönbrandhöhe (Abb. 3, Pkt. 1891) nach W in den Jochbach verfolgen. Entlang der Störung ist ein Span von Raibler Schichten aufgeschlossen.

Von ihr zweigt etwa 400 m W' des Griesbaches eine weitere Störung ab (Abb. 3, Störung III), die unter steilem S-Fallen zum Rainer Berg hinaufzieht (Abb. 4, 7) und von dort

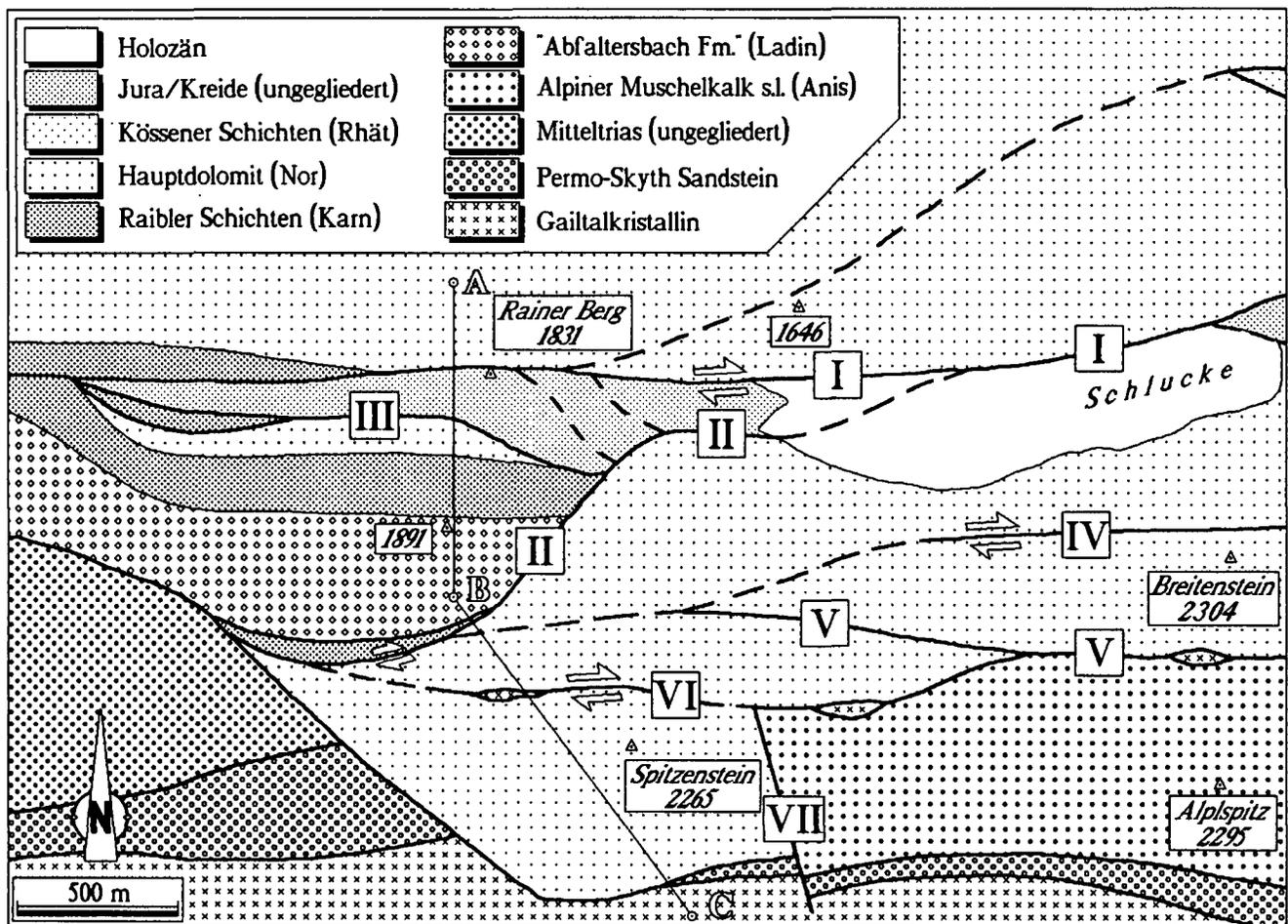


Abb. 3. Vereinfachte geologische Karte der westlichen Lienzer Dolomiten zwischen Jochbach im W und Sturzelbach im E (Lokation siehe Abbildung 2).

über den Jochbach weiter nach W streicht. Von der Abzweigung an begrenzt diese Störung das Jura-Kreide-Vorkommen nach S.

Beide Äste der Störung schließen eine überkippte Abfolge von Jochbachschichten, Abfaltersbacher Plattendolomiten (beide sensu SPERLING, 1990), Raibler Schichten und Hauptdolomit ein. Die Abfolge stellt eine weitere tektonostratigraphische Einheit dar. Höchstwahrscheinlich enthält der Osthang des Rainer Berges noch weitere, steil südfallende Störungsäste (Abb. 3, 7). Dafür spricht zum Beispiel die tektonische Amputation einer ausgeprägten Rippe aus Aptychenschichten im Osthang des Rainer Berges. Der Verlauf dieser Störungen ist allerdings im äußerst unzugänglichen Gelände schlecht zu verfolgen.

Die beschriebene Konfiguration ist mit dem bisher für die Lienzer Dolomiten favorisierten Modell eines Sattel- und Muldenbaus kaum zu erklären. Neben den Lagerungsverhältnissen der verschiedenen tektonostratigraphischen Einheiten widersprechen insbesondere die nach oben divergierenden Störungen einer solchen Interpretation.

Das dreidimensionale Bild läßt sich zwanglos als positive Blumenstruktur (sensu EISBACHER [1991] übersetzt aus 'flower structure' nach WILCOX et al. [1973]) erklären. Sie ist vom Schluckenriegel im E sehr gut im Profil zu erkennen (Abb. 4, Abb. 7). Deutlich werden aus dieser Perspektive die sich im Niveau des Griesbaches auf etwa 200 m annähernden N- und S-Störungen und die sich nach oben öffnende Struktur. Das Umbiegen in SW/NE-Richtung be-

wirkt bei dextralem Versatz Kompression an einer blockierenden Krümmung (sensu EISBACHER, 1991, übersetzt aus 'restraining bend' nach CROWELL, 1974). Entlang der N-Wand des Breitenstein verläuft ebenfalls eine steilstehende Störung (Abb. 3, Störung IV; Abb. 5). Der durch die Störung völlig vergusste Hauptdolomit liefert die mächtigen Schutthalden der Schlucke. E' der Griesbachschlucht zeigt die Störung steiles S-Fallen, was vom Rainer Berg aus gut zu beobachten ist. Sie vereinigt sich wahrscheinlich weiter W' mit einer Störung (Abb. 3, Störung V), die von E kommend S' des Breitenstein und N' des Spitzenstein vorbeistreich.

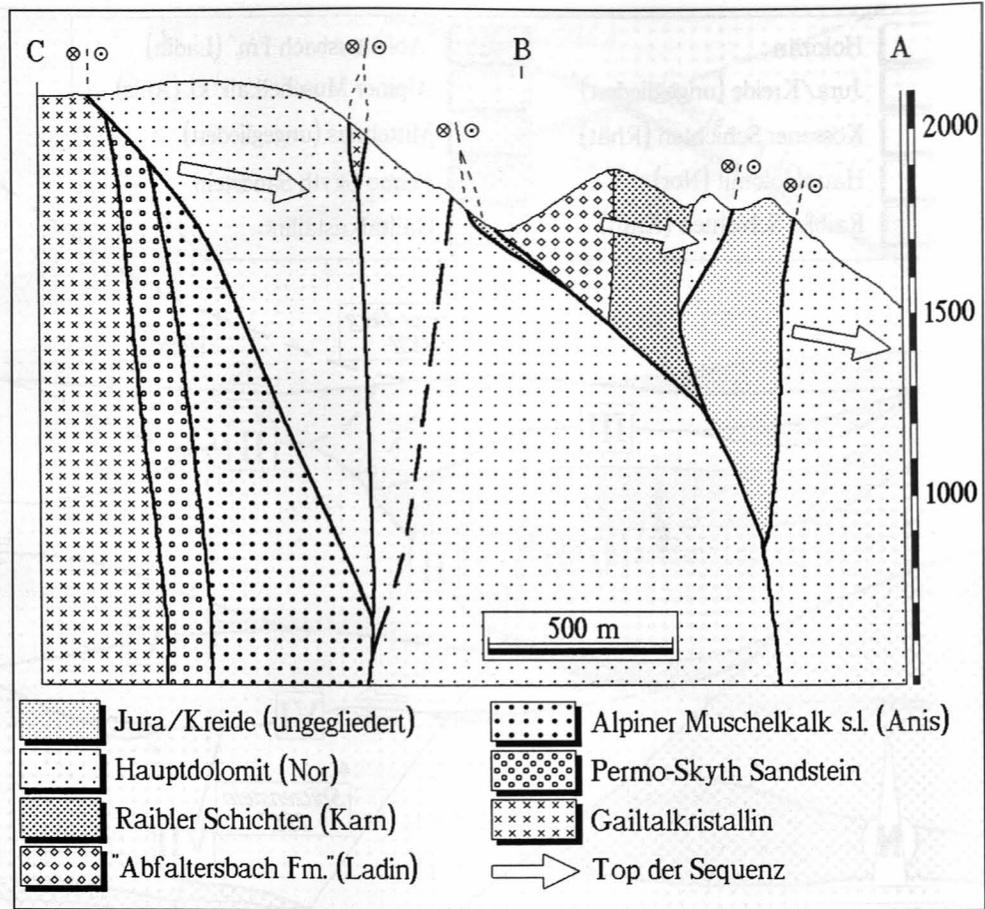
Entlang der Störung V (Abb. 3) und einer von ihr abzweigenden Störung (Abb. 3, Störung VI) sind als Besonderheit mehrere tektonische Späne von Amphibolit bzw. Granatglimmerschiefer aufgeschlossen. Der von dieser Störung nach N begrenzte, überkippt liegende Hauptdolomit des Spitzenstein wird im E von einer NNW-SSW-Störung (Abb. 3, Störung VII) begrenzt, welche von der Störung VI (Abb. 3) abgeschnitten wird. Dies zeigt, daß die Seitenverschiebungen relativ junge Ereignisse darstellen.

Die Kristallinspäne sind vom Gailtalkristallin zu beziehen und können als „exotic horses“ (WOODCOCK & FISHER, 1986), welche entweder als „strike-slip“-Duplexe und/oder „sidewall ripouts“ entlang der Südrandstörung gebildet wurden, interpretiert werden.

Insgesamt zeigt das tektonische Inventar reichhaltig Beispiele für divergierende und konvergierende Zweigleitflächen, die entsprechend anastomosierende Seg-

Abb. 4.  
 Profil durch die positive Blumenstruktur am Rainer Berg entsprechend der Profillinie in Abb. 3.

mente unterschiedlichen stratigraphischen Umfangs umgrenzen. Zusammen mit der beschriebenen positiven Blumenstruktur weisen sie das Untersuchungsgebiet als einen transpressiven Abschnitt des Periadriatischen Blattverschiebungssystems aus. Dies stimmt gut mit Ergebnissen überein, die im Bereich der Drauzug-Südrandstörung und des PA mit der Technik der Paläo-Spannungsanalyse gewonnen wurden (SPRENGER & HEINISCH, 1992). Für die letzten kataklastischen Deformations-Ereignisse läßt sich demnach ein Transpressions-Regime ermitteln, wobei die Hauptnormalspannung, leicht variierend, subhorizontal N-S gerichtet ist.



#### 4. Die Jura-Fazies als weiterer Hinweis für interne Blattverschiebungen

Zusätzlich zu den tektonischen Strukturen finden sich in der Fazies der jurassischen Gesteine weitere Hinweise für Blattverschiebungen innerhalb der Lienzer Dolomiten. Die in der Amlacher-Wiesen-Mulde vorliegende Faziesverteilung (BLAU & SCHMIDT, 1988: Abb. 1) zeigt ein Faziesmuster, welches sich nicht mit dem im S der Lienzer Dolomiten vorliegenden parallelisieren läßt (BLAU & MEISTER, 1991; SCHMIDT et al., 1991).

Die markantesten Unterschiede finden sich in der Entwicklung der Serien des Lias und des Malm. Für beide Epochen gilt, daß die im S der Lienzer Dolomiten vorliegenden Sedimente einen wesentlich ausgeprägteren Beckencharakter haben als die korrespondierenden Serien der Amlacher-Wiesen-Mulde.

So ist das mit Ammoniten belegte Pliensbach in der Amlacher-Wiesen-Mul-

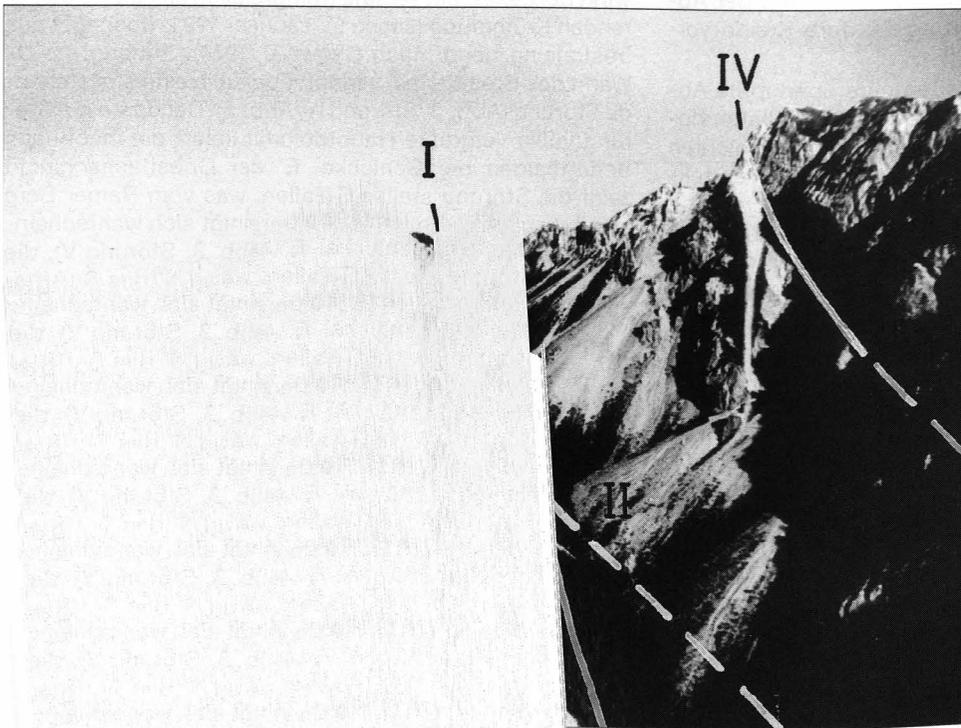


Abb. 5.  
 Blick vom Rainer Berg nach E in die Schlucke.  
 Die Nummern der Störungen entsprechen den Nummern von Abb. 3.



Abb. 6. Scherkörper innerhalb der Aptychenschichten im Griesbach unmittelbar südlich der großen E/W streichenden Blattverschiebung (Störung I in Abb. 3). Deutlich erkennbar ist der dextrale Bewegungssinn an den Scherflächen.

de als eine reduzierte Sequenz in Rotkalk-(Hang-)Fazies ausgebildet, wohingegen sich in der S-Zone der Lienzer Dolomiten (vgl. BLAU & MEISTER, 1991; SCHMIDT et al., 1991) tektonisch isolierte Schuppen von Pliensbach in Liasfleckenmergel-Beckenfazies finden. Zu diesen Schuppen gehört auch das Vorkommen vom Rainer Berg (SCHMIDT & GRÖSSER, 1992).

Noch ausgeprägter sind die Faziesgegensätze im Malm. Während dieser Zeit persistiert in der Amlacher-Wiesen-Mulde die Rotkalkfazies, während in der S' Schuppenzone Radiolarite zur Ablagerung kommen. Dies zeigt eine Wassertiefe unterhalb der CCD an.

Der fazielle Kontrast zwischen der N- und der S-Zone kann durch die Zerlegung des ursprünglichen Ablagerungsraumes an dextralen Blattverschiebungen erklärt werden (SCHMIDT et al., 1991). Darüberhinaus ermöglicht er eine Abschätzung des Betrages der internen Blattverschiebungen. Legt man die von BLAU & SCHMIDT (1988) vorgelegte paläogeographische Rekonstruktion des Jura der N-Zone der Lienzer Dolomiten zugrunde, dann können die Jura-Sedimente der S-Zone nur aus einem Gebiet E'

der jurassischen Schwelle im Meridian von Lavant, d.h. von der E' Kippscholle bezogen werden. Damit ergibt sich ein minimaler seitlicher Versatz von ca. 25 km.

Diese Interpretation wird gestützt durch die Untersuchungen SPERLING's (1990), der aufgrund tektonischer und fazieller Untersuchungen an triassischen Serien der W' Lienzer Dolomiten ebenfalls dextrale Blattverschiebungen, allerdings nur bis 10 km, postulierte.

## 5. Diskussion

Die beschriebenen tektonischen Verhältnisse in den W' Lienzer Dolomiten sprechen eindeutig für einen dextral versetzten ursprünglichen Faltenbau. Zusätzlich wird diese tektonische Interpretation durch die fazielle Ausbildung der jurassischen Sedimente unterstützt. Sie deutet ebenfalls auf einen internen dextralen Versatz einer originären, durch syndesimentäre Tektonik geprägten jurassischen Faziesverteilung. Die gesamten Lienzer Dolomiten können als „Scherbenhaufen“ dextral versetzter Fragmente interpretiert werden.

Ein direkter Nachweis für den Zeitpunkt der Blattverschiebungen kann aus dem Arbeitsgebiet heraus nicht geführt werden, da entsprechend junge Sedimente fehlen. Als plausible Lösung bietet sich der Vergleich mit Deformationsereignissen am PA an. Dort bilden die oligozänen Tonalit-Intrusionen eine Zeitmarke (SPRENGER & HEINISCH, 1992). Entsprechend ist der Zeitraum ab dem Oligozän (30 Ma) bis rezent für die Fragmentierung des Drauzuges anzunehmen.

Im größeren Rahmen ist zu erwarten, daß der Drauzug als Ganzes von dextraler Blattverschiebungstektonik erfaßt wurde und entsprechend den Verhältnissen in den Lienzer Dolomiten aufgebaut ist. In diesem Zusammenhang sei an sowohl tektonisch als auch faziell isolierte Krustenstücke des Drauzuges, wie den Dobratsch oder das Nötscher Karbon erinnert, welche sich als seitenver-

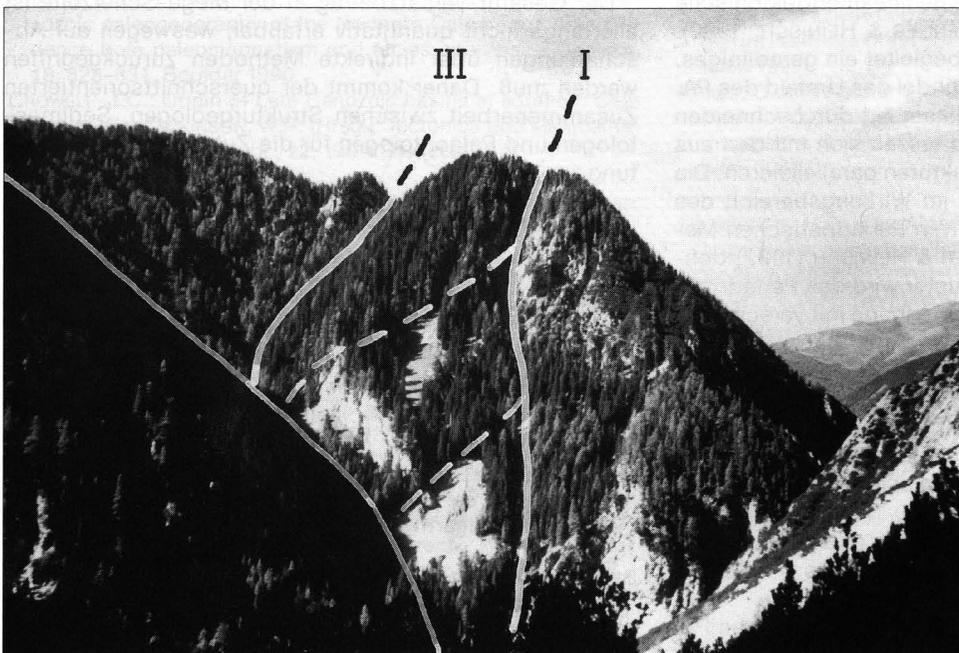


Abb. 7. Blick vom Schluckenriegel im E auf die Blumenstruktur im Rainer Berg vgl. auch Profil Abb. 4. Die Nummern der Störungen entsprechen den Nummern von Abb. 3.

schobene Fragmente erklären lassen (siehe v. GOSEN, 1989). Die Karawanken als Ganzes (Nord und Südkarawanken) wurden von LAUBSCHER (1983) als Blumenstruktur interpretiert. Folgerichtig wäre ein entsprechender interner Aufbau auch für die Nordkarawanken und die Gailtaler Alpen zu erwarten.

Vor dem Hintergrund solcher Überlegungen muß beachtet werden, inwiefern paläogeographische Rekonstruktionen im Bereich des Drauzugs noch ihre Gültigkeit besitzen bzw. überarbeitet werden müssen. Diese wurden unter der Voraussetzung erstellt, daß die ursprünglichen Faziesmuster später nicht intern lateral versetzt wurden (z.B. KRAUS, 1969; BECHSTÄDT, 1978; KRÄINER, 1987, 1990). So lassen markante Faziesunterschiede zwischen der N- und S-Seite des Drauzugs in permo-skythischen Sedimenten (z.B. KRÄINER, l.c.) nicht unbedingt auf primäre Faziesverteilungen schließen, sondern könnten auch auf spätere Blattverschiebungen zurückzuführen sein. Analog dazu gelangte man beim Versuch, die paläogeographischen Gegebenheiten der Nördlichen Kalkalpen zu klären, ohne deren internen Deckenbau zu berücksichtigen, zu falschen Vorstellungen (z.B. JACOBSSHAGEN, 1965).

Ohne die Berücksichtigung von Blattverschiebungen ergäbe sich auch für die jurassische Paläogeographie der Lienzer Dolomiten ein falsches Bild. Betrachtete man nämlich die oben erwähnten tektonisch isolierten Vorkommen jurassischer Gesteine im W der Lienzer Dolomiten als autochthon, so könnte deren fazielle Ausbildung mit den Verhältnissen in der Amlacher-Wiesen-Mulde nicht sinnvoll in Einklang gebracht werden. Eine denkbare Erklärung der Diskrepanz durch synsedimentäre Abschiebungstektonik scheidet an den hier fehlenden signifikanten Resedimenten wie Talus-Breccien und Debris Flows mit Riesenkomponten. Auf der Stadelwiese, wo eine solche Situation vorliegt, sind diese in beispielhafter Form entwickelt (siehe BLAU & SCHMIDT, 1988, 1990). Paläogeographische Rekonstruktionen des Drauzugs können deshalb nur in intakten, möglichst großen Segmenten des „Scherbenaufens“ (wie z.B. die Amlacher-Wiesen-Mulde) durchgeführt werden. Erst in einem zweiten Schritt kann ein sinnvoller Zusammenhang mit weiteren Schuppen gesucht werden.

Zur Analyse des jüngsten tektonischen Geschehens im Bereich des Drauzugs wurde eine lineamenttektonische Auswertung durchgeführt (SPRENGER & HEINISCH, 1992). Nach den Satellitenbild-Daten begleitet ein geradliniges, 100° streichendes Lineament-Bündel das Umfeld des PA. Einzelne diskrete Lineamente dieser Art durchschneiden auch die Lienzer Dolomiten und lassen sich mit den aus der Kartierung abgeleiteten Strukturen parallelisieren. Die Lienzer Dolomiten lagen daher im Wirkungsbereich des polyphasen seismotektonisch aktiven Periadriatischen Mega-Shears, wie er von SPRENGER & HEINISCH (1992) definiert wird. Im großregionalen Muster wird das Periadriatische Störungssystem im Zusammenhang mit verschiedenen Zweigstörungen gesehen, wie der Lavanttal-Linie (Abb. 1, L), der Görttschitztal-Linie (Abb. 1, G), der Mölltal-Linie (Abb. 1, M) oder der Iseltal-Linie (Abb. 1, I), welche vom PA abspalten, das N' angrenzende Ostalpin durchschneiden und als synthetische Riedelscherflächen angesehen werden können (LAUBSCHER, 1983; NEUBAUER, 1988; v. GOSEN, 1989; SCHMIDT et al., 1989). Die dextrale Save-Linie (Abb. 1, S) in den Südalpen muß ebenfalls im Zusammenhang mit dem PA betrachtet werden (v. GOSEN, 1989).

Inwiefern sich sinistrale Störungen im Bereich des PA, wie z.B. die DAV (Abb. 1, DAV) (SASSI et al., 1973), in dieses

Bewegungsmuster einbinden lassen, ist noch völlig ungeklärt und bedarf weiterer Untersuchungen.

Ein genetischer Zusammenhang mit einem als sinistral betrachteten Störungssystem N' des Tauernfensters wird von NEUBAUER (1988) postuliert. Hierzu werden insbesondere die Tauernnordrand-Störung, Mandling-Zug, Ennstal-Störung (Abb. 1, TME) und Trofaiach-Linie (Abb. 1, T) gerechnet. Theoretischer Hintergrund ist das „continental escape“-Modell von TAPPONNIER (1977). Danach wanderten im Zuge der späten alpinen Konvergenz im Miozän verdickte Krustenteile nach E (NEUBAUER, 1988; KAZMÉR & KOVÁCS, 1985; KAZMÉR & BLAU, 1987; RATSCHBACHER et al., 1989, 1990), welches zur Bildung des Karpatenbogens führte. Der Zeitpunkt wird mit der Anlage sinistraler pull apart-Becken korreliert (BURCHFIEL & ROYDEN, 1982; ROYDEN et al., 1982).

Entscheidend für eine Verifizierung dieser Theorien wäre die zeitliche Eichung der Bewegungsvorgänge und der konkrete Nachweis der Translationsrichtungen an den genannten Störungen. Mangels geeigneter Sedimente als Zeitmarken ist dies in der Regel nicht möglich.

Wie aus Untersuchungen an Pseudotachyliten des PA hervorgeht, erlebte diese Zone im Zeitabschnitt von 30 Ma bis heute (nach der Intrusion der Tonalite) mindestens vier unterscheidbare, bruchhafte Deformations-Phasen (K<sub>1</sub> bis K<sub>4</sub>, SPRENGER & HEINISCH, 1992). K<sub>1</sub> und K<sub>2</sub> lieferten Pseudotachylite und markieren eine bedeutende seismische Aktivität am PA. Je nach Winkel zwischen Hauptnormalspannung und Hauptgleitfläche wechselte hierbei mehrfach die Bewegungsrichtung an diskreten Störungen (dextral, sinistral, auf- oder abschiebend). Dieses komplexe Einzelergebnis beleuchtet die Problematik der o.a. globaltektonischen Modelle.

Die innerhalb der Drauzug-Permo-Trias auskartierte Blumenstruktur belegt eindrucksvoll, daß der Drauzug integraler Bestandteil der beschriebenen, polyphasen Mega-Scherzone ist. Bereits durch duktile Deformationsvorgänge war hier eine krustale Schwächezone angelegt, die mehrfach reaktiviert wurde. Im Zuge der schrägen Konvergenz im jüngeren Abschnitt der alpinen Kollisionsgeschichte verstärkte sich zunehmend die Blattverschiebungs-Komponente. Dies ist die Ursache für die transpressive Zerschonerung des Gebietes.

Der Gesamt-Versatzbetrag in der Mega-Scherzone ist allerdings nicht quantitativ erfaßbar, weswegen auf Abschätzungen über indirekte Methoden zurückgegriffen werden muß. Daher kommt der querschnittsorientierten Zusammenarbeit zwischen Strukturgeologen, Sedimentologen und Paläontologen für die Zukunft große Bedeutung zu.

#### Dank

Prof. BLIND, Gießen danken wir für die kritische Durchsicht einer früheren Version des Manuskriptes, Frau M. SCHORGE besorgte die Ausarbeitung der Photos. Vorliegende Arbeit enthält Auszüge aus der Dissertation von T. SCHMIDT.

#### Literatur

- AHRENDT, H.: Die Bedeutung der Insubrischen Linie für den tektonischen Bau der Alpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **160**, 336–362. Stuttgart 1980.
- BECHSTÄDT, T.: Faziesanalyse permischer und triadischer Sedimente des Drauzugs als Hinweis auf eine großräumige Lateralverschiebung innerhalb des Ostalpins. – Jb. Geol. B.-A., **121** (1), 11–21, Wien 1978.

- BECHSTÄDT, T., BRANDNER, R. & MOSTLER, H.: Das Frühstadium der alpinen Geosynkinalentwicklung im westlichen Drauzug. – Geol. Rdsch., **65** (2), 618–648, Stuttgart 1976.
- BECHSTÄDT, T., BRANDNER, R., MOSTLER, H. & SCHMIDT, K.: Aborted rifting in the Triassic of the Eastern and Southern Alps. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **126**, 157–178, Stuttgart 1978.
- BINGEL, P. & BOCKEL, K.: Bericht 1989 über geologische Aufnahmen in den Lienzer Dolomiten auf den Blättern 180 Winklern, und 197 Kötschach. – Jb. Geol. B.-A., **133** (3), 479–481, Wien 1990.
- BLAU, J.: Stratigraphie und Paläontologie der Trias, Jura und Kreide-Schichten in den Nördlichen Lienzer Dolomiten (Österreich). – Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen, 139 S. + Appendix, Gießen 1990.
- BLAU, J. & SCHMIDT, T.: Tektonisch kontrollierte Sedimentation im Unterlias der Lienzer Dolomiten (Österreich, Osttirol, Kärnten). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **34/35**, 185–207, Wien 1988.
- BLAU, J. & SCHMIDT, T.: Weitere Beobachtungen in den Liasfleckmergeln der Stadelwiese (östliche Lienzer Dolomiten, Kärnten). Eine Erwiderung auf den „Bericht 1988 über geologische Aufnahmen auf den Blättern 179 Lienz, 180 Winklern und 196 Obertilliach“ von A. WARCH. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **36**, 169–177, Wien 1990.
- BLAU, J., BLIND, W. & SCHMIDT, T.: Bericht 1988 über geologische Aufnahmen in den Lienzer Dolomiten auf den Blättern 179 Lienz und 180 Winklern. – Jb. Geol. B.-A., **132** (3), 593–595, Wien 1989.
- BLAU, J., BLIND, W. & SCHMIDT, T.: Bericht 1989 über geologische Aufnahmen in den Lienzer Dolomiten auf den Blättern 180 Winklern und 197 Kötschach. – Jb. Geol. B.-A., **133** (3), 484–486, Wien 1990.
- BLAU, J., BLIND, W., GRÜN, B., SCHMIDT, T. & SENFF, M.: Bericht 1990 über geologische Aufnahmen in den Lienzer Dolomiten auf den Blättern 178 Hopfgarten, 179 Lienz, 195 Sillian und 196 Obertilliach. – Jb. Geol. B.-A., **134** (3), 527–530, Wien 1991.
- BLAU, J. & MEISTER, C.: Liassic (Pliensbachian) ammonites from the Lienz Dolomites (Eastern Tyrol, Austria). – Jb. Geol. B.-A., **134** (2), 171–204, Wien 1991.
- BLAU, J., GRÜN, B. & BLIND, W.: Bericht 1991 über geologische Aufnahmen in den Lienzer Dolomiten auf den Blättern 179 Lienz und 196 Obertilliach. – Jb. Geol. B.-A., **135** (3), Wien 1992 (im Druck).
- BURCHFIELD, B.C. & ROYDEN, L.: Carpathian foreland fold and thrust belt and its relation to the Pannonian and other basins. – AAPG Bull., **66**, 1179–1195, Tulsa 1982.
- CHANNELL, J.E.T., BRANDNER, R., SPIELER, A. & SMATHERS, N.P.: Mesozoic paleogeography of the Northern Calcareous Alps Evidence from paleomagnetism and facies analysis. – Geology, **18**, 828–831, Boulder 1990.
- CROWELL, J.C.: Origin of Late Cenozoic basins in southern California. – In: DICKINSON, W.R. (Hrsg.): Tectonics and sedimentation. – SEPM Spec. Publ., **22**, 190–204, Tulsa 1974.
- DERCOURT, J., ZONENSHAIN, L.P., RICOU, L.E., KAZMIN, V.G., LE PICHON, X., KNIPPER, A.L., GRANDJACQUET, C., SBORTSHIKOV, I.M., GEYSSANT, J., LEPVRIER, C., PECHERSKY, D.H., BOULIN, J., SIBUET, J.C., SAVOSTIN, L.A., SOROKHTIN, O., WESTPHAL, M., BAZHENOV, M.L., LAUER, J.P. & BIJUDUVAL, B.: Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias. – Tectonophysics, **123**, 242–315, Amsterdam 1986.
- EISBACHER, G.H.: Einführung in die Tektonik. – 310 S., Stuttgart (Enke) 1991.
- GOSEN, W.v.: Gefügeentwicklungen, Metamorphosen und Bewegungen der ostalpinen Baueinheiten zwischen Nockgebiet und Karawanken (Österreich). – Geotekt. Forsch., **72**, 1–247, Stuttgart 1989.
- GRÜN, B. & SENFF, M.: Bericht 1988 über geologische Aufnahmen in den Südlichen Lienzer Dolomiten auf Blatt 196 Obertilliach. – Jb. Geol. B.-A., **132** (3), 617–618, Wien 1989.
- GRÜN, B. & SENFF, M.: Bericht 1989 über geologische Aufnahmen im Permo-Mesozoikum der westlichen Lienzer Dolomiten auf den Blättern 179 Lienz und 196 Obertilliach. – Jb. Geol. B.-A., **133** (3), 481–482, Wien 1990.
- HEINISCH, H.: Das Gailtalkristallin. – In: Geol. B.-A. (Hrsg.): Arbeitstagung der geologischen Bundesanstalt 1985 (Kötschach-Mauthen, Gailtal, Kärnten, 15.21. September 1985), 28–33, Wien 1985.
- HEINISCH, H.: Bericht 1985 über geologische Aufnahmen im Gailtalkristallin auf Blatt 196 Obertilliach. – Jb. Geol. B.-A., **129** (2), 469, Wien 1986.
- HEINISCH H.: Concepts for the geological evolution of Gailtalkristallin (Kärnten Austria). – In: FLÜGEL, H.W., SASSI, F.P. & GRECULA, P. (Hrsg.): Pre-Variscan and Variscan events in the Alpine Mediterranean mountain belts. – Mineralia slovac Monogr., 293–312, Alfa Publ., Bratislava 1987a.
- HEINISCH, H.: Bericht 1986 über geologische Aufnahmen im Gailtalkristallin auf Blatt 196 Obertilliach. – Jb. Geol. B.-A., **130** (3), 355, Wien 1987b.
- HEINISCH, H., SCHMIDT, K. & SCHUH, H.: Zur geologischen Geschichte des Gailtalkristallins im unteren Lesachtal westlich von Kötschach-Mauthen (Kärnten, Österreich). – Jb. Geol. B.-A., **126** (4), 477–486, Wien 1984.
- HEINISCH H. & SPRENGER W.: Mehrphasige Deformation und Pseudotachylitbildung im Gailtalkristallin und am Periadriatischen Lineament zwischen Sillian und Kötschach-Mauthen (Osttirol/Kärnten, Österreich). – Erlanger geol. Abh., **116**, 4152, Erlangen 1988.
- HENRICH, M. & HEYER, T.: Bericht 1990 über geologische Aufnahmen in den südöstlichen Lienzer Dolomiten auf Blatt 197 Kötschach. – Jb. Geol. B.-A., **134** (3), 552–553, Wien 1991.
- JACOBESHAGEN, V.: Die Allgäu-Schichten (Jura-Fleckenmergel) zwischen Wettersteingebirge und Rhein. – Jb. Geol. B.-A., **108**, 1–114, Wien 1965.
- KAZMÉR, M. & BLAU, J.: The Bakony-Drauzug unit: witness of a continental escape in the Alpine-Pannonian region. – Terra Cognita, **7**, 88–89, Straßburg 1987.
- KAZMÉR, M. & KOVÁCS, S.: Permian Paleogene paleogeography along the eastern part of the Insubric-Periadriatic Lineament System: Evidence for Continental Escape of the Bakony-Drauzug Unit. – Acta Geol. Hungarica, **28**, 6982, Budapest 1985.
- KRAINER, K.: Zusammensetzung und fazielle Entwicklung des Alpinen Buntsandsteins und der Werfener Schichten im westlichen Drauzug (Kärnten/Osttirol). – Jb. Geol. B.-A., **130** (1), 6191, Wien 1987.
- KRAINER, K.: Fazielle und sedimentpetrographische Untersuchungen im Perm des Drauzuges. – Mitt. österr. geol. Ges., **82**, 4978, Wien 1990.
- KRAUS, O.: Die Raibler Schichten des Drauzuges (Südliche Kalkalpen). Lithofazielle, sedimentpetrographische und paläogeographische Untersuchungen. – Jb. Geol. B.-A., **112**, 81–152, Wien 1969.
- LAUBSCHER, H.P.: Das Alpen-Dinariden-Problem und die Palinspastik der südlichen Tethys. – Geol. Rdsch., **60**, 813–833, Stuttgart 1971.
- LAUBSCHER, H.P.: The Late Alpine (Periadriatic) Intrusions and the Insubric Line. – Mem. Soc. Geol. Ital., **26**, 21–30, Rom 1983.
- MENGES, S. & SCHWARZ, B.: Bericht 1989 über geologische Aufnahmen in den südlichen Lienzer Dolomiten auf Blatt 197 Kötschach. – Jb. Geol. B.-A., **133** (3), 503–504, Wien 1990.
- NEUBAUER, F.: Bau und Entwicklungsgeschichte des Rennfeld-Mugel- und des Gleinalm-Kristallins (Ostalpen). – Abh. Geol. B.-A., **42**, 137 p., Wien 1988.
- RATSCHBACHER, L., FRISCH, W., NEUBAUER, F., SCHMID, S.M. & NEUGEBAUER, J.: Extension in compressional orogenic belts: the Eastern Alps. – Geology, **17**, 404–407, Boulder 1989.

- RATSCHBACHER, L., BEHRMANN, J.H. & PAHR, A.: Penninic windows at the eastern end of the Alps and their relation to the intra-Carpathian basins. – *Tectonophysics*, **172**, 91–105, Amsterdam 1990.
- ROYDEN, L.H., HORVATH, F. & BURCHFIEL, B.C.: Transform faulting, extension, and subduction in the Carpathian Pannonian region. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **93**, 717–725, Boulder 1982.
- 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. Mh.*, **1974** (7), 421–434, Stuttgart 1974.
- SCHLAGER, W.: Zur Geologie der östlichen Lienzer Dolomiten. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien*, **13**, 41–120, Wien 1963.
- SCHMID, S.M., ZINGG, A. & HANDY, M.: The kinematics of movements along the Insubric Line and the emplacement of the Ivrea zone. – *Tectonophysics*, **135**, 4766, Amsterdam 1987.
- SCHMID, S.M., AEBLI, H.R., HELLER, F. & ZINGG, A.: The role of the Periadriatic Line in the tectonic evolution of the Alps. – In: COWARD, M.P., DIETRICH, D. & PARK, R.G. (Hrsg.): *Alpine Tectonics*. – *Geol. Soc. Spec. Publ.*, **45**, 153–171, Oxford (Blackwell) 1989.
- SCHMIDT, T., BLAU, J. & KAZMÉR, M.: Large scale strike-slip displacement of the Drauzug and the Transdanubian Mountains in Early Alpine history: evidence from Permo-Mesozoic facies zones. – *Tectonophysics*, **200**, 213–232, Amsterdam 1991.
- SCHMIDT, T. & GRÖSSER, J.: Bericht 1991 über geologische Aufnahmen in den Lienzer Dolomiten auf den Blättern 178 Hopfgarten, 179 Lienz, 195 Sillian und 196 Obertilliach. – *Jb. Geol. B.-A.*, **135** (3), 755–756, Wien 1992.
- SCHÖNLAUB H.P.: Das Paläozoikum in Österreich. – *Abh. Geol. B.A.*, **33**, 1–124, Wien 1979.
- SPERLING, M.: Stratigraphie und Strukturgeologie der westlichen Lienzer Dolomiten (Drauzug, Osttirol). – *Dipl.-Arbeit*, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, 142 S., Innsbruck 1990.
- SPRENGER, W.: Bericht 1989 über geologische Aufnahmen im Gailtalkristallin auf Blatt 195 Sillian. – *Jb. Geol. B.-A.*, **133**, 500–502, Wien 1990.
- SPRENGER W.: Tektonische, gefügekundliche und geochemische Untersuchungen am Periadriatischen Lineament zwischen Kötschach-Mauten und Sillian.– Unveröff. Diss. Univ. München, München (in Vorbereitung).
- SPRENGER W. & HEINISCH H.: Late Oligocene to recent brittle deformation along the Periadriatic Lineament in the Lesach Valley (Eastern Alps) due to transpression: remote sensing and paleo-stress analysis. – *Ann. Tect.*, **6** (2), 134–149, Florenz 1992.
- SWANSON, M.T.: Sidewall ripouts in strike-slip faults. – *J. Struct. Geol.*, **11**, 933–948, Oxford 1989.
- SYLVESTER, A.G.: Strike-slip faults. – *Geol. Soc. Am. Bull.*, **100**, 1666–1703, Boulder 1988.
- TAPPONNIER, P.: Évolution tectonique du système alpin en Méditerranée: poinçonnement et érasement rigideplastique. – *Bull. Soc. Géol. France*, **19**, 437–460, Paris 1977.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. – Bd.1, 766 S., Wien (Deuticke) 1977.
- TOLLMANN, A.: Die Seitenverschiebung an der periadriatischen Naht auf Grund des Vergleiches der Triasfazies. – *Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommissionen*, **4**, 179–192, Wien 1978.
- VAN BEMMELEN, R.W. & MEULENKAMP, J.E.: Beiträge zur Geologie des Drauzugs (Kärnten, Österreich). Die Lienzer Dolomiten und ihre geodynamische Bedeutung für die Ostalpen. – *Jb. Geol. B.-A.*, **108**, 213–268, Wien 1965.
- WARCH, A.: Bericht 1988 über geologische Aufnahmen auf den Blättern 179 Lienz, 180 Winklern und 196 Obertilliach. – *Jb. Geol. B.-A.*, **132**, 597–600, Wien 1989.
- WILCOX, R.E., HARDING, T.P. & SEELY, D.R.: Basic wrench tectonics. – *AAPG Bull.*, **57**, 74–96, Tulsa 1973.
- WOODCOCK, N.H. & FISHER, M.: Strike-slip duplexes. – *J. Struct. Geol.*, **8**, 725–735, Oxford 1986.
- ZANFERRARI, A.: On the occurrence of a Permo-Scythian syncline in the middle Lesachtal along the Gailtal line (Carinthia, Austria). – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1976** (2), 109–117, Stuttgart 1976.
- ZIEGLER, P.A.: Evolution of the Arctic-North Atlantic and the Western Tethys. – *AAPG Mem.*, **43**, 198 p., Tulsa 1988.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 15. Mai 1992