

Zur Natur der südvergenten Deformationsstrukturen im NW-Teil  
des Tauernfensters (Tirol, Österreich)

von

R. ROSSNER und W. SCHWAN\*

mit 11 Abb. und Beil.1

Anschrift der Verfasser:  
Institut für Geologie und Mineralogie  
der Universität Erlangen-Nürnberg  
Schloßgarten 5  
D-8520 Erlangen

Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud Österr.	28	S. 35–54	Wien, Mai 1982
--------------------------------------	----	----------	----------------

## Inhalt

1. Problemstellung . . . . .	37
2. Beobachtungen südvergenter Verformungen . . . . .	38
2.1 S-Vergenz in der Schönachmulde zwischen Ahornkern und Krimmler Gneiswalze (Schönachtal bei Gerlos) . . . . .	38
2.2 S-Vergenz in der parautochthonen Hochstegenzone und in der Wolfendorndecke am Olperer (Gebiet des Spannagel-Hauses, Hintertux) . . . . .	39
2.3 S-Vergenz im Unterostalpin des Mieslkopfes SE' Innsbruck . . . . .	43
2.4 S-Vergenz in der Glocknerdecke am W-Rand des Tauernfensters (St. Jodock am Brenner) . . . . .	47
2.5 Hinweis auf S-Bewegungen in anderen Ostalpen-Gebieten . . . . .	49
3. Deutung des vorliegenden Strukturinventars . . . . .	50
4. Danksagung . . . . .	52
5. Literatur . . . . .	52

## Zusammenfassung

Es werden südvergente Deformationsstrukturen und ihre Merkmale von mehreren Lokalitäten im NW-Bereich des Tauernfensters untersucht und Hinweise auf vergleichbare Gefüge in anderen Ostalpen-Gebieten gegeben. Die südvergenten Strukturen fallen dadurch auf, daß sie dem Trend der nordvergenten Deckentektonik entgegengesetzt sind, und erscheinen daher zunächst problematisch. Es handelt sich vorwiegend um kleine bis mesoskopische und nur selten um größere, nicht direkt überschaubare Strukturen. Diese südvergenten Falten und die oft mit ihnen kombinierten Scherflächen oder Schubklüfte (crenulation cleavage) durchstoßen und schleppen die mehr oder weniger horizontalen Schicht-, Schieferungs- und Bewegungsflächen und die liegenden Falten des nordvergenten Deckenbaues. Kinematisch sind somit zwei Bewegungsakte zu unterscheiden. Nachdem der nordgerichtete Deckentransport mit Höhepunkt in der pyrenäischen Phase im Obereozän beendet war, erfolgten unter Seitendruckwirkung bei einer jüngeren alpidischen Phase im Jungtertiär Ausweichbewegungen des Gesteinsmaterials nach oben, wobei die steilen S-Vergenzen entstanden. Die beobachtbaren, nach N vergierenden liegenden Falten und flachen Bewegungsbahnen spiegeln im Kleinen den Deckenbau im Großen wider und sind somit Leitstrukturen, welche die Großtektonik anzeigen, während die nach S gerichteten Deformationsgefüge keinen Schluß auf die Großtektonik zulassen, sondern als zusätzliche Nebenformen eine andere, spätere und weniger bedeutende Bewegungsphase im Gebirgsbau anzeigen.

## Summary

Deformation structures with southern vergence and their characteristics are investigated at several localities in the northwestern area of the Tauern Window. A reference to comparable structures in other regions of the Eastern Alps is made. The structures with southern vergence are remarkable because they have an opposite trend to the nappe tectonics with northern vergence and thus, at first, they appear to be problematic. Chiefly, the south vergent structures are of small to megascopic size. Rather seldom, not directly surveyable, large-scale structures are involved. These folds with southern vergence and the often associated shear planes or crenulation cleavage penetrate and drag the more or less horizontal bedding, cleavage and movement planes as

well as the recumbent folds of the north-vergent nappe architecture. Thus, two acts of movement have to be distinguished kinematically. After the nappe transport toward the north with a peak in the Pyrenean phase in Late Eocene time was finished, evading movements of the rock material took place upwards by lateral compression in a younger alpidic phase in Late Tertiary time, thereby producing the steep south vergences. The observable recumbent folds with northern trend and flat movement planes reflect on a small-scale the large-scale nappe architecture and thus, they are key structures which reveal the major tectonics. The deformation structures with southern trend do not allow a conclusion to the major tectonics but indicate as additional secondary forms and/or accessory forms another phase of movement which occurred at a later time and was of less importance.

### 1. Problemstellung

Im nördlichen Teil des Tauernfensters und Tauernfensterrahmens treten an verschiedenen Stellen tektonische Einengungsformen auf, die im Gegensatz zur vorherrschenden N-Vergenz des regionalen Deckenbaues mit ihrer Bewegungsrichtung nach S weisen.

Die Bedeutung dieser südvergenten Deformationsformen wird in der neueren Literatur verschieden beurteilt.

Im Bereich des Unterostalpins der Radstädter Tauern konnten SCHWAN (1965) und ROSSNER (1979) feststellen, daß es sich bei den südvergenten Formen um Strukturen handelt, die i. a. weder in mechanischem noch in zeitlichem Zusammenhang mit dem Teildeckenbau dieser Zone stehen. Sie stellen vielmehr jüngere Erscheinungen von für den Großbau geringerer Bedeutung dar, wenn sie auch lokal beträchtliches Ausmaß annehmen können (wie z. B. die Kalkspitzenmulde in den nordöstlichen Radstädter Tauern (siehe ROSSNER, 1979)).

MATURA (1967) maß ihnen in seinem Arbeitsgebiet in der Schieferhülle des Rauristales, westlich der Radstädter Tauern wiederum so große Bedeutung bei, daß er zumindest einen Teil des Deckenbaues im NE-Abschnitt des Tauernfensters auf junge südvergente Deformationen oder Rückstauerscheinungen zurückführte, ja eine solche Deutung sogar für den Teildeckenbau der Radstädter Tauern für möglich hielt. Der Großdeckenbau, wie er sich etwa in der Gliederung der Schieferhülle in einen unteren und einen oberen Anteil äußert, wurde allerdings weiterhin als Folge älterer, nordvergenter Bewegungen angesehen (MATURA, 1967, S. 122).

Im nördlichen Teil des zentralen Tauernfensters betrachten FRASL (1953) oder FRASL & FRANK (1966) die südvergenten Deformationen wiederum als junge, untergeordnete Erscheinungen, die lediglich mit der Steilstellung älterer s-Flächen beispielsweise von Deckenbahnen und in großtektonischen Faltenstrukturen in Verbindung zu bringen sind.

Auch HÖCK (1969) hatte im Bereich des Tuxer Hauptkammes im westlichen Tauernfenster eine Verdoppelung des Hochstegenkalkes mit einer südvergenten Rückschuppung in Verbindung gebracht.

In gleichem Sinne äußert sich auch FRISCH (1976 a), wenn er die südvergente Formung im nordwestlichen Teil des Tauernfensters auf Einengungen in Zusammenhang mit der Aufwölbung der Tauernkuppel nach Abschluß der Subduktionsvorgänge und der Plattenkollision im Alttertiär (siehe auch FRISCH, 1979) zurückführt.

Noch einige Jahre vorher hatte KNEIDL (1971, S. 60) am NW-Rand des Tauernfensters der S-Vergenz so große Bedeutung beigemessen, daß er einen Teil der tekto-

nischen Grenzen von Deckeneinheiten, wie Porphyrmaterialschieferzone oder Obere Schieferhülle, als südvergente Bewegungsflächen ansah und glaubte, daraus sogar die Beheimatung von Nordkalkalpen, Grauwackenzone und Innsbrucker Quarzphyllit im N der Hohen Tauern ableiten zu können.

Den endgültigen Ausschlag, die Problematik der Beschaffenheit und Bedeutung südvergenter Strukturen im nordwestlichen Tauernfenster aufzugreifen, gab schließlich eine Bemerkung bei THIELE (1976, S. 418). Auf Grund der Existenz von südvergente Kleinstrukturen in Bereichen mit eindeutig nordvergentem Großbau (im NW-Teil des Tauernfensters) wurde dort die Verwendbarkeit kleintektonischer Strukturuntersuchungen für die Deutung großtektonischer Bau- und Bewegungsfragen in Zweifel gezogen. Die nach Ansicht THIELEs problematischen Stellen wurden daraufhin von den Autoren zusammen mit einigen anderen Lokalitäten untersucht, an denen ebenfalls südvergente Deformationsstrukturen auftreten (siehe Beil.).

## 2. Beobachtungen südvergenter Verformungen

### 2.1 S-Vergenz in der Schönachmulde zwischen Ahornkern und Krimmler Gneiswalze (Schönachtal bei Gerlos; Lokalität 1 auf Beil. 1).

Im N-Teil des Tauernfensters zieht im Raum von Gerlos in den zum größeren Teil wohl allochthonen Zentralgneis (siehe TOLLMANN, 1977, S. 35) eine Zunge von paläozoischen, z. T. migmatitischen Quarzphylliten, Glimmerschiefern, Gneisen und Quarziten mit ENE–WSW-Streichen hinein (siehe Kartendarstellung bei THIELE, 1974, Beil. 6).

Dieses Paläozoikum besitzt im Prinzip die Stellung einer tauchenden, nordvergenten und in sich gefalteten Großmulde zwischen dem Zentralgneis der Krimmler Gneiswalze im Hangenden (= N) und dem Zentralgneis des Ahornkerns im Liegenden (= S) (siehe FRASL, 1953, Taf. VIII; THIELE, 1951 und 1974). Sie wurde von THIELE (1951) als Schönachmulde bezeichnet und wird vom namengebenden Schönachtal in einem N–S-Profil geschnitten.

Folgt man dem Schönachtal von N her, so trifft man zwischen Lackenalm und Pastenalp auf eine Talstufe, die durch den von W herüberstreichenden Hochstegenkalk der Wechselspitze bedingt ist. Der Hochstegenkalk liegt dem Ahornkern auf und taucht nach E unter paläozoische Phyllite der Schönachmulde ab. Am Serpentinweg über diese Stufe am östlichen Talhang sowie in den Wänden des westlichen Talhanges treten im Bereich der Jagdhütte die auf Abb. 3 und 4 dargestellten südvergenten Deformationsformen auf. In diesen und den folgenden Abbildungen von Strukturen werden die auf Abb. 1 dargestellten Symbole für die tektonischen Merkmale verwendet.

In silbriggrau glänzenden, Ankeritblasten enthaltenden Albit-Epidot-phylliten bis Glimmerschiefern der Schönachmulde finden sich dort kleinmaßstäbliche  $B_2$ -Spitz- und Knickfalten (Abb. 2) mit einer weitständigen, steil nach N einfallenden Schubklüftung  $s_2$  (crenulation cleavage). Durch  $B_2$  bzw.  $s_2$  ist hier ein ursprünglich flach liegendes, wahrscheinlich flach nach S einfallendes  $s_1$  verfault und zerschert, das wiederum mit den flachen Überschiebungen bei der Entstehung der N-vergenten Gneisteildecken und der Schönachmulde in Zusammenhang stehen dürfte. Zu  $s_1$  gehören  $B_1$ -Falten, die jedoch nur sehr selten an quer oder schräg zu  $s_1$  verlaufenden Quarzbändern zu identifizieren sind (siehe Abb. 2). Sie sind einerseits in größere Falten mit  $s_1$  als Achsenebenen gelegt, andererseits aber auch noch von der  $B_2$ -Faltung betroffen worden und weisen deshalb eine potenzierte Faltung auf. Möglicherweise zeichnen die Quarzbänder die Schichtung  $s_0$  nach.

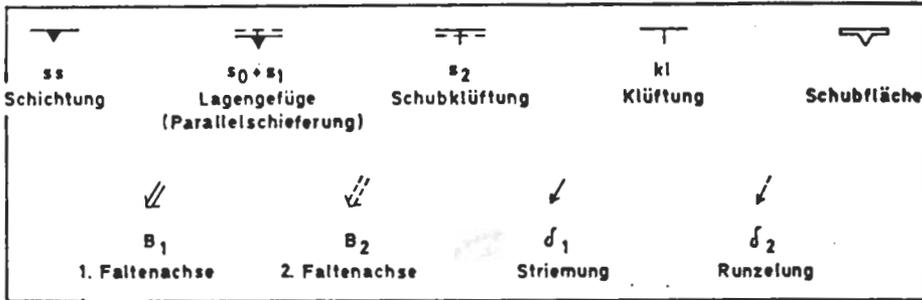


Abb. 1: In den Strukturskizzen verwendete Zeichen für die tektonischen Merkmale. Anmerkung zur Verwendung des Zeichens für  $s_0$  und  $s_1$ : Das Zeichen steht bei Abb. 7 und 11 als  $s_0$  für ein s-Gefüge, dessen Natur als Schichtung, Schichtung mit Parallelschieferung oder älteste Schieferung ungeklärt ist; es steht als  $s_1$  bei Abb. 2 (rechte Teilzeichnung), da dort der Schieferungscharakter eindeutig ist.

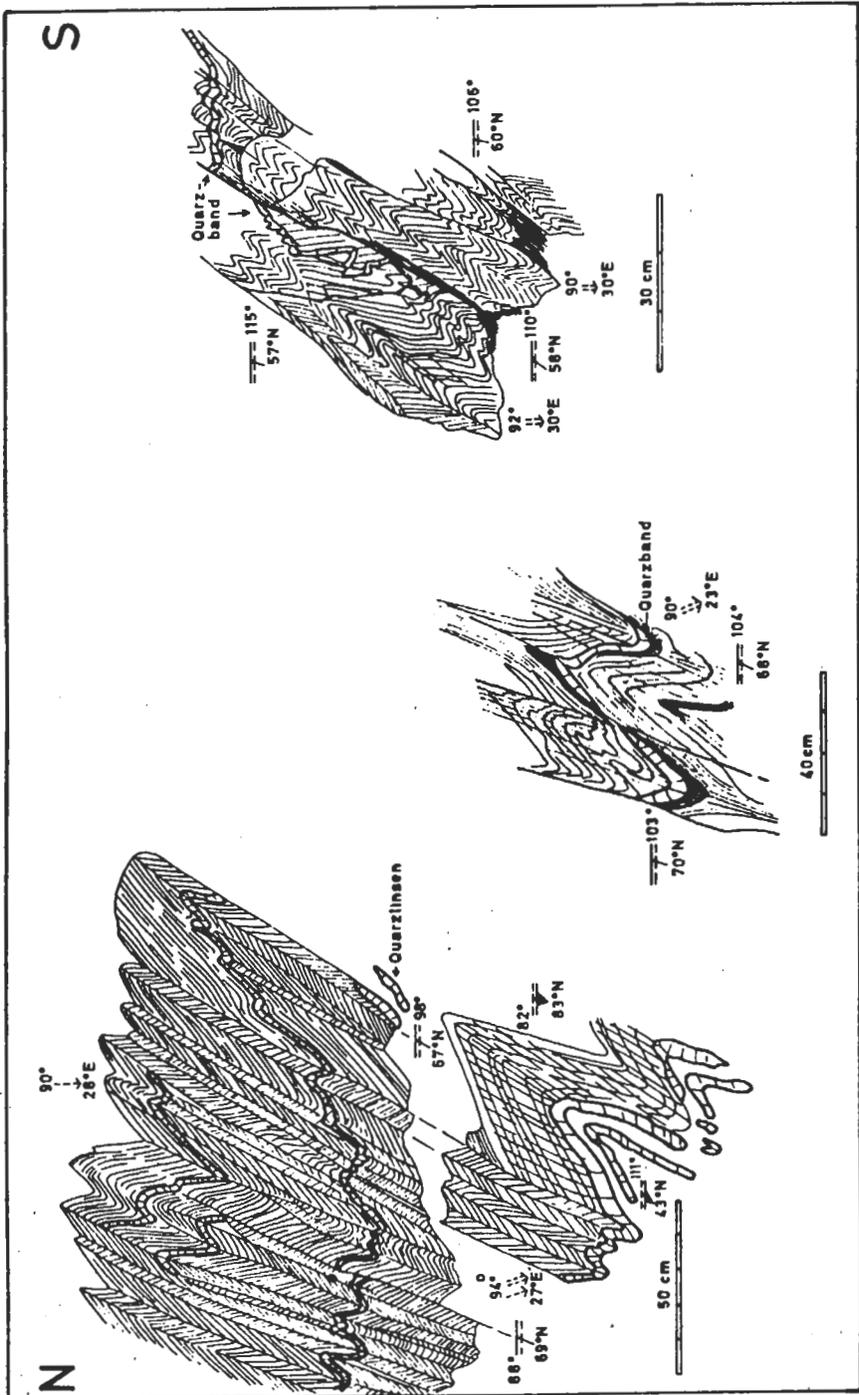
Mit einem Streichen von  $N 90^\circ - 110^\circ E$  ordnet sich die  $B_2$ -Tektonik zwar annähernd in den Verlauf der Großstrukturen ein (siehe THIELE, 1974), doch können der im Prinzip liegende Großfalten- und Deckenbau, wie er sich in den Profilen bei THIELE (1974, Beil. 7) abzeichnet, und die steilen  $s_2$ -Flächen als Achsenebenen der  $B_2$ -Falten nicht zueinander in Beziehung gesetzt werden. Die südvergente  $B_2$ -Deformation ist eine relativ jüngere Strukturbildung, die im Kleinbereich die flachen Scherflächen  $s_1$  des Deckenschubes verfaultet hat und im Großbereich für die Steilstellung und Wellung der Decken- und Schubbahnen verantwortlich ist (siehe z. B. Profil 2 bei THIELE, 1974, Beil. 7). Großbau und  $B_2$ -Tektonik sind zeitlich und mechanisch zu trennen.

Im Hochstegenkalk, der die Phyllite der Abb. 2 unterlagert, mußte sich infolge der größeren Kompetenz dieses Materials im Rahmen der  $B_2$ -Deformation ein südvergenter Faltenbau mit größeren Wellenlängen als in den Phylliten entwickeln. Wie die großen Formen von Abb. 3 zeigen, ist der Deformationsstil jedoch mutatis mutandis äquivalent der Tektonik der schiefrigen Gesteine beschaffen. Steil südvergente Scherflächen und steil nach N einfallende Achsenebenen können keinem flachen Überschiebungsbau zugeordnet werden, sondern müssen andere, nach unseren bisherigen Erfahrungen (siehe oben) jüngere Beanspruchungszeugnisse repräsentieren.

## 2.2 S-Vergenz in der parautochthonen Hochstegenzone und in der Wolfendorndecke am Olperer (Gebiet des Spannagel-Hauses, Hintertux; Lokalität 2 auf Beil).

Folgt man dem Zentralgneis des Ahornkerns nach WSW, so gelangt man nordöstlich vom Brennerpaß in den sogenannten Tuxer Kern. Im Bereich der W-Begrenzung des Tuxer Ferners, des Kammes Großer Kaserer–Kleiner Kaserer–Lärmstange, lagert über diesem Tuxer Zentralgneiskern eine dünne Lamelle parautochthonen Hochstegenkalkes, der mit deutlich erkennbarer Schubbahn von Hochstegenkalk der Unteren Schieferhülle (Porphyrmaterialschieferschuppe im Sinne von THIELE (1974) oder Wolfendorndecke im Sinne von FRISCH (1973/74)) nach der gängigen Deutung des Großbaues von S nach N überschoben ist. Der letztgenannte Kalk geht zum Hangenden allmählich in die unterkretazische Kaserer Serie über.

An der Überschiebungsbahn der Wolfendorndecke über die parautochthone Hochstegenzone des Zentralgneises treten in der Kaserer–Lärmstange-E-Wand große südver-



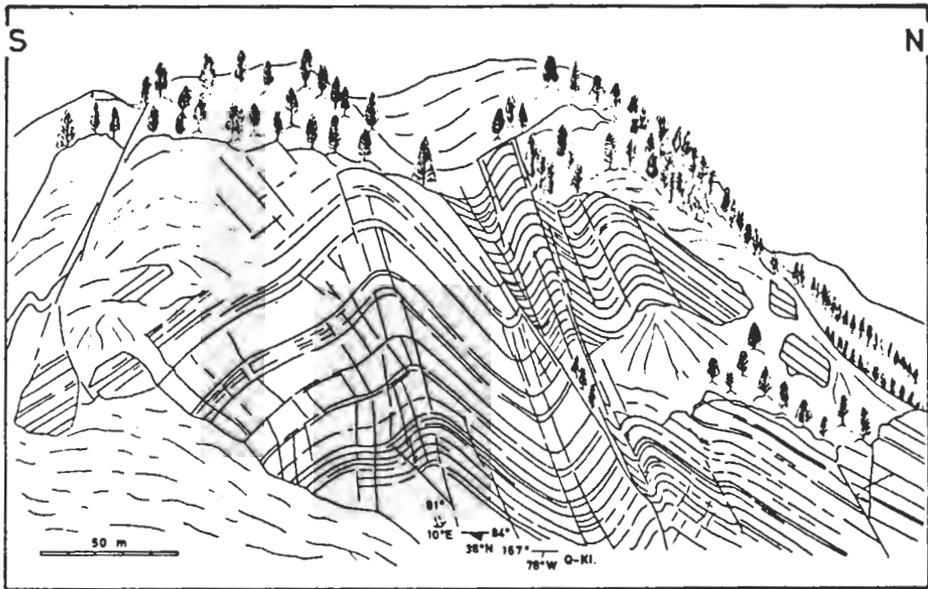


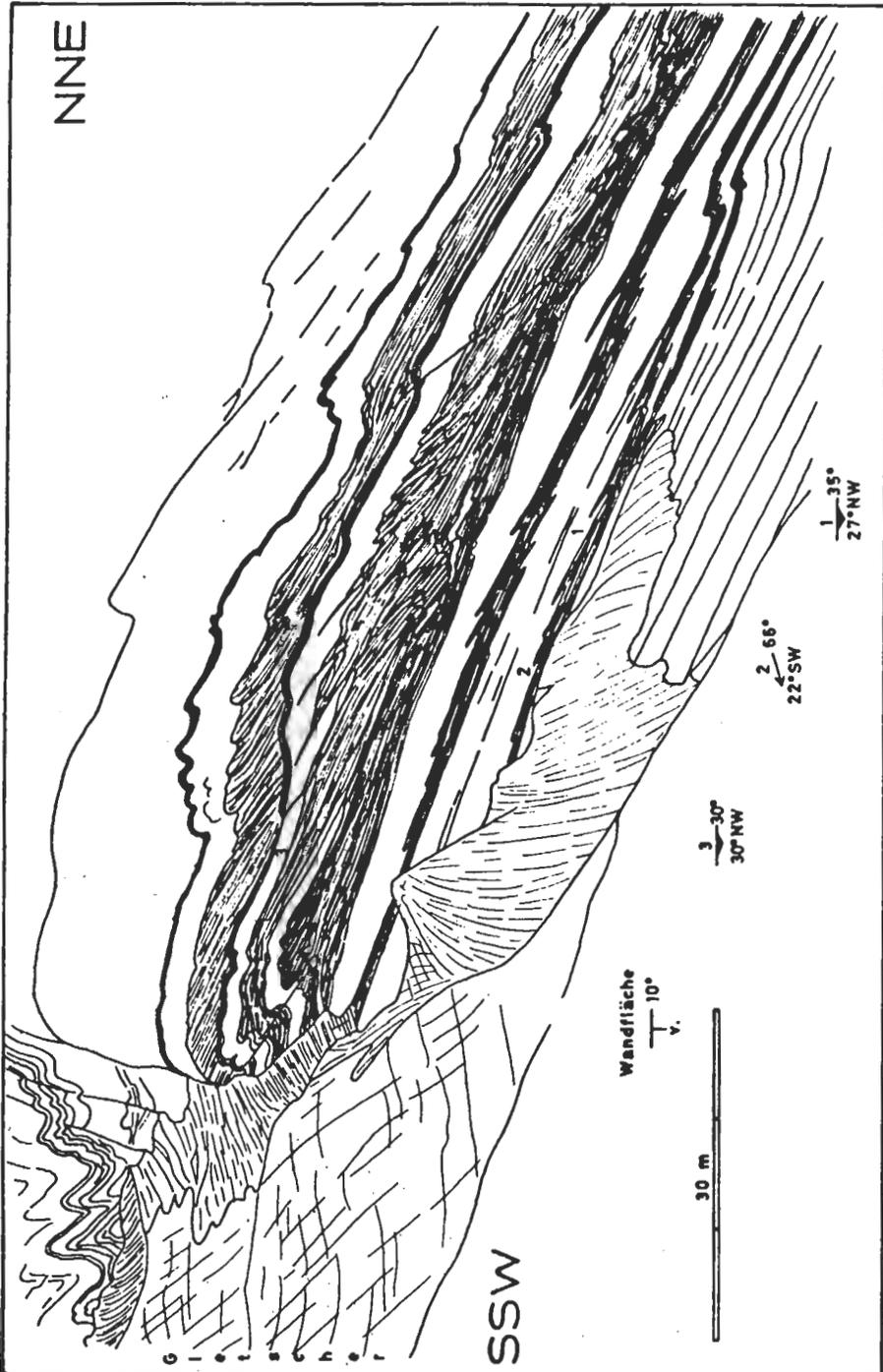
Abb. 3: S-vergente schiefe Falten mit Scherflächen im dickbankigen Hochstegenkalk der Wechselspitze (Auflager des Ahornkerns) W' der Schönachtaler Jagdhütte (Lokalität 1 der Beil. 1).  
 gente Scher- und Biegescherfalten auf, die schematisch bereits bei HÖCK (1969, Abl. 6) dargestellt sind, die für eine genauere Betrachtung hier aber nochmals im Detail wiedergegeben werden müssen (Abb. 4).

Deutlich zeigt sich, daß die Scherflächen zur S-vergenten Faltung nicht parallel zur nordvergenten Hauptüberschiebungsbahn verlaufen, sondern spitzwinklig von ihr abstoßen und nach S zu ansteigen. HÖCK (1969, S. 192) hält die S-vergente Struktur für jünger als den nordvergenten Deckenbau und stellt auch hier einen Zusammenhang mit der Steilstellung der Deckenbahnen und einer Aufwölbung der Zentralgneiskuppel her. Im Falle der Strukturen von Abb. 4 muß man bei dieser Deutung annehmen, daß die südvergenten Bewegungen in der E-Wand von Kaserer und Lärmstange die südvergente Deckenbahn für die N–S-Scherbewegungen benutzt haben, denn die Scherflächen laufen in die große Schubbahn nach N hinein (siehe Abb. 4).

Auch FRISCH (1968, S. 330) beschreibt und skizziert in regionaltektonisch analoger Position etwas östlich des Arbeitsgebietes von HÖCK südvergente Strukturen, die er als ausdrücklich jünger als die Deckentektonik und als spätalpidisch charakterisiert. Auf die kinematische Deutung der Entstehung dieser Strukturen wird in Kapitel 3 eingegangen.

Eine weitere, bezüglich südvergenter Deformationsformen interessante Stelle im Grenzbereich Schieferhülle/Zentralgneis findet man innerhalb des von HÖCK bearbeiteten Gebietes beim Spannagel-Haus. Nördlich dieser Unterkunftshütte endet der Tu-

Abb. 2: Nach S bewegte Spitzfalten ( $B_2$ ) mit typischer Schubklüftung ( $s_2$ ) (crenulation cleavage) in paläozoischen Albit-Epidot-Glimmerschiefern der Schönachmulde. Aufschluß am Weg von der Lackenaln zur Schönachtaler Jagdhütte, 50 m unterhalb der Hütte (Lokalität 1 der Beil. 1).



xer Gneiskern in einem aus Biotit-Augengneis zusammengesetzten Span, der über aufrecht lagerndem Hochstegenkalk von S nach N überschoben ist. Dieser Kalk lagert wiederum mehr oder minder sedimentär permoskythischen bis paläozoischen Arkosegneisen der Höllenstein-Tauchdecke nach FRISCH (1968) auf (siehe auch Profil 1, Taf. 2 bei HÖCK, 1969 und Profil 3 bei THIELE, 1976).

Die Karte von HÖCK (1969, Taf. 1) läßt am Verlauf der Schichtgrenzen eine intensive Verfaltung von Hochstegenkalk und überlagerndem Biotit-Augengneis erkennen, die sich an Hand der damit verbundenen Kleinformen wiederum als eindeutig südvergent erweist (aufrechte Lage des Hochstegenkalkes!). Man erkennt (Abb. 5) schiefe Falten mit mittelsteilen Achsenebenen, deren Stil nicht zum flach lagernden Deckenbau dieser Zone paßt. Man findet jedoch in manchen Lagen des Hochstegenkalkes auch noch Zeugen einer älteren Beanspruchung, wie auf Abb. 6 zu sehen ist. Dabei handelt es sich um liegende isoklinale Falten, die auffallend mit dem Großbau harmonisieren und als N-vergent gedeutet werden können. Diese Falten sind mit einer infolge der jungen Verfaltung (Abb. 5) in der Lage stark wechselnden Striemung ( $\delta$  1 z. T. NE–SW, z. T. NW–SE streichend bei westlichem Einfallen) verbunden. Die südvergente  $B_2$ -Strukturbildung zeigt demgegenüber eine im Streichen mit N  $60^\circ$ – $80^\circ$  E recht gleichbleibend verlaufende und einheitlich nach W einfallende Grobrunzelung  $\delta$  2, an der die Striemung  $\delta$  1 z. T. deutlich verstellt ist.

So erweist sich hier, kleintektonisch einwandfrei belegbar, die südvergente Deformation gegenüber der Deckentektonik als jüngere  $B_2$ -Formung, eine Tatsache, die bei der Lärmstange noch nicht so deutlich erkennbar war.

S-vergente Strukturen sind zwar vor allem im Hochstegenkalk entwickelt, wie auch FRISCH (1968, S. 330) betont, doch sind sie ebenfalls in entsprechend beweglichen Lagen des Zentralgneises, wie z. B. in schiefrigem Augengneis des Tuxer Kerns unterhalb des Tuxer Ferner-Hauses (Seilbahnstation) ausgebildet. Man erkennt in dem Beispiel der Abb. 7 eine zur  $D_1$ -Deformation gehörige liegende Falte  $B_1$  (Lagengefüge des Gneises  $s_0$ ), die durch südvergente Bewegungsbahnen mit  $s_2$  und damit verbundene  $B_2$ -Scharniere zerschert und überformt wird.

So liefert gerade die Zone um den Tuxer Ferner eine Reihe von Beispielen für eine intensive und in der Dimension recht auffällige, junge südvergente Faltungs- und Scherungsdeformation, die sich kleintektonisch deutlich von der Beanspruchung in Verbindung mit dem nordvergenten Deckenbau abtrennen läßt. Da sie keine mechanische Beziehung zum Deckenbau besitzt, kann sie natürlich auch nicht für Folgerungen auf die Beschaffenheit des Großbaues herangezogen werden.

### 2.3 S-Vergenz im Unterostalpin des Mieslkopfes SE' Innsbruck (Lokalität 3 auf Beil.)

Die bisher angeführten Beispiele für südvergente Tektonik waren aus der Nordrandregion des Zentralgneises und seiner direkten Ummantelung entnommen. Die Voraussetzungen für die Ausbildung dieser Strukturen waren hier besonders günstig, da die überwiegend kompetenten Zentralgneise ein festes Widerlager für N–S-Anpressungen bzw. Rückstauerscheinungen (siehe hierzu Kapitel 3) lieferten. Aber auch in der penninischen Schieferhülle nördlich des Zentralgneises und in den unterostalpinen Anteilen

Abb. 4: SSW-vergente Scherfalten und Biegescherfalten an der tektonischen Grenze Parautochthon der Hochstegenzone/Wolfendorndecke (Untere Schieferhülle). E-Wand des Kammes Kl. Kaserer–Lärmstange am Tuxer Ferner (Lokalität 2 der Beil. 1).



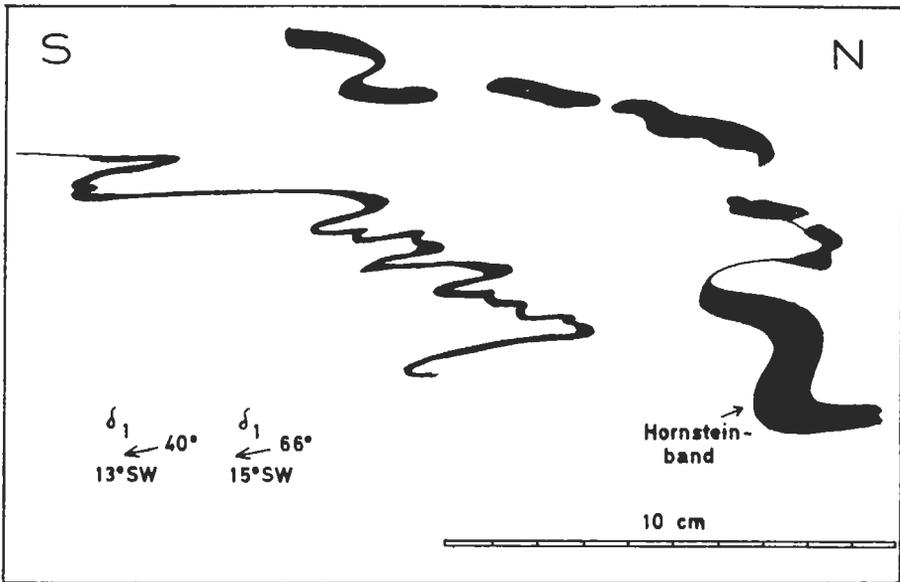


Abb. 6:  $B_1$ -Faltung in dunklem Hochstegenkalk mit Hornsteinbändern, zur Deckenbewegung gehörig. Spannagel-Haus am Tuxer Ferner (Lokalität wie Abb. 5).

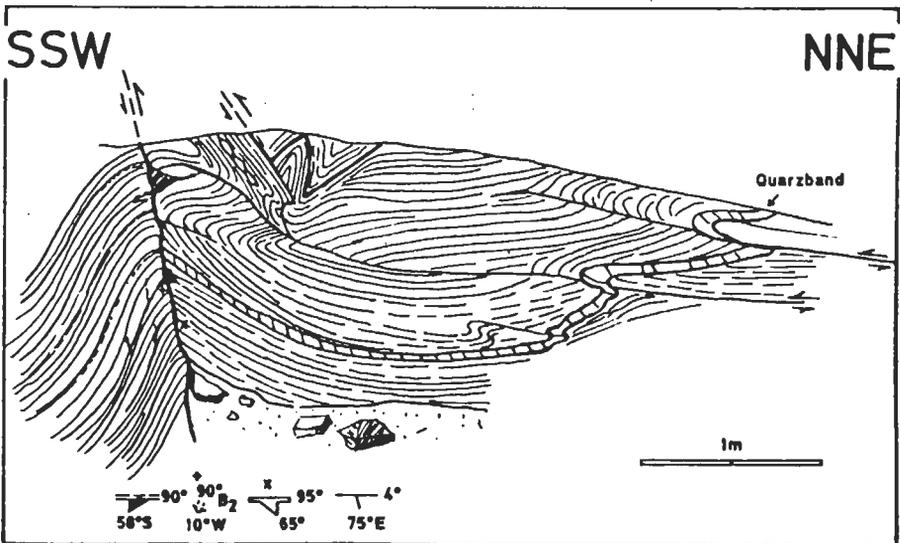


Abb. 7: N-vergente liegende Faltung  $B_1$ , durch S-vergente Zerschierung mit  $s_2$ -Flächen und  $B_2$ -Verfaltung beeinflusst. Schieferiger Biotit-Augengneis unterhalb des Tuxer Ferner-Hauses (Station der Gefrorenen Wand-Seilbahn; Lokalität 2 der Beil. 1).

len des nordwestlichen Tauernfensterrahmens finden sich Zeugen für N–S-Bewegungen. Im folgenden werden hierzu zwei Beispiele aufgegriffen.

Im westlichen Fortstreichen der Tarntaler Berge findet sich am Mieslkopf südöstlich Innsbruck, dem Innsbrucker Quarzphyllit auflagernd, ein isolierter Komplex unterostalpinen Mesozoikums. Nach einer neueren Bearbeitung durch THÜNKER (1978) setzt sich das Mieslkopf-Mesozoikum in Anlehnung an die von ENZENBERG (1967) in den Tarntaler Bergen entwickelte Deckengliederung aus dem zur Hippolddecke gehörigen, aufrechten und mit Quarzphyllit z. T. sedimentär verknüpften tieferen Teil und einer der Recknerdecke zugeordneten Deckscholle als höherem Teil zusammen (siehe Abb. 8). Die zum Deckenbau gehörige Kleintektonik weist auf eine nordvergente Überschiebung der Reckner-Deckscholle sowie auf einen nordvergenten internen Tauchfaltenbau dieses Komplexes hin. Auch die nordvergente Verschuppung der Hippoldserie geht auf diese für den Großbau relevante Strukturbildung zurück. Vorherrschend sind in faltbaren Serizitquarzitschiefern, in Bänderkalken, Kalkschiefern und Tonschiefern intensive Biegefalten mit deutlich verdicktem Scharnierbereich und flach nach S einfallenden, z. T. auch liegenden oder gar flach nach Norden eintauchenden Achsenebenen.

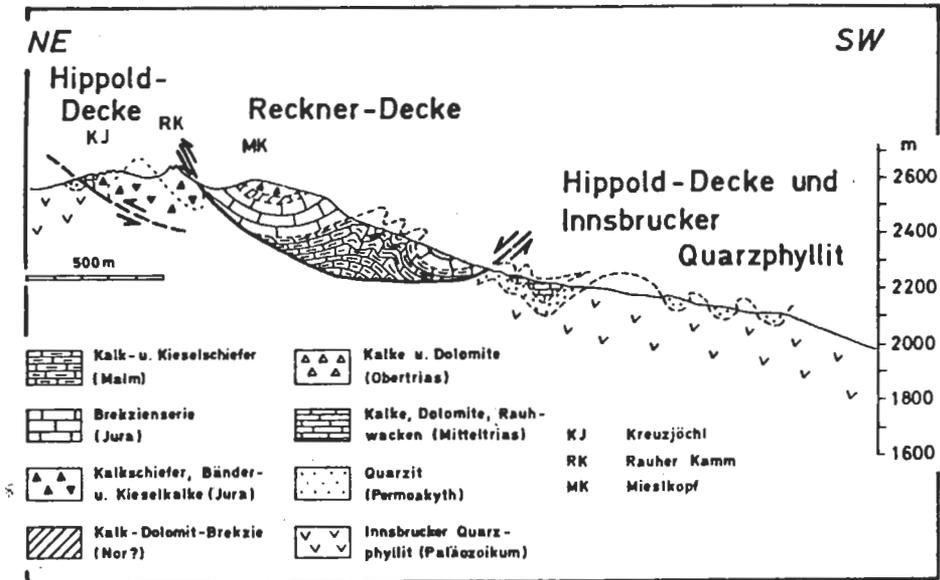


Abb. 8: Schematisches Profil des unterostalpinen Mieslkopf-Mesozoikums nach THÜNKER (1978).

Diesen Formen stehen nun besonders in jurassischen Kalkschiefern und Bänderkalken relativ engwellige Biegescher- und Scherfalten mit steil ( $60^{\circ}$ – $70^{\circ}$ ) nach N einfallender Schubklüftung  $s_2$  gegenüber (Abb. 9). Zum Stil des Deckenbaues passen die letztgenannten Strukturen mit Sicherheit nicht, wenn auch ihr E–W-Streichen dem des regionalen Großbaues entspricht. Die ihnen zugrunde liegenden Bewegungen bewirken vor allem ein Materialausweichen nach S und oben und können mit jungen Einfaltungen der Mieslkopf-Deckenreste in den Quarzphyllit (siehe auch THÜNKER,

1978) in Verbindung gebracht werden. Dieser Einmündung verdanken die mesozoischen Schichten des Mieslkopfes überhaupt auch ihre Erhaltung.

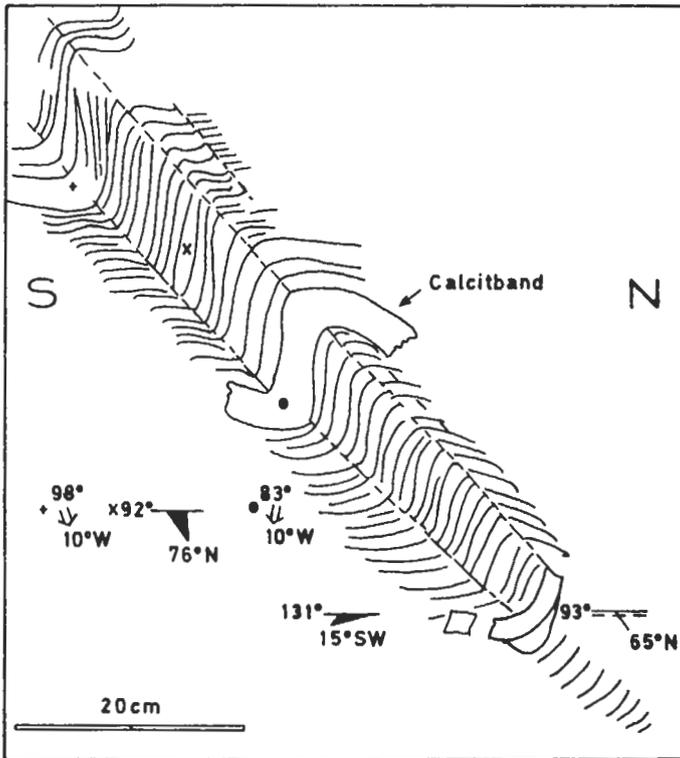


Abb. 9: S-vergente Faltung mit steiler Schubklüftung  $s_2$  in Jura-Bänderkalken am Kamm E' des Mieslkopfes nach THÜNKER (1978) (Lokalität 3 der Beil. 1).

#### 2.4. S-Vergenz in der Glocknerdecke am W-Rand des Tauernfensters (St. Jodok, Brenntal; Lokalität 4 auf Beil.).

Bei der Bearbeitung eines Teilgebietes am W-Rand des Tauernfensters der Brennerlinie im Raum Gries/Brenner–St. Jodok wurde in großen Aufschlüssen am SE-Ausgang von St. Jodok (Straße im Valsler Tal; Lokalität 4 der Beil.) in gebänderten Kalkgraphitphylliten der Oberen Schieferhülle oder Glocknerdecke (siehe FRISCH, 1973/74) eine Reihe von für unsere Thematik interessanten Strukturformen beobachtet und aufgenommen.

Die Abb. 10 zeigt zunächst die südvergenten Strukturtypen, deren Charakteristikum wiederum eine häufig auftretende, mittelsteil ( $30^\circ$ – $40^\circ$ ) nach N einfallende Schubklüftung  $s_2$  ist. Geschleppt und gefaltet wird dabei ein  $s_0$ , das durch eine Materialsonderung in kalkige und phyllitische Lagen vorgezeichnet wird und nicht mit Sicherheit als Schichtung zu identifizieren ist. Es handelt sich bei  $s_0$  wohl z. T. auch um eine erste Schieferung, möglicherweise um eine Parallelschieferung in Zusammenhang mit einer unter starker Belastung erfolgten Auswalzung, die mit der Entstehung

des Deckenbaues und des lamellenartigen Internbaues der Glocknerdecke in Verbindung zu bringen ist.

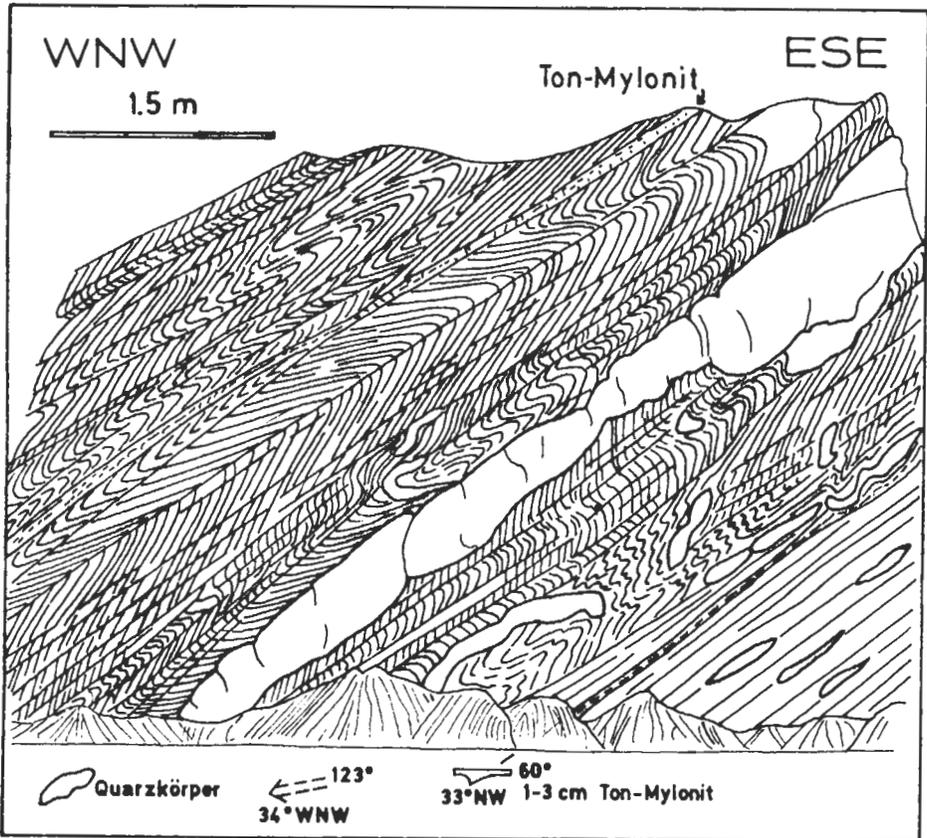


Abb. 10: S-vergente Schubklüftung  $s_2$  in schwarzen Kalkphylliten der Glocknerdecke. SE' Ortsausgang von St. Jodok am Brenner, Straße ins Valsler Tal (Lokalität 4 der Beil. 1).

Auf den  $s_0$ -Flächen findet sich z. T. eine als Feinrunzelung ausgebildete  $\Delta_1$ -Lineation, die wiederum durch  $B_2$  verfaultet wird.  $B_1$ -Falten sind dagegen sehr selten und in den stark ausgeplätteten Serien wahrscheinlich kaum entwickelt worden. Ein Beispiel dürfte aber vielleicht doch durch die Struktur der Abb. 11 mit liegenden Spitzfalten gegeben sein.

Problematisch ist im Bereich der Schieferhülle die Entscheidung über die Vergenzverhältnisse, da in den Schieferpaketen die Stratigraphie bisher nicht eindeutig in den Griff zu bekommen ist. Man ist daher gezwungen, andere Kriterien, wie etwa die Lage der Achsenebene, den Strukturstil oder speziell den Bewegungssinn an Scherflächen für die Vergenzbestimmung heranzuziehen, wodurch sich im Falle der  $s_2$ -Schubklüftung die S-Vergenz gut belegen läßt. Bezüglich der auf Abb. 11 skizzierten liegenden Falten tektonik kann dagegen hauptsächlich der Faltenstil über eine Zuordnung

zur nordvergenten Deckentektonik entscheiden. Auch die flache Position und die Engständigkeit der Schieferungsflächen (Lamellierung =  $s_0$ ) in den Schiefererserien der Glocknerdecke wird unter hoher Belastung bei den nach N gerichteten Deckentransporten zustande gekommen sein.

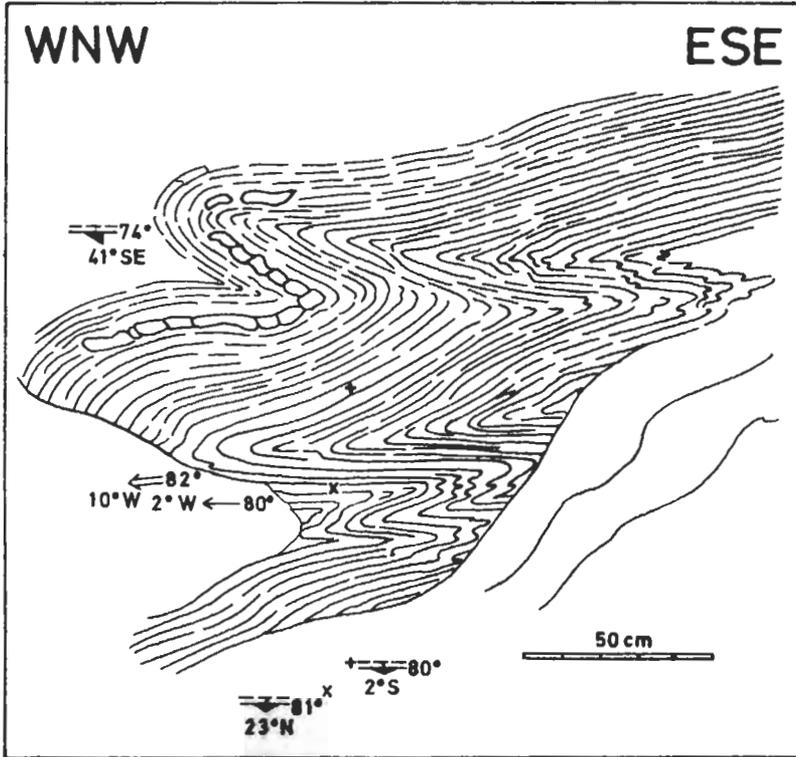


Abb. 11: N-vergente, liegende B<sub>1</sub>-Falten in schwarzen Kalkphylliten der Glocknerdecke (Lokalität wie Abb. 10).

## 2.5 Hinweise auf S-Bewegungen in anderen Ostalpen-Gebieten

Ähnliche nach S vergierende Kompressionsgefüge sind auch in anderen Räumen der Ostalpen zu beobachten, auf die hier nur vergleichend hingewiesen sei. So sind beispielsweise in der NE-Randzone des Tauernfensters, sowohl im Pennin der Hohen Tauern wie im Unterostalpin der südlichen Tadstädter Tauern, steile Schubklüfte  $s_2$  und B<sub>2</sub>-Falten mit S-Vergenz und z. T. in Verbindung mit typischen Quarzausscheidungen vorhanden, die als jüngere Gefüge den älteren nordvergenten überkippten oder liegenden größeren B<sub>1</sub>-Falten aufgeprägt wurden (SCHWAN, 1965, Abb. 21 und 22). Ferner treten in den nördlichen Radstädter Tauern im unterostalpinen Lackenkogelgebiet südvergente Schubklüfte und Scherfalten auf, die – bedingt durch jüngere N–S-Pressung – den nordvergenten Großbau örtlich modifizierten (ROSSNER, 1979, S. 313 und 326).

In der S-Randzone der Lechtaler Alpen finden sich im Bereich der Lechtaldecke

südvergente Strukturen, die auf einen Rückstau des nordkalkalpinen Deckenbaues vor der Stirn der nach N drängenden Silvrettakristallinmasse zurückgehen (DOERT, 1970, S. 174; GRAF, 1979, S. 85). Die auffälligen starken N-Überkipnungen in der S-Randzone der nördlichen Kalkalpen, die sich vom Arlberggebiet bis zum Rätikon verfolgen lassen, sind sekundäre kompressive Beanspruchungserscheinungen im flachen Deckenbau (vgl. auch OBERHAUSER, 1970).

Ganz allgemein waren Rückkipnungen und Rückfaltungen im Anschluß an das dekonstrukturbildende Hauptgeschehen schon öfter von Alpengeologen angenommen worden, so u. a. von CORNELIUS (1953), der an der alpinen Narbe (Insubrische Linie – Pusterlinie) spätalpidische Anpressungsbewegungen der Nordalpen gegen die Südalpen betonte.

### 3. Deutung des vorliegenden Strukturinventars

Die Kennzeichen der südvergenten Deformationserscheinungen im NW-Randbereich des Tauernfensters lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Achsenebenen der Scher- und Biegescherfalten fallen mittelsteil bis steil nach N ein (im Gegensatz zu den meist  $\pm$  flach liegenden Achsenebenen der mit dem Deckenbau in Verbindung stehenden Faltenformationen).
2. Häufig ist mit der südvergenten Faltung eine Schubklüftung (crenulation cleavage) verbunden. Geschleppt werden an diesen Flächen Schichtfugen und ältere Schieferungsflächen, die sich gelegentlich an Hand der durch südvergente Deformation nochmals gefalteten alten Faltenstrukturen nachweisen lassen.
3. Die südvergenten Formen treten nicht gleichmäßig verteilt über den Raum des nordwestlichen Tauernfensters auf, sondern sind an einzelnen Stellen konzentriert, besonders dort, wo durch kompetente Gesteinspartien Widerlager für die N–S-Anpressung bestehen.
4. Wie bereits aus Punkt 2. hervorgeht, handelt es sich bei der südvergenten Struktur- bildung um ein relativ junges Ereignis, das allerdings noch in den Rahmen einengender Vorgänge nach der Entstehung des Deckenbaues fällt (siehe auch FRISCH, 1975 a; ROEDER, 1976).
5. Die Dimension dieser meist mit  $\pm$  steilen Scherflächen verknüpften Faltenstrukturen reicht vom Dünnschliff- bis zum km-Bereich (siehe z. B. auch HÖCK, 1969; FRISCH 1976 b), doch erreichen sie nicht ein den regionalen Großbau prägendes Ausmaß. D. h. sie stellen im Unterschied zu den flachen Bewegungsbahnen und liegenden Falten mit N-Vergenz, die auf den Großdeckenbau hinweisende Leitstrukturen sind, nur Nebenstrukturen dar.

Problematisch ist die Ursache der Kinematik der südvergenten Tektonik. Es gibt hierzu im wesentlichen 3 Möglichkeiten der Deutung:

- einen Rückstau beim S–N-Vorschub in Fortsetzung der Deckenbildung,
- eine aktive N–S-Anpressungsphase,
- eine symmetrische Einengung des Zentralalpenraumes von N und S in Zusammenhang mit der Kollision der Kontinentalplatten, wobei sich der Druck im N des Zentralgneiszug mit steiler S-Bewegung und im S dieses Gneiszug mit steiler N-Bewegung auswirkte.

Legt man für die Entstehung der Alpen das plattentektonische Modell mit nach S gerichteten Subduktionsvorgängen zugrunde, wie es etwa bei FRISCH (1979) dargestellt ist, so sind S-vergente Bewegungen frühestens noch bei oder kurz nach der Kon-

tinientkollision zwischen helvetischem Kontinentalrand und mittelpenninischer Zentralgneis-Kontinentmasse im Eozän oder später (4. oder 5. Periode nach FRISCH, 1979) erfolgt. Erst zu dieser Zeit der pyrenäischen Phase können die Deckenbewegungen im Tauernfenster und seinem Untergrund als abgeschlossen betrachtet werden, während die südvergenten Bewegungen jünger als der Deckenbau sind. Ihre Zuordnung zu einer bestimmten alpidischen Phase (savisch, steirisch usw.) im Jungtertiär ist allerdings derzeit nicht möglich. Der Zeitpunkt der alttertiären Kollision war auch der Höhepunkt der Versenkung des Tauernfensterinhalts und der Regionalmetamorphose (Tauernkristallisation; FRISCH, 1978, 1979). Ein weiterer aktiver S–N-Vorschub der tief versenkten Pennin- und Unterostalpindecken fand nach Abschluß der Subduktionsvorgänge nicht mehr statt und damit auch kein Rückstau.

Eine aktive N–S-Anpressung könnte andererseits eine nordgerichtete Unterschiebung nahelegen, die jedoch nicht nachweisbar ist. So bleibt als plausibleste Erklärung die dritte Deutung (siehe oben). Die Einengung geht nach der Kontinentkollision zwar weiter, jedoch erfolgen keine Horizontalbewegungen mehr. Das Material weicht vielmehr nach oben aus, die Aufwölbung der Tauernkuppel beginnt. Wie FRISCH (1975 b und 1976) andeutet, führt dieser Mechanismus zu steilen südvergenten Falten N' der E–W-Achse des Tauernfensters und zu aufwärtiger nordvergenter Formung südlich davon. Die älteren Deckenbahnen wurden dabei z. T. verfault (siehe auch HÖCK, 1969, S. 192).

Auf Grund der festgestellten Einzelheiten über die Natur der südvergenten Deformationsformen im NW-Bereich des Tauernfensters kann nochmals zusammenfassend festgestellt werden, daß die ihnen zugrunde liegenden Bewegungen in keinem direkten Zusammenhang mit der Ausbildung des Großdeckenbaues des Tauernfensters stehen, sondern höchstens modifizierend auf diesen eingewirkt haben. Es kann daher auch kein Schluß von den südvergenten Kleinformen auf den Großbau gezogen werden, was andererseits wiederum nicht bedeutet, daß die kleintektonischen Untersuchungsmethodik in diesem Fall nicht anwendbar wäre und zu Fehlschlüssen führen würde. Sie schafft gerade an Hand der beschriebenen Beispiele die Möglichkeit, verschiedene Deformationsakte im Gebirgsbau deutlich zu trennen und die Deformationsgeschichte des Tauernfensterbereiches genauer aufzuklären.

Generell sei über Wert und Grenzen der kleintektonischen Arbeitsmethode noch ergänzend kurz folgendes bemerkt: Bei diesen Geländeuntersuchungen kommt es vor allem darauf an, unter den beobachtbaren Strukturen in einem Gebirgsbau diejenigen Deformationsgefüge festzustellen, die nach Lage (Streichen und Fallen), Typus (Stil) und Alter (Zeit) mit den Großbauformen übereinstimmen. Nur diese leitenden Strukturen der Kleintektonik (SCHWAN, 1964, 1973, 1980) spiegeln die großen tektonischen Formen wider, deren kleine Abbilder sie sind, und lassen somit Rückschlüsse auf die Großtektonik zu, da in diesem Falle die Strukturen beider Dimensionen durch den gleichen mechanischen Prägungsakt entstanden sind. Der Ermittlung der „Leitstrukturen“ kommt daher bei der Struktur- und Bewegungsanalyse eines Orogens die Hauptbedeutung zu. Demgegenüber sind andere Kleingefüge, die diese Übereinstimmung zu Großformen nicht zeigen, auch nicht zu Rückschlüssen auf den Großbau geeignet. Die südvergenten Deformationsgefüge in der N-Randzone des Tauernfensters und in dessen N-Rahmen sind Beispiele für solche vom Großdeckenbau abweichende Kleinstrukturen und somit „Nebenformen“, während die flachen Verschiebungsbahnen und liegenden oder tauchenden Kleinfalten mit N-Vergenz Leitstrukturen sind und daher Schlüsse auf die synforme und synchrone Deckentektonik zulassen.

In ähnlicher Weise hat TOLLMANN (1971, S. 356) den Wert der Analyse kleintektonischer Formen für den Rückschluß auf korrelierte tektonische Großstrukturen hervorgehoben und auf die gemeinsame mechanische Prägung solcher zueinander gehörigen groß- und kleintektonischen Formen hingewiesen, auf deren Kausalzusammenhang die Aussagemöglichkeit der genannten Arbeitsmethode beruht.

#### 4. Danksagung

An dieser Stelle möchten wir besonders Herrn Dr. O. THIELE von der Geologischen Bundesanstalt in Wien für seine Bereitschaft danken, uns im Rahmen einer Exkursion im Juni 1975 günstige Aufschlüsse für unsere Strukturuntersuchungen im NW-Randbereich der Hohen Tauern zu zeigen und mit uns über die umstrittenen tektonischen Strukturen zu diskutieren.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützte die Aufnahmen durch eine Reisebeihilfe im Rahmen des DFG-Programms Schw 82/49. Auch hierfür danken wir vielmals.

#### 5. Literatur

- CORNELIUS, H. P., 1953: Grundzüge der Allgemeinen Geologie. — 315 S., Springer-Verlag, Wien.
- DOERT, U., 1970: Zur Geologie der westlichen Lechtaler Alpen im Raume der Valuga (Vorarlberg/Tirol). — 200 S., Unveröff. Diplomarbeit, Univ. Erlangen-Nürnberg.
- ENZENBERG, M., 1967: Die Geologie der Tarntaler Berge (Wattener Lizum), Tirol. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 17, 5–50, Wien.
- FRASL, G., 1953: Die beiden Sulzbachungen (Oberpinzgau, Salzburg). — Jb. geol. B.-A., 96, 143–192, Wien.
- FRASL, G. & FRANK, W., 1966: Einführung in die Geologie und Petrographie des Penninikums im Tauernfenster. — Der Aufschluß, Sdh. 15, 30–58, Heidelberg.
- FRISCH, W., 1968: Zur Geologie des Gebietes zwischen Tuxbach und Tuxer Hauptkamm bei Lanersbach (Zillertal, Tirol). — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 18, 287–336, Wien.
- 1973/74: Die stratigraphisch-tektonische Gliederung der Schieferhülle und die Entwicklung des penninischen Raumes im westlichen Tauernfenster (Gebiet Brenner–Gerlospaß). — Mitt. Geol. Ges. Wien, 66/67, 9–20, Wien.
- 1975 a: Blatt 148, Brenner; Geologische Aufnahme. — Verh. geol. B.-A., 1975, A 92–A 94, Wien.
- 1975 b: Die Gliederung der Schieferhülle des Zillertaler Zentralgneiskerns (Tauernfenster, Südtirol). — Geol. Tiefbau der Ostalpen (Hochschulschwerpunkt N 25), 2. Bericht: 8–9; Graz–Innsbruck–Salzburg–Wien.
- 1976 a: Ein Modell zur alpidischen Evolution und Orogenese des Tauernfensters. — Geol. Rdsch., 65, 410–421, Stuttgart.
- 1976 b: Bericht 1975 über Aufnahmen im Tauernfenster auf Blatt 148, Brenner (Bündner Schiefer-Serien der Glocknerdecke an der Südflanke des Valsler Tales). — Verh. geol. B.-A., 1976, A 146–A 147, Wien.
- 1978: A plate tectonics model of the Eastern Alps. [In:] CLOSS, H., ROEDER, D. H. & SCHMIDT, K. (Ed.): Alps, Apennines, Hellenides, Geodynamic Investigations along Geotraverses: 167–172, Schweizerbart, Stuttgart.
- 1979: Tectonic progradation and plate tectonic evolution of the Alps. — Tectonophysics, 60, 121–139, Amsterdam.
- GRAF, R. 1979: Geologische Untersuchungen zwischen Kaisertal und Sulzeltal in den westlichen Lechtaler Alpen (Tirol/Österreich). — 109 S., Unveröff. Diplomarbeit Univ. Erlangen-Nürnberg.
- HÖCK, V., 1969: Zur Geologie des Gebietes zwischen Tuxer Joch und Olperer (Zillertal, Tirol). — Jb. geol. B.-A., 112, 153–195, Wien.

- KNEIDL, V., 1971: Geologische Untersuchungen am NW-Rand der Hohen Tauern im Gebiet zwischen Gerlos und Hintertux (Tirol, Österreich). – 75 S., Diss. Univ. Erlangen-Nürnberg.
- MATURA, A., 1967: Zur Geologie des Türchlwand-Kramkogel-Gebietes (SE' Wörth im Rauristal, Salzburg). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 17(1966), 87–126, Wien.
- OBERHAUSER, R., 1970: Die Überkippungs-Erscheinungen des Kalkalpen-Südrandes im Rätikon und im Arlberg-Gebiet. – Verh. geol. B.-A., 1970, 477–485, Wien.
- ROEDER, D., 1976: Die Alpen aus plattentektonischer Sicht. – Z. dt. geol. Ges., 127, 87–103, Hannover.
- ROSSNER, R., 1979: Gebirgsbau und alpidische Tektonik am Nordostrand des Tauernfensterrahmens (Nördliche Radstädter Tauern, Österreich). – Jb. geol. B.-A., 122, 251–387, Wien.
- SCHWAN, E., 1964: Begriff und Bedeutung der Leitstrukturen. – Geotekt. Forsch., 19, 47 S., Stuttgart.
- 1965: Leitende Strukturen am Nordostrand der Hohen Tauern. – Verh. geol. B.-A., Sdh. G, 214–245, Wien.
- 1973: Zur Ableitung der Großtektonik eines Gebirges aus leitenden Strukturen seiner Kleintektonik. Möglichkeiten und Grenzen einer geotektonischen Arbeitsmethode. – In: Stockwerkbau und Felderteilung. – Veröff. Zentralinst. Physik der Erde, 14, 317–352, Potsdam.
- 1980: Key structures of minor tectonics, major tectonic forms, and shortening kinematics in the Himalaya. – Contemporary geoscientific Researches in Himalaya, Dehra Dun (im Druck).
- THIELE, O., 1951: Beobachtungen am Tauernnordrand im Bereich von Gerlos (Tirol). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 2, 1–21, Wien.
- 1974: Tektonische Gliederung der Tauernschieferhülle zwischen Krimml und Mayrhofen. – Jb. geol. B.-A., 117, 55–74, Wien.
- 1976: Der Nordrand des Tauernfensters zwischen Mayrhofen und Inner Schmirn (Tirol). – Geol. Rdsch., 65, 410–421, Stuttgart.
- THÜNKER, M., 1978: Geologische Untersuchungen am Mieslkopf. – 119 S., Unveröff. Diplomarb. Univ. Erlangen-Nürnberg.
- TOLLMANN, A., 1971: Zur Rehabilitierung des Deckenbaues in den westlichen Nordkalkalpen. – Jb. geol. B.-A., 114, 273–360, Wien.
- 1977: Geologie von Österreich. Band 1, Die Zentralalpen. – 782 S., (Deuticke) Wien.

