

Die „Frohnleitner Falte“ (Grazer Paläozoikum, Steiermark)

Von WERNER TSCHELAUT*)

Mit 5 Abbildungen

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 134

Steiermark
Grazer Paläozoikum
Gschwendtberg
Unterdevon
Tektonische Analyse
Faltenkinematik

Zusammenfassung

Die „Frohnleitner Falte“ stellt eine NW-vergente Muldenstruktur dar. Die kinematische Analyse ergab für ihre Prägung einen einaktigen prägosauischen Vorgang.

Summary

The "fold of Frohnleitner" represents a NW-vergent overturned synform structure. The kinematic analysis of its deformation pattern yields a single pregosauic act.

Einleitung

Im Rahmen der Neubearbeitung des Grazer Paläozoikums zwischen Frohnleitner und Röthelstein (TSCHELAUT, 1984) ergab sich die Notwendigkeit einer tektonischen Analyse der „Frohnleitner Falte“. Diese vom Murtal aus am Westhang des Gschwendtberges östlich Frohnleitner gut erkennbare Großstruktur mit einer Aufschlußhöhe von ca. 50 m wurde in der Vergangenheit verschieden interpretiert. So interpretierte sie HERITSCH (1905) als eine „überlegte“ Falte und führte diese auf eine „Rückstauung“ der Schichten durch das im N lagernde Kristallin zurück.

MOHR (1911) sah in ihr eine nach NW offene und ganz flach liegende Synklinale mit Faltenschenkeln von über hundert Meter. Daraus folgerte er, daß flach übereinander gestapelten Faltendecken im Grazer Gebiete eine bedeutendere Rolle zukommt, als bis dahin vermutet.

JESENKO (1949, 1952) betrachtete sie als ein „Scheinfaltengebilde“, das durch die Interferenz zweier Bruchsysteme mit den Schichtflächen ohne Faltungsvorgänge entstand.

BOICK (1951) letztendlich erkannte das flache NE-Streichen der Faltenachse, interpretierte jedoch die Kleinfalten des liegenden Schenkels als SE-vergent und schloß daraus auf eine nach SE gerichtete Bewegung für das Zustandekommen der Gesamtfalte.

Kinematische Analyse

Das Paläozoikum zwischen Röthelstein und Gams bei Frohnleitner läßt einen Deckenbau, bestehend aus der basalen, unter- bis mitteldevonen Gschwendt-Decke, der silurisch bis unterdevonen Hackensteiner-Formation als Teil der Laufnitzdorfer-Decke und der hangenden, mittel- bis oberdevonen Hochlantsch-Decke, erkennen. Die Grenze des Grazer Paläozoikums zum Gleinalmkristallin wird zwischen Gams und dem Schiffall von einem postgosauischen Störungssystem gebildet, von welchem auch der Deckenbau betroffen ist. Im Zusammenhang damit stehen Einschuppungen des Gams/Bärenschütz-Konglomerates in das Paläozoikum bzw. zwischen Paläozoikum und Kristallin. Die Frohnleitner Falte stellt ein tektonisches Element der tiefsten, am Gschwendtberg mindestens 500 m mächtigen Gschwendt-Decke dar.

Im Faltenbereich tritt eine Schichtfolge des höheren U-Devons von blaugrauen, massigen bis grobgebankten Kalken mit Einschaltungen braun verwitternder, wenige mm bis 20 cm mächtiger Grobsilt- bis Feinsandlagen, die das sedimentäre Lagengefüge (ss) abbilden, auf. Da die Verwitterung an den stofflich verschiedenen Gesteinslagen in unterschiedlich starkem Maße angreift (Herauswitterung der siltigen Lagen), kommt es besonders im Umbiegungsbereich der Schichten zu Kaminbildungen. Die ss parallel verlaufenden Kamine sind auch vom Tal aus gut erkennbar.

Die Kinematik der Verformung zeigt die Gegenüberstellung von vier Teilbereichen (Abb. 1).

Punkt 1

In diesem Ausschnitt der Falte ist neben den nahezu horizontal verlaufenden Schichtflächen (Meßwerte um 80/10° und 10/08°) eine extrem flach gegen SE einfallende Schieferung ausgebildet (sf steiler als ss), sodaß der Winkel, den die beiden Flächen einschließen, sehr spitz ist. Dem Gestein wird ein Linsengefüge aufgeprägt, welches durch die Zerschierung der in diesem Faltenbereich sehr dünnen (wenige mm) Feinsandlagen sehr gut sichtbar wird. Die Schichtflächen scheinen in die Schieferungsflächen einzubiegen.

*) Anschrift des Verfassers: Dr. WERNER TSCHELAUT, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Graz, Heinrichstraße 26, A-8010 Graz.

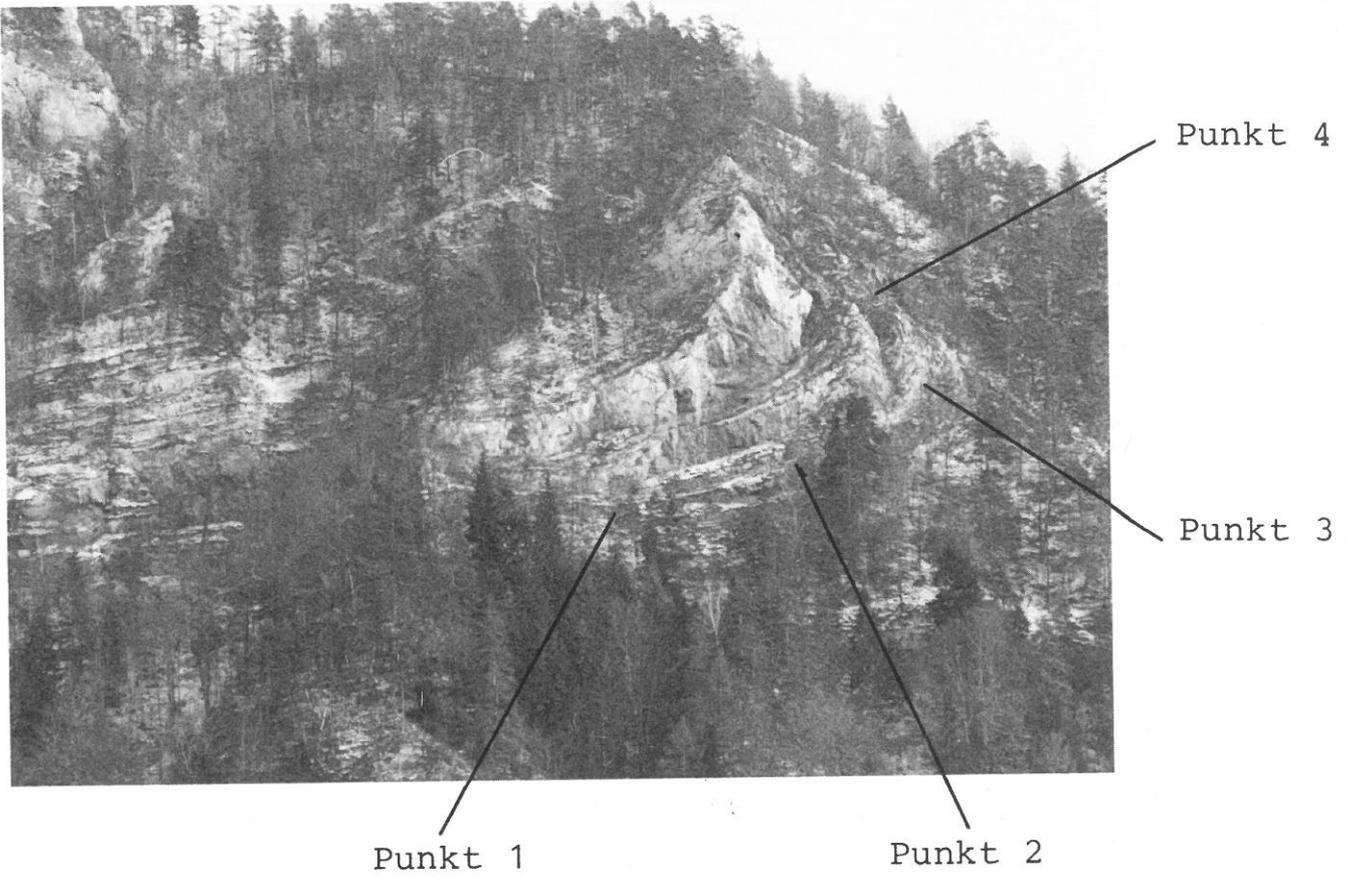


Abb. 1: Ansicht der Falte von Westen mit Angabe der im Text behandelten Lokalitäten.



Abb. 2: Verlauf der ss- und sf-Flächen bei Punkt 2.

Punkt 2

Da die Schichtflächen hier flach (mit ca. 15 Grad) gegen N einfallen und die Schieferungsflächen etwas steiler (mit ca. 25 Grad) als bei Punkt 1 nach SE geneigt sind, ist bereits eine deutliche Abweichung der beiden Flächenscharen voneinander sichtbar.

Die bis zu einem cm dicken, siltigen Lagen sind, wie Abb. 2 zeigt, stark verfaultet. An den Kleinfalten, deren Faltenstirnen in die gleiche Richtung zeigen (NW-vergente, spitzwinkelige Falten), ist jeweils ein langer und ein kurzer Schenkel ausgebildet. Während die Falten-schenkel ausgedünnt sind, kommt es im Faltscheitel zu einer Mächtigkeitzunahme. Die Werte der an den Kleinfalten eingemessenen B-Achsen liegen bei $45/08^\circ$. Gleiche Werte weisen auch die sich aus dem Verschnitt von Schichtung und Schieferung ergebenden Linearen (β -Lineare) auf.

Feinere (wenige mm) Siltlagen sind meist derart zerschert, daß das primäre ss nicht mehr zu erkennen ist. Auch sind die Falten dermaßen zerrissen, daß von ihnen nur noch die verdickten und linsenförmig ausgeprägten Faltenkerne sichtbar sind. Diese sind gelegentlich schwalbenschwanzartig zweispitzig ausgezogen, wobei die Spitzen den reduzierten Faltschenkeln entsprechen.

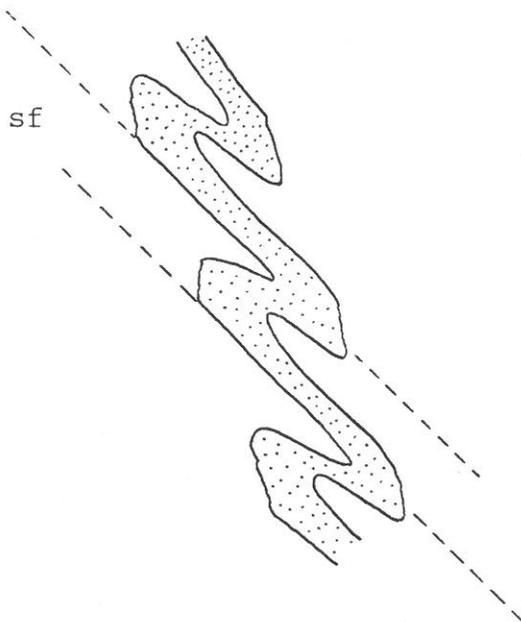
Die mehrere cm (max. 20 cm) mächtigen siltigen Lagen werden zwar nicht im gesamten verfaultet, an den Schichtober- und -untergrenzen sind allerdings Faltenstrukturen sichtbar.

Punkt 3

In diesem Ausschnitt ist eine weitere Versteilung der ss-Flächen beobachtbar. Die Schichten fallen zunächst mit 30° und in weiterer Folge mit 55° nach NW ein. Da die sf-Flächen ebenfalls steiler (mit $30-40^\circ$) als bei Punkt 2 nach SE geneigt sind, tritt eine weitere Vergrößerung des Winkels zwischen ss und sf ein (bis zu 90°).

Die Schichtgrenzen sind von Lösungserscheinungen überprägt. Der Übergang von Kalk- zu Siltlagen erfolgt nicht entlang einer ebenen Fläche, die Grenze verläuft scherungsbedingt unregelmäßig gezackt.

NW



Die in diesem Faltenbereich auftretenden Kleinfalten haben annähernd gleich lange Schenkel.

Punkt 4

Nach einem mit scharfem Knick erfolgten Umbiegen der Schichten liegt hier steiles SE-Fallen derselben vor ($140/70^\circ$). Auch kann ein weiteres, schwaches Aufsteilen der sf-Flächen beobachtet werden ($120/45^\circ$).

Während sich die dünnen Siltlagen durch Feinfaltung auszeichnen (wieder unterschiedliche Schenkellänge – Abb. 3a), wird durch die dickeren (einige cm) das primäre ss deutlich wiedergegeben (nur Kleinfaltung an den Schichtgrenzen – Abb. 3b).

Die Untersuchung ergab, daß im Gegensatz zur Vorstellung von JESENKO (1952), die Frohnleitner Falte die Muldenstruktur einer Biegefaltung mit einschariger Scherung darstellt. Das Umbiegen der ss-Flächen ist durch den Wechsel von Kalk- und Siltlagen klar erkennbar.

Folgende Kriterien sprechen dafür, daß es sich um eine B 1-Faltung handelt:

- 1.) Die konstruktiv ermittelte Achsenlage der Großfalte stimmt mit der Lage der an den Kleinfalten eingemessenen B-Achsen überein.
- 2.) Gleiche Werte weisen auch die sich aus dem Verschnitt von ss- und sf-Flächen ergebenden Linearen (β -Lineare) auf.

B-Achse der Großfalte (konstruiert) $50/08^\circ$

B-Achse der Kleinfalten (gemessen) $45/10^\circ$

β -Lineare (gemessen) $42/12^\circ$

Da sowohl die Großfalte als auch die Kleinfalten dem gleichen Verformungsakt ihre Entstehung verdanken, kommt letzteren wichtige Bedeutung für die tektonische Auflösung zu.

Die Falte besteht aus einem extrem langen, über Hunderte von Metern verfolgbaren, annähernd horizontal verlaufenden Liegendschenkel und einem relativ kurzen, steil gegen SE einfallenden Hangendschenkel. Die ss-Flächen streichen im gesamten Faltenbereich NE-SW. Ausgehend von einer söhlig Lagerung im Liegendschenkel kann ein Aufsteilen der Schichten (bis

ss

SE

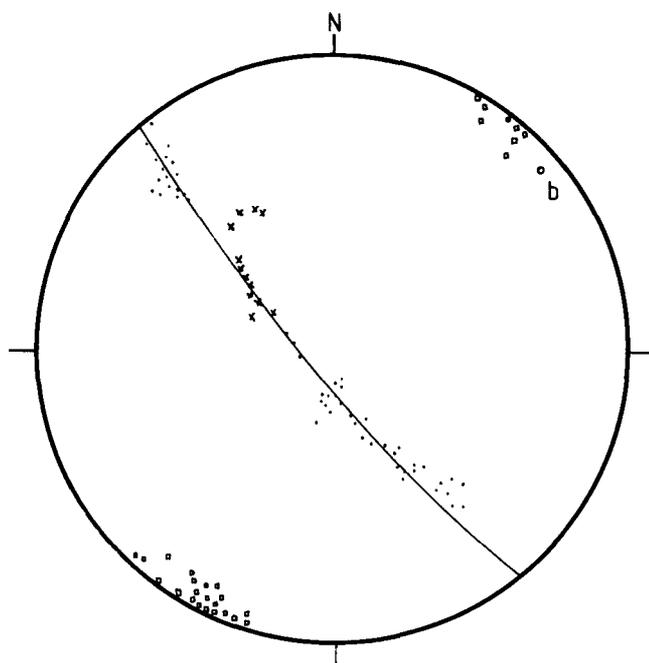
sf



Abb. 3: Verlauf der ss- und sf-Flächen bei Punkt 4.

55° NW-Fallen), in weiterer Folge ihr Umbiegen und schließlich steiles (70°) SE-Fallen im Hangendschenkel beobachtet werden. Annähernd gleiches Streichen wie die ss-Flächen weisen die sowohl in den Kalk- wie auch in den Siltlagen ausgeprägten sf-Flächen auf. Hinsichtlich ihres Einfallens ist ein Aufsteilen vom Liegendschenkel (nahezu horizontale Lagerung) zum Hangendschenkel (bis 45° ESE-Fallen) feststellbar.

Im Gefügediagramm (Abb. 4) zeigt sich ein deutliches Polpunktmaximum des Hangendschenkels (135/70°), während die restlichen Polpunkte (von 360/08° über 330/30° zu 320/55°) das allmähliche Hochziehen der ss-Flächen im Liegendschenkel widerspiegeln. Die konstruktive Ermittlung der Achsenlage aus den Schichtflächenmessungen ergibt eine äußerst flach gegen NE abtauchende B-Achse (50/08°).



- Polpunkte der ss-Flächen
- x Polpunkte der sf-Flächen
- o π -Punkt
- ▣ Polpunkte der k-Flächen (ac)

Abb. 4: Gefügediagramm der Falte von Frohnleitner.

Zugehörig zur Faltung sind, im Gelände gut ausgeprägt bei den Punkten 1 und 2, bei den Punkten 3 und 4 dagegen zurücktretend, glatte Klüfte, normal auf die B-Achse (Gefügediagramm – Abb. 4), die im Abstand von einigen cm bis wenige dm auftreten. Diese ac-Flächen können als Reißfugen, entstanden durch Querdehnung bei der Faltung aufgefaßt werden.

Ein wesentlich schwächer ausgebildetes Klufflächensystem weist steil gegen SE bzw. E und W einfallende Bruchflächen auf.

Da der Hangendanteil der Großfalte am Bergkamm aushebt und der weitere Verlauf der Schichten demzufolge nicht einsichtig ist, läßt sich die Vergenz der Falte, welche den Kern einer liegenden, asymmetrischen Faltenmulde darstellt, aus dem Großfaltengebilde selbst nicht direkt erkennen. Aus der Ausbildung der Kleinfalten, speziell aus dem unterschiedlichen Verhältnis ihrer

Schenkellänge im Liegend- und Hangendschenkel der Großfalte (siehe Abb. 5) sowie aus der Anordnung der sf-Flächen geht eindeutig ihre NW-Vergenz hervor.

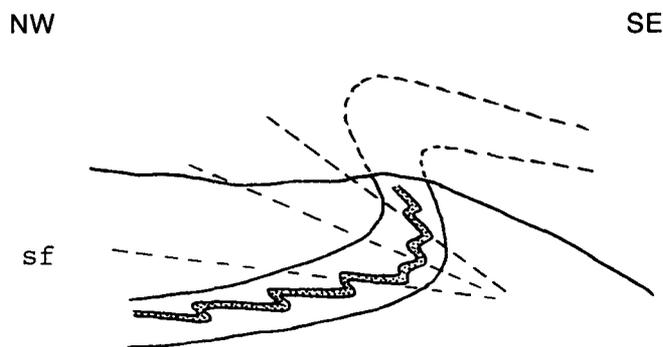


Abb. 5: Ausbildung der Kleinfalten in den verschiedenen Bereichen der Großfalte.

Der Umstand, daß Kleinfalten ihre Vergenz innerhalb von Großfaltengebilden ändern (BELL, 1981), zeigt sich auch in der Frohnleitner Falte, wo die Kleinfalten einen Wechsel von NW-Vergenz im Liegendschenkel über neutrale Vergenz im Umbiegungsbereich zu SE-Vergenz im Hangendschenkel erkennen lassen (Abb. 5).

Ogleich sowohl sedimentologische als auch biostratigraphische Nachweise für eine Angabe über aufrechte bzw. inverse Lagerung der Faltschenkel fehlen, wird infolge des sich aus der NW-Vergenz ergebenden Schubes aus SE für den Liegendschenkel auf aufrechte und für den Hangendschenkel auf inverse Lagerung geschlossen. Für diese Lagerungsverhältnisse spricht auch die gegenseitige Beziehung der Schicht- und Schieferungsflächen (im Liegendschenkel sf steiler als ss, im Hangendschenkel umgekehrt).

Überträgt man die Struktur der Kleinfalten auf die Großfalte und betrachtet man den Verlauf der sf-Flächen, so ist theoretisch ein baldiges Umbiegen des Hangendschenkels gegen S in einen flachen Faltschenkel zu erwarten (Abb. 5).

Anzeichen dafür, daß die Schichten in einen langen, den Gipfel des Gschwendberges einnehmenden Hangendschenkel zurückbiegen, liegen nicht vor. Ein Durchverfolgen der Schichten direkt unterhalb des Gipfels ist zwar wegen der Steilheit des Geländes nicht möglich, doch sprechen die vom Tal aus gut überblickbaren Lagerungsverhältnisse und die in der Gipfelregion gemessenen Schichtflächenwerte (80/10°, 110/15°) für ihre Zugehörigkeit zum Liegendschenkel der Großfalte. Durch die daraus resultierende Mindestmächtigkeit von ca. 300 m für den Liegendschenkel kommt die enorme Größe der Faltenstruktur zum Ausdruck.

Wie schon BOIGK (1951) feststellte, wird die Falte durch eine flache Störung, welche in Achsenrichtung der Falte verläuft, von den darunterliegenden, lithologisch völlig identen, nach SE (145/30°) einfallenden Gesteinen getrennt. An diesen läßt sich eine deutlich ausgeprägte Transversalschieferung beobachten, die steiler als die Schichtung nach SE einfällt. Die Schichten bilden den aufrechten S-Schenkel einer Antiklinale, deren Scheitel gekappt ist. In der Gegend von Maria Ebenort ist ihr N-Schenkel aufgeschlossen, wobei die Faltenachse flach nach SW einfällt.

Schlußbemerkungen

Zusammenfassend zeigt sich, daß die Frohnleitner Falte einem einzigen Bewegungsakt ihre Formung verdankt. Untersuchungen orientiert entnommener Schriffe ergaben darüber hinaus, daß auch im Mikrobereich kein Hinweis auf ältere Verformungen nachweisbar sind.

Wie aus der Untersuchung weiter hervorgeht, steht die Großfalte mit dem tektonischen Bauplan des umgebenden Gebietes im Einklang, wobei die Nordwestvergenz zeigt, daß sie entsprechend gerichteten Bewegungen ihre Entstehung verdankt, was im Gegensatz zur Auffassung von BOIGK (1951) steht.

Durch die Gleichzeitigkeit von Falten- und Deckenbau (TSCHELAUT, 1984) und durch den Umstand, daß die Ablagerung der Gosau auf einen bereits vorhandenen Deckenbau erfolgte mit transgressiv-diskordanter Überlagerung verschiedener paläozoischer Decken durch die Basiskonglomerate der Kainacher Gosau (GRÄF, 1975; GRÄF et al., 1980; KRÖLL & HELLER, 1978), ist der Verformungsakt, dem die Frohnleitner Falte ihre Entstehung verdankt, als vorgosauisch i. w. S. zu betrachten.

Dank

Herrn Univ.-Prof. Dr. H. W. FLÜGEL sei für die kritische Lesung des Manuskriptes gedankt.

Literatur

BELL, A. M.: Vergence: an evaluation. – J. Struct. Geol., **3**, 197–202, Dublin 1981.

- BOIGK, H.: Zum Bau der Grazer Decken. – Z. dt. geol. Ges., **102**, 247–271, Hannover 1951.
- FLÜGEL, H. W.: Die Geologie des Grazer Berglandes (2. Aufl.). – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **Sh. 1**, 288 S., Graz 1975.
- GRÄF, W.: Ablagerungen der Gosau von Kainach. – In: FLÜGEL, H. W.: Die Geologie des Grazer Berglandes. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **Sh. 1**, 83–99, (2. Aufl.) Graz 1975.
- GRÄF, W., EBNER, F. & FLADERER, F.: Faziesindikatoren in der basalen Gosau von Kainach. – Ann. Naturhist. Mus. Wien, **33**, 91–104, Wien 1980.
- HERITSCH, F.: Studien über die Tektonik der paläozoischen Ablagerungen des Grazer Beckens. – Mitt. naturw. Ver. Stmk., **42**, 170–224, Graz 1905.
- JESENKO, P.: Das Paläozoikum zwischen Frohnleiten und Mixnitz. – Unveröff. Diss. Univ. Graz, 58 S., Graz 1949.
- JESENKO, P.: Die Frohnleitner „Falte“ im Grazer Paläozoikum. – Verh. Geol. B.-A., **1952**, 142–146, Wien 1952.
- KRÖLL, A. & HELLER, R.: Die Tiefbohrung Afling U1 in der Kainacher Gosau. – Verh. Geol. B.-A., **1978**, 23–34, Wien 1978.
- MOHR, H.: Ein Nachwort zu „Was lehrt uns das Breitenauer Karbonvorkommen?“. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **4**, 627–630, Wien 1911.
- TSCHELAUT, W.: Das Paläozoikum zwischen Röthelstein und Gams bei Frohnleiten. – Mitt. naturw. Ver. Stmk., **114**, Graz 1984 (im Druck).

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 20. März 1984.