

Gravativ transportiertes permisches Haselgebirge in den Oberalmer Schichten (Tithonium, Salzburg)

VON BENNO FLÖCHINGER *)

Mit 5 Abbildungen, 1 Tabelle und 3 Phototafeln

Mit einem Beitrag von ILSE DRAXLER

Österreichische Karte
1 : 50.000
Blatt 93

Schlüsselwörter

Salzburg
Tirolikum
Halleiner Hallstätter Zone
Haselgebirge — Oberperm
Oberalmer Schichten — Tithon

gravitativer Transport
Schlammstrombrekzie
Fluxoturbidit — Turbidit
Hornsteinbildung

Zusammenfassung

Der Aufsatz macht auf oberpermisches Haselgebirge aufmerksam, das südlich St. Leonhard im Salzbachtal als Bestandteil gravativ transportierter Sedimente (Schlammstrombrekzie, Fluxoturbidit, Turbidit) auftritt. Diese Sedimente gehören einem 50—60 m mächtigen, in ZyklotHEME gegliederten Schichtpaket aus tithonischen Oberalmer Schichten zu. Die an Haselgebirgstonen reiche Schlammstrombrekzie wurde vom Autor „Tonflatschenbrekzie“ genannt.

Die ZyklotHEME formen eine aus Oberalmer Schichten aufgebaute Antiklinale, in deren Kern sich ein langgestreckter, etwa ein Kilometer langer Haselgebirgskörper befindet. Dieser zur Hallstätter Einheit gestellte Haselgebirgskörper glitt möglicherweise gravativ, intermalmisch ein. I. DRAXLER bestimmte Sporen oberpermischen Alters sowohl aus dem Haselgebirge des Antiklinalkernes als auch aus den Haselgebirgskomponenten der tithonischen ZyklotHEME.

Die Beobachtungen haben in der Diskussion über die Art der Platznahme der Hallstätter Einheit Bedeutung.

Abstract

The article calls attention to Upper Permian Haselgebirge (gypsiferous clays, generally the host rock of the alpine evaporites), which was discovered south of Salzburg-city as component of gravitationally transported sediments (mudflow-breccia, fluxoturbidite, turbidite). These sediments are part of cyclothem of Tithonian Oberalm beds, reaching a thickness of 50 to 60 meters. The mudflow-breccia, rich in Haselgebirge-clay was termed „Tonflatschenbreccia“ by the author. The above cyclothem form an anticline of Oberalm beds. The core of the anticline is a long stretched body of Haselgebirge with a length of about one kilometer. The Haselgebirge-body, ascribed to the Hallstatt-unit, was possibly brought into its position by intermalmian gravitational sliding. I. DRAXLER determined spores, which indicate the Upper Permian age in the Haselgebirge of the core of the anticline as well as in the components of Haselgebirge in the cyclothem.

These observations are very important in the discussion of the mode of emplacement of the Hallstatt unit.

*) Anschrift des Verfassers: Dr. BENNO FLÖCHINGER, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien, Postfach 154.

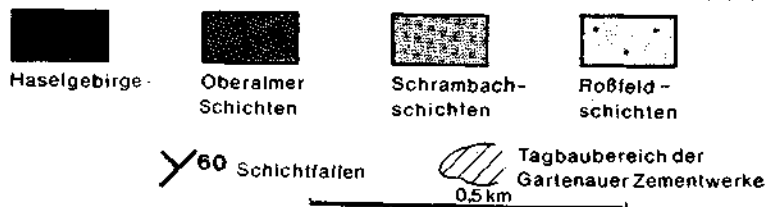
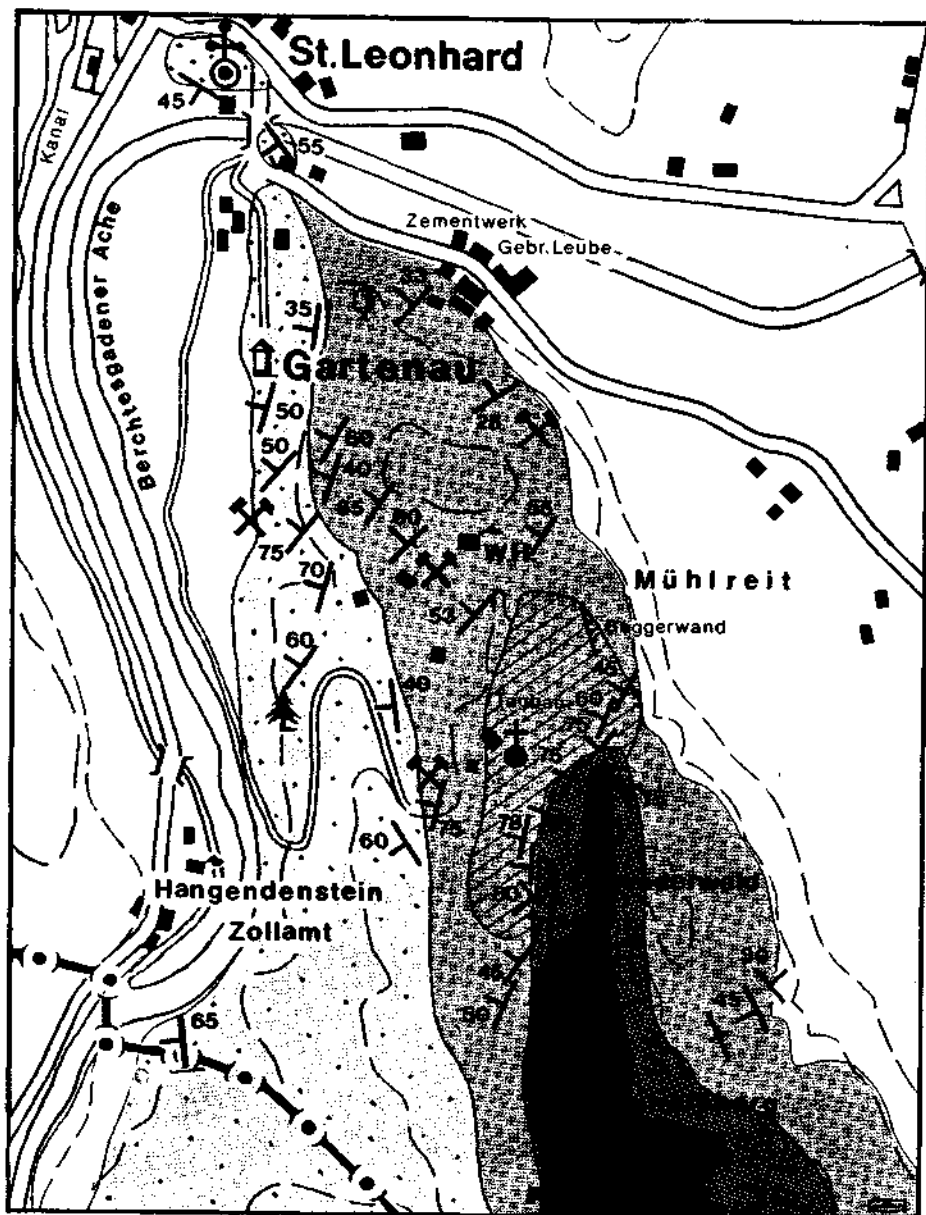


Abb. 1. Die geologische Situation südlich von St. Leonhard.

Im vorliegenden Bericht wird versucht, neben einer faziologischen Charakterisierung eine lithogenetische Erklärung für die haselgebirgstonreichen Zyklotheme in den Oberalmer Schichten südlich Gartenbau—St. Leonhard im Salzachtal zu finden und ihre Bedeutung für die paläogeographische Situation aufzuzeigen. Viele weitere Studien sind nötig, um auf den komplexen Fragenbereich einzugehen. Der Autor hofft, in Zusammenarbeit mit anderen Instituten dem Ziel näher kommen zu können.

Dank für Hilfeleistungen schuldet der Verfasser den Herren Dipl.-Ing. HUPKA und Markscheider A. GOLSER, beide Zementwerk Gebr. Leube, Gartenau. Der Besuch des Tagbaues, der anlässlich der Führung einer Erlanger Geologengruppe 1971 ermöglicht wurde, regte zuerst zu genaueren Untersuchungen der auffallenden Faziesverhältnisse an. Herr Markscheider GOLSER gab 1973 bei einer Führung durch die ober- und untertägigen Anlagen des Werkes wertvolle Hinweise.

Herrn Prof. FRASL sei für die Bekanntgabe einschlägiger Daten aus dem Gollinger Bereich, Frau Dr. I. DRAXLER für ihren in Form einer Tabelle gegebenen Beitrag über palynologische Untersuchungen sehr gedankt.

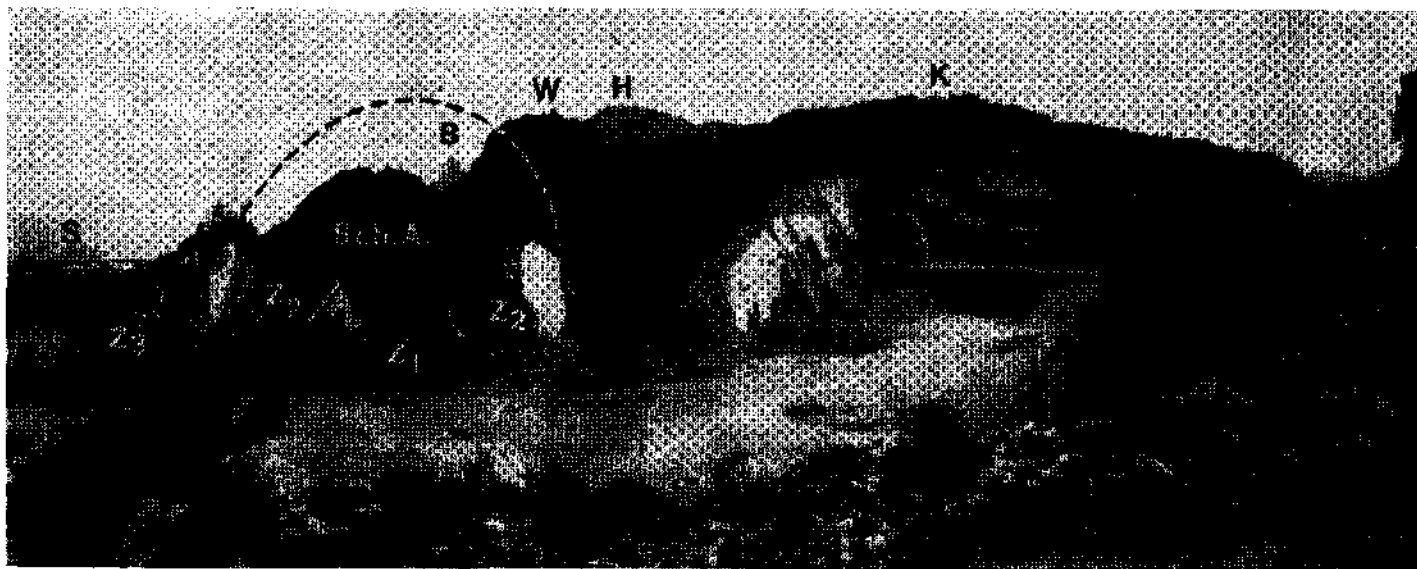
Den Damen und Herren der Zeichenabteilung ist die graphische Gestaltung zu verdanken.

Herr Dozent K. POLL, Universität Erlangen, hat dem Verfasser in sehr dankenswerter Weise Tonmineral- und Strontiumkarbonatuntersuchungen von Proben zugesagt, deren Entnahmestellen in den vorgelegten Mächtigkeitsprofilen vermerkt sind. Leider langten die Ergebnisse nicht zeitgerecht ein und müssen bei anderer Gelegenheit, gesondert, veröffentlicht werden. Dasselbe gilt für die Ergebnisse geoelektrischer und seismischer Untersuchungen im Ziller Gebiet, welche dank der hilfsbereiten Vermittlung des Herrn Regierungsdirektors Dr. O. GANSS von Herrn Dr. K. BADER, Bayerisches Geologisches Landesamt, zu erwarten sind.

1. Das Haselgebirge im Kern der Schneiderwaldantiklinale und dessen Beziehung zu den Oberalmer Schichten der Antiklinalflügel (Abb. 1)

Im Abbaubereich der Gartenauer Zementwerke südlich Gartenau—St. Leonhard wurde bei den ober- und untertägigen Arbeiten durch Herrn Markscheider GOLSER in den tithonischen Oberalmer Schichten eine NNW-SSE-streichende Antiklinale erkannt, in deren Kern dunkelgraues bis grünlichgraues, \pm ausgeaugtes Haselgebirge auftritt. Tatsächlich streicht das Haselgebirge, das im Bereich Gutrathsberg—Oberreit über einen Kilometer Längserstreckung erreichen dürfte, zum axialen Kern einer aus Oberalmer Schichten aufgebauten Antiklinale. Sie möge vorerst nach der Lokalität östlich des Etagenabbaues „Schneiderwaldantiklinale“ genannt werden.

Deutlich ist die Schneiderwaldantiklinale an der in 575 m Sh. gelegenen Bruchsohle, am Ostrand des Etagenabbaues, zu erkennen (Taf. 1). Dabei steht in Frage, ob man das Haselgebirge im Kern der Antiklinale, das zur nördlichsten, auf tithon—neokomen Ablagerungen des Tirolikums ruhenden Deckscholle der Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Masse gezählt wurde und die Bezeichnung „Oberreit-Deckscholle“ erhielt (B. PLÖCHINGER, 1955, Taf. 6; A. TOLLMANN, 1969, Taf. 1), einer von unten kommenden Salzhorstbildung zuzuordnen hat, oder in ihm eine Scholle vorliegt, die gravitativ in ein malmisches Sedimentationsbecken einglitt. Zweifellos wäre hier eine etwa bis zum Niveau des Salzachtals abgeteufte Bohrung sehr aufschlußreich. Der günstigste Bohrpunkt läge im Kern der auf Tafel 1 ersichtlichen Antiklinale, im Ostfeld der 575-Meter-Etage des Tagbaues.



Taf. 1. Der Tagbau der Gartenauer Zementwerke im Blick von der Lerchenhöhe gegen Süden (Bruchsohle 575 m Sh.) Photo Plöching.

$Z_1 - Z_4$ = Zykloteme der tithonen Oberalmer Schichten
 R = Schichtfläche mit Rippelmarken
 Ho = Hornsteinknauern mit Haselgebirgsfüllung

Schr. = neokome Schrambachmergel

Sch. A. = Schneiderwaldantiklinale

S = Salzachtal, B = Barmsteine, W = Wulzlkopf, H = Hohe Göttschen, K = Köppelschneid,
 D = Denninghöhe

Im Zusammenhang mit der Frage, ob es sich bei dem Haselgebirgsvorkommen um eine intermalmische Gleitscholle handelt, scheint bedeutsam, daß sich in den hangenden, 55 m mächtigen Oberalmer Schichten der Antiklinale ZyklotHEME abzeichnen, in welchen gravitativ transportierte Haselgebirgstone eine große Rolle spielen. Die ZyklotHEME reichen von einem groben Schlammstromsediment über Sedimente der Trübeströmung bis zu einem dichten pelagischen Sediment.

Sicherlich ist die Ursache für die gravitativen Vorgänge in einer Aufwölbung des südlichen Hinterlandes zu suchen, ähnlich wie bei den Tauglbodenschichten des tieferen Malm. Der maßgebende Anteil des Haselgebirges am gravitativ transportierten Sediment könnte darauf hinweisen, daß die Aufwölbung durch eine Salzhorstbildung hervorgerufen wurde. In der gegen das Hangende erkennbaren allmählichen Reduktion der zyklisch auftretenden, haselgebirgstonreichen tithonischen Sedimente spiegelt sich das Abklingen der Unruhe und das Einsetzen normaler Sedimentationsbedingungen (vgl. Abb. 2).

Eine an weichen Haselgebirgstonflatschen reiche, vorwiegend mittel- bis grobkörnige, kaum sortierte Tonflatschenbrekzie dürfte, gemessen an ihren aus dem Seichtwasser-Küstenbereich stammenden Komponenten, durch Schlammstrom (mudflow) entstanden sein. Die Bezeichnung „Tonflaserbrekzie“ wäre nicht treffend.

Ein sandiges bis grobklastisches Sediment mit \pm gerundeten, aus dem gleichen Bereich herzuleitenden Komponenten, darunter mit bis über kopfgroßen, gerundeten Haselgebirgstonkörpern, steht faziell dem Tressensteinkalk nahe. Es ist ein Sediment der Kurzswebfazies, das durch Kornfuß (grainflow) entstanden sein mag, ein Fluxoturbidit. Die Typenbezeichnung und die genetische Auslegung lehnen sich an jene an, die M. SCHLAGER & W. SCHLAGER, 1973, bei den Tauglbodenschichten verwendeten.

Calculitische bis calcarenitische, bräunliche, hornsteinführende Barmsteinkalke mit Seichtwasserkomponenten werden als Suspensionssediment von Trübeströmungen (turbidity currents) betrachtet und der Langswebfazies zugeordnet (H. FLÜGEL & P. PÖLSLER, 1965; H. FLÜGEL & A. FENNINGER, 1966). Zwischen den beiden Ausbildungen sind seitliche Übergänge zu beobachten.

Dichte, graue bis grünlichgraue, tonige, hornsteinreiche Kalke werden mit H. FLÜGEL & A. FENNINGER, 1966, als pelagisches Sediment des bathyalen Bereiches angesehen.

2. Die ZyklotHEME in den Oberalmer Schichten des Antiklinal-Ostflügels der Schneiderwaldantiklinale (Abb. 2)

Hangend des im Kern der Antiklinale auftretenden Haselgebirgskörpers zeigt sich in den steil ENE-fallenden Oberalmer Schichten des Antiklinal-Ostflügels eine rhythmische Sedimentfolge. Als Bestandteil des ZyklotHEMS 1 ist es zuerst eine metermächtige organodetritische bis brekziöse Kalklage, die neben bis zu zentimetergroßen Kalkgeröllen und vorwiegend malmischen Seichtwasserkalken zahlreiche, im sedimentären s liegende, graugrüne bis dunkelgraue Haselgebirgston-schmitzen führt. Wo sie herausgelöst wurden, sind messerstichartige

Hohlräume verblieben, Organische und anorganische Bestandteile des mikritischen bis sparitischen Gesteines verweisen auf die Flachwasserherkunft des Sedimentes. Makroskopisch fallen Echinodermenreste auf.

Herr Prof. G. FRASL hat den Verfasser auf eine faziell übereinstimmende Kalklage in den an der Gollinger Badgasse aufgeschlossenen Oberalmer Schichten aufmerksam gemacht. Auch hier handelt es sich um einen bioklastischen, sandig-brek-

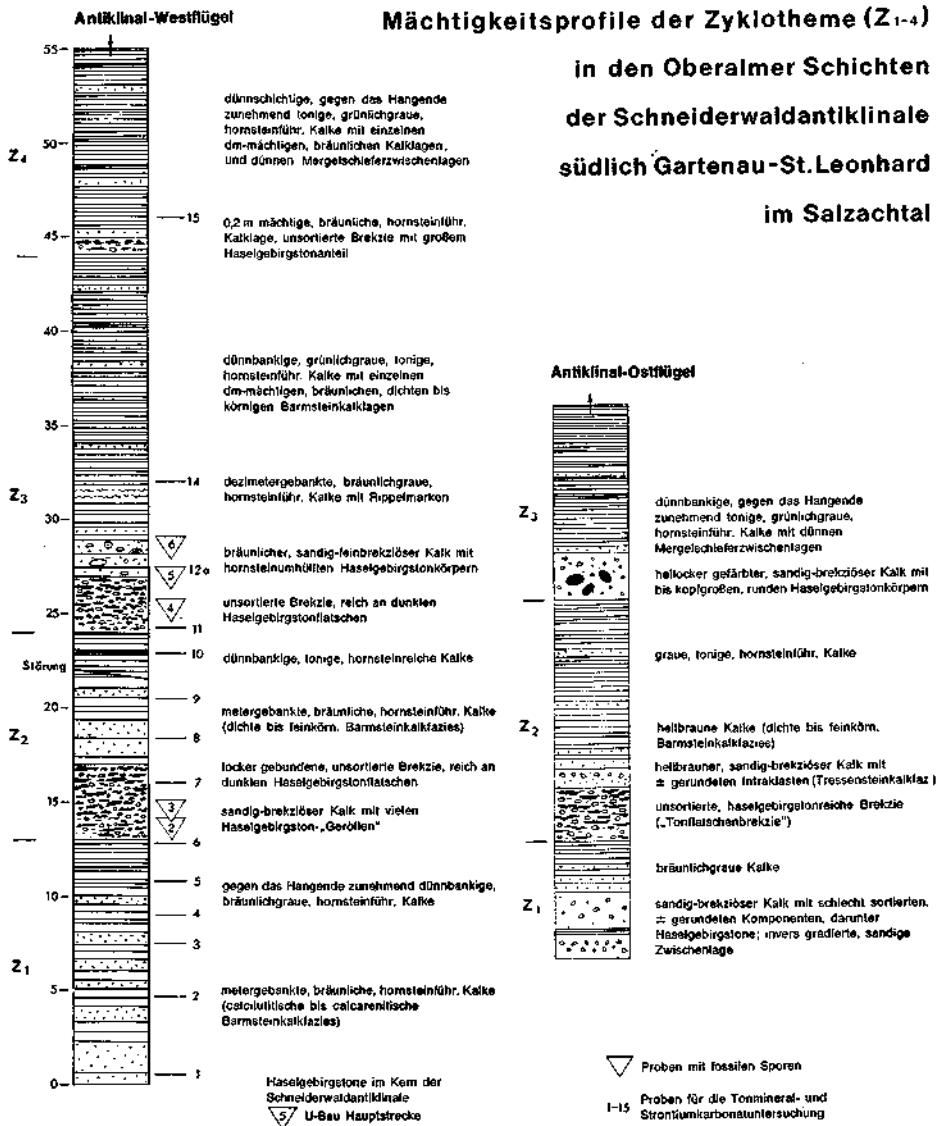


Abb. 2.

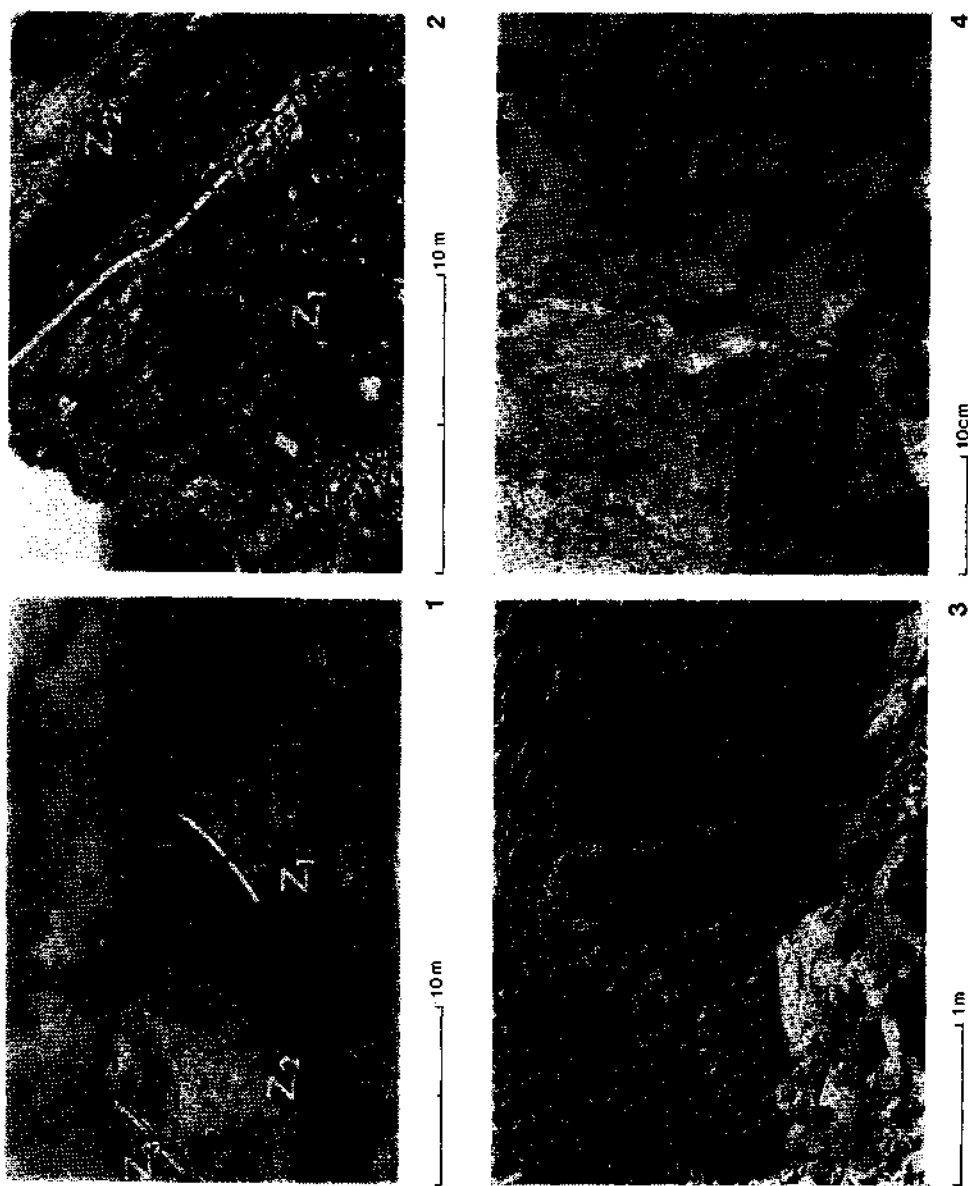
ziösen Kalk mit bis über dezimeterlangen, im sedimentären s liegenden, grauen und graugrünen Haselgebirgstonschmitzen, mit messerstichartigen Auswitterungen und mit einzelnen graugrünen Werfener Sandsteinbröckchen. — Ein äquivalentes Gestein wurde auch noch in der östlichen Fortsetzung, in den Oberalmer Schichten 250 m W Gehöft Hinterkellau, angetroffen.

Hangend einer dünnen arenitischen Lage mit inverser Gradierung folgt im Zyklotem 1 unseres Profiles eine 2,5 m mächtige, hellbraune, körnige Kalkbank mit \pm gerundeten, durchschnittlich zentimetergroßen Intraklasten aus grauen und bräunlichen Jurakalken und -mergeln, aus Hornstein, Pyrit und Haselgebirgston. Rot gefärbte Kalkkomponenten wurden nicht gesehen. Gegen das Hangende wird das Gestein in etwa drei Meter Mächtigkeit von vorwiegend tonigen, meter- bis dezimetergebankten, dichten Kalken abgelöst, in welchen der Biogengehalt und die Intraklasten abnehmen. An den Schichtunterseiten zeigen sich gelegentlich Ausgüsse von Weidespuren. Im höchsten Teil mag es zu einer Mischung des Suspensionsmaterials mit dem Material der pelagischen Sedimentation gekommen sein.

Eine noch deutlichere Gradierung weist das Zyklotem 2 des Antiklinal-Ostflügels auf (Taf. 2, Fig. 1). Es beginnt mit einer 3—4 m mächtigen, locker gebundenen, haselgebirgstonreichen, brekziösen Lage, die man wohl am besten „Tonflatschenbrekzie“ bezeichnet. In den Tonflatschen bzw. -fetzen liegen oft knollig zusammengepackte, kantige bis gerundete Komponenten der initialen, aus Kornfluß hervorgegangenen, sandig-brekziös-konglomeratischen Schüttung. Auch Echinodermenreste wurden darin gefunden. Das Haselgebirge und die Kalkkomponenten dieses wirren Schlammstromsedimentes verweisen auf ein Auftauchen im Küstenbereich, demzufolge es zum gravitativen Abgleiten von Sedimentmassen gekommen ist.

Zu den nachfolgenden Turbiditen gehört eine metermächtige, hellbraune, sandige Barmsteinkalkbank, die gegen ihr Hangendes leicht sortierte, bis taubeneigroße, vielfach gerundete Intraklasten aus Obertrias- Jura- (vorwiegend Malm-)Kalken, Hornstein, quarzitischem Sandstein und Haselgebirgston aufweist. Hangend folgen eine 1,2 m mächtige, honsteinführende, bräunliche, feinkörnige Barmsteinkalkbank, ein drei Meter mächtiges Paket dezimetergebankter, hellbräunlichgrauer Kalke und schließlich ein fünf Meter mächtiges Paket dezimetergebankter, grauer, toniger Kalke, in dem der allmähliche Übergang von dem aus dem Küstenbereich herangebrachten Suspensionsmaterial zum Sediment des pelagischen Ablagerungsraumes liegen dürfte.

Das Zyklotem 3 des Antiklinal-Ostflügels beginnt mit einer ca. 2,5 m mächtigen, bräunlichen, körnig-konglomeratischen Kalkbank (Fluxoturbidit), die vorwiegend bis zentimetergroße, \pm gerundete Komponenten aus Seichtwasserkalken, Sandstein und Haselgebirge, aber auch einzelne brotlaibförmige Körper aus weichem Haselgebirgston aufweist. Dabei fällt auf, daß die Einschlüsse nicht in die Schichtung eingeregelt sind, gelegentlich sogar senkrecht dazu liegen. Sie sind beim Transport gedreht und gerundet worden. Das Zyklotem endet mit zunehmend tonreichen und dünnbankigen Oberalmer Kalken, einem Sediment der pelagischen Coccolithen-Tintinniden-Radiolarien-Fazies. Wie die tonreichen Oberalmer Kalke so sind auch die im Graben NE der Kapelle Gut-



Taf. 2.

- Fig. 1. Die Zykhotheme 1—3 (Z_1 — Z_3) des östlichen Antiklinalflügels (575 Meter - Etage).
 Fig. 2. Zykhotheme 1 und 2 (Z_1 , Z_2) des westlichen Antiklinalflügels (575 Meter - Etage).
 Fig. 3. Rippelmarken auf den Schichtflächen des Zykhothems 3 im westlichen Antiklinalflügel (575 Meter - Etage).
 Fig. 4. Steilgestellte, brekziöse Kalkbank mit Haselgebirgstongallen (links in Bild), gegen das Hangende (rechts im Bild) abgelöst von einer hornsteinführenden, bräunlichen Kalkbank (Antiklinal-Westflügel, 575 Meter - Etage, Zykhothem 3).

rathsberg aufgeschlossenen, NNW-streichenden Schrambachmergel saiger gestellt. Eine Falte taucht in den Oberalmer Schichten mittelsteil gegen Nordwesten ab.

Eine locker gepackte, tonreiche Brekzienlage (Tonflatschenbrekzie) der Antiklinal-Ostflanke wurde angeblich noch am Wulztkopf, das ist etwa 1 km südlich unserer Aufschlüsse, angetroffen.

3. Die ZyklotHEME des Antiklinal-Westflügels der Schneiderwaldantiklinale im Tagbau des Zementwerkes (Abb. 2)

Eindrucksvoller als am Ostflügel läßt sich am steil WSW-fallenden Schichtpaket des Antiklinal-Westflügels die rhythmische Sequenz im Sediment der Oberalmer Schichten ablesen. Eine etwa 1,8 m mächtige, hellbraune, dichte Kalkbank wird hier im ZyklotHEM 1 von einem 6 m mächtigen Paket vorwiegend halbmeter- bis metergebankter, hellbräunlichgrauer, z. T. leicht grau gefleckter Kalke und dieses von einem ca. 4,5 m mächtigen Paket ebenso bräunlichgrauer, dezimetergebankter, toniger Kalke überlagert (Taf. 2, Fig. 2). Übergangslos, mit scharfer Grenze, folgt eine 3 bis 4 m mächtige, das ZyklotHEM 2 einleitende Grobschüttung. Sie beginnt mit einer kaum sortierten mittelkörnigen Brekzie, deren \pm gerundete Komponenten durch ein calcarenitisches Bindemittel zusammengehalten werden, einem Fluxoturbidit. Basal sind, wohl wegen ihres Gewichtes, Pyritgerölle angereichert. Kalkgerölle zeigen u. d. M. Algen, Korallen, Bryozoen, Hydrozoen, Foraminiferen, Echinodermenreste, Ostracoden, Schwammnadeln und Holothuriensklerite, darunter die malmische Foraminiferenform *Protopeneloplis striata* WEYNSCHENK und die malmische Alge *Thaumato-porella parvovesiculifera* (RAINERI).

Gegen das Hangende nehmen die Haselgebirgstonflatschen derart zu, daß man von einer locker gepackten Tonflatschenbrekzie sprechen kann. Die aus den graugrünen Tonflatschen der Brekzie entnommenen Proben 2 und 3 führen oberpermische Sporen (det. I. DRAXLER, siehe Tab. 1).

In den Tönen sind vorwiegend nuß- bis eigroße, gelegentlich sogar bis kopfgroße, \pm kantengerundete und zu Klumpen zusammengepackte, z. T. mörtelumkränzte Komponenten aus grauen bis bräunlichen Kalken (vorwiegend Malmkalke), Mergeln, Hornstein und hellgrünem quarzitischem Werfener Sandstein eingebettet. SW des Zinkenkopfes beobachtete H. PICHLER (1963, S. 139) ein zwischen Barmsteinkalklagen eingeschaltetes, brekziöses Konglomerat mit Komponenten aus Barmsteinkalk, Dachsteinkalk, Liasgestein und grünem Werfener Quarzit.

Hangend folgen im ZyklotHEM 2 wieder die zunehmend feineren, aus der Suspension abgesetzten Sedimente und die pelitischen, sicherlich bereits zum Teil dem Pelagikum entsprechenden Sedimente. Es sind in etwa 4 m Mächtigkeit die bis über metergebankten, dichten bis körnigen Kalke und die zusammen wenige Meter mächtigen, durch einen SSW-NNE-Bruch etwas versetzten, dezimetergebankten, hornsteinreichen, tonigen Kalke der Oberalmer Schichten.

Das ZyklotHEM 3 des Westflügels setzt ähnlich dem ZyklotHEM 2 mit einer etwa 3 m mächtigen, zunehmend locker gepackten und an Haselgebirgstonflatschen reichen konglomeratischen Brekzie ein. Das Brekzienband dieses Zyklot-

thems findet sich nach freundlicher Mitteilung des Herrn Markscheiders GOLSER nochmals am nördlich vorgelagerten Kamm, zwischen den Etagen 620 und 635. Es hat dort angeblich 6 m Mächtigkeit. Gegen das Hangende folgen in unserem Profil auf 4 bis 5 m Mächtigkeit, metergebankte, dichte bis körnige Barmsteinkalk-Turbidite und darüber, in etwa 2,5 m Mächtigkeit, dünnbankige, zunehmend tonige Kalke, die wahrscheinlich bereits vorwiegend pelagisches Sediment beinhalten. Die Schichtfläche eines bräunlichen, körnigen Kalkes weist eine hirschgeweihförmige Sohlmarke auf, ähnlich wie sie A. FENNINGER und H. L. HOLZER (1972, S. 75) vom Steinbruch Leitner bei Hallein beschrieben haben (Abb. 3). Sie verweist auf den flyschartigen Charakter.



Abb. 3. Hirschgeweihförmige Sohlmarke.

Die 65° WSW-fallenden Kalke bilden die westliche Begrenzung der in 575 m Sh. gelegenen Bruchsohle und der 590-Meter-Etage. An kleinen stratigraphischen Fenstern kommen an dieser westlichen Bruchwand unter den dezimetergebankten, grauen Kalken mit ihren glatten Schichtflächen nochmals stratigraphisch tiefer liegende Sedimente des Zyklolithems zum Vorschein, und zwar, vom Hangenden zum Liegenden, bräunlichgraue, dezimetergebankte Kalkbänke mit Rippelmarken auf den Schichtflächen, sandig-feinbrekziöse Kalke in Barmsteinkalkfazies und die locker gepackte, haselgebirgstonsreiche „Tonflatschenbrekzie“. Die daraus entnommene graugrüne Tonprobe 4 ist sporenführend (siehe Tab. 1).

Die auf der steil WSW-fallenden Schichtfläche ersichtlichen Rippeln (Taf. 2, Fig. 3, rechte Bildseite) weisen relativ kontinuierliche, 30° gegen SSE fallende Kämme mit einer Amplitude von etwa zwölf Zentimeter und einer Höhe von

einem Zentimeter auf. Wahrscheinlich handelt es sich um Strömungsrippeln, die senkrecht zu einer fast E-W-verlaufenden Fließrichtung stehen, um Transversalrippeln. Nördlich davon weist eine Schichtfläche eine Feinrippelung mit steil SSE-fallenden Kämmen auf (links oben im Bild) und zeigt eine überlagernde, nur wenige Millimeter dicke Schichte mit unsymmetrischen, hohen Rippeln (links unten im Bild).

H. FLÜGEL & P. PÖLSLER (1965, S. 525) sehen im Bestand von Rippelmarken in den Oberalmer Schichten einen Hinweis dafür, daß das pelagische Sediment durch Bodenströmungen mit dem Schlamm der Turbidite gemengt wurde.

In den steil WSW-fallenden, bräunlichen, dichten bis sandig-brekiösen Kalken (Barmsteinkalkfazies), die an der Westbegrenzung der 590-Meter-Etage aufgeschlossen sind, finden sich kugel- bis wurstförmige, dezimeterdicke Hornsteinkörper (Taf. 3, Fig. 1). Einzelne aufgeschlagene Hornsteinkugeln zeigen, daß der Hornstein nur wenige Zentimeter dick ist und eine ebenso kugelige Füllung aus dunkelgrauen bis grünlichgrauen Haselgebirgstonen umgibt (siehe Taf. 3, Fig. 2). Die Proben 5 und 6 aus diesen Füllungen enthalten nach I. DRAXLER Sporen, die Probe 5 Bruchstücke von Luftsacksporen und die Probe 6 eine permische Sporenvergesellschaftung (siehe Tab. 1).

Die Haselgebirgskörper fungierten für die im Wasser gelöste Kieselsäure als Konzentrationskerne. Daß die Kieselsäurefüllung wahrscheinlich auf Grund des Salzgehaltes der Haselgebirgskörper erfolgte, das geht aus Versuchen hervor, die zeigten, daß bei Erhöhung der Salinität die Löslichkeit von Silizium abnimmt und bereits gelöstes Silizium teilweise ausfällt (R. SIEVER, 1962, S. 145; H. FLÜGEL & A. FENNINGER, 1966).

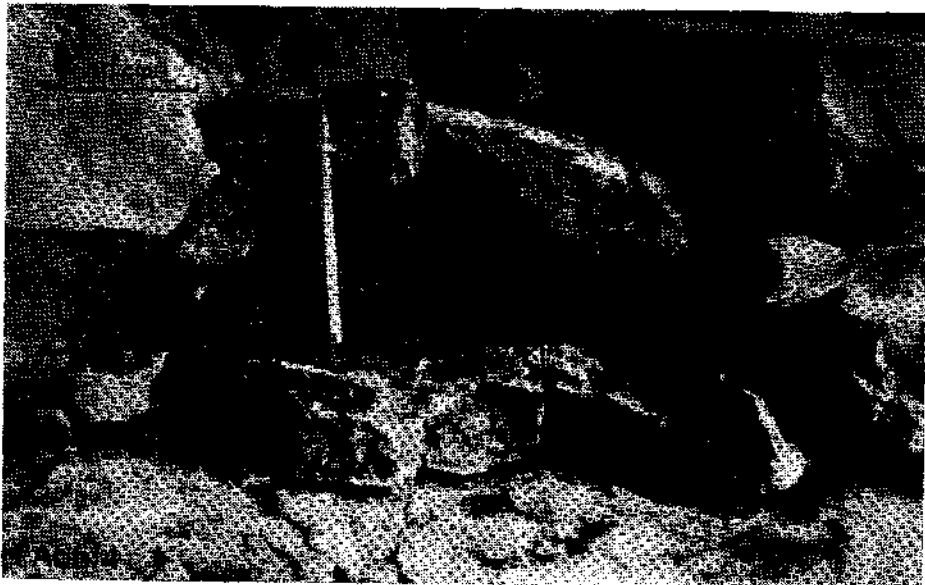


Abb. 4. Auf einer Schichtfläche aufsitzender, brotlaibförmiger Hornstein mit grau-grüner Haselgebirgstongefüllung. Die Schichtstellung ist in der Natur steil.

Ein brotlaibförmiger Hornstein mit einer ebenso geformten Füllung aus Haselgebirgston ruht mit seiner flachen Seite einer Schichtfläche auf (Abb. 4). Obwohl man den Eindruck hat, daß sich ein absinkender kugelförmiger Körper beim Bodenkontakt deformierte, ist anzunehmen, daß sich die Kugel erst bei der fortschreitenden Diagenese durch ihre Lagerung knapp über einer schon etwas konsolidierten Schichtfläche verformt hat. Herr Dr. SCHERMANN gab den Hinweis auf diese Möglichkeit. Daß die Siliziumumhüllung postsedimentär, in einem frühen Stadium der Diagenese, erfolgte, das läßt gut ein im Turbidit gelegenes, heute weitgehend ausgewittertes, 3 cm großes Haselgebirgsgeröll erkennen, um das es zu einer rhythmischen Ausfällung des Siliziums kam (Abb. 5).

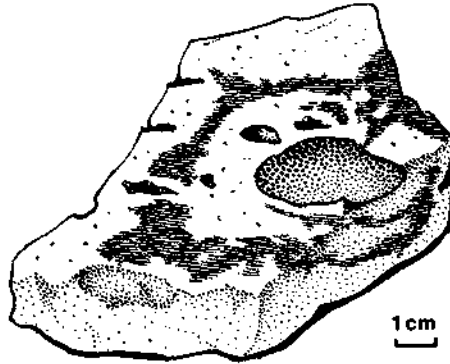


Abb. 5.

Auch millimeter- bis dezimetergroße, runde bis leicht kantengerundete, grünlichgraue Sandsteinkörper sind gelegentlich von braunem Hornstein umgeben. In einem Fall, wo millimetergroße, von hellem Mörtel umkränzte Körner dichter nebeneinander liegen, zeigen sie sich schwammförmig vom braunen Hornstein umgeben.

An der Ostflanke der 590-Meter-Etage sieht man, wie der in Barmsteinkalkfazies entwickelte Oberalmer Kalk um die kugeligen Hornsteinknauern von millimeter- bis zentimetergroßen, kantigen, graugrünen Haselgebirgstonteilchen erfüllt ist. Sichtlich haben sich beim Transport der größeren Tonkörper Tonteilchen abgespalten.

Taf. 3.

- Fig. 1. Kugelförmiger, brauner Hornstein in einer steil WSW-fallenden Barmsteinkalkbank (Antiklinal-Westflügel, 590 Meter-Etage, Zyκλοthem 3).
 Fig. 2. Ein durchschlagener, im Barmsteinkalk liegender, kugelförmiger Hornstein mit Haselgebirgstonfüllung.
 Fig. 3. Metermächtige, haselgebirgstonreiche Brekzienlage (Tonflatschenbrekzie) des Zyκλοthems 4 (Bildmitte), unterlagert von den dünnbankigen, grünlichgrauen, tonreichen Oberalmer Schichten des Zyκλοthems 3 und überlagert von anfänglich kalkreicheren Lagen der Oberalmer Schichten.
 Fig. 4. Ausschnitt aus Fig. 3; vom Liegenden (links) zum Hangenden (rechts): Tonflatschenbrekzie, hornsteinführende Barmsteinkalklage, Rhythmitlage.



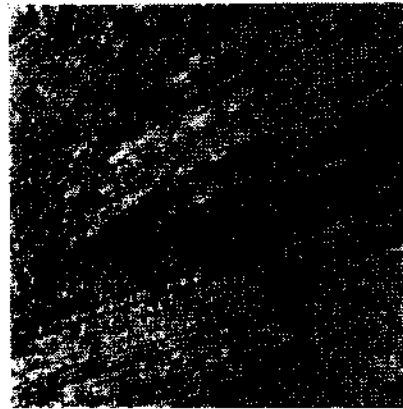
1

10cm



2

10cm



3

1m



4

10cm

Im Hangenden der steil WNW-fallenden Schichtfläche an der Ostbegrenzung der 575-Meter-Sohle und der 590-Meter-Etage folgt ein rund 10 m mächtiges Paket dezimetergebänkter, tonreicherer und deshalb grünlichgrau gefärbter Oberalmer Kalke. Mit ihm wird das pelagische Ablagerungsmilieu und somit der Abschluß des dritten Zyklusses angezeigt. Die dezimetermächtige Lage, an der sich der Übergang in den grünlichgrauen Rhythmit vollzieht, weist auf der Basis-schichtfläche Lebensspuren auf (Schliff 21.8.73/16).

Eine an der 590-Meter-Etage aufgeschlossene, nur 1,5 m mächtige, locker gebundene, an Haselgebirgstonsflatschen reiche Brekzie leitet ein viertes, sehr untergeordnetes Zyklothem ein (Taf. 3, Fig. 3). Die Brekzie ist an der 575-Meter-Sohle noch nicht entwickelt und keilt zwischen der 635-Meter- und der 615-Meter-Etage aus. Entsprechend der geringen Mächtigkeit und Ausdehnung wird sie im Hangenden nur von einer 0,2 m mächtigen, hornsteinführenden, körnigen Kalklage und einer ebenso ca. 0,2 m dicken Lage eines feinkörnig-tonigen Rhythmites begleitet (Taf. 3, Fig. 4). Darüber folgen bis zu den tonreicheren neokomen Schrambachmergeln zunehmend dünnbankige und tonige Oberalmer Kalke.

Westlich der in Abbau stehenden Schrambachmergel und Unteren Roßfeld-schichten des Valanginien bis Hautervien überlagern die zuerst kieseligen, dann konglomeratischen Oberen Roßfeldschichten (Hautervien). Auch in diesen Oberen Roßfeldschichten liegen rhythmische Folgen eines durch Schlamm- und Trübe-ströme geschaffenen Sedimentes vor und, ähnlich wie bei unseren Zyklothemem der Oberalmer Schichten, sind auch hier in den Grobschüttungen bis zu einem Meter große, runde Haselgebirgstonskörper als Komponenten aus dem Hallstätter Faziesraum enthalten. Das Konglomerat beinhaltet auch bis zu einige Meter große, schlecht gerundete Dachsteinkalkblöcke aus dem Berchtesgadener Faziesbereich (vgl. H. PICHLER, 1963, S. 145). Der aus Haselgebirgstons bestehenden, intermalmischen Gleitmasse (?) im Kern der Schneiderwaldantiklinale w ä r e n die ebenso als Gleitschollen zu deutenden Deckschollen des Roßfeldgebietes gegen-überzustellen.

4. Untertägige Haselgebirgsvorkommen am Antiklinal-Westflügel

Im Querschlag des Dynamitstollens (135 m S vom Nullpunkt) sind die Haselgebirgstone des Antiklinalkernes vor Ort aufgeschlossen. Zwischen ihnen und der an Haselgebirgstonsflatschen reichen Brekzie des Zylothem 2 schaltet sich ein ca. 15 m mächtiges Paket mit gegen das Hangende dünnbankiger werdenden Oberalmer Schichten des Zyklothem 1 ein. Dem Zyklothem 2 gehören neben der Brekzie Oberalmer Kalke an, die gegen das Hangende zunehmend tonig und dünn-schichtig werden. Die Probe 7 aus den dunkelgrauen, ausgelaugten Haselgebirgstonen erwies sich sporenführend (siehe Tab. 1).

Die an Haselgebirgstonsflatschen reiche Brekzie des Zyklothem 3 ist im Querschlag L entwickelt.

Auch die U-Bau-Hauptstrecke erreicht die grauen bis grünlichgrauen Haselgebirgstone des Antiklinalkernes. Ihnen wurde die sporenführende Probe 1 entnommen (siehe Tab).

I. DRAXLER: Tabelle der Sporen aus dem Haselgebirge
(siehe dazu Abb. 2).

Sporen	Probennummern					
	1	2	3	4	6	7
<i>Densoissporites</i> sp.	—	—	—	—	×	—
<i>Converrucosporites eggeri</i> KLAUS, 1963	—	—	—	—	×	—
<i>Nuskoisporites</i> sp.	—	×	—	—	×	—
<i>Illinites</i> sp.	—	—	—	—	×	—
<i>Jugasporites paradelasaucei</i> KLAUS, 1963	—	—	—	—	×	—
<i>Jugasporites delasaucei</i> (R. POTONIÉ & KLAUS) LESCHIK, 1956	—	—	—	—	×	—
<i>Jugasporites lueckoides</i> KLAUS, 1963	—	—	—	—	—	×
<i>Jugasporites perspicuus</i> LESCHIK, 1963	—	—	—	×	×	—
<i>Jugasporites schaubergeroides</i> KLAUS, 1963	—	—	—	—	—	×
<i>Jugasporites</i> sp.	—	×	—	—	×	×
<i>Gigantosporites hallstattensis</i> KLAUS, 1963	—	—	—	—	×	×
<i>Gigantosporites aletoides</i> KLAUS, 1963	—	—	—	—	—	×
<i>Gigantosporites</i> sp.	×	—	—	—	—	—
<i>Gardenasporites</i> sp.	—	—	—	—	×	×
<i>Lueckisporites virkikiae</i> (POTONIÉ & KLAUS) KLAUS, 1963	—	×	—	×	×	×
<i>Lueckisporites microgranulatus</i> KLAUS, 1963	—	—	—	—	×	×
<i>Lueckisporites</i> sp.	×	—	×	—	×	—
<i>Taeniaesporites labdacus</i> KLAUS, 1963	—	×	×	—	×	×
<i>Strotersporites jansonii</i> KLAUS, 1963	—	—	×	—	—	×
<i>Strotersporites wilsoni</i> KLAUS, 1963	—	—	—	—	×	—
<i>Striatites jacobii</i> JANSONIUS, 1962	—	—	—	—	—	×
<i>Striatites marginalis</i> KLAUS, 1963	—	—	—	—	—	×
<i>Striatites</i> sp.	—	—	—	—	×	—
<i>Paravesicaspora splendens</i> (LESCHIK) KLAUS, 1963	—	—	—	—	—	×
<i>Falcisporites zapfei</i> (POTONIÉ & KLAUS) LESCHIK, 1956	—	—	—	—	—	×
<i>Klausipollenites schaubergeri</i> (POTONIÉ & KLAUS) JANSONIUS, 1962	—	×	×	×	×	×
<i>Vittatina</i> sp.	—	—	—	—	—	×
<i>Ephedripites primus</i> KLAUS, 1963	—	—	—	—	×	—
<i>Illinites</i> sp.	—	—	—	—	×	—
<i>Cycadopites</i> sp.	—	—	—	—	—	×

Die Proben enthalten vorwiegend Luftsacksporen, wie sie im oberpermischen Haselgebirge massenhaft auftreten (KLAUS, 1963, 1965). Davon sind *Vittatina* sp., *Paravesicaspora splendens*, *Falcisporites zapfei*, *Jugasporites perspicuus* stratigraphisch besonders wichtig, da diese Formen nur ganz vereinzelt in das untere Skyth reichen. *Triadispora*, die im oberen Perm fehlt und erst im Röt auftritt (KLAUS, 1965), wurde nicht gefunden.

5. Die Bedeutung der Beobachtungen für die Frage der Platznahme der Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Masse

Nachdem F. BEYSCHLAG, 1922, die Ansicht vertrat, daß die Kalkalpen auf Salzgebirge liegen und dieses an Schwächezonen horstartig durchbricht, versuchte E. SEIDL, 1927, das Hallein-Berchtesgadener Salzgebirge mit den Lagerstätten des deutschen Zechsteines zu vergleichen. E. KÜHNEL, welcher 1929 den Berchtes-

gadener Salzberg und die Roßfeldmulde behandelte, verwies darauf, daß der Überschiebungsbau des Gebietes gesichert und die Salzhorsttheorie abzulehnen sei, eine Auffassung, die dann folgendermaßen sehr nachdrücklich von O. AMPFERER (1936, S. 113) unterstrichen wurde:

„Bei der Einordnung des Salzgebirges in den umgebenden Gebirgsbau ist vor allem zu beobachten, daß die Hauptbauelemente hier im Süden eine gewaltige Aufwölbung (Göllmassiv usw.; Bemerkung des Autors) und Nord davon eine breite Einmuldung vorstellen. Aus der Untersuchung der Sedimente geht hervor, daß die Aufwölbung und die Einmuldung zusammengehören und zeitlich weit zurück verfolgbar sind. Die Salzlagerstätten von Hallein—Berchtesgaden—Reichenhall liegen nun ganz im Bereich dieser tiefen Muldenzone. Würde es sich um Salzlagerstätten handeln, die an Ort und Stelle aus der Tiefe aufgepreßt wurden, so wäre zu erwarten, daß dieselben in der Sattel- und nicht in der Muldenzone des Grundgebirges aufgestiegen wären. Nur die Sattelzone stellt ein Entlastungsgebiet vor, die Muldenzone dagegen ein Belastungsgebiet.“

W. E. PETRASCHECK bekräftigte 1945, unterbaut durch die Ergebnisse der unter dem Hahnrain durchgeführten Bohrungen III—V den Bestand eines Überschiebungsbau. Auf Grund ihrer Erfahrungen im Halleiner Salzbergbau schlossen sich O. SCHAUBERGER und W. MEDWENITSCH dieser Meinung an und brachten detaillierte Profile (W. MEDWENITSCH, 1960, Taf. 2). Auch die Aufnahmen H. PICHLERS (1963) im Berchtesgadener Land erzielten entsprechende Ergebnisse.

Der Verfasser fand in seinem Bericht 1955 (S. 138, 139) die Überschiebungsnatur der Halleiner Hallstätter Zone vor allem durch die innerhalb der Hallstätter Zone gelegenen tirolischen Fenster als ausreichend belegt, verwies aber auch auf mögliche Schwachpunkte. Die Hallstätter Deckschollen, die den tirolischen neokomen Ablagerungen südlich der Hallein—Berchtesgadener—Hallstätter-Zone, am Ahornbüchsenkopf, am Roßfeld, am Achtforstwald usw. aufliegen und die kleinen, auf Neokomablagerungen liegenden Deckschollen nördlich davon, zwischen Schellenberg und Unterstein, wurden als Hinweis für den postneokomen Einschub auch der zusammenhängenden großen Hallstätter Masse in die tirolische Dürrenberg—Berchtesgadener Mulde genommen. Wesentlich für diese Annahme war auch die Tatsache, daß die am Nordrand dieser Masse gelegene Rappoltstein-Scholle vor allem neokomen Sedimenten aufruht. Die durch Bohrungen und tektonische Fenster erkannte, aus tithonischen Oberalmer Schichten bestehende Unterlage der Hallstätter Zone wurde mit einer Reliefbildung vor dem Einschub erklärt (B. PLÖCHINGER, 1955, S. 123).

Die intermalmischen gravitativen Haselgebirgs Transporte in den Zyklotemen der Schneiderwaldantiklinale S St. Leonhard und der im Kern derselben auftauchende, möglicherweise intermalmisch als Olistolith eingegliederte Haselgebirgskörper veranlassen zur Frage, ob die geschlossene Hallein—Berchtesgadener Hallstätter Masse nicht etwa schon im Malm Bestand hatte und nur die auf neokomen Ablagerungen liegenden Deckschollen jüngeren Vorgängen entsprächen.

Bei einer Eingleitung im Malm müßte zu der durch Bohrungen und durch die fensterförmigen Aufschlüsse erkannten Malmunterlage der großen, zusammenhängenden Hallstätter Masse auch eine normale Malmüberlagerung kommen.

Es müßte nachgewiesen werden, daß die von den Barmsteinen über den Egglriedl zum Zinken streichenden, steilgestellten Oberalmer Schichten ursprünglich normal über der Schichtfolge der Hallstätter Serie lagen. Die Schrambachschichten, die südlich Hallein sanft gegen Südwesten unter die überkippten vorwiegend steil WSW-fallenden Oberalmer Schichten des Egglriedl einfallen, und vielleicht auch die vom Reingraben über den Ramsaukopf reichende, absteigende Schichtfolge könnten dieser Deutung, aber auch der Deutung als ortsgewundene Hallstätter Zone entgegenkommen.

Gegen die Version eines bloß malmischen Einschubes spricht jedoch entschieden das Neokom, das sich mehrfach als tirolische Unterlage des Hallstätter Schollenkranzes rund um die Berchtesgadener Decke findet (siehe A. TOLLMANN, 1969, Taf. 1).

Wollte man die Hallein—Berchtesgadener Hallstätter Zone im Sinne einer ortsgewundenen Tektonik als Folge eines Salzhorstes sehen, müßte der Jurarahmen ursprünglich ebenso sedimentär mit den Gesteinen der Hallstätter Fazies verbunden gewesen sein. Die durch Bohrungen erkannte Malmunterlage am Hahnrain und die Malmfenster des Rudolfköpfls, der Hühnerleiten und von Neusieden hätte man als Teile der diapirartig überlappenden malmischen Randzone und die dem Neokom des Roßfeldgebietes und östlich Schellenberg aufruhenden Deckschollen konsequenterweise als Reste einer postneokom pilzförmig ausgequetschten, salinarreichen Hallstätter Zone zu betrachten. Die in den Olisthostromen der Oberen Roßfeldschichten aus der südlichen tirolischen Aufwölbung stammenden Komponenten lassen aber eine solche Deutung kaum zu (vgl. J. KÜHNEL, 1929, S. 478; O. AMPFERER, 1936, S. 113; H. PICHLER, 1963, S. 145). Die daneben darin enthaltenen Gerölle aus dem Hallstätter Faziesbereich stehen nämlich zweifellos mit den Hallstätter Deckschollen in Beziehung, welche im Roßfeldgebiet den Neokomablagerungen aufruhren (siehe W. DEL NEGRO, 1968, S. 46/47).

Nachtrag:

Im Zuge freundschaftlicher Gespräche mit Herrn Prof. G. FRASL, Geologisches Institut der Universität Salzburg, wurde dem Autor bekannt, daß von seiner Seite die bisherige Konzeption der Hallein—Berchtesgadener Hallstätter Masse prinzipiell in Frage gestellt wird. Dieser Umstand hat zu einer intensiveren Befassung mit den in Frage stehenden Problemen beigetragen.

Eine während der Drucklegung durchgeführte Revision erbrachte die Einsicht, daß die steilstehenden Oberalmer Kalke des tirolischen Rahmens der genannten Hallstätter Masse zwischen dem Eggl Riedl und dem Hohen Zinken gegen außen überkippt sind und in Richtung zur Hallstätter Masse stratigraphisch absteigen. Barmsteinkalklagen im tiefen Niveau der Oberalmer Schichten führen, dort wo sie im Bereich des Hohen Zinken an das Haselgebirge des Halleiner Salinars grenzen, bis zu einige Dezimeter lange Haselgebirgstonflatschen und kleinere Intraklasten aus zum Teil rötlichen Kalken. Daraus kann abgeleitet werden, daß diese Schichten mit den permotriadischen Sedimenten der Hallstätter Zone in Transgressionsverband standen. Trotz vieler noch offener Fragen ist anzunehmen, daß die Platznahme der permotriadischen Sedimente von Hallstätter Fazies in vor- oder intermalmischer Zeit in Zusammenhang mit dem Aufdringen eines örtlich noch näher zu definierenden Salzstockes erfolgte.

Literatur

- AMPFERER, O.: Die geologische Bedeutung der Halleiner Tiefbohrung. — Jb. Geol. B.-A., 86, S. 89—114, Wien 1936.
- DEL-NEGRO, W.: Zur Herkunft der Hallstätter Gesteine in den Salzburger Kalkalpen. — Verh. Geol. B.-A., H. 1—2, S. 45—53, Wien 1968.
- FENNINGER, A., & HOLZER, H. L.: Fazies und Paläogeographie des oberostalpinen Malm. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 63, S. 52—140, Wien 1972.
- FLÜGEL, H., & FENNINGER, A.: Die Lithogenese der Oberalmer Schichten und der mikritischen Plassenkalke (Tithonium, Nördliche Kalkalpen). — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 123, 3, S. 249—280, Stuttgart 1966.
- FLÜGEL, H., & PÖLSLER, P.: Lithogenetische Analyse der Barmstein-Kalkbank B₂ nordwestlich von St. Koloman bei Hallein (Tithonium, Salzburg). — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 9, S. 513—527, Stuttgart 1965.
- FÜCHTBAUER, H., & MÜLLER, G.: Sediment-Petrologie II, Sedimente und Sedimentgesteine. — E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1970.
- HÖCK, V., & SCHLAGER, W.: Einsedimentierte Großschollen in den jurassischen Strubbergbreccien des Tennengebirges (Salzburg). — Anz. Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., 10, S. 228—229, Wien 1964.
- KLAUS, W.: Sporen aus dem südalpinen Perm. — Jb. Geol. B.-A., 106, S. 229—361, Wien 1963.
- KLAUS, W.: Zur Einstufung alpiner Salztone mittels Sporen. — Verh. Geol. B.-A., Sh. G, S. 28—292, Wien 1965.
- MEDWENITSCH, W.: Zur Geologie des Halleiner Salzberges. Die Profile des Jakobberg- und Wolfdietrichstollens. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 51, 1958, S. 197—218, Wien 1960.
- PETRASCHECK, W. E.: Der tektonische Bau des Hallein-Dürnbberger Salzberges. — Jb. Geol. B.-A., 90, 1945, H. 3 und 4, S. 3—19, Wien 1947.
- PICHLER, H.: Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Roßfeld und Markt Schellenberg im Berchtesgadener Land. — Beih. Geol. Jb., 48, S. 129—204, Hannover 1963.
- PLÖCHINGER, B.: Zur Geologie des Kalkalpenabschnittes vom Torrener Joch zum Ostfuß des Unterberges, die Gölmasse und die Halleiner Hallstätter Zone. — Jb. Geol. B.-A., 98, H. 1, S. 93—144, Wien 1955.
- PLÖCHINGER, B.: D II Exkursion in den Grünbadgraben am Untersberg-Ostfuß (Salzburg). — Exkursionsführer f. d. Achte Europ. Mikropal. Kolloquium in Österreich. Geol. B.-A. S. 57—67, Wien 1963.
- SCHAUBERGER, O.: Salzlagerstätte Dürnbberg-Hallein — Exsursionsführer Mineralogentagung, Leoben 1953.
- SCHLAGER, W., & SCHLAGER, M.: Clastic sediments associated with radiolarites (Tauglbodenschichten, Upper Jurassic, Eastern Alps). — Sedimentology, 20, S. 65—89, Amsterdam 1973.
- SEIDL, E.: Die Salzstöcke des deutschen (germanischen) und des Alpen-Permsalzgebietes. — Kali, 21. Jg. 1927.
- SIEVER, R.: Silica Solubility, 0—200° C, and the diagenesis of Siliceous Sediments. — J. Geol., 70, S. 127—150, Chicago 1962.
- TOLLMANN, A.: Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 2. Teil: Der Mittelabschnitt. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 61, 1968, S. 124—181, Wien 1969.
- TOLLMANN, A.: Grundprinzipien der alpinen Deckentektonik. — 404 Seiten, Verlag Franz Deuticke, Wien 1973.