

Geol. Jb.	A 45	125—143	1 Tab.	3 Taf.	Hannover 1978
-----------	------	---------	--------	--------	---------------

## Der Grenz-Tuff Apt/Alb von Vöhrum

EDWIN KEMPER & WINFRIED ZIMMERLE

Herrn Prof. Dr. ROLAND BRINKMANN zum 80. Geburtstag gewidmet

Tuff, argillite, stratigraphic limit, Aptian, Albian, Desmoceratida (*Callizoniceras*, *Leymeriella*), Perisphinctida (*Hypacanthoplites*), paragenesis, clay mineral, pyrite, marcasite, zircon, U, Th, chemical analysis  
Northwest Germany (Vöhrum)

**Kurzfassung:** In der neuen Tongrube westlich von Vöhrum sind dunkle Tonsteine der Grenzschichten Oberapt/Unteralb aufgeschlossen. Sie lieferten eine größere Zahl von Ammoniten (*Callizoniceras*, *Leymeriella* und *Hypacanthoplites*), die in dieser Arbeit abgebildet sowie zur Grenzziehung und zur Datierung des Tuff-Horizontes herangezogen wurden. Das war mit seltener Genauigkeit möglich, da gerade in dem aufgeschlossenen Schichtenpaket der Abspaltungsprozeß der Gattung *Leymeriella* von *Callizoniceras* vonstatten geht. Mit dem Erstauftreten der Gattung *Leymeriella* ist die Basalgrenze des Alb zu definieren. Der Tuff liegt mit einem Fehlerbereich von  $\pm 1,5$  m (bei einer Mächtigkeit der oberaptisch/unteralbischen „black shales“ von über 300 m) an der Apt/Alb-Grenze und kann damit als Grenz-tuff gewertet werden. Der Nachweis dieser Aschenschüttung wird für zukünftige stratigraphische Arbeiten von Bedeutung sein.

Es handelt sich um einen sauren Glastuff, der sekundär veront und reichlich von Pyrit-Markasit durchsetzt ist sowie bioturbat durchwühlt wurde. Im Gegensatz zu den Tuffhorizonten von Sarstedt ist der Grenz-Tuff von Vöhrum durch eine andere Tonmineralparagenese (Kaolinit, Chlorit und Illit) und durch das Auftreten von akzessorischem, idiomorphem Zirkon charakterisiert. Außerdem unterscheidet sich der Tuff im Thorium- und Urangehalt nicht von den hangenden und liegenden Tonsteinen.

### [The Aptian/Albian Boundary Tuff of Voehrum]

**Abstract:** Black claystones of the Upper Aptian/Lower Albian boundary beds are exposed in the new clay pit west of Voehrum. These claystones contain a great number of ammonites (*Callizoniceras*, *Leymeriella*, and *Hypacanthoplites*), which are illustrated and described in this paper. They are used for marking and dating the tuff horizon. This could be done most accurately, as the genus *Leymeriella* splits off from the genus *Callizoniceras* right in these beds. The first occurrence of the genus *Leymeriella* marks the base of the Albian. With a tolerance of  $\pm 1.5$  m (the thickness of the Upper Aptian/Lower Albian black claystones exceeds 300 m), the tuff is located at the Aptian/Albian boundary and can thus be regarded as boundary tuff. The discovery of a tuffaceous layer is of importance with regard to future stratigraphic correlation.

The tuff in question is an acidic vitric tuff, which is highly pyritic and bioturbated. It was secondarily altered into clay. As compared to the Sarstedt tuff horizons, the Voehrum boundary tuff is characterized by a different clay mineral paragenesis (kaolinite, chlorite, and illite) and by the occurrence of accessory euhedral zircon. As for the thorium and uranium content, the tuff does not differ from the overlying and underlying claystone.

### [Le tuf de la limite de l'Aptien/Albien de Voehrum]

**Résumé:** Les argillites foncés des couches de la limite Aptien Supérieur/Albien Inférieur sont en affleurement dans une nouvelle extraction d'argile à l'Ouest de Voehrum. Ils ont livré un grand nombre d'ammonites (*Callizoniceras*, *Leymeriella* et *Hypacanthoplites*) qui sont figurées dans ce travail et qui servent à tracer la position de l'horizon de tuf et à le dater. Ceci a été possible d'une manière très exacte, car c'est précisément dans cette série affleurée que se joue le

Anschriften der Autoren: Dr. E. KEMPER, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, Postfach 51 01 53, 3000 Hannover 51; Dr. W. ZIMMERLE, c/o Hauptlaboratorium für Erdöl-gewinnung, Deutsche Texaco Aktiengesellschaft, 3101 Wietze.

détachement du genre *Leymeriella* de *Callizoniceras*. La première apparition du genre *Leymeriella* doit définir la limite de la base de l'Albien. Le tuf est à  $\pm 1,5$  m de la limite Aptien/Albien (puissance des «black shales» de l'Aptien Supérieur/Albien Inférieur de plus de 300 m) et peut donc être considéré comme tuf-limite. La présence de cette accumulation de cendres sera prépondérante pour les travaux stratigraphiques futures.

Il s'agit ici d'un tuf dévitrifié acide, mêlé secondairement d'argile, riche en pyrite/marcassite et bioturbé. Contrairement aux horizons de tufs de Sarstedt, le tuf-limite de Voehrum est caractérisé par une autre paragenèse des minéraux argileux (kaolinite, chlorite et illite) et par la présence de zircon idiomorphe accessoire. Sa teneur en thorium et en uranium ne le différencie pas des argiles du toit ou de la base.

### [Пограничный туф апта/альба в окрестностях Вёрума близ г. Брауншвейга]

**Резюме:** В недавно заложенном глиняном карьере западнее Вёрума обнажены темные глинистые породы пограничных слоев верхнего апта и нижнего альба. Из них получено довольно большое число аммонитов (*Callizoniceras*, *Leymeriella* и *Hypacanthoplites*), иллюстрирующиеся в данной работе и привлекавшие к проведению границы и датированию туфового горизонта. При этом достигалась на редкость большая точность, потому что как раз в обнаженной пачке слоев имеет место процесс отщепления рода *Leymeriella* от *Callizoniceras*. Нижняя граница альба определяется первым появлением рода *Leymeriella*. Туф, показывающий предел погрешностей  $\pm 1,5$  м (при мощности верхнеаптских/нижнеальбских «black shales» более 300 м), находится на границе апта и альба, и, таким образом, его можно рассматривать как пограничный туф. Доказательство наличия этих пепловых отложений будет иметь значение для дальнейших стратиграфических работ.

Мы имеем дело с кислым стеклянним туфом, оглинивавшимся вторично и содержащем большое количество пирита и марказита, а также подвергшемся биотурбации. В противоположность Заршtedтским туфовым горизонтам пограничный туф Вёрума характеризуется другим парагенезисом глинистых минералов (каолинит, хлорит и иллит) и присутствием акцессорного идиоморфного циркона. Кроме того, этот туф не различается по содержанию тория и урана от глинистых пород кровли и подошвы.

## 1. Einleitung

Vom Gebiet des Blattes Hämelerwald (Nr. 3626, früher Haimar) der TK 1 : 25 000 sind seit langer Zeit Tongruben unter dem Namen „Vöhrum“ bekannt. Die Gruben befinden sich westlich des Ortes Vöhrum, der selber noch auf dem Gebiet des Blattes Peine, unmittelbar westlich von Peine selbst, liegt. Die alten Gruben lieferten wunderschöne Ammoniten mit Perlmutterhaltung der Gattung *Hypacanthoplites* SPATH 1923 aus dem höheren Abschnitt der Zone des *Hypacanthoplites jacobii* (COLL.). Sie sind heute aufgelassen, durch Müll verfüllt oder voll Wasser.

Seit wenigen Jahren existiert jedoch eine neue Grube südlich der älteren, die von der Ziegelei Rohbraken bei Stedum betrieben wird. Diese Grube hat die Koordinaten R 35 78 820 und H 58 00 000. Sie erschließt dunkelgraue Tonsteine der Grenzschichten Oberapt/Unteralb. Nahe der Basis der hier aufgeschlossenen Schichten war vor wenigen Jahren und ist auch augenblicklich wieder ein grünlicher Horizont angeschnitten, der sich als ein Tuff erwies. Diesem Tuff und der Schichtenfolge, in der er auftritt, ist diese Arbeit gewidmet.

Das abgebildete Fossilmaterial der neuen Tongrube westlich von Vöhrum stammt aus den Sammlungen der Herren HARMS, MANGELSDORF und PETSCH. Diesen drei Herren sei hier für den Entleih des Materials vielmals gedankt.

Herr Dr. H. FESSER hat drei Gesteinsproben chemisch analysiert, Herr Dr. H. PIETZNER hat den Thorium- und Urangehalt derselben Proben bestimmt und Herr Dr. K.-H. GAIDA war bei der analytischen Auswertung behilflich. Ferner haben die Herren Prof. Dr. H.-J. ECKHARDT und Dr. K.-H. GAIDA die röntgendiffraktometrischen Bestimmungen der vertonten Tuffe durchgeführt und Herr Dr. V. DIERSCHKE hat die Mehrzahl der mikrophotographischen Abbildungen angefertigt. Allen sei an dieser Stelle aufrichtig gedankt. Die Deutsche Texaco Aktiengesellschaft, Hamburg, hat freundlicherweise diese Veröffentlichung genehmigt.

## 2. Schichtenfolge und Fauna

Die in einer Mächtigkeit von etwa 8 m erschlossenen, dunkelgrauen Tonsteine sind, vom Tuffhorizont abgesehen, relativ gleichförmig entwickelt. Eine Abwechslung ergibt sich nur durch Siderit-Phosphorit-Konkretionen von unterschiedlicher Größe und Gestalt. Die Größe variiert von der Dimension einer Faust bis zu Meterlänge. Ihre Oberflächen sind unregelmäßig entwickelt. Sie neigen zu einem Zerfall in kleine Bröckchen. Besonders bemerkenswert sind stab- oder armförmige Konkretionen mit dünnem Zentrallumen. Diese Konkretionen, die alle möglichen Übergänge zwischen Siderit und Phosphorit aufweisen, wurden von ZIMMERLE (in KEMPER 1977) ausführlich beschrieben.

Fossilien sind in den dunkelgrauen Tonsteinen häufig, jedoch überwiegend verdrückt, so daß horizontierte Aufsammlungen von gutem Material schwierig sind. Wenn auch Nicht-Cephalopoden — wie kleine *Nuculana*-Exemplare, *Aucellina* sp. und die kleinen, zahnartigen Korallen der unteralbischen Schlammgründe — vorkommen, so überwiegen doch bei weitem Ammoniten. Es liegt demnach ohne Zweifel eine Cephalopoden-Fazies des tieferen Wassers vor. Entsprechend fehlen auch die für flacheres Wasser verlässlichen Indikatorfossilien, die Neohiboliten.

Die Ammoniten gehören zu zwei verschiedenen Gruppen, zur Gattung *Hypacanthoplites* SPATH 1923, und *Leymeriella* JACOB 1907. Vertreter beider Gattungen bilden eine charakteristische Gemeinschaft für diese unteralbischen „black shales“ (KEMPER, BERTRAM & DEITERS 1975).

Für die Datierung der Schichten ist die Gattung *Leymeriella* von entscheidender Bedeutung, denn der Zeitpunkt ihrer Abspaltung von der *Callizoniceras*-Gruppe und damit ihrer Entstehung ist eine biostratigraphische Fixmarke ersten Ranges. Nach KEMPER, BERTRAM & DEITERS (1975) sollte mit der Entstehung dieser Gattung die Basalgrenze des Alb definiert werden. Die neue Tongrube bei Vöhrum erlaubt interessante Einblicke in den Entstehungsprozeß der Gattung *Leymeriella*, der von BRINKMANN (1937) am nahegelegenen Kanalprofil bei Schwicheldt untersucht worden ist.

Vertreter der zur Desmocerataceen-Gattung *Callizoniceras* SPATH 1923 und zur Untergattung *Wollemanniceras* BREISTROFFER 1947 gehörenden Ausgangsart sind in der neuen Grube äußerst selten: *C. (W.) keilhacki anterior* (BRINKM.) (Taf. 1, Fig. 1 a—c). Sie sind an die basalen Lagen des Aufschlusses gebunden. Das abgebildete Exemplar hat bereits Andeutungen von wulstigen Rippen auf den

Flanken zwischen den Einschnürungen und ist daher schon relativ progressiv. Zwei nicht abgebildete Bruchstücke von adulten Umgängen haben noch den typischeren *anterior*-Habitus.

Der Übergangplexus, die Unterart *C. (W.) keilhacki keilhacki* (WOLLEM.), ist wesentlich häufiger (Taf. 1, Fig. 2—9). Wie bei allen typogenetischen Übergangsgliedern ist die intraspezifische Variabilität außerordentlich groß. Mannigfache Übergänge existieren sowohl zur Ahnenform als auch zu den Abkömmlingen. Die Rippen bilden nur auf den Flanken Wülste und überqueren den Venter nicht oder erst ontogenetisch spät bei Gehäusedurchmessern, die deutlich über 1 cm liegen. Besonders bei der Ventralansicht ist die Existenz der Einschnürungen auffallend. Auf den Flanken gehen sie oft in der Berippung unter. Im Alter sind sie dort häufig das einzige Ornament. Das Adultstadium hat demnach wieder einen *anterior*-Habitus.

Beginnen die Rippen schon bei einem Gehäusedurchmesser von 1 cm den Venter mit einem Bogen nach vorn zu überqueren, dann ist definitionsgemäß die Gattung *Leymeriella* entstanden. Parallel hierzu werden die Flanken abgeplattet, die Nabelwand steiler und die Gehäuse größer.

Die sich so entwickelnde Art ist *Leymeriella (Proleymeriella) schrammeni* (WOLLEM.), die Stammform aller Leymeriellen. Die primitiveren Leymeriellen („Proleymeriellen“), die noch manche Anklänge an *Callizoniceras (Wollemanniceras) keilhacki keilhacki* zeigen, wurden von BRINKMANN (1937) *Leymeriella schrammeni anterior* genannt. Zu ihnen gehört die Masse der Vöhrumer Leymeriellen (Taf. 1, Fig. 10—17). Die Variabilität ist sehr groß. Bei manchen Übergangsformen ist die Entscheidung schwierig, ob sie noch zu *C. (W.) keilhacki keilhacki* oder bereits zu *L. (Pr.) schrammeni anterior* zu stellen sind (Taf. 1, Fig. 2, 12, 15).

Nach BRINKMANN (1937) besitzt bei *L. (Pr.) schrammeni anterior* „die erwachsene Schale eine unruhige und unregelmäßige Berippung, die dadurch bedingt ist, daß etwa jedes dritte Rippental tiefer als die übrigen ist und vor allem auch in gleicher Tiefe über die Externseite läuft, während sich die Zwischenrippen dabei merklich verschwächen. Die extern vorgezogenen Skulpturelemente gehen in kurzem Bogen ineinander über.“

Nur zwei Exemplare aus Vöhrum (Taf. 1, Fig. 18, 19) können mit Vorbehalt zu *L. (Pr.) schrammeni schrammeni* (JACOB) gestellt werden. Bei dieser Art sind „alle Rippen und Rippentäler gleichwertig und stehen in regelmäßigen Entfernungen voneinander. Extern stoßen die Rippen stumpfwinklig aneinander, wobei sie oft ähnlich wie bei *Aegoceras* etwas verbreitert und erniedrigt sind. Geteilte Rippen und Schaltrippen fehlen“ (BRINKMANN 1937). Das Exemplar von Taf. 1, Fig. 18 ist relativ acuticostat.

Problematisch ist Figur 20 auf Tafel 1, mit den breit gerundeten Umgängen, der häufigen Rippengabelung und der nichtbogigen Rippenüberquerung des Venters. Es kann vermutet werden, daß hier eine der Wurzelformen der Hoplitaceae oder der Acanthocerataceae vorliegt. Die Anfänge dieser beiden Gruppen gehen auf die Wende Apt/Alb oder das frühe Alb zurück. Diese Zeit war für die Ammoniten eine außergewöhnlich typogenetische Phase (KEMPER, BERTRAM & DEITERS 1975).

Bei einer zusammenfassenden Deutung der Befunde an den Leymeriellen von Vöhrum kann von der Annahme ausgegangen werden, daß das nicht horizontal gesammelte Material aus einem Schichtenpaket von 8 m (von 3 m unterhalb bis 5 m oberhalb) des Tuff-Horizontes stammt, denn in diesen Schichten bewegte sich der Abbau. In diesem Paket dominieren *Callizoniceras* (*Wollemanniceras*) *keilhacki keilhacki* (WOLLEM.) und *Leymeriella* (*Proleymeriella*) *schrammeni anterior* (BRINKM.). *Callizoniceras* (*W.*) *keilhacki anterior* (BRINKM.) ist in den tiefsten Lagen gerade noch vorhanden. *Leymeriella* (*Proleymeriella*) *schrammeni schrammeni* (JACOB) wurde (wohl aus den höchsten Schichten stammend) gerade noch nachgewiesen.

Nach den intensiven Aufsammlungen von BRINKMANN (1937, Abb. 2) bei Schwicheldt findet der Übergang von *C.* (*W.*) *keilhacki anterior* zu *C.* (*W.*) *keilhacki keilhacki* etwa 1,80 m unterhalb des Erstauftretens von *L.* (*Pr.*) *schrammeni anterior* und damit der Basis des Alb statt. *L.* (*Pr.*) *schrammeni schrammeni* erscheint ca. 4 m oberhalb der Albbasis.

Die Schichten in der neuen Grube Vöhrum umfassen gerade den 5—6 m mächtigen Abschnitt zwischen letztem Auftreten von *C.* (*W.*) *keilhacki anterior* und erstem Auftreten von *L.* (*Pr.*) *schrammeni schrammeni* und damit die Grenzschichten Apt/Alb. Der Tuff liegt nach diesen Überlegungen an oder in unmittelbarer Nähe der Apt/Alb-Grenze mit einer Fehlergrenze von  $\pm 1,5$  m. In Anbetracht der großen Mächtigkeit der dunklen oberaptisch/unteralbischen Tonsteinfoolge (*nolani-* bis *regularis*-Zone) von 300 m ist diese Grenzziehung und biostratigraphische Tuff-Datierung von nur selten möglicher Genauigkeit. Der Tuff von Vöhrum kann daher als eine Grenzmarke höchster Ordnung angesehen werden.

Die anderen häufigen Ammoniten, die Arten der Gattung *Hypacanthoplites*, sind für die Abgrenzung Apt/Alb nicht von Nutzen. Von ihnen sind mehrere Entwicklungsreihen vorhanden. Einmal treten noch verwandte Formen zum Leitfossil des hohen Oberapt, zu *H. jacobi* (COLL.) auf (Taf. 1, Fig. 21; Taf. 2, Fig. 1, 2, 4, 6). Die Nabelhöcker des vorletzten Umganges bleiben bei diesen Individuen auf der Nabelkante und wandern nicht wie beim Lectotyp (CASEY 1965: 425, textfig. 156 a, b) ventralwärts. Bei Taf. 2, Fig. 1, sind bis zu einem Gehäusedurchschnitt von 1,8 cm Hauptrippen mit Flankenhöckern vorhanden. Der Übergang von der feinen Berippung der mittleren Stadien zur gröberen Adultsulptur erfolgt bei Gehäusedurchmessern von 2—2,5 cm. Weitere Arten sind *H. sarasini* (COLL.) (Taf. 2, Fig. 5, 7) mit stärkeren Hauptrippen und Lateralhöckern. Am leichtesten kenntlich ist *H. elegans* (FRITEL) (Taf. 2, Fig. 3, 8, 9).

Ferner waren Abdrücke und Bruchstücke größerer *Hypacanthopliten* zu beobachten, die an *H. uhligi* (ANTH.) erinnern und von BRINKMANN (1937) auch so genannt wurden. Da die Sulptur der inneren Windungen bisher unbekannt blieb, ist fraglich, ob diese Formen zu *H. uhligi*, *H. spathi* (DUT.) oder *H. hanovrensis* (COLL.) gehören.

### 3. Der Tuff

Der Grenz-Tuff ist eine durch grünliche Färbung hervortretende Tonlage von ca. 7 cm Mächtigkeit (Taf. 2, Fig. 10), die nach unten und oben relativ scharf begrenzt ist. Die Unterlage ist wellig. Im Streichen wechselt die Tonlage ihre Beschaffenheit; massive Brocken sind selten.

Im feuchten Zustand ist das Gestein dunkelgrünlichgrau (5 GY 4/1), grünlich-schwarz (5 GY 2/1) oder grünlichschwarz (5 G 2/1). Der Ton zeigt muscheligen Bruch. Er trocknet an der Luft nicht in dem Maße aus wie die grünen montmorillonitischen Tuffhorizonte von Sarstedt. Auch beim Dünnschleifen und beim Aufschlännen verhält sich der Ton anders; er quillt nicht.

Feinschichtung — wie in den grünen Tuffhorizonten von Sarstedt — ist im Aufschluß nicht augenfällig. Ein schlieriger Wechsel der Korngröße von tonig-siltig bis „feinsandig“ und der Farbe von grau, grün bis blau ist verbreitet. Manche Bereiche sind relativ reich an feinkörnigen Kristallen mit einspielenden Kristallflächen.

Der Ton ist stark mit Pyrit durchstäubt. Ferner sitzen mm-große Tapeten, Schnüre, Knoten und Kornaggregate von Pyrit auf Klüften, Rissen und im Gestein. Röntgendiffraktometrisch wurde neben Pyrit auch Markasit nachgewiesen. Im Gegensatz zu den beiden Tuff-Horizonten von Sarstedt ist das Gestein gleichmäßiger und intensiver mit Pyrit und Markasit durchsetzt. Pyrit — besonders in Assoziation mit Kaolinit — weist auf einen Diageneseablauf unter sauren pH-Bedingungen hin. Das Fehlen nennenswerter Karbonatanteile stimmt damit gut überein; das Gestein zeigt mit HCl keine Karbonatreaktion.

Der Tonhorizont wurde nach der Ablagerung bioturbat gestört. Form, Größe und Intensität der Bioturbation sind vergleichbar mit der Ausbildung der Tuffe von Sarstedt. Schichtparallele Grabröhren unterschiedlichen Durchmessers (meist wenige mm), bioturbate Aggregatstrukturen und söhliche Schichtdeformationen treten auf; stellenweise finden sich auch Fukoid-ähnliche Gebilde. Megafauna wurde nicht beobachtet.

Wie eingangs erwähnt, war der Tuffhorizont vor etlichen Jahren schon einmal erschlossen und durch eine Probe belegt worden. Texturell unterscheidet sich die damals genommene Probe von den im Jahre 1977 genommenen Proben etwas. Ausgeprägte Feinschichtung und sperriges Mikrogefüge (Taf. 2, Fig. 11) zeichneten die erste Probe aus, deren vulkanische Herkunft für einige Beobachter noch zweifelhaft schien. Die im Jahre 1977 genommenen Proben — vor allem die aus dem ungefähr 2 cm mächtigen Basisbereich (Taf. 2, Fig. 12 A u. B) — sind durch ausgeprägtes vitroklastisches Gefüge (Taf. 3, Fig. 1 A u. B) zweifelsfrei als ehemalige Glastuffe gekennzeichnet. Stellenweise führen die sehr reinen Glastuffe auch feinkörnige Einschaltungen von eckigem Feldspat und rundlichem Pyrit und von Markasit (Taf. 3, Fig. 2). Die Kompaktion der Glasfragmente ist in dem Basisbereich ausgeprägter als in den höheren Teilen des Tuffhorizontes. Feinangedeutete einfache oder mehrfache Gradierung kann meist beobachtet werden. Die Mikrolaminierung des Glastuffs wurde nach der Ablagerung durch Bioturbation gestört. Ovale Querschnitte von mm-Durchmesser (Taf. 3, Fig. 3) sowie cm-lange Längsschnitte der Grabgänge, die gleichfalls mit mikrokristallinem Ton, etwas mehr Pyrit, Mikrofossilien und bräunlichem organischen Pigment ausgefüllt sind, durchsetzen den Tuff.

Das Liegende des Grenz-Tuffs besteht aus einem uniformen Tonstein mit einzelnen Coccolithen und calcitischen Foraminiferen.

Der untere Kontakt des Tuffs ist scharf ausgebildet und durch durchgehende Pyritführung und lockere Anhäufung größerer Kristalle (bis 250  $\mu\text{m}$ ) charakterisiert.

Der Grenz-Tuff ist von einer reineren Beschaffenheit als die beiden Tuffhorizonte von Sarstedt. Über 90% des Tuffs bestehen aus umgewandelten Glasparkeln, die maximal 0,2 mm lang werden. Frische, optisch isotrope Glasparkel wurden u. d. M. nicht beobachtet. Vermutlich stammen die Glasparkel meistens von Bimsstein mit röhrenförmigen Blasenräumen. Nur stellenweise zeigt sich „Turbulenz“ bei der Anlagerung der Glasparkel (Labyrinth-Struktur).

Die meist länglichen, seltener bizarr geformten Glasparkel wurden — vermutlich rasch nach der Ablagerung — weitestgehend in krypto- bis mikrokristallinen Ton relativ einheitlicher Auslöschung umgewandelt. Feinste Pigmentierung zeichnet vor allem die Umrisse der größeren Glasparkel nach. Röntgendiffraktometrisch wurde sowohl in der zuerst genommenen Probe als auch in den neueren Proben eine Vormacht von Kaolinit, Chlorit und Illit sowie geringe Anteile von Quarz, Feldspat und Montmorillonit nachgewiesen.

Vereinzelt sind meist eckige, seltener kantenrunde Silt- bis Feinsand-große Körner von einem Korndurchmesser von maximal 200  $\mu\text{m}$  eingestreut. Nur an der Basis findet sich eine aufgelockerte Lage von Grobsilt- oder Feinsandkörnern. Quarz ist häufiger als Feldspat. Er besteht vor allem aus rundlichem detritischen Quarz von Feinsand-Korngröße; selten finden sich auch idiomorphe bipyramidale Quarzkristalle (Taf. 3, Fig. 4 A u. B) vulkanischer Herkunft. Klarer einschlußfreier Sanidin ist gleichfalls verbreitet. Pigmentierte Sanidinkristalle (Taf. 3, Fig. 5) oder Sanidine, die deutliche „bubble-wall“-Textur (im Sinne von FISHER 1963) zeigen (Taf. 3, Fig. 6 A u. B), sind spärlich. Feinsandkörner von kantenrundem Plagioklas (Taf. 3, Fig. 7) sind selten. Außerdem finden sich gelegentlich Biotit, Hellglimmer, „rutilierte Tonkörner“, umgewandelte und zerdrückte Blasenfüllungen, blasige Bimsstein-Fragmente, Apatitprismen, schichtparallel eingeregelter, korrodierter, prismatischer Zirkon und winzige  $\text{TiO}_2$ -Neubildungen. Biotit findet sich vor allem an der Basis. In der zuerst gesammelten Probe sind zahlreiche feinste, farblos-klare, eckige oder bizarre Kristallsplitter von 10—30 mm Größe (Feldspat?) sekundär vollständig in Kaolinit umgewandelt. Einige dieser klaren Kristallsplitter zeigen skelettförmige Umrisse. Ausnahmsweise nur sind winzige grasgrüne Mineralpunkte (5—10  $\mu\text{m}$ ) eingelagert. Winzige dunkelbraune organische Partikel sind mit der Asche eingeweht worden. Der Tonstein ist weitgehend fossil- und karbonatfrei.

Vulkanische Gesteinsfragmente mit Feldspatleisten wurden nur selten beobachtet.

Der obere Teil der grünlichen Tufflage dagegen ist bräunlich bis grünlich gefleckt und zeigt meist keine erkennbare vitroklastische Textur. Es handelt sich auf den ersten Blick um einen reinen unformen Tonstein. Die intensiv grüne Fleckung wird vermutlich durch örtliche Glaukonitisierung hervorgerufen. Rundliche oder eckige Grobsilt- bis Feinsandkörner (Quarz, Feldspat, Glimminerale und Zirkon) sind nur selten eingestreut. Winzige Partikel brauner pflanzlicher Substanz und Pyritaggregate unterschiedlicher Größe sind gleichmäßig eingestreut. Calcitische Mikrofossilien wurden nicht beobachtet. Ganz vereinzelt finden sich sandschalige Foraminiferen. Vermutlich wurde in diesem Bereich die ursprünglich vorhandene vitroklastische Textur während der Verwitterung oder im Laufe der Diagenese ausgelöscht.

Unter den Leichtmineralen, die mit Bromoform angereichert wurden, finden sich Quarz, Kalifeldspat, grüner Glaukonit und umgewandelte rotbraune Grundmassen. Calcitische Foraminiferenrelikte sind sehr spärlich. Fragmente von vulkanischen Grundmassen sind nicht augenfällig; mikrogranitisch-rhyolithische Grundmassen wären auch schwer zu erkennen.

Idiomorphe Kristalle, Spaltstückchen oder korrodierte Fragmente von Sanidin sind nicht so häufig wie in den beiden Tuffhorizonten von Sarstedt. Große idiomorphe Sanidine sind allerdings häufiger; sie zeigen zuweilen Blasenbahnen, Pigmentflecken und Verzwilligung. Stellenweise findet sich Mikroklitterung. Polysynthetisch verzwilligter Albit, z. T. pigmentiert, ist nur selten.

Die Kristalle von Quarz sind auffallend klar und durchsichtig. Rundliche Quarzkörner herrschen vor. Quarz bildet auch Kornaggregate, die aus sandschaligen Foraminiferen und/oder Kieselschiefern stammen können. Nicht selten kommen Dihexaeder mit farblosen und bräunlichen Fremdeinschlüssen und/oder mit Blasenbahnen vor. Blasenbahnen zeigen manchmal einen eigenartigen Verlauf. Buchtige Korrosion der Quarze ist allerdings sehr selten. Ovale Körnchen von schmutziggrünem Glaukonit sind relativ häufig. Bräunliche Grundmassen dagegen wie in Sarstedt und schmutziggrüner Chlorit sind in der < 2,9-Fraktion sehr selten.

Unter den Schwermineralen, die mit Bromoform angereichert wurden, herrschen authigener Pyrit und Markasit vor. Mikrokristalline, kugelige, rundliche oder längliche Pyritaggregate sind verbreitet; verzerrte oder isometrisch ausgebildete Würfel (Taf. 3, Fig. 8) kommen nur vereinzelt vor. Idiomorphe isometrische Kristalle von eisenreichem, schmutzigbraunem bis dunkelnußbraunem Sphalerit sind dagegen spärlich. Sie sind vielfach von Spaltflächen begrenzt. Quadratische Plättchen von farblosem idiomorphem Baryt (Taf. 3, Fig. 9 A u. B) sind selten.

Nußbrauner Biotit (Taf. 3, Fig. 10) ist überaus spärlich. Zuweilen ist er magmatisch gerundet und führt Einschlüsse von Apatit.

Zirkon, der nicht so häufig ist wie Pyrit, ist farblos, stets kurzprismatisch und scharfkantig-vollidiomorph (Taf. 3, Fig. 11—16). Fremdeinschlüsse von winzigen prismatischen Zirkonkriställchen und längliche Korrosionsschläuche (Taf. 3, Fig. 13 bis 16) sind verbreitet. Wachstumsbehinderung durch ein schwarz-reflektierendes Erzmineral wurde gelegentlich beobachtet; szepterförmige Kristalle kommen gleichfalls vor. Deutlicher Zonarbau wurde nicht beobachtet. Auch wolkige Eintrübung kommt vor. Bräunlich pigmentierte, magmatische Korrosionsbuchten treten nur vereinzelt auf. Der Phänotyp von Zirkon entspricht dem von HOPPE (1963) und ZIMMERLE (1978) beschriebenen Zirkon aus vulkanischen Ursprungsgesteinen, der durch ausgeprägte Wachstumsbehinderungen besonders charakterisiert ist.

Apatit, der in der 2,9—3,3-Dichte-Fraktion angereichert ist, ist farblos, meist wasserklar und arm an Fremdeinschlüssen. Schartige Kristallfragmente (Taf. 3, Fig. 17) sind häufig; idiomorphe prismatische Apatitkristalle (Taf. 3, Fig. 18) sind nicht so verbreitet. Selten sind schwach „pleochroitische“ Kristalle mit dunklen Pigmentfäden (Taf. 3, Fig. 19) oder gelblichbrauner Pigmentierung, Kristalle mit Hohlräumen und Kristalle mit zentralen Zonen von Blaseneinschlüssen (Taf. 3, Fig. 20). Magmatische Korrosionsphänomene treten vollständig zurück.

Titanit wurde nicht beobachtet.



**Tabelle 1. Chemische Analysen von Proben aus dem Grenz-Tuff und den hangenden und liegenden Tonsteinschichten von Vöhrum sowie Analysenvergleich der Tuffe von Vöhrum und Sarstedt ohne Berücksichtigung des  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehaltes und des Glühverlustes**

	1	2	3	4	5	6
$\text{SiO}_2$	54,96	35,93	55,39	58,86	61,94	56,71
$\text{Al}_2\text{O}_3$	20,44	19,69	20,77	32,25	29,63	36,10
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	5,78	28,04	5,53			
FeO						
MgO	1,61	2,53	1,70	4,14	2,41	1,14
CaO	1,34	0,65	1,64	1,06	2,12	1,09
MnO	0,034	0,029	0,0187	0,048	0,019	0,021
$\text{Na}_2\text{O}$	0,37	0,30	0,40	0,49	0,61	1,05
$\text{K}_2\text{O}$	2,78	0,86	3,02	1,41	1,64	1,95
$\text{TiO}_2$	0,888	0,479	0,914	0,785	1,008	1,183
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,06	0,06	0,06	0,10	0,09	0,13
$\text{SO}_3$	0,62	0,52	0,54	0,85	0,53	0,63
G. V.	10,91	11,03	9,79			
Summe	99,79	100,12	99,94	100,00	100,00	100,00

Proben 1—6 analysiert von H. FESSER, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.

- 1: Tonstein, 50 cm über Grenz-Tuff
- 2: Grenz-Tuff (Sammelprobe)
- 3: Tonstein, 35 cm unter Grenz-Tuff
- 4: Grenz-Tuff Vöhrum (ohne  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )
- 5: Oberer Tuff Sarstedt (ohne  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )
- 6: Unterer Tuff Sarstedt (ohne  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

Die in Tabelle 1 aufgeführten chemischen Analysen sind als erster Versuch, den Grenz-Tuff und seine hangenden und liegenden Tonsteine chemisch zu charakterisieren, zu verstehen. Der auffallend hohe Pyrit-Markasit-Gehalt beeinträchtigt das Ergebnis der chemischen Analyse erheblich. Deshalb ist das vorliegende Analysenergebnis ungleich schwerer zu interpretieren als die Analysenergebnisse der Tuffe von Sarstedt (GAIDA et al. 1978, dieser Band). Sie sollen aber dennoch der Vollständigkeit halber mitgeteilt werden.

Die nicht korrigierte Analyse des Grenz-Tuffs (Probe Nr. 2) unterscheidet sich von den Analysen der hangenden und liegenden Tonsteine (Probe Nr. 1 und 3) durch folgende Parameter: extrem hoher  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalt, höherer MgO-Gehalt und geringere Gehalte von CaO und  $\text{K}_2\text{O}$ . Um die Analyse des Grenz-Tuffs jedoch mit denen der Tuffhorizonte von Sarstedt vergleichen zu können, wurden alle drei Analysen (Probe 4—6) umgerechnet unter Ausschluß des  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehaltes und des Glühverlustes (G. V.). Dann sind sich die übrigen Analysenwerte, vor allem  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{TiO}_2$ , zunehmend ähnlicher. Die relativ beweglichen Alkali-Oxyde  $\text{K}_2\text{O}$  und  $\text{Na}_2\text{O}$  können nicht zuverlässig verglichen werden.

Die Bestimmung der Thorium- und Urangelhalte (in ppm) ergab praktisch keinen Unterschied zwischen Tuff und Tonsteinen:

	<u>Thorium</u>	<u>Uran</u>
Tonstein (50 cm über Oberkante Grenz-Tuff)	8	1
Grenz-Tuff (Sammelprobe)	9	1
Tonstein (35 cm unter Unterkante Grenz-Tuff)	8	1

Aller Wahrscheinlichkeit nach wurde unter den reduzierenden Milieubedingungen des Grenz-Tuffs (hoher Pyrit-Markasit-Gehalt) der ursprünglich höhere Thoriumgehalt durch Lösung und Abfuhr des Thoriums vermindert.

Zusammenfassend kann der Grenz-Tuff des Apt/Alb wie folgt charakterisiert werden:

- Ursprüngliche Partikelgrößen und vitroklastische Textur sind die gleichen wie in den beiden Tuffhorizonten von Sarstedt (vgl. GAIDA et al. 1978, dieser Band).
- Der hohe Pyrit- und Markasit-Gehalt, der sich frühdiagenetisch gebildet hat, hat vermutlich die Entglasung der vulkanischen Glaspartikel — anders als in den Tuffen von Sarstedt — in Richtung auf die Kaolinit-Chlorit-Illit-Paragenese gelenkt.
- In der Schwermineralführung zeichnet sich der Grenz-Tuff durch das Fehlen von Titanit und durch die Gegenwart von Zirkon aus.
- Idiomorphe Quarze, die vermutlich Einsprenglinge in vulkanischen Gesteinen waren, sowie Bimsstein-Fragmente und die Schwermineral-Paragenese weisen auf vulkanische Ursprungsgesteine hin, die noch saurer waren als die Ursprungsgesteine der Tuffe von Sarstedt.
- Der Grenz-Tuff zeigt außerdem strukturell und texturell alle Übergänge von einem Glastuff in einen Tonstein vulkanischer Herkunft. Ferner ist der diagenetische Abbau des Glases im Grenz-Tuff von Vöhrum verschieden von dem Abbau des Glases in den Tuffen von Sarstedt.

#### 4. Schriftenverzeichnis

- CASEY, R. (1965): A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand, Part VI: 397—546, Abb. 145—206, Taf. 67—90; London.
- BRINKMANN, R. (1937): Biostratigraphie des Leymeriellenstammes nebst Bemerkungen zur Paläogeographie des nordwestdeutschen Alb. — Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **16**: 1—18, 12 Abb.; Hamburg.
- FISHER, R. V. (1963): Bubble-wall texture and its significance (Note). — J. sediment. Petrol., **33**: 224—227, 4 Abb.; Menasha, Wisc.

- GAIDA, K.-H., KEMPER, E. & ZIMMERLE, W. (1978): Das Ober-Apt von Sarstedt und seine Tuffe. — *Geol. Jb.*, A 45: 43—123, 8 Abb., 11 Tab., 8 Taf.; Hannover (dieser Band).
- HOPPE, G. (1963): Die Verwendbarkeit morphologischer Erscheinungen an akzessorischen Zirkonen für petrogenetische Auswertungen. — *Abh. dt. Akad. Wissensch. Berlin, Kl. Bergbau, Hüttenw., Montangeol.*, Jg. 1963, 1: 130 S., 23 Tab., 38 Taf.; Berlin.
- KEMPER, E. (1977): Die marine Unterkreide. — In: VINKEN, R.: *Erläuterungen zu Blatt Hä-melerwald: 22—42*; Hannover.
- , BERTRAM, H. & DEITERS, H. (1975): Zur Biostratigraphie und Palökologie der Schichtenfolge Ober-Apt/Unter-Alb im Beckenzentrum nördlich und östlich von Hannover. — *Ber. naturhist. Ges.*, 119: 49—85, 5 Abb., 3 Taf.; Hannover.
- WOLLEMANN, A. (1903): Die Fauna des mittleren Gaults von Algermissen. — *Jb. preuß. geol. Landesanst.*, 24, 1: 22—42, Taf. 4—5; Berlin.
- ZIMMERLE, W. (1978): Accessory zircon from a rhyolite, Yellowstone National Park (Wyoming, U.S.A.). — *Geol. Jb.*; Hannover. — [Im Druck]

Weitere Literaturhinweise zu den Tuffen finden sich bei GAIDA et al. (1978, dieser Band).

Manuskript eingereicht am 4. 5. 1977.

### Tafel 1

Die abgebildeten Ammoniten stammen alle aus der neuen Tongrube westlich von Vöhrum. Sie wurden alle in natürlicher Größe abgebildet, und zwar a) als Flankenansicht und b) jeweils als Ventralansicht. Sie gehören zu Privatsammlungen. Slg. HARMS: Fig. 2, 5, 6, 12, 19 und von Tafel 2, Fig. 2, 7; Slg. MANGELSDORF: Fig. 1, 4, 9, 11, 15, 16, 18 und von Tafel 2, Fig. 1, 8, 9 und Slg. PETSCH: Fig. 3, 5, 7, 8, 10, 13, 14, 17, 20, 21 und von Tafel 2, Fig. 3—6.

Fig. 1: *Callizoniceras (Wollemanniceras) keilhacki anterior* (BRINKM.). — Höchstes Oberapt, *jacobi*-Zone, *keilhacki*-Sub-Zone.

Fig. 2–9: *Callizoniceras (Wollemanniceras) keilhacki keilhacki* (WOLLEM.). — Fig. 2 und 5 sind progressive Varianten: Übergangsglieder zu *Leymeriella (Pr.) schrammeni anterior* (BRINKM.). Höchstes Oberapt bis tiefstes Unteralb, vermutlich überwiegend aus der unteren *schrammeni*-Zone.

Fig. 10–17: *Leymeriella (Proleymeriella) schrammeni anterior* (BRINKMANN). — Tiefstes Unteralb, *schrammeni*-Zone.

Fig. 18–19: *Leymeriella (Proleymeriella) schrammeni schrammeni* (JACOB). — Tiefes Unteralb, *schrammeni*-Zone.

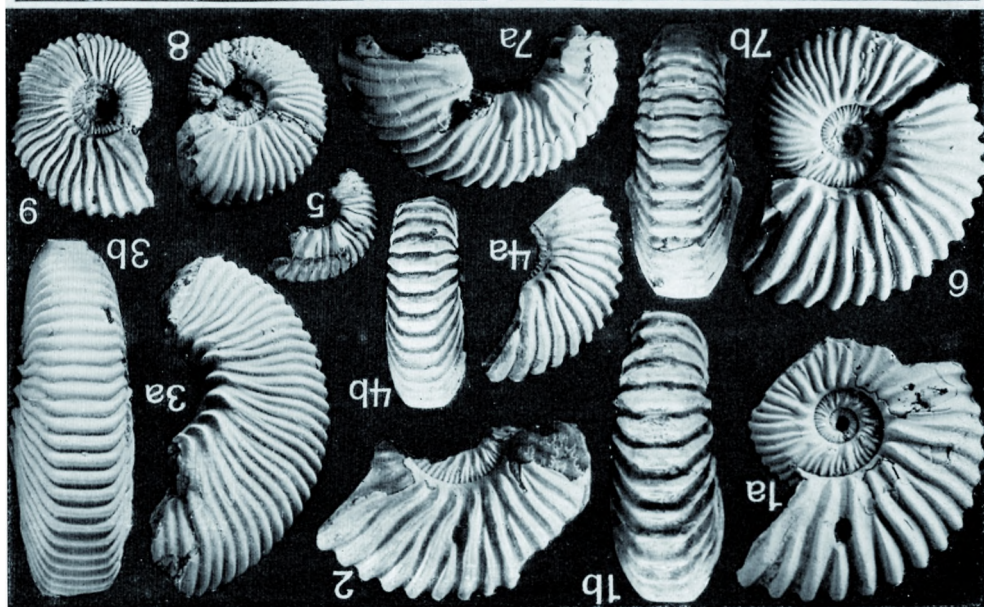
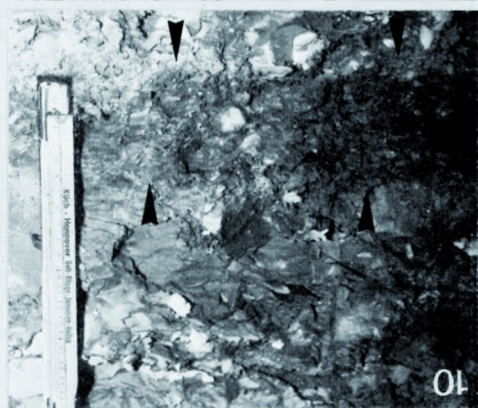
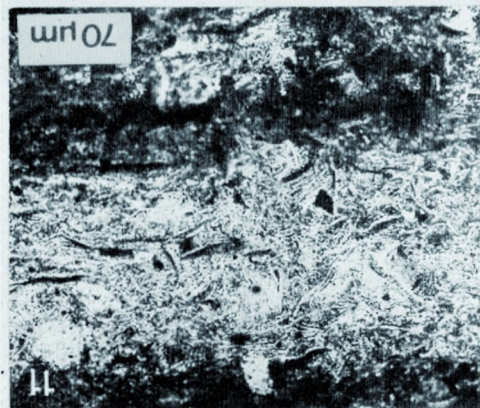
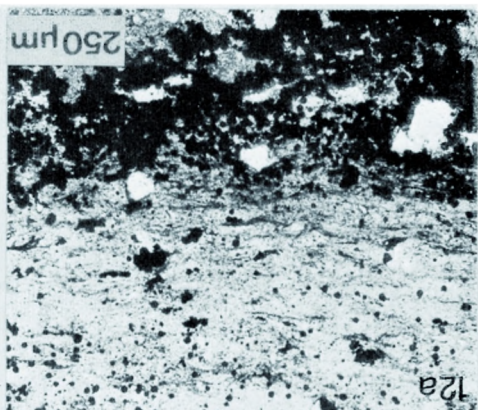
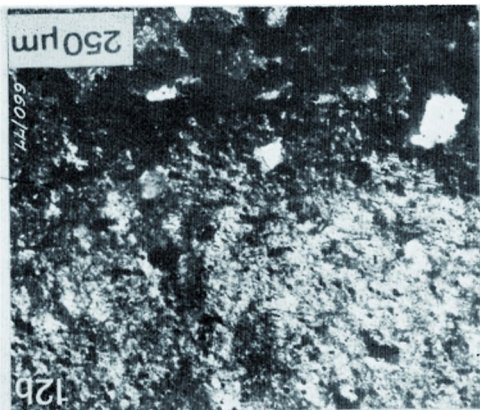
Fig. 20: Ammonit Genus et Species indet. Vermutlich Form nahe der Wurzel der Hoplitaceae oder Acanthocerataceae.

Fig. 21: *Hypacanthoplites* aff. *jacobi* (COLL.). — Höchstes Oberapt bis tiefes Unteralb.



## Tafel 2

- Fig. 1–9: Hypacanthopliten aus den Grenzschichten Oberapt/Unteralb von Vöhrum in natürlicher Größe. Weitere Bemerkungen bei den Erläuterungen zu Tafel 1.
- Fig. 1, 2, 4, 6: *Hypacanthoplites* aff. *jacobi* (COLL.)
- Fig. 3, 8, 9: *Hypacanthoplites elegans* (FRITEL.)
- Fig. 5, 7: *Hypacanthoplites sarasini* (COLL.)
- Fig. 10–12: Makroskopische und mikroskopische Charakteristik des Grenz-Tuffs
- Fig. 10: Der Grenz-Tuff im Anstehenden. Beim „Blitzen“ der Aufschlußfläche hebt sich der Tuff durch andere Farbtönung besser ab als bei natürlicher Beleuchtung. Außerdem markieren die schwarzen Pfeilspitzen die Ober- und Unterkante des Tuffhorizontes. Der Maßstab (ca. 18 cm lang) steht an der Basis des ca. 7 cm mächtigen Tuffhorizontes.
- Fig. 11: Engständig laminiertes Glastuff mit undeutlich-sperrigem vitroklastischem Gefüge in der hellen Lage. Die dunkle Lage zeigt vermutlich einen höheren Gehalt an organischer Substanz und/oder an diffusem Leukoxen.  
DS 17 730 (BGR), // Nicols
- Fig. 12: Basaler Teil des im Mikrobereich engständig laminierten Glastuffs. Beachte opake Pyritanreicherung und Feldspatkörner (hell) an der Basis. Die mechanische Kompaktion der ausgelängten vertonten Glaspartikel ist nahe der Basis intensiver als darüber. Unter + Nicols erscheint das vitroklastische Gefüge weitgehend „verwischt“.  
DS 26 348    a) // Nicols    b) + Nicols



## Tafel 3

**Dünnschliffe — Leichtminerale — Schwerminerale aus dem Grenz-Tuff von Vöhrum**(Dicker Balken = 50  $\mu\text{m}$ ; dünner Balken = 20  $\mu\text{m}$ )

- Fig. 1: Vitroklastische Textur des horizontal geschichteten Grenz-Tuffs. Beachte den hohen Reinheitsgrad des vertonten Glastuffs. Der Tuff besteht heute hauptsächlich aus Kaolinit, Chlorit und Illit.  
DS 26 348 a) // Nicols b) + Nicols
- Fig. 2: Glastuff mit vereinzelt Einsprenglingen von eckigem Feldspat, idiomorphem Zirkon (linker unterer Quadrant) und rundlichem Pyrit.  
DS 26 349 // Nicols
- Fig. 3: Ovaler schichtparalleler Grabgang, der weniger rein ist als der Glastuff und der organisches Pigment sowie vereinzelt Mikrofossilien führt. Eine dreidimensionale Analyse schließt eine Deutung als großen ovalen Intraklast aus.  
DS 26 349 // Nicols
- Fig. 4: Idiomorpher bipyramidaler Quarz vulkanischer Herkunft.  
SM 4 151 a) // Nicols b) + Nicols
- Fig. 5: Spaltstückchen von Sanidin mit opaken Pigmenteinschlüssen.  
SM 4 151 // Nicols
- Fig. 6: „Bubble-wall“-Struktur in Sanidin-Fragment.  
SM 4 151 a) // Nicols b) + Nicols
- Fig. 7: Rundliches Plagioklaskorn.  
SM 4 151 + Nicols
- Fig. 8: Idiomorpher Pyritwürfel.  
SM 4 153 im Auflicht
- Fig. 9: Authigener idiomorpher Baryt.  
SM 4 154 a) // Nicols b) + Nicols
- Fig. 10: Spaltblättchen von einschlußfreiem braunem Biotit.  
SM 4 151
- Fig. 11: Hypidiomorpher Zirkon mit anhaftender Grundmasse.  
SM 4 152
- Fig. 12: Idiomorpher kurzprismatischer Zirkon.  
SM 4 152
- Fig. 13, 14: Idiomorpher kurzprismatischer Zirkon mit Fremdeinschlüssen.  
SM 4 152
- Fig. 15: Verzerrt gewachsener idiomorpher Zirkon.  
SM 4 153
- Fig. 16: Magmatisch korrodierter und wachstumsbehinderter hypidiomorpher Zirkon.  
SM 4 152
- Fig. 17: Schartiges Fragment von Apatit.  
SM 4 152
- Fig. 18: Hypidiomorpher Apatit mit axialen Einschlüssen.  
SM 4 152
- Fig. 19: Pigmentierter hypidiomorpher Apatit.  
SM 4 152
- Fig. 20: Magmatisch korrodierter hypidiomorpher Apatit mit axialem Einschluß.  
SM 4 152



