

- Bericht über weitere Begehungen in der Umgebung von Kalksburg und Kaltenleutgeben (N.-O.). Verh. Geol. B.-A., Wien 1937, S. 163.
- SUËSS, F. E., BOBIES, C. A. und WALDMANN, L.: Geologische Karte der Umgebung von Wien. Geol. B.-A., Wien 1928.
- SPITZ, A.: Der Höllensteinzug bei Wien. Mitt. Geol. Ges., 3. Bd., Wien 1910.
- TOTH, A.: Das Torton von Perchtoldsdorf. Annalen Nat.-Hist. Mus., Bd. 56, Wien 1948, S. 400.
- TOULA, F.: Beiträge zur Kenntnis des Randgebirges der Wiener Bucht bei Kalksburg und Rodaun. Jahrb. Geol. R.-A., 21. Bd., Wien 1871.
- WOLF, H.: Eine Brunnengrabung in Perchtoldsdorf. Verh. Geol. R.-A., Wien 1859, S. 32.
- WINKLER, E.: Tortonfauna aus einem neuen Aufschluß bei Wien-Perchtoldsdorf. Ber. R. f. B., Wien 1942, S. 103.

## Die Kreideschiefer bei Kaisers und Holzgau in den Lechtaler Alpen (Apt—Unteres Cenoman)

VON REINHOLD HUCKRIEDE, Marburg<sup>1)</sup>

Die ausgedehnten Vorkommen von Kreideschiefern in den Lechtaler Alpen sind das größte Areal von Apt, Alb und Cenoman, das in den Kalkalpen noch einer gründlichen stratigraphischen Bearbeitung harret. Vorliegende Untersuchung behandelt nur einen Teil dieser Vorkommen, ein schmales Gebiet, das sich quer zum Alpenstreichen von den südlichsten Kreidevorkommen am Kalkalpen-südrand bis in die Holzgauer Mulde erstreckt und einen guten Überblick über die faziellen Differenzierungen an der Basis dieser Serie gibt.

### Ältere Ansichten über die Lechtaler Kreideschiefer

Das Alter dieser für den Bau und die Oberflächenformen der Lechtaler Alpen recht bedeutsamen Serie war lange Zeit verkannt. ESCHER VON DER LINTH und MERIAN (ESCHER VON DER LINTH, 1853, S. 8) waren geneigt, sie für Flysch zu halten, wie sie ihn in Vorarlberg und in der Schweiz kannten. Ein endgültiges Urteil über das Alter mochten sie aber nicht abgeben, da sie das Fehlen von Olquarziten, Helminthoiden und die Gleichförmigkeit ihrer scheinbaren Auflagerung auf den Lias in ihrer Ansicht wieder schwankend machte.

In der Folge finden wir die Lechtaler Kreideschiefer dann zumeist als Fleckenmergel = Allgäuschichten gedeutet (GÜMBEL, 1856, S. 28; RICHTHOFEN, 1859, S. 121; HAUER, 1877; LEPSIUS; BLAAS, 1902, S. 463, 464).

AMPFERER (1910, S. 59) entdeckte in den in den Lechtaler Alpen an der Basis der Kreideschiefer weitverbreiteten sedimentären Feinbreccien und Sandsteinen Orbitolinen, die er (1914, S. 311; 1932, S. 29) als *Orbitolina concava* (LAMARCK) aufführt. Auf Grund dieser Bestimmung rückte AMPFERER die Kreideschiefer-Serie in die Oberkreide. Hiervon abweichende, aber keineswegs durch Fossilien gestützte Ansichten haben SCHLOSSER und VETTERS geäußert. SCHLOSSER (1924, S. 93) zweifelte zwar nicht das Cenoman-Alter der Orbi-

<sup>1)</sup> Anschrift des Verfassers: Geolog.-paläontolog. Institut der Universität, Marburg a. d. Lahn, Deutschhausstraße 10.

tolinenbreccien an, doch schien ihm AMPFERER zu weit zu gehen, „wenn er auch die für Cenoman außergewöhnlich mächtigen Mergel am Kaiser- und Almejuroch, bei der Ansbacher Hütte, beim Spullersee etc., die bisher als Allgäuschiefer galten, auch noch in das Cenoman stellen will“. VETTERS (1947, S. 79) kann wohl nur die Lechtaler Kreideschiefer gemeint haben, wenn er in Vorarlberg und in Westtirol Kreideschichten erwähnt, „die wahrscheinlich neben Cenoman auch ältere Horizonte vertreten (dunkelgraue Sandsteine und Schiefer, Mergel mit Orbitolinenbreccien), und (S. 108) schreibt: „In den Lechtaler Alpen transgrediert die sandig-mergelige Unterkreide auf ältere Gesteine“. KOCKEL (1922, S. 151) vermutete, daß in der Kreideschiefer-Serie auch Alb vertreten sein könne.

Eine wechselhafte Einstufung mußten sich die Kreideschiefer der Holzgauer Mulde gefallen lassen. Ein Teil von ihnen wurde von HANIEL (1912, S. 10) als „Kreideflysch“ bezeichnet. Da aber EGGER eine Foraminiferenfauna aus den Kreideschiefern vom Antonienbad in Holzgau mit jener der Seewenschichten verglich, sah sich HANIEL (1912, S. 11) veranlaßt, die südlichen Kreideschieferpartien der Mulde als Senon (!) zu bezeichnen. Diese Einstufung findet man über Jahrzehnte hin bei mehreren Geologen, zuletzt bei v. KLEBELSBERG (1955, S. 18).

Da nach der Beschreibung von HANIEL (1912) die „Senonmergel“ von Holzgau sich allmählich aus flyschähnlichen Mergeln entwickeln und diese wieder ebenso allmählich und konkordant aus Aptychenfleckenkalken hervorgehen, hier auch die einzige Stelle in den Kalkalpen wäre, wo Gosau nicht diskordant ihrem Untergrund aufliegt, äußerte SPENGLER (1927, S. 141; 1953, S. 22) als erster Bedenken gegen die Einstufung der Foraminiferenmergel ins Senon. Ihm folgte M. RICHTER (1937, S. 60) und hielt es für möglich, daß hier neokome oder cenomane Mergel vorliegen. Es war auch RICHTER (RICHTER und SCHÖNENBERG, 1954, S. 61), der die sogenannten Senonmergel mikropaläontologisch untersuchen ließ. Das Ergebnis der Untersuchung (BETTENSTAEDT, WICHER und OBERHAUSER, 1953) lautet: „Sehr schlecht erhaltene, stark korrodierte Faunen mit großwüchsigen Globigerinen oder primitiven Globotruncanen, *Gavelinella sp.*, einige Sand-schaler. Soweit die stark korrodierte Fauna überhaupt eine Aussage zuläßt, scheint es sich um die gleiche Schicht, und zwar etwa um (Alb bis) Cenoman zu handeln. Damit könnte man hier das bekannte oberostalpine Cenoman der Lechtaldecke bestätigt sehen.“

#### Übergang Aptychenkalk / Kreideschiefer-Serie, basale Breccien, Sandsteine und Spatkalke (Apt bis tiefstes Alb)

AMPFERER (1914, S. 310; 1930, S. 110) glaubte, im Gebiet des Flexenpasses, wo am Zürser See die Kreideschiefer mit einer Basalbreccie beginnen, und auch westlich davon eine große Schichtlücke zwischen Aptychenkalk und Kreideschiefer-Serie annehmen zu müssen. Ablagerungen der Unteren und wohl auch eines großen Teiles der Mittleren Kreide sollten fehlen (AMPFERER und ASCHER, 1925, S. 374). Daß er die gleichen Verhältnisse auch für den größten Teil der Lechtaler Alpen annahm, geht aus der Bemerkung über das einzige ihm in den Lechtaler Alpen bekannte Neokomvorkommen östlich Gramais (1924, S. 34, 35) hervor. Vor Ablagerung der Kreideschiefer sollten Landbildungen und Faltungen stattgefunden haben (1913, S. 9); dagegen weist SPENGLER (1927, S. 142; 1951, S. 331) darauf hin, daß in weiten Gebieten der Lechtaler Alpen die Kreideschiefer-Serie fast oder gänzlich konkordant ihrem Untergrund aufliegt.

Auch im Rätikon, in der Umgebung der Straßburger Hütte, nimmt AMPFERER (1939, S. 5 und Fig. 1) zwischen der Ablagerung der Aptychen- und der Kreideschichten, die mit den Ledtaler Kreideschiefern verglichen und in die Mittlere und Obere Kreide gestellt werden, Landbildung und Abtragung an. Nach v. SEIDLITZ (1910, S. 49, zitiert bei KOCKEL, 1922, S. 151) sollen daselbst aber die Kreideschiefer allmählich aus den Jurabildungen hervorgehen.

Die neuen Untersuchungen zeigen, daß sich im größten Teil des behandelten Gebietes die Kreideschiefer-Serie ohne Sedimentationsunterbrechung aus den Aptychenkalken, bzw. Aptychenfleckenkalken entwickelt, auch in den Vorkommen mit sedimentären Breccien an der Basis keine Diskordanz auszumachen ist.

Gute Beispiele des Überganges Aptychenkalk, bzw. Aptychenfleckenkalk/Kreideschiefer findet man in der Holzgauer Mulde, z. B. im Höhenbachtal nordöstlich Asum \*) und nördlich Stockach, sowie in der näheren Umgebung von Kaisers bei Ruetzler, zwischen Stockwald und Mutte, auf der Mutte, nördlich Falmedonkopf und im Holzrinner Wald. Auch im Sulzetal ist der Übergang gut aufgeschlossen, so östlich Schmal-Egg. Während an all diesen Stellen keine Sandsteine in die Übergangsserie eingeschaltet sind, erscheinen diese weiter südlich in ihr. Östlich In den Stert, nahe der Guflespitze bildet eine um 12 m mächtige Serie von schwarzen und dunkelgrauen Mergelschiefern, die rege wechsellagern mit dünnen Bänken und Bänkchen von grauem Kalk und kalkigen Sandsteinen den allmählichen Übergang von Aptychenkalken in die Kreideschiefer. Dünnschliff: Kalk, grau, fein dunkelfleckig, 4,7 m stratigraphisch höher als typischer Aptychenkalk: massenhaft kleinwüchsige Globigerinen und massenhaft in Kalzit umkristallisierte Sphaerellarien.

Südlich Trostberg, westlich der Guflespitze, folgen auf Aptychenkalk schwächere, schwarzgraue, fossilere Mergelschiefer, dann grünlichgraue, kalkige Sandsteine, auf denen die typischen Kreideschiefer liegen.

Das Alter der Übergangsschichten mag Apt bis tiefes Alb sein, wie die unten zu behandelnden Fossilfunde in den südlichen Vorkommen schließen lassen. Der einzige Ammonitenfund in diesem Niveau stammt von Asum bei Holzgau, ist aber leider schlecht erhalten. Herr Prof. SEITZ in Hannover war so liebenswürdig, den Ammoniten zu begutachten, und tritt für eine Bestimmung als ? *Crioceras* ein.

Die genaue stratigraphische Einstufung der liegenden Aptychenkalke gelang wegen Fehlens auswertbarer Fossilien nicht. Daß die Aptychenkalke auch Neokom vertreten, beweist ein Fund von *Tintinnopsella cf. carpathica* (MURGEANU und FILIPESCU) bei Abwesenheit von *Calpionella alpina* Lorenz und *Calpionella elliptica* Cadisch (COLOM, 1948, S. 259 und DEFLANDRE, 1952, S. 319) am Stanskogel.

Östlich der Nesselwand erscheinen dann neben Sandsteinen sedimentäre polygene Breccien mit kalkigem Bindemittel. Sie sind reich an *Orbitolina conoidea-discoidea* GRAS und kleinen (1,7 bis 3,0 mm) Orbitolinen von der Gestalt der *Orbitolina trochus* (FRITSCH) (SILVESTRI, 1932, Taf. 4 = 12, S. 162 bis 166; YABE und HANZAWA, 1926, Taf. 2=4, Fig. 10).

Nach SILVESTRI, der *Orbitolina conoidea-discoidea* GRAS als zwei Arten auffaßt, kommt *Orbitolina discoidea* GRAS vom Barrême bis Cenoman (1930, S. 236; 1932, S. 189, 195) und *Orbitolina conoidea* GRAS vom Barrême bis Alb

\*) Zur topographischen Übersicht sind die Karten 1 : 25.000 des Alpenvereines (Blätter Allgäu-West, Arlberggebiet und Parseierspitzgruppe) oder die geologischen Karten gleichen Maßstabes von HANIEL und AMPFERER unentbehrlich.

vor (1932, S. 182, 183, 187, 188, 195). Die Hauptverbreitung hat *O. conoidea-discoidea* GRAS nach DOUVILLE (1912, S. 569, 571) aber im Apt. Auch SILVESTRIS Angaben der Hauptverbreitung ihrer Formen besagen das gleiche:

*Orbitolina conoidea* GRAS = Apt (1930, S. 234)

*Orbitolina discoidea* GRAS = Apt und Alb (1932, S. 195)

Auch HAGN (1952, S. 770) und ALBRECHT (1953, S. 94) stellen in den Tegernseer Bergen eine Breccie mit *Orbitolina conoidea* GRAS ins Apt.

Die zuerst aus Borneo bekanntgemachte *Orbitolina trochus* (FRITSCH) (FRITSCH, 1878) wurde nach SILVESTRI (1932, S. 166) in Japan, Zentralasien, Somaliland, Tripolitaniern und im südlichen Europa nachgewiesen und ist verbreitet im ? Apt, ? Alb, Cenoman und Turon. HENSON (1948, S. 61) fand *Orbitolina cf. trochus* auch im Iran (Qashqai-Sarhad-Gebiet) im „Middle Cretaceous Limestone“, der manchmal Apt an seiner Basis einschließen soll.

Nach der Hauptverbreitung der *Orbitolina conoidea-discoidea* und der noch zu behandelnden Mikrofauna der hangenden Kreideschiefer ist das Alter der Breccie östlich der Nesselwand mit großer Wahrscheinlichkeit Apt.

Gleichartige sedimentäre polygene Breccien mit der gleichen Orbitolinengesellschaftung sind im Gebiet des Stanskogels in Verbindung mit grünlich anwitternden Sandsteinen recht häufig und liegen direkt über dem Aptychenkalk oder in den tieferen Lagen der Kreideschiefer. So grenzen z. B. südlich Glogger um 6 m mächtige polygene Breccien mit kalkigem Bindemittel an hellgrauen, hornsteinführenden Aptychenkalk. Beide Formen der *Orbitolina conoidea-discoidea* GRAS sind hier häufig.

Eine Wechsellagerung von reinen Kalken, die eine hochmarine, pelagische Fauna enthalten, mit klastischen Gesteinen wie Sandsteinen und sedimentären Breccien ist im Stertentobel, nördlich Obere Sterte in der Almajuraalm, bemerkenswert. Die grünstichig grauen, dunkelfleckigen Kalke enthalten massenhaft kleine Globigerinen, umkristallisierte Sphaerellarien und Nasselarien, ferner *Rhopalastrum sp.*

In den sedimentären Breccien erkennt man sowohl eckige als auch wohlgerundete Komponenten. Ihr Durchmesser liegt gewöhnlich zwischen 0,5 und 5 mm. Größere Gerölle treten nur ganz vereinzelt auf, schwimmen sozusagen im feineren Material und erreichen zuweilen Durchmesser von 4,5 cm.

Am häufigsten sind Quarze, z. T. grünlich oder rötlich verfärbt, und Quarztektonite. Daneben erkennt man: Sericitquarzite, feine graue Quarzite und quarzitisches Sandsteine, Glimmerschiefer, graue bis helle Phyllite, kleine Fetzen eines Chlorit-Gesteins, Felsite, helle Glimmer und Granat.

SANDER (1917, S. 139) führt aus den Lechtaler Kreidebreccien geregelten Quarzmylonit, aus dem Fallesinkar (wohl glazial verfrachtete Breccien) Diabas und Felsit an.

Gerölle mesozoischer Karbonatgesteine treten in den Breccien selten auf. Es handelt sich vorherrschend um fein dunkelfleckige graue Kalke, die wohl von in der weiteren Umgebung des behandelten Gebietes aufgearbeiteten allerjüngsten Aptychenkalken stammen und zusammen mit der regen klastischen Schüttung geringe Krustenbewegungen in der kalkalpinen Geosynklinale verraten.

Für die Bearbeitung der Komponenten der Breccien, Erwägung ihrer Herkunft und einen Vergleich mit denen der Gosauschichten stand nicht genug Material und Zeit zur Verfügung. Auch würde sie dadurch erschwert, daß Gerölle über 5 mm Größe selten sind.

Einstreuung von Phyllit und Glimmerschiefer war bisher mit Ausnahme der Kreidebreccie der Mohnenfuh in den Kreideschiefer-Bildungen der Lechtaler Alpen nicht bekannt (AMPFERER, 1930 a, S. 53). Stückchen und Schuppen von Phyllit sind aber keineswegs selten.

Am Stanskogel fand sich in den Breccien ein Korallenrest. Verbreitet sind in den Breccien auch Echinodermen-Kalzitspäte, ja die Breccien können von sandigen bis feinbrecciösen Spatkalken vertreten werden.

Die hier behandelten Apt-Breccien stellen im „Oberostalpin“ keine vereinzelt Vorkommen dar. Schon HAGN (1952, S. 770) und ALBRECHT (1953, S. 94) wiesen in den Tegernseer Bergen polygene Breccien mit *Orbitolina conoidea* GRAS nach und halten sie für identisch mit den von TRUSHEIM (1930, S. 50) aus dem Neokom der Mittenwalder Karwendelmulde und den von CUSTODIS und SCHMIDT-THOME (1939, S. 398, 399) zwischen Hindelang und Pfronten beschriebenen Breccien.

Die weite Verbreitung der Breccien, die Tatsache, daß in ihnen aufgearbeitete Aptychenkalke liegen (CUSTODIS und SCHMIDT-THOME (1939, S. 399), die transgressive Lage am Flexenpaß (AMPFERER, 1914, S. 310; 1930 b, S. 110) und der Umschwung in der Sedimentation von reinen, pelagischen Kalken, wie sie die Aptychenkalke darstellen, zu z. T. flyschartigen Gesteinen beweisen für das Apt Krustenbewegungen in der alpinen Geosynklinale. Im behandelten Gebiet selbst liegt, wie schon betont, eine erkennbare Diskordanz zwischen Aptychenkalk und der Kreideschiefer-Serie nicht vor.

#### Profila m Nordhang des Murmentals, südwestlich Stanskogel:

1. (Oben, stratigraphisch alt; inverse Lagerung). Kalk, hellgrau, zu massigen Paketen zusammengewalzt, mit zerscherten Hornsteinkonkretionen, durchsetzt von vielen Kalzitadern in den jüngsten Lagen dunkler und undeutlich fleckig. = Aptychenkalk.
2. Kalk, grau, zart grünstichig, fleckig, mit vielen kalzitisierten Sphaerellarien. = Aptychenkalk (Fleckenkalk).
- Allmählicher Übergang 2 zu 3.
3. Kalk, dunkelgrau, stark von Kalzitadern durchsetzt, mit vielen kalzitisierten Radiolarien. = Aptychenkalk (Fleckenkalk).
4. Um 0,95 m Spatkalk bis kalkige polygene Feinbreccie, mit Quarzkörnern und Phyllitschüppchen und Echinodermen-Kalzitspäten. = Kreideschiefer-Serie, Apt.
5. 0,7 m Tonschiefer, grünelkgrau, mit vielen Echinodermenresten, *Anomalina* oder *Gavelinella* sp. und einigen unbestimmbaren Foraminiferen im Dünnchliff. Darin stecken mehrere, meist 0,07 m starke Spatkalkbänkehen, grau und sehr kieselig.
6. 0,52 m 3 Bänke Kalk, feinspätig, grau, mit Hornsteinlagen in der Mitte der oberen und unteren Bank. In der mittleren Bank (nach Dünnchliff): abgerollte Echinodermen-Kalzitspäte, kleine Globigerinen, *Pseudovalvulinaria lorneiana trocoidea* (GANDOLFI), wohl = *Hedbergina semilonensis* (HARLTON), *Anomalina* oder *Gavelinella* sp., textulariide Foraminiferen = wohl Unteres Alb.
7. 0,25 m Mergelschiefer, grünlichgrau, zwischen dünnbankigen, grauen bis grünlichgrauen, feinspätigen Kalken.
8. Um 2 m Kalke, dünnplattig, grünstichig grau, und Mergelschiefer, grünlichgrau bis grau. In den ältesten Lagen nach Dünnchliff: Massenhaft *Pseudovalvulinaria lorneiana trocoidea* (GANDOLFI), wohl = *Hedbergina semilonensis* (HARLTON),

*Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI),  
kleine Globigerinen,  
*Anomalina* oder *Gavelinella* sp.,  
Seeigelstachel,  
Echinodermenreste

= wohl Unteres Alb.

8. (Unten, stratigraphisch jung.) Allmählicher Übergang in die typischen Kreideschiefer des Alb.

Am Südrand der Kreideverbreitung fehlen Breccien und Sandsteine gänzlich. Hier beginnt die Kreideschiefer-Serie mit dunkelgrauen Spatkalken. So liegt im Schwein-Grüble beim Malatschkopf über geringmächtigem Aptychenspatkalk des Kalkalpensüdrand-Schwellenjuras (HUCKRIEDE, 1956, S. 77—95) 0,1 m schwarzgrauer Kalk mit Echinodermen-Kalzitspäten an der Basis der Kreideschiefer.

Am Wanderweg beim Schindlekopf liegen zwischen 2 m Aptychenkalk und den Kreideschiefern zuunterst ein 0,035 m starkes grünlichgraues Kieselbänkchen, darüber 2,2 m plattige, dunkle Kalke und Mergelkalke, die etwas Glaukonit führen, schmutzig braungrau anwittern und voller Echinodermen-Kalzitspäte und schwarzer Selachierzähne sind.

### Faziesgliederung

In den basalen Bildungen der Kreideschiefer-Serie zeichnet sich eine Fazies-Abfolge ab (siehe Abb. 1):

1. Im Norden (Holzgauer Mulde bis in die Gegend von Kaisers) liegt ein allmählicher Übergang von Aptychenkalken bzw. Aptychenfleckenkalken zu den Kreideschiefern durch eine sandfreie Wechsellagerung Kalk/Mergelschiefer vor. (In den eigentlichen, unten zu besprechenden Kreideschiefern können natürlich auch hier Sandsteine auftreten; nur die eigentliche Basis der Serie sei betrachtet.)

2. Südlich Kaisers schalten sich Bänke und Bänkchen von Sandsteinen in die Übergangszone ein.

3. Südlich davon, im Almajurtal und im Stanskogelgebiet, sind sedimentäre Breccien mit Orbitolinen und Sandsteine weit verbreitet, stellenweise vertreten durch sandige Spatkalke.

4. Südrand der Kreidevorkommen (Kalkalpensüdrand): Kreideschiefer-Serie beginnt mit sandfreien Spatkalken.

Man erkennt also an der Faziesverteilung den hier schon in Obertrias und Lias gültigen Abfall nach einem im N gelegenen Becken-Tiefsten hin. Im Gebiet der Schwellenregion am Südrande der Kalkalpen, die sich im Jura durch schwächere Cephalopoden-, Riff- und Spatkalke auszeichnet, herrscht eine geringe Sedimentation in Form von spätigen Kalken. Stellenweise mag es hier sogar zu einer Sedimentationsunterbrechung zwischen Aptychenspatkalk und Kreideschiefer-Serie gekommen sein, wie geringe Brauneisenschwarten zwischen beiden Gesteinsgruppen andeuten.

Die größere Schüttung in den der Schwellenregion nördlich vorgelagerten Gebieten könnte von S durch Pforten innerhalb der Schwellenregion gekommen sein. Wahrscheinlicher ist aber eine Verfrachtung durch aus östlichen, vielleicht auch westlichen Richtungen kommenden Strömungen.

In den noch zu besprechenden Kreideschiefern herrscht dann im Alb und Cenoman eine einheitliche, gleichförmige Ausbildung der Gesteine vom Kalkalpensüdrand bis über die Holzgauer Mulde hinaus. Die alten Faziesbezirke der Obertrias und des Juras waren nun ausgelöscht.

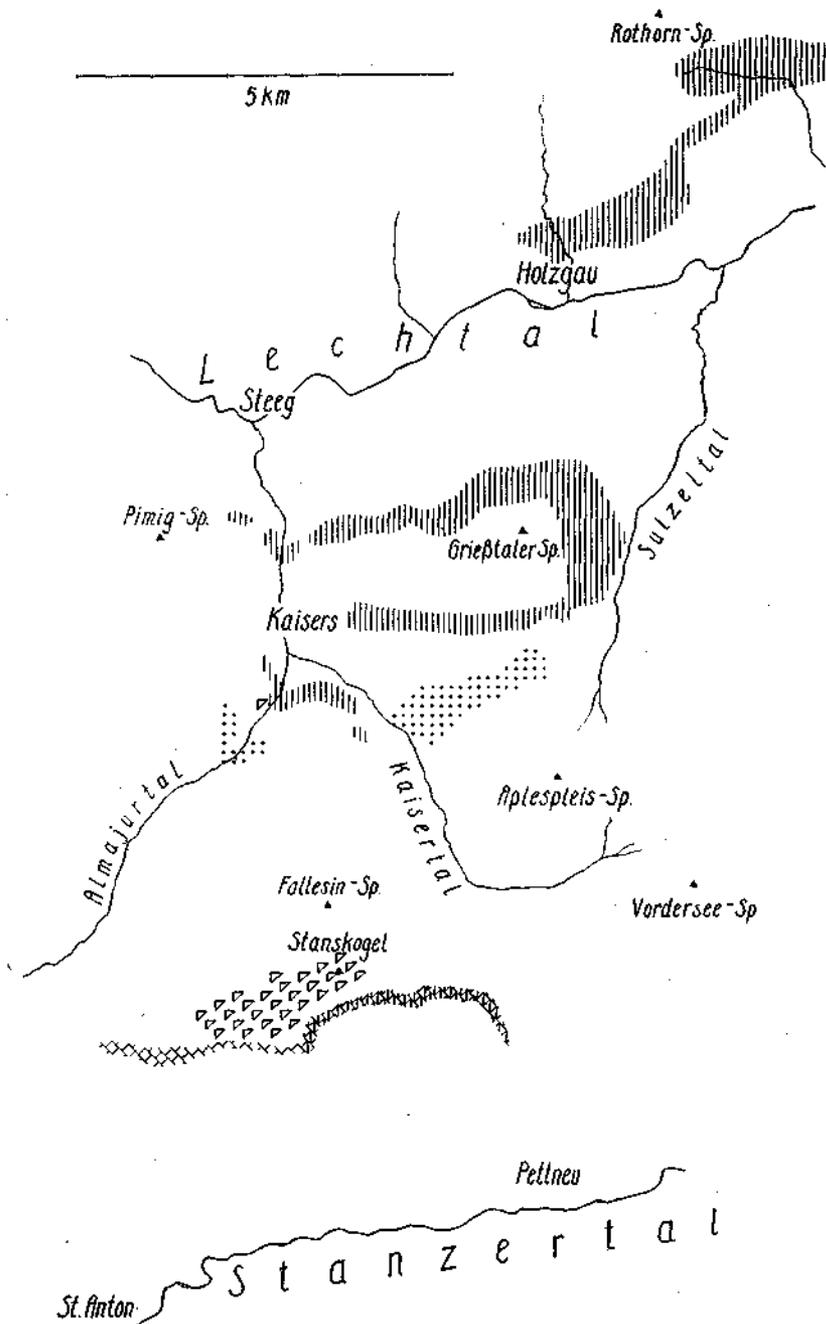


Abb. 1. Die faziellen Verhältnisse in der tiefsten Kreideschiefer-Serie (Apt).  
 Gestrichelt: Wechsellagerung Kalke/Mergelschiefer ohne Sandsteine. — Punkte: Wechsel-  
 lagerung Kalke/Mergelschiefer mit Sandsteinlagen. — Dreiecke: Polygene Breccien, Sandsteine,  
 Spaltkalke, daneben Mergelschiefer. — Quadersignatur, durchteilt (nachgewiesen) und un-  
 durchteilte (vermutet): nur schwächige Spatkalke. — Maßstab 1 : 100.000.

## Die Hauptmasse der Kreideschiefer (Unteres Alb bis Unteres Cenoman)

Es ist eine Serie von grauen bis schwärzlichen Ton- und Mergelschiefern, in der besonders in den älteren Lagen Sandsteinbänke und -bänkchen sowie sandige Schiefer eingelagert sind. Die Schiefer brechen oft in größere ebene Platten, die weich seidig anwittern. Ihren sanften, durch feinste Glimmerminerale bewirkten Glanz der Flächen nimmt man besonders bei Betrachtung aus einiger Entfernung wahr. Im Almajurgebiet fiel diese Erscheinung schon ESCHER VON DER LINTH (1845, S. 555) auf.

Feine kohlige Partikelchen verursachen oft schwarzgraue bis schwarze Farben der Gesteine. Herrschen diese vor, so ist der Eindruck unbewachsener Kreideschiefer-Hänge oft sehr düster. Ein Name wie „Schwarzer Grat“ findet darin seine Erklärung.

An einigen Stellen, so südöstlich Trostberg und zwischen Guffespitze und Gufeljoch, beleben rote Farben die dunkle Tracht der Schiefer. Es handelt sich um rotgefärbte Partien und Bänder von 1 bis 150 cm Stärke, die in grauen bis grünlichgrauen, fleckigen Mergelschiefern liegen. Die Farbgrenzen schneiden oft scharf und schräg durch die Schichten. Die roten Kreideschiefer sind reich an Foraminiferen. In den Holzgauer Kreideschiefern erwähnt HANIEL (1912, S. 10) rote foraminiferenreiche Mergel.

Wegen des Reichtums an dunklen Grabgangausfüllungen, Fucoiden und Flecken verdienten die Kreideschiefer den Namen „Fleckenmergel“ eigentlich mehr als die so benannten Allgäuschichten. Von den Fucoiden sei eine häufige Form erwähnt, die jener gleicht, die LORENZ (1901, Taf. 8) als *Phycopsis targioni* BRGT. aus dem Unterkreideflysch des südlichen Rätikons abbildet.

Auf die Druckschieferung und Teilverschiebungen der Kreidipelite in den Lechtaler Alpen hat KRAUS (1949, S. 40, 59, Abb. 8, 26) hingewiesen und Skizzen gegeben. Diagonalschieferung ist in den südlichen Teilen des Arbeitsgebietes weit verbreitet. Diese läßt das Gestein oft in „Griffel“, ja sogar in „Spieße“ bis 55 cm Länge zerfallen. Stellenweise zerbrechen die Mergel auch in polygonalscherbige Stückchen.

Zu den schroffen Kalk- und Dolomitbergen geben die leicht verwitterbaren Kreideschiefer den harmonischen Ausgleich in Form weiter Täler und schwungvoller Hänge. Mehr als die Jura-Fleckenmergel bieten sie einen geeigneten Boden für Almen und Mäher.

Vor allen Dingen in den älteren Partien der Schiefer sind Sandsteine eingelagert. Solche sind besonders gut östlich der Griefstaler Spitze zu beobachten. Die ältesten Sandsteinvorkommen sind hier dickbankig, um 10 m mächtig und grünlichgrau. Selten kommt Pflanzenhäcksel vor. Orbitolinen fehlen. Stratigraphisch höher in der Schieferserie folgt dann eine Wechsellagerung von schwarzen Mergelschiefern mit Sandsteinbänkchen und -bänken, die Mächtigkeiten von 15 bis 150 cm zeigen.

Des öfteren beobachtet man eine starke Glimmerstreuung in den dünnen Sandsteinbänkchen.

Glaubte AMPFERER (1932, S. 28) an ein oberkretazisches Alter der Lechtaler Kreideschiefer, so stellte sich doch mit einer Reihe von Dünnschliffen heraus, daß wohl der größte Teil noch dem Alb zuzurechnen ist. Daß Albsedimente sich unter dem Holzgauer Kreideflysch HANIELS und den Lechtaler Kreideschiefern

verbergen könnten, hatte übrigens schon KOCKEL (1922, S. 151) erfüllt. Auch sei hier noch einmal auf die Annahme von VETTERS verwiesen.

AMPFERER (1932, S. 30) nahm eine Mächtigkeit der Kreideschiefer von etwa 300 bis 400 m an. Sie scheint aber zu hochgegriffen zu sein. Mit Vorbehalt seien  $\pm 250$  m angegeben. Der größte Teil davon, wohl zwischen 150 und 200 m, mag zum Alb gehören.

An Fossilien, auch an Foraminiferen, sind die Kreideschiefer nur stellen- und lagenweise reich. Mächtige Partien, besonders die schwarzen Schiefer, sind äußerst fossilarm. Größere Fossilien sind sehr selten und stets sehr schlecht erhalten; es fanden sich: einige Belemniten, einige verrostete, verdrückte kleine Ammoniten (? *Puzosia*) und Seeigelteile, besonders Stachel. Auch den besterhaltenen Rest von *Inoceramus* vom Nordhang der Guflespitze hält Herr Prof. Dr. SEITZ, Hannover, wegen zu starker Verdrückung für unbestimmbar.

Zur Auswahl seien einige Faunen gegeben, die vorwiegend im Dünnschliff bestimmt wurden:

1. Schwarzer Grat; graue, dunkelfleckige Mergelschiefer:  
Echinodermen-Kalzitspäte,  
viele kleine Globigerinen,  
*Anomalina* oder *Gavelinella* sp.,  
*Fronicularia* sp.,  
*Nodosaria* sp.,  
unbestimmbare Foraminiferen, = wohl Unteralb
2. Südlich Trostberg; graue Mergelschiefer mit Flecken und Fraßgängen: Seeigelstachel,  
massenhaft kleine Globigerinen,  
*Anomalina* oder *Gavelinella* sp.,  
*Palmula* sp.,  
*Dentalina* sp.,  
*Nodosaria* sp.,  
*Lenticulina* (*Astacolus*) sp. = wohl Unteralb
3. Südlich Trostberg; rote Mergelschiefer, etwa im gleichen Niveau liegend wie 2:  
massenhaft *Pseudovalvulineria lorneiiana trocoidea* (GANDOLFI) wohl = *Hedbergina seminolensis* (HARLTON),  
*Planomalina buxtoni* (Gandolfi)  
einige unbestimmbare Foraminiferen, = wohl Unteralb
4. Am Pfad östlich Trostberg, etwa 20 m über dem Übergang Aptychenkalk/Kreideschiefer:  
viele in Kalzit umgewandelte Radiolarien,  
Sphaerellarien und Nasselarien, deren Gittergerüst in Brauneisen umgewandelt ist,  
kleine Globigerinen,  
*Pseudovalvulineria lorneiiana trocoidea* (GANDOLFI) wohl = *Hedbergina seminolensis* (HARLTON),  
*Anomalina* oder *Gavelinella* sp.,  
*Gyroidina* sp.,  
*Ammodiscus* sp.,  
eine Spore = wohl Unteralb
5. Östlich Saurücken; Mergelschiefer, grau, dunkelfleckig:  
kleine Globigerinen,  
*Thalmaninella ticinensis alpha* (GANDOLFI),  
*Ticinella roberti* (GANDOLFI),  
*Pseudovalvulineria lorneiiana trocoidea* (GANDOLFI), wohl = *Hedbergina seminolensis* (HARLTON),  
*Anomalina* oder *Gavelinella* sp.,  
*Nodosaria* sp.,  
*Bolivina* sp.,  
*Textularia* sp.,  
unbestimmbare Foraminiferen = wohl Oberalb
6. Südwestlich Maisskopf, etwas südöstlich Punkt 1964, zwischen den beiden markanten Runsen;  
graue, fleckige Mergelschiefer:

*Pseudovalvulineria lorneiana trocoidea* (GANDOLFI), wohl = *Hedbergina seminolensis* (HARLTON),  
*Ticinella roberti* (GANDOLFI),  
*Thalmaninella ticinensis alpha* (GANDOLFI),  
*Lenticulina* sp., = wohl Oberalb

7. Nordwestlich Almajurloch, Mergelkalklinse, dunkelgrau, dunkelfleckig, hellgrau anwitternd, aus typischen Kreideschiefern:  
häufig kleine Globigerinen,  
*Rotalipora appenninica* (RENZ),  
einige unbestimmbare Foraminiferen = Unteres Cenoman

### Grundlagen der stratigraphischen Einstufung:

Die Alterseinstufung der Proben gründen sich auf die stratigraphischen Aufeinanderfolge der Globotruncanen und ihrer Vorläufer, wie sie RENZ (1936) aus der Scaglia des Apennin, GANDOLFI (1942) und REICHEL (1950) aus der Scaglia des Kanton Tessin, SIGAL (1952) aus Algerien und HAGN & ZEIL (1954) aus den bayrischen Alpen beschrieben haben. Ihr Anhang an die Orthostratigraphie bietet besonders ein Profil in der Umgebung des Djebel Ouenza in Algerien (DUBOURDIEU & SIGAL, 1949 und 1951).

Verbreitung der für die Stratigraphie der Lechtaler Kreideschiefer wichtigen Foraminiferen:

1. *Pseudovalvulineria lorneiana trocoidea* (GANDOLFI) wohl = *Hedbergina seminolensis* (HARLTON)  
nach GANDOLFI (1942): Scaglia variegata bis Zone 22  
BRÖNNIMANN & BROWN (1955, S. 529, 530) stellen *Anomalina lorneiana* (non D'ORBIGNY) GANDOLFI, 1942, und *Anomalina lorneiana* var. *trocoidea* GANDOLFI, 1942, zu *Herbergina seminolensis* (HARLTON) = *Globigerina seminolensis* HARLTON, 1927. Als Verbreitung auf Cuba geben sie an „Aptian or Albian to Cenomanian“.
2. *Ticinella roberti* (GANDOLFI)  
nach GANDOLFI (1942): höhere Scaglia variegata bis tiefste Scaglia bianca (Zonen 22 bis 27)  
nach REICHEL (1950): Scaglia bianca, Zonen 27 und 28  
nach DUBOURDIEU & SIGAL (1949): Zone mit *Mortoniceras rostratum*; (1951): Vraconien z. T. und Oberes Alb  
nach SIGAL (1952): vom vermutlichen Mittleren Alb an bis unterstes Cenoman
3. *Thalmaninella ticinensis* (GANDOLFI)  
nach GANDOLFI (1942): untere Hälfte der Scaglia bianca (Zonen 28 bis 34)  
nach SIGAL (1952): Oberalb, vielleicht noch in einer Partie des Mittleren Alb.
4. *Thalmaninella ticinensis alpha* (GANDOLFI)  
nach GANDOLFI (1942): Scaglia bianca (Zonen 28 und 29)  
nach DUBOURDIEU & SIGAL (1949, 1951): tiefster Teil der Zone mit *Mortoniceras rostratum*, noch tiefer als Fund von *Pervinquieria inflata* (Sow.) = Oberalb (siehe SEITZ, 1952, S. 150 und BETTENSTAEDT, 1953).

5. *Rotalipora appenninica* (RENZ)

nach GANDOLFI (1942): Mitte der Scaglia bianca (Zone 34) bis Flysch (Zone 64)  
nach REICHEL (1950): erste als *R. appenninica* bestimmbare Formen ab Zone 30 der Scaglia bianca

nach DUBOURDIEU & SIGAL (1949): beginnt an der Unterkante der Zone mit *Acanthoceras mantelli* = Untercenoman und Vraconien z. T. nach SIGAL (1952): von Beginn Cenoman bis Obercenoman.

6. *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI) = *Planulina buxtorfi* GANDOLFI nach GANDOLFI (1942): Scaglia bianca (Zonen 30 bis 37)

nach DUBOURDIEU & SIGAL (1949, 1951): von Oberalb bis Wende Vraconien/Cenoman

nach SIGAL (1952): oberstes Alb bis unterstes Cenoman.

Nach diesen Befunden im Mediterranbereich wird gewagt, die Faunen mit vorherrschender *Pseudovalvulineria lorneiana trocoidea* wohl = *Hedbergina seminolensis* den älteren Niveaus des Alb, die mit *Ticinella roberti* und *Thalmaninella ticinensis alpha* den jüngeren Niveaus des Alb und die Fauna mit *Rotalipora appenninica* dem Cenoman zuzuweisen.

Ob im kalkalpinen Bereich aber die gleiche betreffende Foraminiferenfolge wie in den südlicheren mediterranen Profilen vorliegt, ist allerdings keineswegs gesichert. Eine subtile Profilbearbeitung mit engen Probeentnahmen für Dünnschliffe steht in den Lechtaler Kreideschiefern noch aus.

Zu beachten ist folgendes: Während GANDOLFI (1942, Tabelle), DUBOURDIEU & SIGAL (1949), S. 208) und ZEIL (1955, Tabelle, S. 154, 156, 157) *Planomalina buxtorfi* nur im Oberalb bzw. noch im untersten Cenoman fanden, kommt sie im behandelten Gebiet schon in den tiefsten Kreideschiefern, in den älteren Niveaus des Alb vor. Ein so frühes Erscheinen dieser Art scheint sonst noch nie beobachtet worden zu sein.

Nach ZEIL (1955, S. 158, 159) scheint selbst *Thalmaninella ticinensis*, die man sonst nur aus dem Oberalb und tiefsten Cenoman kennt, schon in bedeutend älteren Schichten vorzukommen. ZEIL fand westlich von Ruhpolding in schwarzen Mergeln mehrere Exemplare von *Acanthoplites gargasensis* (D'ORB) und *Tetragonites duvali* (D'ORB), wovon — wie ZEIL selbst schreibt — die erstere Art nach ROMAN (1938, S. 349) im Oberapt, die zweite nach demselben Autor (1938, S. 43) vom oberen Gargas bis in das untere Alb vorkommt. Schon viel früher hatte NÖTH (1926, S. 468) an der gleichen Stelle die gleichen Ammoniten gefunden und die Mergel entsprechend in das obere Apt dargestellt. Die begleitende Foraminiferenfauna besteht aber nach ZEIL (1955, S. 159) aus

*Thalmaninella ticinensis* (GANDOLFI)  
*Globigerina infracretacea* GLAESSNER  
und Sandschalern.

Entgegen der normalen Gepflogenheit in der Stratigraphie wird nun von ZEIL, da „*Thalmaninella ticinensis* (GANDOLFI) in einer Reihe von mediterranen Profilen im Grenzbereich Alb/Cenoman auftritt“, das Ergebnis der Ammonitenfunde verworfen und „der Foraminiferenfauna eine größere Bedeutung zugemessen“.

Sind eine sichere Untergliederung des Alb und die Grenzziehung gegen das Apt wegen der noch unsicheren Foraminiferenstratigraphie zur Zeit noch nicht

möglich, so besteht doch kein Zweifel an der Unrichtigkeit der AMPFERERSchen Einstufung der ganzen Lechtaler Kreideschiefer in die Oberkreide und an der Tatsache einer mächtigen Alb-Serie. Die wenigen bisher bekannten Vorkommen von sicherem Alb in den Nördlichen Kalkalpen [GEYER, 1909, S. 70: bei Losenstein, Fund von *Leymeriella tardefurcata* (L e y m.) (D'ORB.); über die bayrischen Vorkommen siehe bei RICHTER (1924, S. 39), HAGN (1952, S. 768, 769), ZEIL (1955, S. 153—159, 1956)] haben mit den Lechtaler Kreideschiefern eine beträchtliche Bereicherung erfahren.

Wenn BRINKMANN (1954, Tabelle zwischen S. 220 und 221) noch innerhalb der nordkalkalpinen Kreide im höheren Alb eine Schichtlücke darstellt, so entspricht das nicht mehr dem Stande unseres Wissens (vgl. auch ZEIL, 1955, S. 143).

Cenoman kann nur mit einer Probe mit *Rotalipora appenninica* (RENZ) belegt werden. Da in ihr all die Globotruncanenformen fehlen, die z. B. auch in den bayrischen Kalkalpen (ZEIL, 1955, S. 161, 162, 164 bis 166) im höheren Cenoman *Rotalipora appenninica* begleiten, scheint in dieser Probe Unteres Cenoman vorzuliegen. Wie hoch diese Probe im Profil der Kreideschiefer liegt, kann nicht gesagt werden. Sie stammt mitten aus dem weiten Kreideschiefergebiet der Almajuralm, dessen feinerer Bau wegen der gleichförmigen Tracht der Schiefer nicht aufzulösen ist. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist das Untere Cenoman die jüngste noch im bearbeiteten Gebiet erhalten gebliebene mesozoische Schicht.

In der Holzgauer Mulde konnte kein Cenoman nachgewiesen werden. Der Gegensatz zu den Einstufungen von BETTENSTAEDT, WICHER & OBERHAUSER erklärt sich durch die Art der Aufbereitung des Sedimentes. Bei der innigen Verwachsung der Foraminiferen in den Schiefen sind die stratigraphisch wichtigen Foraminiferen der mediterranen Kreide im Dünnschliff sicherer zu bestimmen, als wenn man, wie es bei den Proben von RICHTER geschah, mit Glaubersalz aufbereitet, so daß die Foraminiferen korrodiert erscheinen.

### Faunen aus der Holzgauer Mulde:

1. Mergelschiefer direkt über der Übergangzone Aptychenfleckenkalk/Kreideschiefer, grünstichig grau und dunkelflechtig; Höhenbachtal bei Holzgau, Wasserriß nordöstlich Asum:

Echinodermenreste,  
*Pseudovalvulineria lorneiiana trocoidea* (GANDOLFI) wohl = *Hedbergina seminolensis* (HARLTON),  
 kleine Globigerinen,  
*Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI),  
*Anomalina* oder *Gavelinella* sp.  
*Bolivina* sp. = wohl Unteres Alb.

2. Mergelschiefer, grünstichig grau, nach den Karten von HANIEL (1914) und AMPFERER (1932, Parseierspitz-Gruppe) „Senonmergel“; Holzgau, nordöstlich „Bad“ der Karte:

massenhaft *Pseudovalvulineria lorneiiana trocoidea* (GANDOLFI) wohl = *Hedbergina seminolensis* (HARLTON),  
*Anomalina* oder *Gavelinella* sp. = wohl Unteres Alb

Mit diesen Ergebnissen ist bewiesen, daß HANIELS Kreideflysch gleichaltrig ist mit HANIELS und AMPFERERS Holzgauer „Senonmergel“ und die Holzgauer Kreide nichts anderes darstellt als die Kreideschiefer der Lechtaler Alpen, denen sie auch petrographisch vollkommen gleicht und daß es sich bei Holzgau um Alb handelt.

## Die Frage der präcenomanen Bewegungen

Als ein wichtiges Ergebnis der neuen Einstufung der Lechtaler Kreide mag das völlige Fehlen von Spuren der in den nördlichen Kalkalpentteilen bedeutsamen präcenomanen Gebirgsbildung (RICHTER, 1926) herausgestellt sein. Während in den nördlichen Randgebieten der Kalkalpen Breccien und Sandsteine an der Basis des Cenomans oder noch im obersten Alb liegen (ZEIL, 1955, Tab. 1), finden sich in den Lechtaler Alpen solche im Apt bzw. noch im tiefsten Alb. Das Cenoman dagegen entwickelt sich in Form von pelitischen Gesteinen aus genau den gleichen Peliten des Alb. Krustenbewegungen sind dagegen im  $\pm$  Apt der Lechtaler Alpen (z. B. am Flexenpaß) faßbar. Die Annahme ZEILS (1955, S. 213), die präcenomane Faltungsintensität hätte von der kalkalpinen Randzone im N nach S hin zugenommen, gilt für die Lechtaler Alpen nicht.

Einen normalen Übergang von hohem Alb in tiefes Cenoman erwähnt auch ZEIL (1955, S. 212) aus dem Heimgarten-Gebiet und einen wahrscheinlichen östlich von Schwangau (Schleifmühlgraben = Hölle; S. 157); auch in Tab. 1 ist ein solcher dargestellt, Zeichen, daß sich die präcenomanen Bewegungen selbst nicht einmal überall in den nördlichen Kalkalpenabschnitten als Diskordanz ausgewirkt haben (KOCKEL, RICHTER & STEINMANN, 1931, S. 97) und stellenweise die Spuren der Bewegungen nur in der klastischen Schüttung bemerkbar sind.

Die Annahme von ZEIL (1955, S. 210), das Meer sei während Alb, Cenoman und Turon nur langsam nach S gedrunken, gilt höchstens für den Alpenrand. In den Ablagerungsgebieten der Lechtaler Kreide hatte das Kreidemeer bis ins Cenoman hinein stets geherrscht. Ob das auch noch im höheren Cenoman oder gar im Turon der Fall war, kann allerdings vom bearbeiteten Gebiet aus nicht entschieden werden.

### Zusammenfassung

Von den ausgedehnten Vorkommen der Lechtaler Kreideschiefer werden jene in der Umgebung von Kaisers und Holzgau beschrieben und nach Foraminiferenfaunen stratigraphisch eingestuft. Die Serie beginnt im Apt und entwickelt sich ohne Diskordanz aus den Aptychenkalken heraus. In den tiefsten Niveaus der Serie hat noch eine während der ganzen Jura-Zeit bedeutsame Schwelle am Kalkalpensüdrand Einfluß auf die Sedimentation, indem hier nur geringmächtige Spatkalke abgelagert werden. Im nördlich davon gelegenen Gebiet erkennt man an den klastischen Einschaltungen und deren Auskeilen und Verschwinden nach N zu, das hier schon seit der Obertrias gültige Tieferwerden des Meerestrogos in nördlicher Richtung.

Mit der überall gleichförmigen Ausbildung der eigentlichen, wohl um 250 m mächtigen Kreideschiefer sind dann die alten Faziesdifferenzierungen ausgelöscht. Mikropaläontologisch nachgewiesen wurden in den Schiefeln Unteres und Oberes Alb sowie Unteres Cenoman. Jüngere Kreideschichten wurden nicht bekannt. Die lange Zeit ins Senon gestellten Holzgauer Kreideschiefer gehören dem Alb an.

Bemerkenswert ist das Fehlen jeglichen Anzeichens der am Nordrand der Kalkalpen bedeutsamen präcenomanen Bewegungen.

### Nachtrag während des Druckes

Herr E. KOCH, Marburg, hat während der Drucklegung dieser Arbeit das Glück gehabt, in den Kreideschiefeln der westlichen Lechtaler Alpen einige bestimmbare Ammoniten zu finden, und wird bei Gelegenheit darüber berichten. Die Herren COLLIGNON und BREISTROFFER in Grenoble übernahmen freundlicherweise die

Bestimmung. Es handelt sich um Formen, die nach der reichen Erfahrung der beiden Herren im Oberalb und im Vraconien vorkommen. Auch ein Ammonitenrest aus den typischen Kreideschiefern des hier behandelten Gebietes konnte noch als *Kossmatella sp. indet.* bestimmt werden. Diese Ammonitenfunde sind eine gute Bestätigung der in dieser Arbeit vertretenen Stratigraphie.

Der oben aus der Übergangsserie Aptychenfleckenkalk/Kreideschieferserie von Asum bei Holzgau erwähnte Ammonitenrest wurde von beiden französischen Geologen, denen herzlich gedankt sei, als *Stomohamites* aus der Verwandtschaft des *Stomohamites duplicatus* (Pict. et C.) bestimmt. Letzterer kommt im Oberalb vor. Der Verfasser hält den Rest aber bei der Unschärfe der Bestimmung und der geringen Kenntnis der ostalpinen Albammoniten für nicht geeignet, das aus den verschiedensten Anhaltspunkten gewonnene Alter (Apt bis tiefes Alb) des Kreideschieferfußes in höheres Alb zu ändern.

Der Verfasser hatte inzwischen auch Gelegenheit, das oben erwähnte sogenannte einzige Neokomvorkommen der Lechtaler Alpen am Sattelle bei Gramais zu besuchen, von wo AMPFERER (1924, S. 34, 35) „verrostete Hopliten“ und „*Aptychus didayi* Coqu.“ erwähnt. Auch hier liegen die typische Übergangsserie Aptychenkalk/Kreideschiefer mit kleinen Globigerinen und Radiolarien und ältere Kreideschiefer des unteren Alb mit *Pseudovalvulineria lorneiana trocoidea* (GANDOLFI) vor, in gleicher petrographischer Ausbildung wie in den nördlichen Gegenden des in dieser Arbeit behandelten Gebietes.

#### Literatur

- ALBRECHT, F.: Das Synklinorium zwischen Isar und Schwarzenbach. (Ross- und Buchsteingebiet bei Lenggries). — *Geologica Bavarica* 17, S. 89—98, 3 Abb. München 1953.
- AMPFERER, O.: Aus den Allgäuer und Lechtaler Alpen. — *Verh. Geol. R.-A.*, Wien 1910, S. 58, 59.
- Das geologische Gerüst der Lechtaler Alpen. — *Z. dtsch.-österreich. Alpenver.* 44, S. 1—25, 29 Abb., Wien 1913.
- Über den Bau der westlichen Lechtaler Alpen. — *Jb. Geol. R.-A.* 64, S. 307—326, 4 Abb., Taf. 14, Wien 1914.
- Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich. Blatt Lechtal. — Wien 1924.
- Aufnahmebericht über den kalkalpinen Anteil des Blattes Stuben. — *Verh. Geol. B.-A.*, Wien 1930, S. 51—54.
- Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales (mit einem petrographischen Teil von W. HAMMER). — *Jb. Geol. B.-A.* 80, S. 103—146, 36 Abb., Taf. 3 u. 4. Wien 1930.
- Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen 1 : 25.000. — Wien 1932.
- Die Bergwelt der Schesaplana in der Umgebung der Straßburger- und Zalim-Hütte. 1939.
- AMPFERER, O. & ASCHER, H.: Über geologisch-technische Erfahrungen beim Bau des Spullersee- werkes. — *Jb. Geol. B.-A.* 75, S. 365—422, 27 Abb., Taf. 3—10, Geol. Karte. Wien 1925.
- BETTENSTAEDT: Erstes Einsetzen der Gattung *Globotruncana*. — Mikrofaunen aus dem alpinen Raum 65, unveröffentlicht. Hanover 1953.
- BETTENSTAEDT, WICHER & OBERHAUSER: Mikrofaunen aus dem alpinen Raum 66, unver- öffentlich. Hannover 1953.
- BLAAS, J.: Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. — Innsbruck (Wagner) 1902.
- BRINKMANN, R.: Abriss der Geologie. 7. Auflage, Band 2, Historische Geologie. — Stuttgart (Enke) 1954.
- BRÖNNIMANN, P. & BROWN, N. K.: Taxonomy of the Globotruncanidae. — *Eclogae Geologicae Helveticae* 48, S. 503—561, 24. Abb., 5 Taf. Basel 1955.
- COLOM, G.: Fossil Tintinnids: Ioricated Infusoria of the Order of the Oligotricha. — *J. Paleontol.* 22, S. 233—263, 14 Abb., Taf. 33—35. Tulsa 1948.
- CUSTODIS, A. & SCHMIDT-THOME, P.: Geologie der bayrischen Berge zwischen Hindelang und Pfronten im Allgäu. *Neues Jb. Mineral etc. Beil.-Band* 80, Abt. B, S. 307—463, 19 Abb. 3 Taf. Stuttgart 1939

- DEFLANDRE, G.: Embranchement des Ciliés. — In PIVETEAU: Traité de Paléontologie 1, Paris (Masson) 1952.
- DOUVILLÉ, H.: Les Orbitolines et leurs enchaînements. — C. R. Séanc. Acad. Sci. 155, Paris 1912.
- DUBOURDIEU, G. & SIGAL, J.: Notes stratigraphiques et paléontologiques sur la région du Dj. Ouenza (Algérie), Aptien, Albien, Cénomaniens. — Bull. Soc. Géol. France 19, 1949.
- Albien, Vraconien et Cénomaniens inférieur de l'Ouenza (Algérie): observations nouvelles et subdivisions corrigées. — C. R. Séanc. Soc. géol. France 1951, S. 78—79.
- ESCHER VON DER LINTH, A.: Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzenden Gegenden. — Neue Denkschr. Schweiz. Ges. Naturw. 13, Zürich 1853.
- FRITSCH, K. v.: Einige eozäne Foraminiferen von Borneo. — Palaeontographica, Suppl.-Band 3, S. 139—146, Taf. 18—19, Kassel 1878.
- GANDOLFI, R.: Ricerche micropaleontologiche e stratigrafiche sulla Scaglia e sul Flysch Cretacici dei Dintorni di Balerna (Canton Ticino). — Rivista Italiana di Paleontologia 48 Suppl., S. 160, 14 Taf., Mailand 1942.
- GEYER, G.: Über die Schichtfolge und den Bau der Kalkalpen im unteren Enns- und Ybbstale. — Jahrb. Geol. R.-A. 59, S. 29—99, 3 Abb., 1 Taf., Wien 1909.
- GÜMBEL, C. W. v.: Beiträge zur geognostischen Kenntnis von Vorarlberg und dem nordwestlichen Tirol. — Jahrb. Geol. R.-A. 7, Wien 1856.
- HAGN, H.: Zur Altersfrage der bunten „Neocommergel“ im Hirschbachtobel bei Hindelang (Allgäu). — Erdöl u. Kohle 5, S. 768—770, 2 Abb., Hamburg 1952.
- HAGN, H. & ZEIL, W.: Globotruncanen aus dem Ober-Cenoman und Unter-Turon der Bayerischen Alpen. — Eclogae Geologicae Helveticae 47, S. 1—60, 4 Abb., 7 Taf., Basel 1954.
- HANIEL, C. A.: Die geologischen Verhältnisse der Südabdachung des Allgäuer Hauptkammes und seiner südlichen Seitenäste vom Rauhgraben bis zum Wilden. — Z. Dtsch. Geol. Ges. 63, S. 1—37, 4. Taf., 2. Abb., Berlin 1912.
- Geologischer Führer durch die Allgäuer Alpen südlich von Oberstdorf. Mit geologischer Karte. — München (Piloty & Loehle) 1914.
- HAUER, F. RITTER v.: Geologische Übersichtskarte der Oesterreichischen Monarchie. — Blatt 5, mit Erläuterungen, 2. Abdruck, Wien (Hölder) 1877.
- HENSON, F. R. S.: Larger Imperforate Foraminifera of South-western Asia. — British Museum (Natural History), London 1948.
- HUCKRIEDE, R.: Die Geologie der Umgebung von Kaisers (Lechtaler Alpen). — Ungedruckte Dissertation, Marburg 1956.
- KLEBELSBERG, R. v.: Außerfernener Geologie. — Schlern-Schriften 111 (Außerferner Buch), Innsbruck 1955.
- KOCKEL, C. W.: Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. — Mitt. Geol. Ges. Wien 15, S. 63—168, 4 Abb. Wien 1922.
- KOCKEL, C. W., RICHTER, M. & STEINMANN, H. G.: Geologie der bayerischen Berge zwischen Lech und Loisach. — Wiss. Veröff. Dtsch.-Österr. Alpenver. 10, Innsbruck 1931.
- KRAUS, E.: Die Entstehung der Inntaldecke. — Neues Jahrb. Mineral. usw., Abh. 90, Abt. B, S. 31—95, 1 Taf., 29 Abb., Stuttgart 1949.
- LEPSIUS, R.: Geologische Karte des Deutschen Reiches in 27 Blättern 1 : 500.000, Sect. 26, Augsburg, Gotha (Perthes).
- LORENZ, T.: Geologische Studien im Grenzgebiete zwischen helvetischer und ostalpiner Facies. 2. Teil: Südlicher Rhaetikon. — Freiburg (WAGNER) 1901.
- NÖTH, L.: Der geologische Aufbau des Hochfellsn-Hochkiesenberggebietes. — Neues Jahrb. Mineral., Geol., Paläontol., Beil.-Band 53 B, S. 409—510, Taf. 10—11, Stuttgart 1926.
- REICHEL, M.: Observations sur les Globotruncana du gisement de la Breggia (Tessin). — Eclogae Geologicae Helveticae 42, S. 596—617, Taf. 16—17, Basel 1950.
- RENZ, O.: Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchung der Scaglia (Obere Kreide — Tertiär) im zentralen Apennin. — Eclogae Geologicae Helveticae 29, S. 1—149, 15 Taf., 14 Abb., Basel 1936.
- RICHTER, M.: Geologischer Führer durch die Allgäuer Alpen zwischen Iller und Lech. — Sammlung geol. Führer (Borntraeger) 24, 1924.
- Die Cenomantransgression im Ammergebirge. — Zbl. Mineral usw. 1926, Abt. B, S. 57—64, 3 Abb., Stuttgart 1926.
- Die Deutsche Alpen und ihre Entstehung. — Deutscher Boden 5, S. 1—179, 56 Abb., Berlin 1937.
- RICHTER, M. & SCHÖNENBERG, R.: Über den Bau der Lechtaler Alpen. — Z. Dtsch. Geol. Ges. 105, S. 57—79, 21 Abb., Hannover 1954.
- RICHTHOFEN, F. FREIHERR v.: Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nord-Tirol. — Jahrb. Geol. R.-A. 10, S. 72—137. 15 Abb., Taf. 2 u. 3, Wien 1859.

- ROMAN, F.: Les Ammonites jurassiques et crétacées. Paris (Masson) 1938.
- SANDER, B.: Notizen zu einer vorläufigen Durchsicht der von O. AMPFERER zusammengestellten exotischen Gerölle der nordalpinen Gosau. — Verh. Geol. R.-A., S. 138—142, Wien 1917.
- SCHLOSSER, M.: Die Cenomanfauna der Bayrischen Alpen. — Zbl. Mineral usw. 25, S. 82—95, Stuttgart 1924.
- SEIDLITZ, W. v.: Der Aufbau des Gebirges in der Umgebung der Straßburger Hütte. — Straßburg 1910.
- SEITZ, O.: Vorschlag zur Anpassung der deutschen an die internationale Gliederung der Oberkreide. — Z. Dtsch. Geol. Ges. 1904, S. 148—151, Hannover 1952.
- SIGAL, J.: Aperçu stratigraphique sur la Micropaléontologie du Crétacé. — 19. Congr. Géol. int. Monogr. régionales, 1. Serie Algérie, 26, Algier 1952.
- SILVESTRI, A.: Di alcune Orbitoline della Grecia. — Memorie della Pont. Accademia delle Scienze. — I Nuovi Lincei, Serie 2, 14, S. 223—266, Taf. 1, 11 Abb., Rom 1930.
- Foraminiferi del Cretaceo della Somalia. — Palaeontographia Italica 32, S. 143—204, Taf. 9—16, 9 Abb., Siena 1932.
- SPENGLER, E.: Über die von H. STILLE in der nördlichen Kalkzone der Ostalpen unterschiedenen Gebirgsbildungsphasen. — Zbl. Mineral. usw. B, S. 138—148, Stuttgart 1927.
- Die nördlichen Kalkalpen, die Flyschzone und die Helvetische Zone. — In SCHAFER: Geologie von Österreich, Wien (Deuticke) 1951.
- Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der Nördlichen Kalkalpen 1. — Jahrb. Geol. B.-A. 96, S. 1—64, Taf. 1 u. 2, 8 Abb., Wien 1953.
- TRUSHEIM, F.: Die Mittenwalder Karwendelmulde. — Wiss. Veröff. Dtsch.-Österr. Alpenver. 7, Innsbruck 1930.
- VETTERS, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Österreich und seinen Nachbargebieten. — Wien 1947.
- YABE, H. & HANZAWA, S.: Geological Age of Orbitolina-Bearing Rocks of Japan. — Sci. Rep. Tôhoku Imperial Univ., Sendai, 2. Serie (Geologie) 9, S. 13—20, Taf. 3—6, 1 Abb., Tokio u. Sendai 1926.
- ZEIL, W.: Die Kreidetransgression in den Bayerischen Kalkalpen zwischen Iller und Traun. — Neues Jahrb. Geol. Paläontol., Abh. 101, S. 141—226, Taf. 18—26, 14 Abb., Stuttgart 1955.
- Zur Kenntnis der höheren Unterkreide in den Bayerischen Kalkalpen. — Neues Jahrb. Geol. u. Paläontol., Abh. 103, S. 375—412, 8 Abb., Taf. 17—19, Stuttgart 1956.

### C. W. Kockels „Umbau der nördlichen Kalkalpen“ und der Deckenbau der Salzburger Kalkalpen

Von WALTER DEL-NEGRO, Salzburg<sup>1)</sup>

In den Verh. d. Geol. B.-A. 1956, S. 205 ff., findet man einen Aufsatz von C. W. KOCKEL, dessen Grundtendenz die ist, die großräumigen Decken der nördlichen Kalkalpen zunächst für die bayrisch-nordtirolischen Kalkalpen als nicht-existent zu erweisen. H. KÜPPER hat in der gleichen Zeitschrift, S. 227 ff., grundsätzlich zu diesem Versuch Stellung genommen und insbesondere die Verallgemeinerung der These KOCKELS für den Gesamttraum der nördlichen Ostalpen zurückgewiesen, während O. REITHOFER (ebda.) sich für den Deckenbau der Nordtiroler Kalkalpen einsetzte<sup>2)</sup>. Da aber KOCKEL (S. 211) unter ausdrücklicher Bezugnahme auf die von mir in der „Geologie von Salzburg“ gegebene Darstellung der Meinung Ausdruck verlieh, daß um Berchtesgaden und Salzburg „an Stelle des geistreich durcheinandergespielten tirolisch-juvavischen Decken-

<sup>1)</sup> Anschrift des Verfassers: Salzburg, Ernst-Thun-Straße 7.

<sup>2)</sup> Während des Druckes erschien eine Auseinandersetzung SPENGLERS mit KOCKEL.