

**Oskar Schmidegg**, Die Stellung der Haller Salzlagerstätte im Bau des Karwendels\*). (Siehe Tafelbeilage: Querverbiegungen im Gebiete des Halltales.)

Bei den geologischen Aufnahmen im Halltale, die für die Generaldirektion der österreichischen Salinen durchgeführt wurden, gelang es besonders durch Anwendung der neueren gefügekundlichen Methoden, wie sie von B. Sander an der Universität Innsbruck begründet wurden und seither immer mehr Eingang in die Geologie finden, zu neuen Ergebnissen zu kommen, die wesentlich über das bisher Bekannte hinausgehen.

Während diese Methoden bisher mehr auf die stark verformten Gesteine der Gneis- und Schieferzonen angewendet wurden, ist hier versucht, sie auch auf die relativ starren Kalkgesteine anzuwenden, wie dies bereits von F. Fuchs im Nachbargebiet geschehen ist, sowie von A. Ruttner im Lunzergebiet und F. Karl am Hochkönig durchgeführt wird.

Man kann nun entweder, wie es zunächst hier geschehen ist, von den sedimentären Schichtflächen ausgehen und aus ihren Verstellungen auf die Verformungspläne schließen oder die Klufsysteme einmessen und sie verwerten, was auch schon begonnen wurde und in einer weiteren Fortsetzung der Arbeit zu Worte kommen wird.

Gleichzeitig bot der untersuchte Bereich die Möglichkeit, die Salzlagerstätte einzubeziehen und dadurch innerhalb eines verformten Großbereiches ein außerordentlich teilbewegliches Material neben den starren Kalkplatten des Karwendels zu behandeln.

In beiden finden sich die Auswirkungen gleicher Verformungspläne, sowohl im Kalkgebirge, als auch in der Salzlagerstätte.

Die grundlegende genauere geologische Aufnahme war 1898 von O. Ampferer mit W. Hammer durchgeführt worden, wobei Ampferer E-W-streichende Großfaltzüge und bald auch einen großzügigen Deckenbau feststellen konnte. Dabei war ihm schon ein Schwanken im Einfallen der Gewölbeachsen aufgefallen, womit ein Querstreichen mit allerdings nur geringem Einfallen verbunden war.

Bei eingehenderer Betrachtung der Südseite des Lavatscher und nach mehreren Begehungen dieser aus recht einfürmigem Wettersteinkalk bestehenden und daher bisher nicht näher untersuchten Gebiete zeigte es sich, daß hier steileres Querstreichen nach verschiedenen Richtungen vorliegt. Eine genauere Verfolgung mit Einmessen der Schichtflächen deckte schlingenartige Verbiegungen in drei Bereichen auf: Am Lavatscher, an der Speckkar Spitze und im unteren Teil der Bettelwurf-Südseite.

Da überblickbare und einmeßbare Faltenachsen innerhalb des Kalkgebietes nicht vorhanden waren, wurden, um die Achsen dieser Verbiegungen und damit das Bewegungsbild der Verformung zu erhalten, die sedimentären s-Flächen in ein flächentreues Diagramm eingetragen, wobei ihre Pole einen etwas gestreuten Gürtel mit mehreren Maximas

\*) Die ausführlichere Arbeit mit Karten, Profilen und Literaturangaben ist unter gleichem Titel inzwischen im Jb. d. Geol. B.-A. 1951 (Festband), S. 159, erschienen.

besetzten. Aus den Schnittlinien dieser Flächen, bzw. als Achse des Gürtels läßt sich dann die gesuchte Achse der Verformung finden. Infolge der Streuung ergaben sich (bezogen auf die  $\beta$ -Maxima) mehrere nahe, um die N—S-Richtung schwankende  $\beta$ -Richtungen (von N 35° W bis N 20° E), von denen besonders die Richtung N 30° W betont ist, ferner noch N 10° W und N 20° E. Das Einfallen dieser Achsen ist entsprechend dem allgemeinen Einfallen im Südflügel des Lavatscher-Gewölbes nach S gerichtet.

Im saiger stehenden N-Flügel des Gewölbes fehlt jede entsprechende Querverbiegung. Ihre Auswirkungen dürften sich aber bei genauerer Untersuchung an den Klüften feststellen lassen.

Zur Untersuchung der Salzlagerstätte konnten mit großem Vorteil die ausgezeichneten, beim Bergbau erliegenden Lagerstättenkarten und Profile, die Schauburger vor wenigen Jahren aufgenommen hat, verwendet werden.

In dem durch die vielfältigen Gesteine stark inhomogenen Gesteinspaket des Salzlagers lassen sich ihrem tektonischen Verhalten nach die Gesteine in grober Übersicht in 2 Gruppen ordnen:

1. Das eigentliche Haselgebirge mit seinen verschiedenen, von Schauburger unterschiedenen Abarten und seinen Einlagerungen von Kernsalz, Gips und schmalen Anhydritschnüren. Es ist hochgradig teilbeweglich und reagiert auf geringe Beanspruchungen. Besonders gilt dies für das Kernsalz, was sich an schönen Faltenbildern ersehen läßt. Sonst sind aber B-Achsen im eigentlichen Haselgebirge wenigstens mit freiem Auge kaum zu beobachten, oft auch s-Flächen kaum erkennbar.

2. Die andere Gesteinsgruppe wird durch die größeren Anhydrit-Massen und -Lagen gebildet, wie sie im Haller Salzgebirge oft in bedeutenden Mächtigkeiten vorkommen. Der Anhydrit weist darin ebenfalls Anzeichen einer beträchtlichen Teilbewegung in Form intensiver Verfaltungen auf. Andererseits verhält er sich dem Haselgebirge gegenüber auch als starre Masse. Auch innerhalb des Anhydrits kommen oft tektonische Breccienbildungen vor, was wohl mit dem wechselndem Gehalt an Dolomit zusammenhängen dürfte.

Die an den Falten vor allem des Anhydrits einmeßbaren B-Achsen — die innerhalb des Haselgebirges, hauptsächlich im Kernsalz gemessenen B-Achsen zeigen dieselben Verhältnisse — weisen verschiedene Richtungen auf, die im Diagramm ausgeprägte Häufungen erkennen lassen. Es sind einerseits Verfaltungen nach den Richtungen N 60° W und N 70° E, deren B-Achsen man als Längsachsen bezeichnen kann, da sie mit dem Streichen im einzelnen und der ganzen Lagerstätte parallel gehen. Andererseits eine durch besonders intensive Verfaltung und ein stärkeres Maximum ausgeprägte Richtung N 30° W und weniger betont andere nahe um N—S liegende Richtungen, wie N 14° W, N 10° E und N 30° E, die als Querachsen mit Umstellung der Streichrichtungen zonenweise dem bereits nach den erwähnten Längsachsen durchbewegten Gestein aufgeprägt wurden.

Diese Richtungen stimmen in der Richtung mit den Achsen der Querverbiegungen in dem gerade darüber liegenden Lavatscher Massiv recht genau überein, bis auf das Einfallen, worauf noch zurückzu-

kommen ist. Auch im Haselgebirge fand sich die Richtung N 30° W, allerdings weniger ausgeprägt und untergeordnet wieder.

Da in der Hauptmasse des Haselgebirges B-Achsen nur vereinzelt, also für die statistische Auswertung in zu geringer Zahl auftreten, wurde versucht, sie aus den Lagen der s-Flächen durch Konstruktion deren Schnittlinien als  $\beta$  festzustellen, wobei neben eigenen Messungen die Lagerstättenkarten von Schauburger ausgewertet wurden.

Der Form nach weist die Lagerstätte in ihrem Verlauf eine starke Krümmung auf, indem der W-Flügel ein Streichen N 70° W besitzt, während der Ostflügel ungefähr N-Streichen hat. Trotz der Übergänge im Streichen liegt aber keine einfache Biegung vor, sondern es ist jeder Lagerstättenteil nach eigenen, dem Streichen ungefähr entsprechenden B-Richtungen durchbewegt.

Im Westfeld ergaben sich infolge des ziemlich gleichmäßigen Einfallens nur aus Teildiagrammen undeutliche N 70° E gerichtete Achsen neben Steilachsen. Im Ostfeld hingegen besetzten die Flächenpole einen ausgesprochenen Gürtel, der deutlich gespalten ist, so daß also zwei getrennte Achsenrichtungen vorliegen (N 60° W und N 34° W). Diese Richtungen setzen sich auch nach S in den Hauptdolomit der Zunterköpfe (Lechtaldecke) fort.

Für die Krümmung des Haselgebirgszuges, der mit einer auffallenden Ausbuchtung nach ENE verbunden ist, läßt sich aus den B-Richtungen N 24° E im Mittel feststellen, was darauf schließen läßt, daß die flache Ausbuchtung vorwiegend auf Bewegungen ENE beruht.

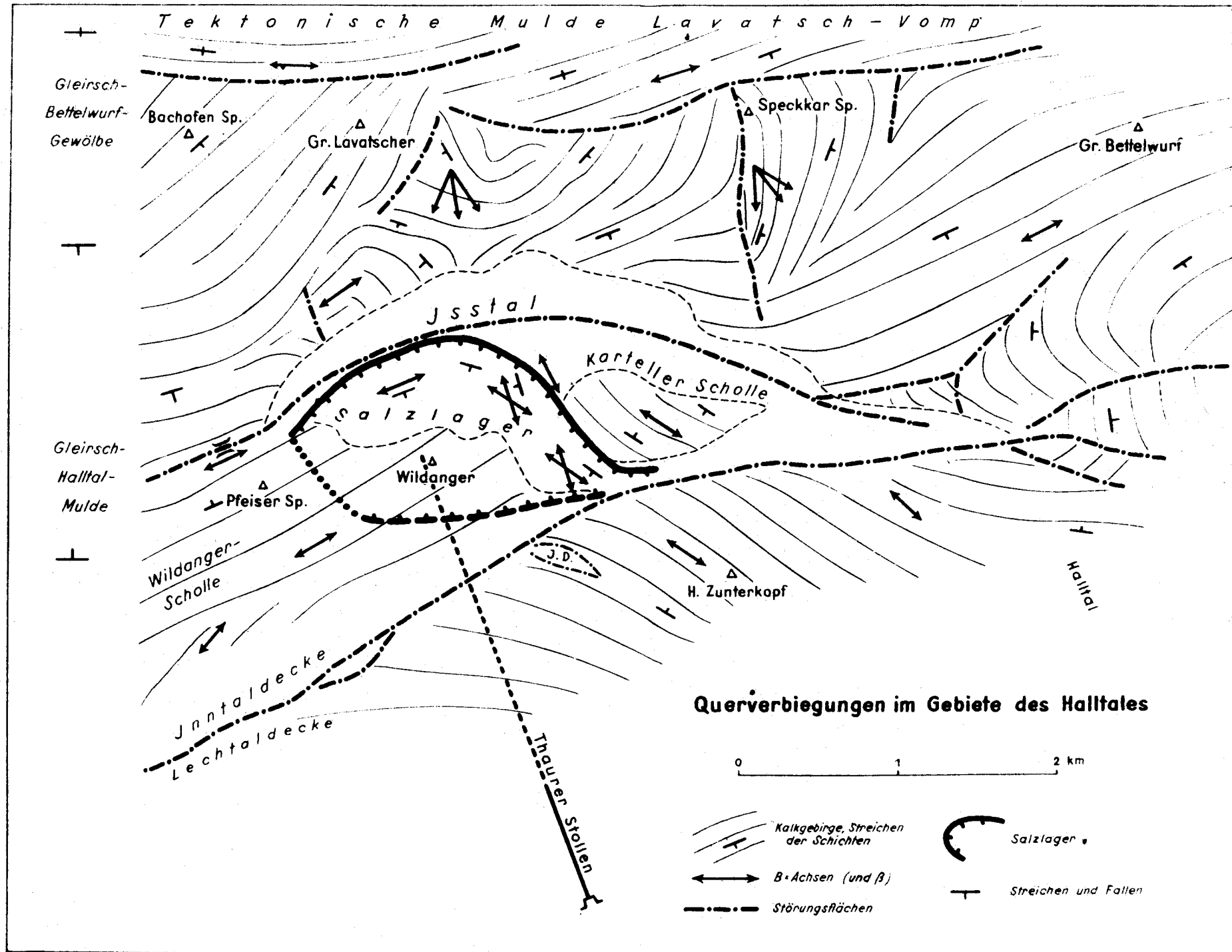
Fast stets werden diese konstruktiv ermittelten  $\beta$ -Richtungen durch reelle B-Achsen als Verfaltungen von Kernsalz usw. innerhalb des Haselgebirges bestätigt.

Im allgemeinen ist das Haselgebirge vorwiegend nach B-Richtungen verformt, die eine Abhängigkeit von der Gestaltung der Umgebung, der Begrenzung der Lagerstätte zeigen. Das stark teilbewegliche Haselgebirge ist wahrscheinlich als Teillappen einer tiefer gelegenen Salzgebirgsmasse zwischen die wie feste Backen wirkenden Kalkschollen emporgedrückt worden. Es zeigt in seinem Gefüge die Einspannung in seine Umgebung, aber keine Tektonik des freien Fließens.

Wenn wir nun kurz die Vorgänge nach ihrem zeitlichen Ablauf zusammenfassen, so tritt zunächst der schon von Ampferer beschriebene Gewölbebau hervor. Es sind Gewölbe und Mulden mit Ostwest-Achsen, die hier schwach nach W einsinken. Sie stehen in enger Beziehung zum Deckenbau.

Das zweite wesentliche Element in der Verformung sind die Querverbiegungen und -verfaltungen. Es sind mehrere um N—S liegende Achsen festzustellen unter Betonung der Richtung N 30° W, die auch in der Salzlagerstätte besonders hervortritt.

Bei letzteren sind entweder verschiedene Bewegungspläne denkbar oder ein Hauptbewegungsplan mit einer ungefähr E—W gerichteten Bewegung, der aber örtlich durch Inhomogenitäten abgelenkt wurde, wie es sicher auch in Bezug auf die Neigung der B-Achse anzunehmen ist; denn der Kräfteplan mit den wohl horizontal liegenden Achsen der Bewegung konnte die relativ starren S-fallenden Kalkplatten nur



mit schräg liegender Achse vorbeugen. Es liegt also in diesem Falle eine raumunstetige Verformung vor.

Die Querverfaltungen können als Auswirkungen einer Querdehnung angesehen werden, die zu einer Verformung mit den senkrecht dazu liegenden Achsen gehört ( $B \perp B$ ). Es wären dies die tatsächlich innerhalb des Anhydrites vorkommenden Achsenlagen  $N 60^\circ E$  und  $N 70^\circ W$ . Sie sind hier auch im Kalkgebirge untergeordnet zu finden, wie am Ausgang des Bachofenkares, an der Südseite des Bettelwurfes (nach einem in der Arbeit noch nicht veröffentlichten Diagramm) und in der Streichrichtung der Wildangerscholle. In weiterer Verbreitung kommt sie aber außerhalb des engeren Arbeitsgebietes im Unterinntal vor.

Diese Querverfaltungen mit den Achsen  $N 30^\circ W$  bis  $N 20^\circ E$  sind in den Ostalpen weit verbreitet. In den Zentralalpen, besonders der Grauwackenzone, auch schon lange bekannt und werden in neueren Arbeiten immer mehr festgestellt und untersucht (Tuxer Voralpen, Tauernhülle, steirische Grauwackenzone).

Auch in den nördlichen Kalkalpen, wo sie Ampferer in Einzelfällen schon lange erwähnt hat, tritt ihre Bedeutung immer mehr hervor, wie z. B. im auffallenden Knick NW des Achensees (nach Fuchs) oder im Lunzer Gebiet (Ruttner).

Im Halltal zeigt sich nun die Querverfaltung in einer örtlich besonders ausgeprägten Form, die wahrscheinlich durch einen besonders nachgiebigen Untergrund bedingt ist, nämlich den hoch teilbeweglichen Gesteinen des Salzgebirges, die ja auch gleiche Beanspruchung zeigen. Ein Beweis hiefür zeigt sich im Auftreten von Haselgebirge in einer Kluft an der Südseite des Bettelwurfes.

Von den vielen jüngeren Bewegungsflächen spielt die sogenannte Halltaler Störung eine größere Rolle. Es ist eine im großen ungefähr E—W-streichende Bewegungsfläche, an der wie bei der Inntallinie der nördlich angrenzende Teil gegenüber dem südlichen abgesunken ist. Dadurch kommt die an sich tiefer gelegene Lechtaldecke im S in gleiche Höhe wie die Inntaldecke zu liegen und schneidet deren Faltenzüge schräg ab. Beim Törl liegt auch noch eine kleine Deckscholle von Inntaldecke auf.

Auf diese Weise lassen sich aus dieser Arbeit auch für den Bau und die Gestalt der Lagerstätte selbst weitere Folgerungen ziehen. Es werden damit Hinweise und exakte Grundlagen gegeben, die für weitere Planung und Aufschlußarbeiten im Lagerstättenbereich wertvoll sein werden.

#### Diskussionsteilnehmer:

Dipl.-Ing. O. Schauburger: Dankt im Namen der Salinenverwaltung dem Vortragenden. Geologische und lagerstättenkundliche Untersuchungen können sich gegenseitig nicht entbehren. Die Untersuchungen sind deshalb von großer Bedeutung, weil damit die Fortsetzung der Lagerstätte in die Tiefe erkannt wurde, wie auch die lagerstättenkundlichen Untersuchungen des Diskussionsredners ergeben haben. Es wird vor allem ein Ausbau der W-Seite der Lagerstätte in Angriff genommen werden, da sich das Lagerstättenbereich nach dieser Richtung erstreckt. Geoelektrische Untersuchungen haben

ergeben, daß ein Absinken der Lagerstätte gegen W zu erwarten ist. Abgesehen von der Ausdehnung gegen W kann auch eine gegen O und eine Umbiegung gegen N zu erwarten sein.

Dr. H. Flügel, Graz: Es gibt Querstrukturen (N—S) im Grazer Paläozoikum und im Mesozoikum von Fischbach. Zwei Generationen von N—S-streichenden Beta-Achsen, getrennt durch eine O—W-streichende B-Achse, so daß bei Flächen- und Achsengefüge mit N—S-Streichen doch nicht alle N—S-streichenden B-Achsen zusammengelegt werden können.

Dipl.-Ing. O. Schauburger, Hallstatt: Ähnliche Beziehungen der Querstörungen treten auch im Hallstätter Salzbergbau auf.

Dr. A. Ruttner: Diese verschiedenen Achsenrichtungen scheinen in den Kalkalpen regionale Bedeutung zu haben. Aus dem Vortrag des Diskussionsredners wird man entnehmen können, daß in seinem Aufnahmegebiet N—S-B-Achsen, sowie die Richtung N 70° O und N 30° W eine bedeutende Rolle spielen.

Dr. P. Beck-Mannagetta: Auch im Kristallin der Koralpe lassen sich wie im Grazer Paläozoikum zwei Generationen von N—S-B-Achsen getrennt durch eine NW-B-Achse feststellen. Es lassen sich daher nicht alle B-Achsen vermutlich im Mesozoikum feststellen.

Vortragender: Bei dem Vergleich gleichgerichteter B-Achsen hat man vorsichtig zu sein, da dieselben Richtungen wiederholt aufleben können. Im Haller Bergbau sind die Querachsen als einwandfrei jünger als die O—W-B-Achsen des Karwendelgebirges anzusehen.

Dipl.-Ing. O. Schauburger: Die Querachsen des Hallstätter Bergbaues sind nicht jünger als der Salzauftrieb.

### **Rudolf Grill, Über den Stand der Erforschung der österreichischen Tertiärbecken.**

Unser Bild vom geologischen Aufbau der tertiären Becken Österreichs hat sich in den letzten Jahrzehnten sprunghaft erweitert. Zu den rein akademischen Untersuchungen gesellte sich die praktisch ausgerichtete Forschung, die ein in Österreich früher unbekanntes Ausmaß annahm. Beide Arbeitsrichtungen sind engstens miteinander verknüpft und befruchten sich gegenseitig. Österreich hat die Entdeckung seiner Erdölfelder der angewandten Wissenschaft zu danken; denn es waren nur wissenschaftliche Methoden, die zum Erfolg führten. Im nachfolgenden wird nun versucht, einen kurzen charakterisierenden Überblick über den Stand der Erforschung der Molassezone, des Wiener und des Grazer Beckens zu geben.

Im österreichischen Alpenvorland ist das Oligozän in der marinen Schlierfazies in bedeutender Mächtigkeit (Wels 650 m) vertreten. Mit sandigen, teilweise auch brackisch-limnischen tonigen Ablagerungen (Linzer und Melker Sande, Pielacher Tegel usw.) liegen die Bildungen dem Untergrunde auf. Soweit stratigraphisch eindeutig verwertbare Fossilfunde vorliegen, verweisen sie den Oligozänschlier und seine Basalbildungen ins Katt. Rupel kann in den tieferen, dem Alpenrand genäherten Beckenanteilen, wo es noch an genügenden Bohrungen fehlt, möglicherweise entwickelt sein. Die Frage einer