

Mitteilungen
der
**Naturwissenschaftlichen
Arbeitsgemeinschaft**
am Haus der Natur in Salzburg

Geologisch-mineralogische Arbeitsgruppe

11. Jahrgang 1960

redigiert von Prof. Dr. Walter Del-Negro

Herausgegeben von Prof. Dr. Eduard Paul Tratz · Salzburg · Haus der Natur

1. Diskussionsabend, am 13. Februar 1959

Probleme der Geologie Böhmens

Vortrag Univ. Doz. Dr. Walter Medwenitsch

Das Moldanubikum stellt nach Kodym ein Zwischengebirge dar, das im Osten auf das Moravikum, im Norden auf das Erzgebirge aufgeschoben wurde. Sein Krystallin ist algonkisch; darin steckt der variszische mittelböhmische Pluton. In diesem gibt es keine Regionalmetamorphose, nur Kontaktmetamorphose mit scharfen Grenzen gegen das Algonkium; dessen Regionalmetarmorphose muss daher älter sein, sie ist am ehesten mit der assyntischen (vorkambrischen) Gebirgsbildung in Zusammenhang zu bringen. Auch die Abnahme der Metamorphose gegen das "Barrandium" der Prager Mulde, das selbst überhaupt keine Meta-morphose aufweist, ist ein Hinweis darauf, dass die Metamorphose des Moldanubikums nicht variszisch sein kann.

Die Sedimente der durch Paläobasalte gegliederten "spilitischen Stufe" des Algonkiums sind nichts anderes als die Molasse der assyntischen Gebirgsbildung. Auf diesen Sedimenten liegt mit grosser Diskordanz - infolge einer späteren Phase der assyntischen Orogenese - das Kambrium der Prager Mulde, mit dem die Sedimente des "Barrandiums" beginnen.

Dieses ist trotz starker Absenkung in relativ kurzer Zeit nach Kodym nicht als eigentliche Geosynklinale zu bezeichnen, da die abschliessende Orogenese und die Regionalmetamorphose fehlen, sondern nur als Parageosynklinale. Diese ist ein Ausläufer der Geosynklinale der Sudeten; die Transgression des Kambriums erfolgte von Osten her. Im Brdygebiet hat es eine Mächtigkeit bis zu 3000 m, was die rasche Absenkung beweist. Klastische Sedimente - noch immer von der Abtragung des assyntischen Gebirges her - überwiegen.

Nach einer Regression zu Ende des Kambriums erfolgte im Silur neuerliche Senkung, die im Ordovik den Absatz von 2500 m mächtigen Sedimenten erlaubte; nach Regression im oberen Ordovik (fleyschartige Sandsteine) infolge der takonischen Phase der kaledonischen Orogenese kam es im Gotland zu neuerlicher Transgression (600 m Absenkung), die infolge Wanderns der Muldenachse gegen Westen auf algonkische Bereiche übergreift. Die erische Phase der kaledonischen Gebirgsbildung an der Wende Silur - Devon ist wenig spürbar. Die Sedimentation war zu dieser Zeit durchwegs marin, was die genaue Grenzziehung zwischen Silur und Devon erschwert. Im Devon folgte eine Absenkung von 650 m. Die durchgehende Sedimentation endet mit dem

oberen Mitteldevon infolge der ersten Anzeichen der variszischen Orogenese. In Diskordanz folgt Oberkarbon (Westfal C) und Perm.

Der Vulkanismus im oberen Kambrium (Porphyrite, Quarzporphyre) ist subsequent im Gefolge der assyntischen Gebirgsbildung, im unteren und mittleren Ordovik (Diabase) initial zur kaledonischen Orogenese.

Tektonisch betrachtet bildet die Prager Mulde ein NE - SW streichendes Synklinorium mit steilem Nordwestflügel und flachem Südostflügel. Die variszische Tektonik führte zuerst zur Teilung in Antiklinalzonen mit Überschiebungen gegen SE, dann zu Überschiebungen gegen NW endlich zu Querstörungen.

Das Erzgebirge ist ein NE-SW-streichendes Antiklinorium, von Brüchen begrenzt, grossenteils aus grauen und roten Gneisen aufgebaut, wobei die roten deckenartig auf die grauen geschoben erscheinen. Nach Watznauer handelt es sich aber nicht um echten Deckenbau; er stellt sich vor, dass algonische und altpaläozoische Paragneise und Phyllite in der sudetischen Phase der variszischen Gebirgsbildung von einer raschen Vergneisung erfasst wurden und dass dann Granitoide in einem hohen Niveau eindringen und sofort vergneist wurden, woraus die roten Gneise entstanden wären. Die Granite seien durchwegs variszisch" durch geophysikalische Untersuchungen ist ein grosser Granitkörper unter dem Erzgebirge festgestellt, der bis in die Gegend von Leipzig reicht. Mehrere Intrusionen von Granit stecken ineinander. Die letzte Intrusion hatte ein geschlossenes Dach vor sich ("autometamorphe" Granite, die sozusagen im eigenen Saft schmorten).

Die Vererzung ist genetisch so zu gliedern, dass die ältesten Erze mit den älteren Granitoiden (Rotgneisen) verbunden sind, die späteren mit Graniten, die letzten wahrscheinlich mit einem jüngeren Vulkanismus.

Der Abbruch des Erzgebirges zum Egergraben, der bisher ins Oligozän-Miozän eingestuft wurde, dürfte etwas jünger sein. Unter dem Tertiär des Grabens, unmittelbar auf dem Granit, liegt Kaolin. Die Tertiarbasis wird durch oligozäne Sandsteine gebildet, die Kohlenflöze aber gehören nach neueren pollenanalytischen Bestimmungen durchwegs ins Miozän. Die hangende Serie ist pannon und enthält mächtige plastische Tone.

Der Vulkanismus der Duppauer Berge gehört ins Oligozän und Miozän.

2. Diskussionsabend, 26. Februar 1959

Eine erdölgeologische Studienreise
nach Venezuela und Texas

Vortrag Dr. Erhard Braumüller

Zu Beginn des Jahres 1955 wurde der Verfasser von der Roheel-Gewinnungs Aktiengesellschaft Wien, einer Tochtergesellschaft der Mobil Oil Company und der Royal Dutch Shell auf eine dreimonatige Studienreise nach Venezuela und Texas, den beiden bedeutendsten Ölländern der westlichen Hemisphäre entsandt. Zweck dieser Reise war ein Kennenlernen der Methoden der Erdölsuche in diesen Ländern mit dem Ziel einer Übertragung der Erfahrungen auf die Erdölexploration in Österreich.

Der geologische Bau von Venezuela kann in groben Umrissen mit dem Bau des Alpenvorlandes verglichen werden, wobei man jedoch N und S entsprechend austauschen muss. Der südliche Teil Venezuelas, das ist das Land südlich des Orinoko, wird vom Guayana-Schild, einer alten Grundgebirgsmasse mit einer dünnen und lückenhaften mesozoischen Sedimentdecke eingenommen. Dieser Guayana-Schild kann stukturell mit der Böhmisches Masse verglichen werden. Entlang der Küste des Karibischen Meeres ~~zieht ein~~ vorzugsweise aus mesozoischen Sedimenten aufgebautes, junges Kettengebirge, die sogenannte Küstencordilliere, welche sich gegen W mit dem Hauptstamm der Anden vereinigt. Diese Gebirgszone kann mit unseren Alpen verglichen werden. Zwischen dem alten Schild im S und dem jungen Kettengebirge im N erstreckt sich ein breites vorwiegend von tertiären Sedimenten erfülltes Becken, die sogenannten Llanos. Die Mächtigkeit der tertiären Beckensedimente nimmt in Richtung auf das Kettengebirge, also gegen N, allmählich zu. Die Ölfelder Ostvenezuelas sind zumeist an parallel zur Küstencordilliere, also EW-streichende antithetische Brüche gebunden, ähnlich wie die Ölfelder der Molassezone, wenn auch deren Ausdehnung und Ölreserven unvergleichbar kleiner sind als jene der venezolanischen Felder. In der Nähe des Aussenrandes der Küstencordilliere gibt es auch Ölfelder, die an Antiklinalen, bzw. an Überschiebungsbrüche gebunden sind. Auch altersmässig besteht zwischen der Schichtfolge Ostvenezuelas, welche von der Kreide bis zum Quartär reicht eine gute Vergleichbarkeit mit der alpinen Molasse.

Morphologisch zeigt die Granit- und Gneislandschaft des Guayana-Schildes wenn von kleineren Unterschieden der Verwitterung und der Vegetation abgesehen wird, oft verblüffende Ähnlichkeiten mit Granitlandschaften im Bereich der Böhmisches Masse.

Innerhalb der Küstenkette verdient der Umstand besonders hervorgehoben zu werden, dass im Raum östlich und westlich von Caracas, der Hauptstadt des Landes, die Kreidesedimente im Streichen in metamorphe Gesteine übergehen, die hinsichtlich ihrer metamorphen Fazies und ihrer Tektonik grosse Ähnlichkeit mit der metamorphen Sedimenthülle der Hohen Tauern aufweisen. Auch dem Zentralgneis ähnliche Gesteine finden sich, die ähnlich wie in den Tauern als umgeprägtes Altkristallin aufgefasst werden.

Eine Sonderstellung nimmt das im W des Landes gelegene Becken von Maracaibo mit dem Maracaibosee ein. Dieses Gebiet liegt zwischen dem nach Mittelamerika ziehenden Hauptstamm der Anden und der nach E ausbiegenden Küstencordilliere. Es kann am besten mit einem starren Zwischengebirge, etwa dem Ungarischen Zwischengebirge verglichen werden. Die Schichtfolge dieses Senkungsraumes reicht von der Kreide bis in die geologische Gegenwart. Die reichen Ölfelder am E-Ufer des Maracaibosees liegen in gegen den Beckenrand auskeilenden bzw. ausstreichenden Schichten. Letztere sind durch vielfach zutage tretenden Asphalt versiegelt. Westlich des Maracaibosees sind die Ölfelder an diapirartige Falten gebunden. Die reiche Ölproduktion stammt vielfach aus Klüften der Kreide, z. T. sogar auch aus Klüften des kristallinen Untergrundes.

Ausgehend von Caracas, in dessen näherer Umgebung der Verfasser Gelegenheit zum Studium der metamorphen Kreidesedimente hatte, wurde der Bereich der östvenezolanischen Ölfelder und anschliessend die Ölgebiete im Maracaibobecken besucht. An Hand von Farblichtbildern wurde versucht, einen Überblick über die Landschaft, über das Leben in den Ölgebieten und über die Auswirkungen der Ölindustrie auf die gesamte Wirtschaft des Landes, dessen weitere wirtschaftliche Entwicklung in weitgehender Weise von den Einnahmen aus den Erdölkonzessionen abhängig ist, zu geben.

Texas und die östlich angrenzenden nördlichen Randgebiete des Golfes von Mexiko weisen einen sehr komplizierten geologischen Bau auf. Zwei zeitlich verschiedene Senkungsräume überlagern und überschneiden einander in diesem Gebiet. Der erste Zyklus umfasst den Zeitraum Kambrium bis Perm. Die Sedimente dieses Zyklus lagern sich an ein altes Festland im N, den Kanadischen Schild an. In postdevonischer Zeit, das ist vor allem im Unterkarbon und im unteren Oberkarbon entwickelten sich im S-Teil des Gebietes Ausläufer der appalachischen Geosynklinale. Während des höheren Oberkarbon wurde die bis 13.000 m mächtige Schichtfolge gegen N und W gefaltet bzw. überschoben. Reste dieses Faltegebirges finden sich in den Ouadhita-Mountains und in den Marathon-Mountains. Weiter gegen W verschwindet diese Faltenzone unter dem tertiären Faltengebirge der Rocky-Mountains. Nach und z.T. auch während der Faltung entwickelte sich nördlich und westlich der gefalteten Bereiche eine unserer Molassezone vergleichbare Vortiefe mit mächtigen oberkarbonen und permischen Sedimenten, von denen besonders die ausgedehnten permischen Riffe in Texas zu erwähnen sind.

Besonders darauf hinzuweisen ist, dass für die sedimentologische Erforschung dieser Riffe die Riffstudien von E.v.Mojsisovics in den S-Alpen richtunggebend waren.

Der zweite Zyklus, das ist die Ausbildung des sogenannten Golfbeckens beginnt mit der Unterkreide und setzt sich im Golf von Mexiko bis in die geologische Gegenwart fort. Eine reich gegliederte Schichtfolge der Unterkreide und der Oberkreide und des Tertiär lässt einen vielfachen Wechsel von Transgressionen und Regressionen kennen. Besonders interessant erscheint die weitgehende Übereinstimmung mancher Stufen dieser Schichtfolge mit europäischen Vorkommen, z.B. die weitgehende Analogie in Gesteinsfazies und Makro- sowie Mikrofauna der Midway - Formation mit dem Paläozän von St. Pankraz am Haunsberg. Tektonisch bildet das Golfbecken eine gegen S offene und sich absenkende Schüssel. Durch ungefähr parallel zur Küste verlaufende Bruchsysteme ist das Gebiet tektonisch sehr reich gegliedert; weitere tektonische Elemente bilden einzelne permanente Hochzonen, sowie zahlreiche Salzstöcke.

Entsprechend ihrer wirtschaftlichen Bedeutung erfreut sich die Ölindustrie in Texas einer ungeheuren Popularität. Gefördert wird dieselbe auch noch durch die bergrechtlichen Verhältnisse, nämlich durch den Umstand, dass der Grundeigentümer auch Besitzer der Ölrechte ist. Historisch gesehen verlief die Entwicklung der Ölindustrie in 3 Perioden. Zunächst begann man damit, mit Hilfe geologischer Methoden nach Salzstöcken zu suchen, was in manchen Gebieten verhältnismässig leicht ist, da sich einzelne, hoch gelegene Salzstöcke sogar topographisch als Erhebungen abzeichnen. Einen ungeheuren Aufschwung erfuhr die Ölsuche in den zwanziger Jahren durch die Einführung geophysikalischer Methoden, insbesondere der Drehwaage und der Seismik. In der Zeit von 1924 - 1933 wurden z. B. 75 neue Strukturen gefunden, gegen 47 in den vorangegangenen 33 Jahren. Heute ist jedoch die grosse Zeit der Geophysik in Texas schon vorüber, da es in diesem Raum mit Ausnahme der Schelfgebiete im Golf von Mexiko, kaum mehr grössere unentdeckte tektonische Strukturen gibt. Seit der im Jahre 1930 durch einen Zufall erfolgten Entdeckung des riesigen E-Texas-Feldes, welches an auskeilende Sande an der Basis der Oberkreide geknüpft ist, konzentriert sich die Tätigkeit der Ölindustrie immer mehr und mehr auf die Suche nach stratigraphischen Ölfällen. Diese Tendenz hat zu einer starken Belebung der geologischen Grundlagenforschung geführt. Durch Faziesstudien, paläogeographische Studien und durch Studien der rezenten Sedimentbildung versucht man die Suche nach stratigraphischen Fallen auf eine systematische Grundlage zu stellen. Das Ziel, aus Bohrkernen die Richtung auf mögliche Speicher vorauszusagen zu können, liegt aber noch in weiter Ferne.

Ausgehend von Dallas, der grössten Stadt von Texas und dem Zentrum der Erdölindustrie, hatte d. Verfasser Gelegenheit, das Oberkarbon im Raum nördlich Dallas, die Unter- und Oberkreide zwischen Waco und Austin, das Eozän in E-Texas und das Tertiär im Raum von San Antonio zu studieren. Besonders eindrucksvoll war weiterhin auch ein Besuch des sogenannten Llano-Uplift, einer Aufwölbung von Präkambrium, umgeben von Ält- und Jungpaläozoikum innerhalb der Kreide. Für europäische Verhältnisse auffallend ist weiters der geringe Verfestigungsgrad der paläozoischen Sedimente. So haben beispielsweise Tonmergel des Oberkarbon petrographisch grosse Ähnlichkeit mit unserem tertiären Schlier. Von den bereisten Gebieten wurde an Hand zahlreicher Farbbilder versucht, einen ersten Eindruck über die geologischen Bedingungen der Landschaftsentwicklung zu geben.

Der Verfasser möchte nicht die Gelegenheit verfehlen, auch an dieser Stelle der Rohoel - Gewinnungs Aktiengesellschaft für die Entsendung auf diese Reise verbindlichst zu danken, denn abgesehen vom praktischen Nutzen bleibt eine solche Reise ein unvergessliches persönliches Erlebnis.

3. Diskussionsabend, 28. April 1959

Bilder von Sedimentations- und Bewegungsvorgängen
im Jura des Tauglgebietes.

Oberstudienrat Dr. Max Schlager

Der unter diesem Titel gehaltene Vortrag sollte an Hand eines umfangreichen Bildmaterials, das während der jahrelangen Arbeiten im Tauglgebiet aufgenommen worden war, das Ineinandergreifen von Sedimentations- und Bewegungsvorgängen in den Juraablagerungen des Tauglgebietes zeigen. Hier kann nur versucht werden, in Worten den Inhalt dieser Bilddokumente zu skizzieren.

Das Hereinspielen tektonischer Vorgänge in die Ablagerung beginnt schon im Lias, jedoch sind die Ablagerungen dieser Zeit im Tauglbereich zu spärlich aufgeschlossen, als dass man zu diesem Problem hier grösseres Beobachtungsmaterial sammeln könnte. Um so schöner zeigen sich aber diese Zusammenhänge in dem Schichtstoss, der zwischen den in der Fazies der roten Knollenkalke entwickelten Liasablagerungen und den Oberalmschichten eingeschaltet ist und für den ich den Lokalnamen "Tauglbodenschichten" vorschlug (Schlager 1956, Lit. 4). Auch die tiefen Oberalmschichten sind noch nicht frei von den Folgen tektonischer Vorgänge.

In den Jahren seit dem Erscheinen des vorläufigen Berichtes über die Tauglbodenschichten konnten neue Erfahrungen teils auf grund eigener Beobachtungen gesammelt werden, teils verdanke ich den Herrn Dr. Braumüller von der RAG und Herrn Chefgeologen Dr. Prey von der Geologischen Bundesanstalt, die beide in liebenswürdiger Weise bereit waren, sich durch mein Arbeitsgebiet führen zu lassen, sehr wertvolle Hinweise auf die moderne Literatur, die mir ja leider in Salzburg nicht zugänglich ist.

Zunächst sollen noch einige Bemerkungen zur Klärung des Begriffes "Tauglbodenschichten" gemacht werden. Durch die Ausdehnung der eigenen Kartierungen nordwärts bis zur Mühlsteinwand und durch Literaturstudium konnten neue Erkenntnisse über die Eigenart dieser Schichtgruppen gewonnen werden. Aus der Literatur ergab sich z. B., dass Trauth 1948, Seite 185 für Gesteine ähnlicher stratigraphischer Stellung und Gesteinsbeschaffenheit den Sammelnamen "Ruhpoldinger- oder Radiolaritschichten s.str." vorgeschlagen hat. Mit diesem Trauthschen Begriff stimmen überein: der hohe Gehalt an Kieselsäure, die Dünnschichtigkeit, die bunte Färbung und die Einschaltung zwischen ro-

ten Lias und Oberalmschichten. Jedoch beschreibt Trauth aus den Ruhpoldinger Schichten keine Brekzien. Diese klastischen Bildungen des kalkalpinen Malms fasst er vielmehr unter dem Sammelnamen "Hinterriss-Schichten" (1948, Seite 192) zusammen. Die Tauglbodenschichten würden also eine Zwischenstellung einnehmen. Die eigenen Kartierungen (Literaturverz. Nr. 5) nordwärts bis zum Mühlstein ergaben, dass die starke Brekzienbildung hauptsächlich auf das Taugltal konzentriert ist. Nach N nimmt nicht nur die Gesamtmächtigkeit der Tauglbodenschichten, sondern auch die Zahl und Dicke sowie die Korngrösse der Brekzienbänke ab und die Übereinstimmung mit der Charakteristik der Ruhpoldinger Schichten wird dadurch immer grösser. So kann man die Mächtigkeit der Tauglbodenschichten am Westhang des Gaissautales mit 140 m veranschlagen (Ergebnis der Kartierung durch meinen Sohn Wolfgang Schlager). Brekzien treten hier schon stark zurück. Im Gebiet von Scharten nördlich des Oberalmberges berechnete ich noch 120 m Mächtigkeit und unter der südlichen Mühlsteinwand nur mehr 80 m. Brekzien wurden noch beobachtet im Spumbach SE Wolfgrub, im Bach E Scharten und im Steindlbach E Tratten (hier noch 2 Brekzienbänke, die untere 1 m, die obere 1/2 m mächtig.).

Gegen Osten hin setzen sich die Tauglbodenschichten mit gleichen Merkmalen fort, wie das aus den Berichten von Sickenberg (1931 und 1932) und Vortisch (Literat.Nr.8) hervorgeht. Auch nach Westen ist eine Fortsetzung in das Arbeitsgebiet Kühnells am Obersalzberg zu erkennen. Kühnel (1929) beschreibt eine polygene Brekzie (Seite 469) mit Korngrösse bis zu 5 cm Durchmesser sowie teils eckigem, teils kantengerundetem Material; graue bis hellbräunliche Triaskalke sind die wichtigsten Komponenten; im Gegensatz zur Taugl nehmen aber am Obersalzberg auch dolomitische Komponenten Anteil an der Zusammensetzung der Brekzie.

Im übrigen sind die über dem roten Lias (in dem Zeta nachgewiesen ist) und unter den Oberalmschichten liegenden Gesteine des Obersalzberges recht gut mit den Tauglbodenschichten vergleichbar, indem ebenfalls die Kieselkalke besonders hervortreten und in die Schichtfugen bunte Schiefermergel eingeschaltet sind.

Nachdem die Eigenart der Tauglbodenschichten gegenüber anderen, gleich alten Gesteinen der nördlichen Kalkalpen klargestellt ist, soll nun die Besonderheit ihres Bildungsraumes näher betrachtet werden. Nehmen wir das Band des ersten Barmsteinkalkes, das man vom Trattberg bis zum Regenspitz wunderbar durchziehen sieht, als Bezugsniveau, so erkennen wir, dass in den Juraablagerungen unterhalb dieses Bandes zwei ganz verschiedene Schichtsäulen vorhanden sind, die uns einen Schluss auf die Gestaltung des Bildungsraumes gestatten.

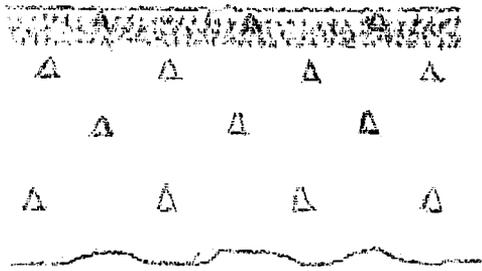
Im Tauglbach und seinen Quellbächen liegen über Lias Epsilon noch 350 m Tauglbodenschichten und ebenfalls

350m tiefe Oberalmschichten, 3 1/4 km weiter südlich aber, etwa in der Gegend der Vorder Trattbergalm, transgredieren die Oberalmschichten mit Basalbrekzien unmittelbar auf dem Oberrhätalk der Gitschenwand und zwar mit einem stratigraphischen Niveau, das 85 m unter dem ersten Barnsteinkalk liegt, In diesem Profil fehlen also: Lias, Tauglbodenschichten und noch ein Teil der tiefen Oberalmschichten. Dieses reduzierte Profil gilt nicht nur für den Trattberg; weiter im Osten wurden noch auf dem Gipfel des Hochwieskopfes Oberalmschichten unmittelbar dem oberrhätischen Riffkalk auflagernd gefunden. Ähnliche Verhältnisse herrschen gegen W auf der ganzen Triaskalkrippe die gegen das Zimmereck hinauszieht. Man kann daraus den Schluss ziehen, dass sich im Jurameer vom Zimmereck über die Gitschenwand zum Hochwieskopf und wahrscheinlich noch weiter, eine Schwelle hinzog, auf der es zu einer lückenhaften Sedimentation oder auch zu einer Wiederentfernung schon abgelagerter Sedimente kam. Andererseits scheint aus der Gegend des Taugltales hinüber in das Gebiet des oberen Zinkenbaches eine Muldenzone verlaufen zu sein, in der es zu einer Anhäufung ungleich mächtigerer Sedimente kam. Der Unterschied scheint sich erst im oberen Tithon ausgeglichen zu haben, wo dann die höheren Oberalmschichten gleichmässig über Becken und Mulde sich ausbreiteten; so blieb es dann auch in der Unterkreide, in den Schrambachschichten.

Der Kontakt zwischen den Oberalmschichten und dem Oberrhätalk zieht von der Vorder-Trattbergalm ziemlich steil in den obersten Kneilgraben hinab, wobei an mehreren Stellen Basalbrekzien und -konglomerate eingeschaltet sind. Die Riffkalkbänke sind häufig durch steile Flächen abgeschnitten, an die sich die Oberalmschichten anlagern. Am Riffkalk klebende Reste von Basalbrekzien zeigen aber, dass es sich nicht um junge Harnischflächen handeln kann, sondern um ältere Bewegungsflächen, die während der Bildung der Oberalmschichten entstanden. Der Kontakt zwischen Oberalmschichten und Trias ist also ein halb sedimentärer, ein halb tektonischer. Diese Erfahrung stimmt gut mit jener überein, die Plöching (1953) weiter im Osten am Südrand der Osterhorngruppe machte, aber auch mit jener, die Kühnel vom Nordfuss des Gölls beschreibt (Seite 475): "Die einzelnen Bänke des Dachsteinkalkes brechen stufenförmig, eine nach der anderen ab, sodass eine kliffartige Höhlung entsteht, in die sich die Konglomerate mit schätzungswise über 20m Mächtigkeit hineinlegen."

Nach diesem Versuch, den Bildungsraum der Tauglbodenschichten zu rekonstruieren, soll nun auf einige Eigentümlichkeiten der Gesteinsausbildung eingegangen werden. Einen Überblick über die vorkommenden Gesteinsarten habe ich in meiner Arbeit über den Tauglboden im Jahre 1956 gegeben. Von besonderem Interesse sind nun die in die Folge von Kieselplattenkalken und bunten Schiefermergeln immer wieder eingeschalteten Brekzien; denn sie unterbrechen das Bild von einer ruhigen

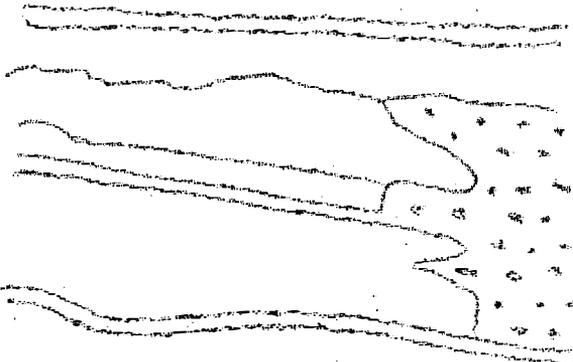
Sedimentation feinen Materials, das durch die dünn-schichtigen Gesteine aufgedrängt wird. Die eingeschalteten Brekzien sind von sehr verschiedener Art. Da gibt es zunächst Brekzienbänke, die oben und unten scharf begrenzt sind und sich konkordant in die übrige Schichtfolge einschalten. Ihr Korn ist verhältnismässig fein. Während die untere Schichtfläche häufig wellig verläuft, ist die obere eben; dadurch wechselt die Bankdicke. Die Korngrösse nimmt in diesen Bänken von unten nach oben ab. Diese Erscheinung wird in der Literatur als "graded bedding" bezeichnet. Als eine der Ursachen dieser Erscheinung wurden von Kuenen und Migliorini (1950) Trübungsströme hoher Dichte beschrieben, die auch in künstlich herbeigeführten Versuchen studiert wurden und in denen infolge der durch die tonige Trübung hervorgerufenen hohen Dichte auch grössere Gesteinstrümmer in Schwebelage gehalten und daher weiter transportiert werden können.



Brekzienbank mit
" graded bedding "

Den Hinweis auf die Arbeiten von Kuenen verdanke ich Herrn Dr. Braumüller, Wien. Die wellige Unterfläche kann dadurch entstanden gedacht werden, dass der Trübungsstrom sich stellenweise stärker in die noch weiche Sedimentunterlage eingrub. Durch das zuletzt abgelagerte feine Material wurden die ursprünglich an der Oberfläche vorhandenen Unebenheiten wieder ausgeglichen, vielleicht kam es sogar zu einem nachträglichen Abhobeln des feinen obersten Sedimentes durch Meeresströmungen. Das Auskeilen solcher Brekzienbänke zwischen den Kieselplattenkalken kann nicht selten beobachtet werden.

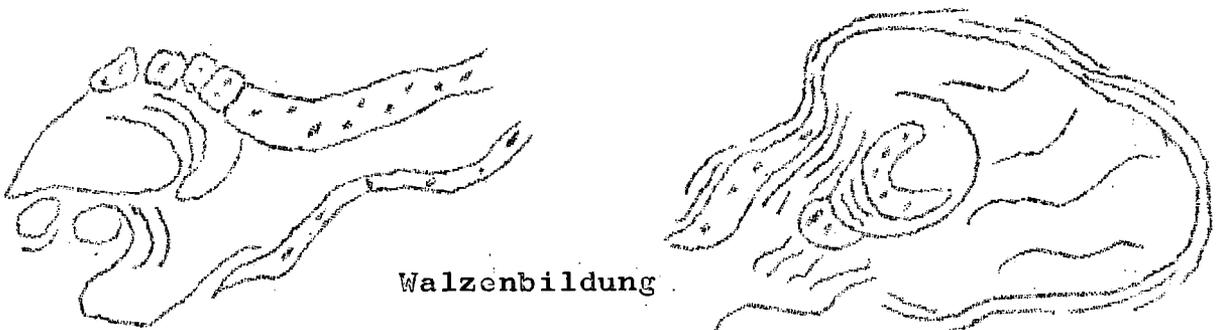
Es gibt aber auch gröbere Brekzien, deren Trümmer kaum noch in einem Trübungsstrom auch von noch so grosser Dichte transportiert worden sein können. Sie zeichnen sich durch grösste Unregelmässigkeiten aus. Die Kieselplattenkalke und Schiefermergel in ihrem Liegenden schneiden sie oft diskordant ab, wodurch die Untergrenze unscharf und unregelmässig wird. Man hat den Eindruck, dass es sich um untermeerische Schuttströme nach Art von Murgängen handelt, die sich in die noch weichen Sedimente des Meeresbodens eingegraben haben und dadurch die Schichten diskordant abschneiden. Stellenweise scheinen auch bunte Schiefermergel der bereits gebildeten Sedimente mitgerissen worden zu sein. Ursache solcher unter-



meerischer Schuttströme werden wohl tektonische Bewegungen, gewesen sein, die vielleicht eine Versteilung des Meeresbodens verursachten. In den tiefsten Partien der Tauglbodenschichten führen solche Brekzienbänke auch Platten von roten Liaskalken. Nach oben zu zeigen diese Bänke wieder eine ruhige, glattere Abschlussfläche.

Abschneiden von Kieselplattenkalken durch Brekzien

Schliesslich müssen noch Brekzienmassen erwähnt werden, die überhaupt keine bankweise Einordnung in die Schichtfolge darstellen, sondern unregelmässig begrenzte Massen von völlig zerrütteten Gesteinen sind. Bruchstücke von kalkigen oder kieseligen Bänken, ja sogar ganze Schichtpakete schwimmen in einer tonigen Grundmasse. Nicht selten sind diese Massen in Verbindung mit Erscheinungen anzutreffen, die als Sedimentgleitung gedeutet werden müssen. Solche sind z.B. leicht zugänglich an der Tauglbodenstrasse gegenüber dem Bauernhof Struber (722 m) zu beobachten. Am schönsten waren die Aufschlüsse gleich nach der Strassenverbreiterung im Jahre 1953; heute beginnen sie schon allmählich zu verfallen. Einige Walzen von ellipsoïdischer Gestalt, aus zusammengerollten Mergelschichten u. T. in Wechsellagerung mit dünnen Brekzienbändern waren besonders auffallende Gebilde, die zwischen einer noch ungestört durchzuverfolgenden Mergelbank von 1 m Dicke und einem dieser unregelmässigen, zerütteten Brekzienkörper eingeschaltet sind. Einer Anregung von Prof. Clar folgend, wurden die Achsen dieser Walzen bestimmt. Es ergaben sich die Richtungen 275, 230 und 190 Grad. Diese starke Divergenz der Achsen spricht gegen eine tektonische Entstehung der Walzen, da tektonische Kräfte wohl eine einheitlichere Achsenlage hervorrufen würden. Die drei gemessenen Achsen verteilen sich auf eine Strecke von nur 40m.



Walzenbildung

An der Stelle dieser Walzenbildung wurde bei der Straßenverbreiterung ein Fetzen roter Mergel und Kalke angeschnitten, der ein Bestandteil der erwähnten Brekzienmasse ist. Ein Arbeiter fand darin nach seiner Aussage mehrere Ammoniten, von denen er sich den schönsten behielt und Herrn Oberlehrer Rettenbacher in St. Koloman übergab, der das Stück wieder mir zukommen ließ. Ich bin Herrn Oberlehrer Rettenbacher für sein Interesse und seine Aufmerksamkeit zu großem Dank verpflichtet. Herr Prof. Wilhelm Vortisch hatte die Güte anlässlich eines Salzburger Aufenthaltes den Ammoniten zu bestimmen: es war ein Leitfossil für Lias Epsilon, *Hildoceras bifrons* BRUG. Auch die tonreiche Beschaffenheit des Muttergesteins stimmt mit der Ausbildungsart dieser Liasstufe überein, wie sie z.B. auch im Urbangraben des Tauglbodengebietes beobachtet wird. Da die Tauglbodenschichten aber mit einiger Sicherheit als malmisch gelten können, da ich darin vor Jahren einen glücklichen Fund von *Ataxioceras* machte, war der neue Fund von *Hildoceras* so aussergewöhnlich, daß ich lange Zeit an der Richtigkeit der Fundortangabe ("Tauglbodenstraße gegenüber Struber") zweifelte. Leider wollte es mir nie gelingen, den Finder des Ammoniten, Herrn Matthias Rehrl, persönlich zu treffen um mir von ihm die Fundstelle zeigen zu lassen. Er wurde später leider das Opfer eines Arbeitsunfalles und befindet sich in einer Heilstätte ausserhalb Salzburgs. Im Sommer des Jahres 1958 besuchte ich die Tauglbodenstraße wieder einmal, um die Veränderung der Aufschlüsse zu beobachten und konnte nun bei dieser Gelegenheit selbst ein Bruchstück von *Hildoceras* sowie einige Nautilus-Bruchstücke aus dem roten Mergel gewinnen. Dazu ist zu bemerken, daß die von mir seinerzeit im Urbangraben gesammelte Fauna von Lias Epsilon neben verschiedenen Arten von *Hildoceras* auch *Nautilus* enthielt. Damit war also die Fundortangabe des Herrn Rehrl als richtig bestätigt. Zur Erklärung des Vorkommens von Lias-Ammoniten in den tiefmalmischen Tauglbodenschichten nehme ich an, daß ein Fetzen von Liasgestein von der abgleitenden Brekzienmasse mitgerissen, auf schon sedimentierte Tauglbodenschichten abgelagert und durch neues Sediment zugedeckt wurde. Ich war der Meinung, daß man Sedimentgleitung als eine Form von Vortischs "schichtparallelen Überschiebungen" auffassen könnte und habe im Jahre 1958 in diesem Sinne berichtet (Schlager, 1958). Bei einer Diskussion mit Prof. Vortisch im Herbst 1959 stellte es sich aber heraus, daß Professor Vortisch Sedimentgleitung nicht als schichtparallele Überschiebung anerkennt; solche werden von ihm vielmehr aufgefaßt als tektonische Vorgänge, die sich unter der Last von bis zu loom mächtigen Gesteinsmassen und auf Strecken von mehreren Kilometern vollziehen. Ich ziehe daher meine Bemerkung, daß durch den Fund von *Hildoceras bifrons* in den Tauglbodenschichten schichtparallele Bewegungen im Sinne von Vortisch bewiesen seien, zurück und deute die Einbettung des fossilführenden Fetzens von rotem Lias als eine Erscheinung der Sedimentgleitung.

Bei Revisionsbegehungen im Sommer 1958 machte ich noch eine andere interessante Entdeckung. In meiner Arbeit über den Tauglboden (1956) erwähnte ich Seite 30 einen "Riffkalk" unter dem Blockhaus, das über der Tauglbodenstraße steht. Diese Riffkalkmasse wird bis zu 5m mächtig und ist, allerdings etwas zerbrochen auf einer Strecke von 200m verfolgbar.

An den Enden löst sie sich in Blockwerk auf, das, soweit die hier schlecht werdenden Aufschlüsse zu erkennen erlauben, mit Brekzien in Verbindung steht. Früher war dieser Riffkalk im Wald verborgen. Neuerdings wurde der Wald abgeholzt und an einer Stelle war nun die Humusdecke abgeschert, sodass eine frische Anwitterungsfläche bloß lag. Diese zeigte nun Auswitterungen von Korallen und Megalodonten, sodaß kaum noch gezweifelt werden kann, daß es sich um einen Triaskalk handelt, der annähernd konkordant in die Tauglbodenschichten eingebettet ist. Meine Annahme geht nun dahin, daß sich die Platte von der, durch tektonische Bewegungen verstülten Böschung der eingangs erwähnten Triaskalkschwelle loslöste, zum Boden der nördlich vorgelagerten Mulde abglitt und dort einsedimentiert wurde.

Ein eigenartiger Aufschluß ist in dem beim Schallhof in das Tauglthal mündenden Gugelangraben zu sehen. Etwa 150 m oberhalb des Schallhofes erscheinen einige Bänke von rotem Liaskalk, zusammen etwa 4m mächtig, die ohne Zwischenschaltung von Radiolarienhornstein, von Brekzien der Tauglbodenschichten ummantelt werden. Ob es sich um anstehenden Lias handelt, oder um eine sehr große ähnlich dem Triaskalk in die Tauglbodenschichten eingebettete "schwimmende" Scholle, kann wegen der beschränkten Aufschlüsse nicht entschieden werden. Die feine Brekzienmasse dringt stellenweise keilförmig in Klüfte des Liaskalkes ein. An einer Stelle ist der Lias von einer Manganerzkruste umhüllt und die Brekzie darüber enthält zahlreiche Bruchstücke von rotem Liaskalk in einer ebenfalls manganführenden dunklen Grundmasse. Die den Lias an der Ostseite umhüllenden Brekzienbänke enthalten rote Schiefermergelfetzen die stärkste Verkrümmungen und Falten zeigen.

Die besonderen Bildungsbedingungen der Tauglbodenschichten scheinen also dadurch gekennzeichnet zu sein, daß sie eine Beckenausbildung darstellen, die durch mächtigere Sedimente gegenüber der Schwellenzone im S ausgezeichnet ist. Vielleicht fegten die Meeresströmungen von der Schwelle im S Sediment ab und lagerten es zusätzlich in der Mulde ab. Eine weitere Vermehrung der Mächtigkeit wurde durch die Brekzienschüttung bewirkt, die teils durch Trübungsströme, teils durch gröbere Schuttströme vor sich ging. Schliesslich scheinen sogar grössere Gesteinsschollen, wie z.B. der Triaskalk, abgeglitten zu sein. Als Ursache dieser Brekzienschüttung werden tektonische Bewegungen in der Riffkalkschwelle angenommen, die auch zu den eigenartigen Kontaktverhältnissen zwischen Jura und Trias führten. Man könnte diese Sedimentationsbedingungen mit der Bildung der Schneedecke in einem leeseitigen Kar vergleichen: sie geht durch normalen Schneefall, durch den von den luvseitigen Kämmen abgeblasenen Schnee und zeitweise auch durch Lawinen vor sich, die von den steilen Rückwänden des Kares abgleiten können.

Daß ein enger Zusammenhang zwischen den frühen tektonischen Bewegungen am Südrand der Osterhorngruppe und den Brekzien der Tauglbodenschichten besteht, wird auch durch den schon beschriebenen Rückgang der Brekzienbildung gegen N hin deutlich. Die weiter nördlich gelegenen Rhättriffe, wie z.B. die Rötelswand in der Gaißau oder der Riffkalk von Adnet, zeigen keine Komplikationen im Kontakt mit dem Jura; hier erfolgten keine frühen Bewegungen und daher fand auch von ihnen aus keine Brekzienschüttung statt.

Anläßlich der Diskussion über meinen Vortrag kam es auch zu einer Besprechung der schon 1956 beschriebenen Tatsache, daß sich innerhalb der Tauglbodenschichten Radiolarienhornstein zweimal, stellenweise sogar dreimal wiederholt. Dieses Gestein kommt meist (Nicht immer!) unmittelbar über dem Lias vor, ein zweites Mal 130 m über der Oberkante des Lias und stellenweise noch ca 160m über dem Lias. Professor Vortisch Lit: Verz. Nr. 8 äußerte die auf seinen Erfahrungen im Zinkenbachgebiet fußende Meinung, daß es sich um eine tektonische Wiederholung durch schichtparallele Überschiebungen handeln könnte. Ich äusserte 1956 Bedenken dagegen, einerseits, weil ich unter dem höheren Radiolarit nur Schichtfugen aber keine Überschiebungsbahnen sehen konnte, andererseits, weil eine auffallende Bank von rotem Mergel, die konstant über dem mittleren Radiolarit auftritt, über dem untersten Radiolarit fehlt. Unter dem Eindruck der rasch gegen N abnehmenden Mächtigkeit der Tauglbodenschichten sowie des Fundes von Hildoceras an der Tauglbodenstraße gegenüber Struber, neigte ich mich später doch mehr der Meinung Vortischs zu, ohne daß jedoch die früher geäußerten Bedenken zerstreut werden konnten. Bei der Diskussion nach meinem Vortrag äußerte aber Chefgeologe Dr. Prey ebenfalls ein schwerwiegendes Bedenken gegen Vortischs Vorstellung: daß ein Gesteinsband von nur wenigen Metern Mächtigkeit, wie der Radiolarit, unter einer Last von 1000m Hangendsteinen eine mehrere Kilometer weite Überschiebung mitmachen könnte, ohne stellenweise durchgescheuert zu werden. Tatsächlich konnte ich aber den mittleren Radiolarit mit sehr großer Regelmässigkeit in einem Gebiet feststellen, das in W-E-Richtung 2,5 km, in N-S-Richtung 2,2km mißt. Die Regelmässigkeit der Einschaltung ist so groß, daß ich mir zuletzt das Auffinden des Radiolarits in den steilen Gräben dadurch erleichterte, daß ich mir den Anschnitt mit Hilfe der Lagerung und der Schichtlinien der Spezialkarte einfach konstruierte. An den so bestimmten Punkten fand ich dann tatsächlich das gesuchte Gestein.

So neige ich also heute doch wieder mehr der Annahme einer sedimentären Wiederholung des Radiolarienhornsteins zu. Die chemische Untersuchung hat ergeben, daß alle Gesteine der Tauglbodenschichten sehr reich an Kieselsäure sind, sogar die Mergel. Warum sollte sich nicht in mehreren Niveaus der Kieselsäuregehalt so angereichert haben, daß strukturlose Hornsteine entstanden. Übrigens enthalten auch diese Hornsteine noch gar nicht wenig Kalk und ein Großteil der sogenannten Radiolarite ist nur als Kieselkalk zu bezeichnen. Radiolarit bedeutet Lithofazies und kein bestimmtes stratigraphisches Niveau. Grunau (1959), der ostalpine Radiolaritserien in der Schweiz und Oberitalien untersuchte, kommt zur Ansicht, daß seine "Radiolaritserie" an der außer Radiolarienhornsteinen auch noch andere kieselsäurereiche Gesteine Anteil haben, vom Oberdogger bis in das Untertithon, vielleicht sogar bis in das unterste Ober-tithon, reicht, daß man aber nicht mit Sicherheit annehmen könne, daß die Bildung dieser Kieselgesteine überall gleichzeitig eingesetzt hätte. Aus den zahlreichen Säulenprofilen Grunaus ist auch zu ersehen, wie groß die Mächtigkeitsunterschiede dieser Kieselgesteine in verschiedenen Gebieten sind. Radiolarite verschiedenen Alters nimmt auch Trauth (1948) als erwiesen an, indem er einen vermutlich in das Oxford zu stellenden älteren, von einem wahrscheinlich tithonen, jüngeren Radiolarit unterscheidet. (Seite 186).

Brekzienlagen sind auch in die tiefen Oberalmschichten eingeschaltet. Die besten Aufschlüsse für das Studium dieser Erscheinung liefert der Kneilgraben.

Ein linsenförmiger Brekzienkörper, eingeschaltet in Kalkmergel der Oberalmschichten, ist bei der Brücke zu sehen, über die der Karrenweg vom rechten auf das linke Ufer wechselt. Etwa 100m aufwärts von dieser Brücke ist die 285° streichende Nordst. in einer 8m mächtigen Brekzienmasse zu sehen, vor der Kalkmergel zu Falten zusammengestaut sind. Man kann an dieser Stelle keine größere junge Störung erkennen, der man diese Faltung zuschreiben könnte. Wahrscheinlicher ist mir die Deutung, daß noch während der Sedimentation durch das Vordringen eines Schuttstromes von S, die zuletzt abgelagerten Kalkmergelschichten zusammengestaut wurden.

Weitere bemerkenswerte Aufschlüsse in den tiefen Oberalmschichten bietet der Quellast des Kneilgrabens, der steil von Kote 1168 (NW Vorder-Trattberg Alm) herabzieht. Immer wieder sind zwischen die Kalkmergel Brekzienbänke eingeschaltet, die meist die Erscheinung des "graded bedding" zeigen. Besonders merkwürdig erschien mir eine Kalkmergelbank, die in flachwelliger Lage, wie eine Schlange, zwischen die konkordant liegenden Kalkmergel eingeschaltet war.



Wellige Kalkmergelbank

Bei Herstellung der Trasse der neuen Trattbergstrasse im Herbst 1959, wurde östlich der starken Quelle des sogenannten Großen Kneils (Spezialkarte: Bildstock N Kote 1208) die Basalbrekzie der Oberalmschichten angeschnitten, die hier einen wandförmigen Abbruch des Oberrhätalkalkes vorgelagert ist. Dabei zeigten sich große Schollen von graurotem, krinoidenreichen Liaskalken, die offenbar in die Brekzien eingebettet sind und wahrscheinlich der Anlaß waren, daß FUGGER in der alten Geologischen Karte 1:75.000, Blatt Hallein-Berchtesgaden, NE Kote 1335 Lias ausschied

Schon vor einigen Jahren konnte ich in den Basalbrekzien der Oberalmschichten auf der Wildmooshöhe SW von St. Wilhelm schwach gerundete Brocken von verkieseltem Krinoidenkalk feststellen, der nicht weit von dieser Stelle, an der Grenze zwischen Oberrhätischem Riffkalk und Basalbrekzien der Oberalmschichten auch in großen Blöcken im Waldboden herumliegt, ohne daß man entscheiden könnte, ob es sich um ein anstehendes Vorkommen von Lias oder nur um aus der Basalbrekzie ausgewitterte Blöcke handelt. NW oberhalb Mahdhiasl wurden in der Basalbrekzie ganze Pakete von geschichtetem Triaskalk beobachtet, die mehrere Meter lang waren.

An der Südseite des Trattberges, wo das große Staffbruchsystem entwickelt ist, das den Südrand der Osterhorngruppe bedingt, sinken auch die Basalbrekzien staffelförmig gegen den Seewaldsee ab. Auch hier sind riesige Blöcke von Triaskalk in die Brekzien eingebettet und N der Auerhütte am Seewaldsee, konnten auch Gerölle von rotem Liaskalk als Einschluß beobachtet werden. Der Lias in den Basalbrekzien erlaubt wohl den Schluß, daß auch auf der Triasschwelle Lias abgelagert wurde, nachträglich aber wieder der Zerstörung anheimfiel.

Im allgemeinen kann man die Mächtigkeit der Basalbrekzien der Oberalmschichten im Trattberggebiet auf etwa 25m schätzen. Noch viel mächtiger und großartiger sind diese grobklastischen Bildungen aber an der NE-Seite des Amesecks, am Hang gegen den Marchgraben entwickelt, wo eine Brekzien- und Konglomeratwand südlich Kote 1154 zu einer Höhe von 50-60m anschwillt und nicht selten Triaskalkblöcke von 1m und mehr Durchmesser enthält. Die mächtige Entwicklung von derart grobem Blockschutt setzt wohl auch frühe tektonische Bewegungen in dieser Zone voraus.

Zusammenfassung: 1.) Im Tauglgebiet besteht eine große Diskordanz zwischen Triaskalken und Jurabildungen, die sich ganz besonders im tiefen Malm auswirkt, im oberen Tithon aber allmählich verschwindet. Diese Diskordanz dürfte nicht nur eine Folge der Mächtigkeitsunterschiede der rhätischen Sedimente (Riffkalk!) sein, sondern auch in einem frühzeitigen tektonischen Emporsteigen des Südrandes der Osterhorngruppe ihre Ursache haben.

2.) Die Bildung des tiefen Malms erfolgt in einer nördlich gelegenen, mächtigen Beckenserie und einer südlich gelegenen, geringer mächtigen Schwellenserie.

3.) Es zeigt sich ein Hercinspielen von tektonischen Bewegungen, die im Bereich der Schwellenzone stattfinden, in die Sedimentation der Muldenzone. Dieses äußert sich in einer wiederholten Brekzienschüttung, welche die Ablagerung kieselsäurereicher, dünnschichtiger Sedimente immer wieder unterbricht und zu den auf ruhige Bedingungen weisenden Sedimenten in scharfem Gegensatz steht. Die verschiedenartigen Brekzienbildungen werden auf folgende Entstehungsarten zurückgeführt: a.) Trübungsströme hoher Dichte hätten die feineren, annähernd konkordant eingeschalteten Brekzien gebildet, welche die Erscheinung des "graded bedding" zeigen. b.) Größere untermeerische Schuttströme, die sich in die unterlagernden, noch nicht verfestigten Sedimente eingegraben haben und diese daher oft diskordant abschneiden, hätten die größeren Brekzienbänke mit unscharfer Untergrenze erzeugt, die auch Schollen und Fetzen von älteren Gesteinen (Lias) einschließen. c.) Vorgänge von Sedimentgleitung, von den Schuttströmen nicht immer scharf trennbar, erzeugten unregelmäßige Brekzienkörper in denen nicht selten Walzenbildung als Folge der Aufrollung noch nicht verfestigter Sedimentschichten beobachtet wird. d.) Das Hereingleiten von größeren Triaskalkschollen und ihre Einsedimentierung würde sich als ein nicht brekzienbildender Vorgang doch sinngemäß an die Sedimentgleitung anschließen. 4.) Die kiesel-

säurereichen, dünn-schichtigen und bunten Sedimente, die mit den Brekzien wechsellagern enthalten lagenweise so kiesel-säurereiche Bänke, daß man sie als Radiolarien-hornstein ansprechen kann. Die Radiolariteinschaltungen wiederholen sich meist zweimal, stellenweise sogar dreimal. Die Nachbarschaft der Radiolarite zu Brekzienbänken ist in Zusammenhang mit der Frage nach den Entstehungsbedingungen der Radiolarite besonders interessant.

Literaturverzeichnis:

- 1.) Grunau Hans R. 1959: Mikrofazies und Schichtung ausgewählter, jungmesozoischer, Radiolarit-führender Sedimentserien der Zentralalpen. Leiden, E.J.Brill.
- 2.) Kühnel Johannes, 1929: Geologie des Berchtesgadner Salzbrges. Neues JB. f. Min. usw. Beil. Bd.61 Abt. B.Stuttgart 1929.
- 3.) Plöching Benno. 1953: Der Bau der südlichen Osterhorngruppe und die Tithon-Neokom-Transgression. Jb. Geol. B.Anst. 1953, Bd. XCVI
- 4.) Schlager Max, 1956: Geologische Studien im Tauglboden. Mitt. Naturw.Arb.Gem. vom Haus der Natur in Salzburg. Geol.Min.Arbeitsgruppe, 7.Jg.
- 5.) Schlager Max, 1957-1959: Aufnahmeberichte über die Jahre 1956-1958. Verhandl. Geol.B.Anst.Wien, 1957,1958,1959.
- 6.) Sickenberg Otto, 1931 und 1932: Geologische Untersuchungen in der nördlichen Osterhorngruppe. Anz. Ak.Wiss.Wien 1931 und 1932.
- 7.) Trauth Friedrich, 1948: Die fazielle Ausbildung und Gliederung des Oberjura in den nördlichen Ostalpen. Verh.Geol.B.Anst.Wien, Seite 146-218.
- 8.) Vortisch Wilhelm 1955: Die Geologie der Inneren Osterhorngruppe, I. Teil, Neues Jb. Geol. u.Paläontol. Bd. 102, Seite 77-142, Stuttgart 1955
- 9.) Kuenen Ph.-H. and Migliorini G.I. 1950: Turbidity currents as a cause of graded bedding. The Journal of Geology, vol.58 Nr. 2, p.91-134. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

Diskussion:

Prey erklärt sich durchaus mit der Vorstellung eines Abgleitens und Abfließens vor einer im Süden gelegenen Schwelle einverstanden; dabei habe es sich um grobe Muren^T gehandelt, die sich beim Weiterfließen nach Norden sondern, sodass jeweils das grobe Material unten, das feinere oben konzentriert wird (Trübströme mit gradierter Schichtung).

+) und um Trübströme

Dagegen sei es schwer vorstellbar, dass auch das kilometerweit durchziehende zweite Radiolaritband - wie dies Schlager in seinem Vortrag im Anschluss an Vortisch angenommen hatte - nur ein abgeglittenes Stück des liegenden Radiolaritbandes sei: eher handle es sich bei der zweifachen Wiederholung des Radiolarites um eine sedimentäre Wiederholung. Die grosse Schichtmächtigkeit des Gesamtkomplexes der Tauglbodenschichten (350 m) brauche nicht tektonisch erklärt zu werden, da in der Vortiefe nördlich der Triasschwelle ein grösserer Senkungsbetrag anzunehmen sei, der die übergrosse Mächtigkeit der Sedimentation ermöglichte. An den Vorstellungen von Vortisch, der sich schichtenparallele Überschiebungen unter einem malmischen Hangendgebirge dachte und dabei annahm, dass auch die mitbetroffenen Liasgesteine zur Zeit der Überschiebungsvorgänge z.T. noch nicht verfestigt gewesen seien, erscheine es vor allem unverständlich, dass zeitlich so weit auseinanderliegende Gesteine wie Lias und Malm paradiagenetisch verformt worden sein soll; es sei undenkbar, dass die Gesteine solange unverfestigt geblieben wären. Auch seien echte Überschiebungen wohl nur möglich, wenn die überschiebende (hangende) Gesteinsmasse bereits verfestigt war, da sonst an der Stirn eine Anschoppung entstehen würde.

Schlager kehrt unter dem Eindruck dieser Argumente zu seiner früheren Ansicht zurück, wonach die Wiederholung des Radiolarits sedimentär sei, für die in den Tauglbodenschichten eingeschlossenen rhätischen und liassischen Gesteins genüge die Annahme oberflächlicher Hanggleitungen während der Sedimentation der Tauglbodenschichten, wobei es zur Einsedimentierung der älteren Gesteine kam.

4. Diskussionsabend, 29. Oktober 1959

Bericht über geologische Kartierungen im Salzachtal zwischen Kuchl und Grödig.

Dr. Therese Pippan.

Allgemeines über die Kartierung:

Die Vortragende hat in den Sommern 1956, 1957 und 1958 im Salzachtal zwischen Kuchl-Grödig geologisch kartiert und dabei die alluvialen und spätglazialen Sedimente und Terrassen und die interglazialen Nagelfluhvorkommen untersucht. In Übersichtsbegehungen würde auch das Gebiet bis Golling einbezogen.

Es lassen sich alluviale, Gschnitz- und schlernezellige Terrassen erkennen. Zur Erleichterung der oft schwierigen Terrassengliederung wurden als Kriterium der Böschungswinkel der Terrassenabfälle, die Schärfe der Kanten, die Bodenmächtigkeit und der Charakter der Terrassenoberfläche herangezogen. Die beiden letztgenannten Fakten stehen allerdings unter dem Einfluss landwirtschaftlicher Bearbeitung. Die Terrassengliederung wird durch Verbauung, bes. durch Strassen-, Bahn- und Uferdammbau verschleiert.

An Prallhängen, wie bei Hallein oder Haslach, wo sich die Salzach dem Talhang nähert, sind die Terrassen stark reduziert, an konkaven Seiten, wie bei Kuchl und Vigaun breit entwickelt. An Prallstellen der Salzach und nahe der Wurzel von Seitenbachschwemmkegeln sind die Terrassenabfälle bes. hoch. Wenn sie weiter vom Fluss entfernt sind, werden die Stufen niedriger und die Kanten sind oft sehr verwaschen. Infolge ihrer Undeutlichkeit bes. schwer verfolgbar erweisen sich die Terrassen an Seitenbachmündungen in die Salzach, da die Aufschüttung und Zerschneidung des Seitenbachschwemmkegels mit entsprechenden Vorgängen der Salzach in bezug auf ihre Terrassen in komplizierter Weise interferieren.

Der Böschungswinkel der Stufenabfälle ist in reinen Schotterkörpern geringer ($25-30^{\circ}$) als in anstehendem Fels oder Nagelfluh. Selbst wo festes Gestein nur gelegentlich an Terrassenböschungen auftritt, ist der ganze Abfall steiler und kann der Böschungswinkel $45-50^{\circ}$ erreichen.

Da das Salzachtal beim Rückzug der W- Vergletscherung von einem See bedeckt war, treten periglaziale Einflüsse in den Sedimenten zurück. Kryoturbationerscheinungen im Schotterkörper sind selten, Dellen an den Terrassenrändern aber mehrfach zu beobachten.

Die Terrassen:

In Bezug auf die Terrassengliederung können alluviale, Gschnitz- und Schlernterrassen ausgedeutet werden.

Die Alluvialterrassen:

Sie treten rechts der Salzach, zwischen Puch-Haslach, E von Hallein zwischen Wiestalalm und Abfall der Hammerauterrasse bei St. Margarethen und S der Taugl bis Kuchl jeweils an der Innenseite der Mäander auf. Links der Salzach sind sie zwischen Anif-Au N Kaltenhausen, bei der Flußschlinge von Gamp S von Hallein, N der Steigbachmündung und bei Weissenbach vertreten. Ein schmaler Alluvialgürtel begleitet die Alm beiderseits Niederalm bis zur Salzach.

Die Alluvialterrasse besteht z.T. aus Salzachsotter, aber der Einfluss der Seitenbachaufschüttungen, der Mündungsschwemmkegel mit lokalem Material überwiegt. Die Schotterbänke der Salzach enthalten in grösserer Entfernung von den Seitenbachmündungen typische Ferngerölle mit viel Kristallin, nahe bei und interhalb der Zuflüsse herrscht lokal kalkalpines Material. Typische Salzachsotter sind bunt gemischt, enthalten zentral- und kalkalpine Komponenten, wobei letztere überwiegen. Auf dem weiten Weg der Salzach werden die aus den Zentral- und Schieferalpen stammenden Gerölle meist aufgearbeitet. Es erhalten sich vor allem grüne Gesteine, fein struierte Gneis- und Quarzit- oder Quarzgerölle, was für die Festigkeit dieses Material spricht. Die Salzachsotter sind gut bearbeitet, durchschnittlich grob, und horizontal- bis kreuzgeschichtet. Der häufige Wechsel von Schotter und Sand geht auf die Schwankungen des Stromstriches zurück. Das fast ausschliesslich lokal kalkalpine Material der Zubringer hat wesentlich gröberes Korn, ist weniger gut gearbeitet und meist undeutlicher geschichtet. Im Hangenden der Alluvialablagerungen liegt häufig Aulehm. Auf der Uferterrasse zwischen Kuchl-Gasting tritt beiderseits der Salzach bes. in Altwasserrinnen bis auf 1,5 m Mächtigkeit erschlossener, hellgrauer, horizontal geschichteter, feiner Schwimmsand auf. Die häufigste Bodenmächtigkeit der Alluvialterrasse ist 1,5 dm, nur selten werden 2 dm erreicht.

Die Oberfläche der Terrasse lässt noch deutlich den ehemaligen Flussbettcharakter erkennen. Zwischen bewachsenen Schotterbänken finden sich flache Mulden. Bes. typisch sind zahlreiche, viele Zehner von m lange, meist trockene, 0,5 - 2m tiefe und bis 15 m breite, flach geböschte Rinnen, die auf die Tätigkeit toter Flussarme bei Hochwasser oder das Wandern des Stromstriches zurückgehen. Die Formen haben sich im Auengelände, das die Salzach in verschiedenen breiten Streifen begleitet, bes. gut erhalten. Die Rinnen sind vor allem in Flussnähe gut ausgebildet. Oft begleiten sie den Fluss der Hammerau- gegen die Alluvialterrasse. Auch an Seitenbächen treten sie auf. Die Alluvialterrassenfläche zeigt eine regellose Abfolge von sehr flachen Schwellen und Mulden, z.B. E von Hallein. Hier treten sporadisch rasch auskeilende, niedrige, flache Stufen auf, die wohl Schotterbankterrassen sind und auf das Pendeln des Stromstriches oder Hochwasser-tätigkeit zurückgehen.

Unmittelbar über der Salzach oder den grösseren Zuflüssen erhebt sich die 1,8-2m, manchmal bis 5m hohe Alluvial- oder Uferterrassestufe, die zwei- bis dreigliedrig auftreten kann wie an der Alm bei Niederalm, wo drei Stufen vertreten sind oder an der Wiestalalm bei Hallein. Die Gliederung

der Alluvialterrassen ist aber wegen künstlicher Einflüsse unsicher. Weder die Höhe noch die Zahl der Terrassen stimmen überein. Ihre oft verwaschenen Ränder keilen meist rasch aus. Es kann sich bei diesen sekundären Alluvialterrassenstufen um lokale Hochwasser-, Mäander- oder Schotterbankterrassen handeln.

Die Hammerauterrasse:

Die nach Seefeldner geschichtliche Hammerauterrasse tritt links der Salzach zwischen Anif-Niederalm, S der Alm bei Taxach, S Hallein bei Gamp und W Kuchl bei Weissenbach, rechts bei Puch-Oberalm, St. Margarethen und zwischen Taugl-Kuchl auf.

Bei Niederalm ist sie in den Almschwemmkegel eingeschnitten, bei Oberalm grösstenteils in den Wiestalalmschwemmkegel, bei Vigaun in den Tauglschwemmkegel.

Der Charakter der Aufschüttung ist dem der Alluvialterrasse ähnlich. Die Schotter sind stets locker. Die Bodenmächtigkeit ist etwas grösser als bei der Alluvialterrasse und erreicht meist etwas über 2dm, maximal 5dm.

Die häufigste Stufenhöhe über der Alluvialterrasse beträgt bei grösserer Entfernung vom Fluss 1,5-2m, an Prallhangstellen wie bei Jagermaier nahe Kuchl 2,5 m und an der Wurzel des Tauglschwemmkegels links der Taugl 3m und rechts der Salzach N der Wiestalalmmündung 3,5m. Zwischen St. Leonhard-Niederalm ist sie links der Alm mit der Alluvialterrassenstufe zu einem einheitlichen, bis 5m hohen Abfall vereinigt. Bei Weissenbach verschmelzen die beiden Stufen ebenfalls, was einen 3-4 m hohen Abfall ergibt. Beim Weiher Anif ist die Hammerauterrassenstufe zweigliederig. Der Böschungswinkel der Hammerauterrasse schwankt zwischen 25-47°, wobei die höheren Werte bei flussnahen Stufen liegen.

Die Terrassenoberfläche ist ähnlich wie jene der Alluvialterrasse durch Mulden und Schwellen gekennzeichnet, doch sind die Böschungen dieser Formen viel flacher.

S Hallein links der Salzach ist die Hammerauterrasse nur schmal entwickelt wie bei Gamp, wo sie recht undeutlich abgrenzbar ist. Bei Weissenbach tritt sie wieder wesentlich breiter und mit klarem Abfall auf. Bes. schmal und nur in Seitenbachschwemmkegel eingeschnitten ist sie zwischen Weissenbach-Reit ausgebildet.

Die Hammerauterrassenstufe tritt oft sehr verschwommen und daher schwierig verfolgbar auf. Dies gilt z.B. für die Strecke zwischen Windschnur bei St. Leonhard und Niederalm im Winkel zwischen Alm und Salzach.

Bes. interessant und schwierig feststellbar sind die Verhältnisse der Hammerauterrasse SW Puch und W Oberalm, wo die Abgrenzung gegen die Alluvialterrasse unklar ist. Ihr N-Abfall bei Krimpling zeigt eine kompliziert gelappte Einbuchtung, die Böschung ist oft sehr undeutlich und niedrig. NW Schloss Kahlsberg sind stark gewürgte, ziemlich gut bearbeitete, kristallinarme Schotter erschlossen. Die Würgeerscheinungen sprechen bei diesem, mehr undeutlichen Abfall für Hammerauterrasse. Auch die nach S blickende

Hammerauterrassenstufe rechts der Wiestalalm ist schwierig verfolgbar. Ihre Abfälle keilen oft aus und erreichen nur 10° Böschungswinkel. Die Hammerauterrasse ist stets im Winkel zwischen Haupt- und Nebenfluss undeutlich. Es beeinflussen sich Alm- und Salzachaufschüttung in undurchsichtiger Weise.

Zwischen Puch-Almaustritt ins Salzachtal-Salinenhäuser-Zenzlmühle bildet die Hammerauterrasse den riesigen N-Flügel des Almschwemmkegels, der zwischen Marmorwerk Kiefer-Schloss Haunsberg in den Friedhofterrassen-schwemmkegel eingeschachtelt ist und ganz überwiegend aus lokalen Geröllen besteht. Dieser Wiestalalmschwemmkegel verschmilzt nach N und W mit der Hammerauterrasse der Salzach, deren Abfall recht deutlich ist. Der Einfluss von Salzachsotter zeigt sich an der Zunahme von Kristallingeröllen in der Hammerauterrasse kegelabwärts. In derselben Richtung nimmt die Geröllgröße rasch ab. Der mässige Böschungswinkel der Hammerauterrasse, der sich zwischen $10-35^{\circ}$ beläuft, Schotterausbisse oder Aufschlüsse und Lesegerölle beweisen, dass es sich um eine Schotterterrasse handelt. Ihre Oberfläche zeigt viele radial verlaufende, kegelabwärts rasch auskeilende 1-1,5 m hohe Stufen, die die genaue Abgrenzung der Hammerau- gegen die Alluvialterrassenstufe erschweren. Es handelt sich hier wohl um Abfälle alter Schotterbänke, die zu einer Zeit entstanden, als sich die Alm in ihrem breiten, flach geneigten Schotterbett noch nicht ganz festgelegt hatte. Sie sind von den einer Talbodengeneration entsprechenden, echten Erosionsterrassen zu unterscheiden, deren Abfall lang, deutlich und zusammenhängend verläuft, wie etwa zwischen Zenzlmühle-Kastenhof-Salinenhäuser, wo er 2-3,5 m hoch und 25° steil sich klar über die hier durch Rinnen deutlich markierte Alluvialterrasse erhebt. Diese von der Salzach geschaffene, flussnahe Terrassenstufe ist viel deutlicher als die Hammerauterrassenabfälle rechts der Wiestalalm.

Links dieses Flusses zwischen Adneter Riedl-St. Margarethen-Salzach lässt sich eigentümlicherweise trotz reichlich vorhandenem Raum keine längere, zusammenhängend verlaufende Hammerauterrassenstufe beobachten. Erst zwischen St. Margarethen-Haltestelle Vigaun erhebt sie sich klar über das Alluvialniveau. Bei der Haltestelle läuft die Hammerauterrassenfläche unter den Bergsturz hinein, der damit an dieser Stelle als Postschnitz datiert ist.

Links der Tauogl begleitet die Hammerauterrasse den Fluss mit kleinen Unterbrechungen oberhalb Leiten bis zur Mündung in die Salzach. Im Winkel zwischen Salzach-Tauogl wird die Stufe unklar, weiter aufwärts aber mit Annäherung an die Salzach sehr hoch und deutlich. Sie quert dann die Bahn und Strasse gegen E und verschwindet bei Kuchl in die Friedhofterrasse, lässt sich aber S Kuchl bis gegen Golling weiter verfolgen.

Die Friedhofsterrasse:

Die nach E. Seefeldner schlernzeitliche Friedhofsterrasse tritt bes. links der Salzach zwischen Anif-Grödig, rechts bei Puch-Oberalm, Vigaun und zwischen Taugl-Kuchl auf. Die Reste haben sich vorwiegend in grösserer Entfernung vom Fluss erhalten.

Die Schotter der Friedhofsterrasse sind jenen der Hammerau- und Alluvialterrasse ähnlich. Das Material ist auch im Bereich der Seitenbachschwemmkegel überwiegend lokal, bei Salzachtterrassen aber reich an Fernschotter. Die Gerölle gefällsreicher Seitenbäche sind vor allem an der Schwemmkegelwurzel bes. grob wie an der östlichen Talseite zwischen Gamp-Weissenbach. Die schmalen Friedhofsterrassenreste bei Migl-Sonnenschein gut links der Salzach S Hallein bestehen aus Felsschutt. Weiter S schneidet ihre Fläche Schlernschotter, interglaziale Nagelfluh und anstehende Oberalmer Schichten. Bei Urstein links der Salzach geht sie auch über Nagelfluh hinweg, die die Terrassenfläche z.T. in Buckeln überragt. Zwischen Puch-Schloß Winkl bei Oberalm treten am Abfall der Friedhofsterrasse Schotter und Oberalmkalk zutage. Der steile Abfall dieser Terrasse zwischen Jadorf-Speckleiten-Jägermayer N Kuchl besteht aus lockeren Schlernschottern, der lokale Kerne interglazialer Nagelfluh umschliesst, die bes. W. Jadorf am Stufenhang erschlossen ist und in einzelnen kleinen Kuppen wie bei Dosl die Terrassenoberfläche durchragt. Die Nagelfluh besteht aus mittel- bis grobkörnigen, gut gerollten und verfestigten, horizontal geschichteten, vorwiegend von der Salzach stammenden Komponenten. Der Schlernschotter zeigt hingegen erkennbare Schichtung und ist überwiegend lokal.

Die Bodenmächtigkeit erreicht meist 2,5-3 dm, maximal 5 dm. Über Kalkschotter hält sie sich um etwa 2 dm, über Mischschotter wurden meist 3 dm beobachtet. Im gesamten Untersuchungsgebiet ist der Friedhofsterrassenschotter nicht nur bei kristallinhaltigem, sandreichem Salzachschotter, sondern auch in kalkreichem, lokalem Material unverfestigt.

Die Oberfläche der Friedhofsterrasse ist meist sehr eben. Nur zwischen Kuchl-Taugl treten mehrfach flache, breite Mulden auf, bes. W. Höch, die auf der Karte nicht zum Ausdruck kommen. Hier wird man an eine von spätglazialen Sedimenten umschüttete Toteisform erinnert. Die Terrassenoberfläche senkt sich als typischer Schwemmflächen der Taugl von dieser auf etwa 4 km Länge nach S gegen den Georgenberg. Bei Dosl ist ihre Oberfläche klein-kuppig, wohl weil allerdings unerschlossene Durchragungen interglazialer Nagelfluh nahe an die Oberfläche kommen. Bei Weissenbach läuft die Terrassenfläche in die vom Würmgletscher überarbeiteten und gebuckelten Oberalmkalkbänke hinein.

Die häufigste Höhe des Friedhofsterrassenabfalles gegen die Hammerauterrasse ist 2,5m; lokal wie an der Wurzel des Taugl- und Schrambachschwemmkegels erreicht sie 5-8m, zwischen Kuchl-Jadorf-Speckleiten, wo ein alter Prallhang vorliegt, 3-5m, in der alten Uferkonkave bei Stiglip 6-7m.

Die Friedhofterrassenoberfläche ist i.a. etwas mehr verwaschen als die der Hammerauterrasse. Bei Kuchl und Stockach ist sie durch Dellen eingekerbt. Der Böschungswinkel erreicht durchschnittlich bei höheren Abfällen grössere Werte und beläuft sich an Schwemmkegelwurzeln auf 40-50°, in Uferkonkaven 45°, sonst 20-30°. Höhere Böschungsgrade treten auch dort auf, wo Anstehendes in den Terrassenabfall einbezogen ist wie zwischen Puch-Schloss Winkel, wo 45° auftreten. In Nagelfluh bei Stiglip beträgt der Böschungswinkel 33-35°.

Die Abgrenzung der Friedhof- gegen die Hammerauterrasse ist z.T. schwierig. So bildet ihr Abfall zwischen Überackerhof-Hügel Pt. 539 bei St. Leonhard eine unklare, lange und flache Böschung. Hier wurde die 440m- Isohypse als Grenze gewählt. Ähnlich undeutlich ist ihr Abfall bei Mühlreit S der Alm.

Zwischen Puch-Schloss Winkel-Oberalm macht die Abgrenzung von Schotter und Oberalmerkalk am Terrassenabfall Schwierigkeiten. Auch das Kriterium der steileren Böschung in Anstehendem ist hier nicht massgebend, da schon eingeschalteter Fels den Gesamtabfall versteilt. Aufschlüsse sind hier spärlich. Die grosse Terrassenfläche zwischen Marmorwerk Kiefer-Schloss Winkel-Oberalm, die einen sehr deutlichen W- und S- Abfall aufweist, besteht wohl aus Schotter und ist der Schwemmkegel der Wiestalalm an ihrem Austritt ins Salzachtal. Dies zeigen die fächerförmige Gestalt und das Absinken des Niveaus von der Kegelwurzel gegen die Salzach und von der Kegelachse nach NW. SE der Kirche Oberalm hat ein Brunnen mehrere m Schotter durchteuft. Auf der Oberfläche des Kegels und an der Terrassenböschung liegen in Wiesen und Feldern viele lokale, gut gerundete Almgerölle. Die Zunahme der Geröllgrösse gegen die Schwemmkegelwurzel ist gut verfolgbar.

Ein schmaler Friedhofterrassenrest hat sich bei Pt. 451 NE von Hallein am SW-Fuss des Adneter Riedls erhalten, der über Schotter, Oberalmer Kalk und wohl auch Nagelfluh hinweggeht. Die Böschung beträgt 35°. Der Schotter kann aus Lesegeröllen und auch durch einen Baugrubenaufschluss, der im Sommer 1958 in 465 m Höhe etwas oberhalb Schlossbauer festgestellt wurde, ermittelt werden. Hier liegt 0,5 m mächtiger Schotter über verkarstetem Oberalmer Kalk, bzw. greift in die Verkarstungsfurchen dieses Gesteins ein. Dieser Befund lässt vermuten, dass auch die tiefer gelegene Friedhofsterrasse grösstenteils aus Schotter besteht.

S von Kuchl konnte die Friedhofsterrasse an der linken Seite des Kerterer Baches und an der W- Seite der Salzachtalbundesstrasse bis Golling weiter verfolgt werden.

Schwemmkegel:

Wie schon erwähnt, sind die Schwemmkegel der Salzachzuflüsse sehr oft in die Terrassierung einbezogen, aber durch ihr stärker gegen die Salzach und auch talaufwärts gerichtetes Oberflächengefälle, sowie durch den lokal kalkalpinen Charakter der Ablagerungen von den Salzachaufschüttungen unterschieden. An der Wurzel der Schwemmfächer erreichen die

Gerölle bis über 0,5m Länge, sind wenig bearbeitet und geschichtet, aber schon 1 km weiter abwärts wird das Korn viel kleiner, die Bearbeitung besser und die Schichtung deutlicher.

phasen

Die Zerschneidung der Seitenbachschwemmkegel fügen sich z.T. gut in das Terrassensystem ein. Der Steigbach-, Wiestalalm und Tauglfächer zeigen drei Erosionsstadien, die sich mit der Alluvial-, Hammerau- und Friedhofterrasse verbinden lassen. An der Taugl ist auch noch eine sekundäre Uferterrasse entwickelt. Beim Schrambachschwemmkegel, dessen Entfaltung durch das starke Linksdrängen der Salzach behindert wurde, sind nur zwei Erosionsphasen erkennbar.

Der Bergsturz von Vigaun:

Zwischen Abtswaldkogel-Vigaun erstreckt sich hügeliges Bergsturzgelände. Es reicht bis an die Taugl, überschreitet die Strasse von der Haltestelle nach dem Ort Vigaun gegen N, tritt an den Abfall der Friedhofterrasse heran, ihn stellenweise randlich überdeckend.

Der Bergsturz bildet eine unruhig kuppige, bewaldete Landschaft mit vielen 1-4m hohen Hügeln, deren Höhe gegen das Innere der Tomalandschaft zunimmt. Der meist steile Böschungswinkel erreicht oft über 45° . Gegen das Innere der Bergsturzlandschaft drängen sich die Hügel dichter zusammen und bilden oft regellos verzweigte, nicht gut individualisierbare Formen mit aufgesetzten kleinen Kuppen. In den westlichen Randgebieten zeigt die Anordnung der Hügelachsen eine gewisse Einregelung in N-bis E-Richtung.

Aufschlüsse im Bergsturzmateriale sind spärlich. In erdiger Masse stecken viele einige dm bis 1,8 m grosse Blöcke aus dunklem Kalksandstein der unteren Rossfeldschichten und aus sandigem z.T. hellem, dünnplattigem bis fast dünnblättrigem Mergelschiefer. Am rechten Tauglufer liegt das Material auf interglazialer Nagelfluh. Seine Zusammensetzung, sowie das Ausklingen der Kuppen gegen NE zeigen, dass der Bergsturz von der W-Talseite kam, wo auch die Ausbruchsnische erkennbar ist.

An der Oberkante der zwischen 600-960 m Höhe befindlichen Abrissnische am E-Abfall des Abtswaldkogels steht grauer, grobkörniger, von 50° E gegen die Salzach zu einfallenden Klüften durchsetzter, heller Rossfeldsandstein an, wenig weiter N bilden weiche, dünnplattige bis blättrige Mergel sein Liegendes. Diese Lagerung und die Klüfte begünstigten die Entstehung des Bergsturzes. Die bis über 40° geneigte, steile Sohle der Nische zeigt viele NE streichende, 1-2m hohe Hügel aus dem selben Material wie bei Vigaun.

Der Bergsturz fällt zwischen Gasting-Tauglmündung an hoher Böschung mit riesigen, plattenartigen Aufrissen zum linken Salzachufer ab. Leicht kantenbearbeitete Blöcke aus Rossfeldsandstein oder hellgelbgrauem, dünnplattigem, oft zerriebenem, beim Gleiten oder Fallen zersplittertem Mergel stecken in erdiger oder Feinschuttmasse.

Die leichte Kantenabstumpfung der Blöcke im gesamten Bergsturzgebiet, die gewisse Einregelung der Hügelachsen, das Auftreten von riesigen Mengen von erdigem und Feinschuttmaterial sprechen dafür, daß mit dem Bergsturz eine Mure verbunden war, mit der das Material über die Salzach bis Vigaun transportiert wurde.

Der Bergsturz liegt am rechten Tauglufer, an seinem N- und NE-Ende bei Vigaun und an seinem S-Rande links der Salzach auf der Hammerauterrasse, womit sein Alter in das Postschnitz fallen würde.

Die Nagelfluhvorkommen:

Allgemeines:

Die Verteilung der zahlreichen Nagelfluhvorkommen im Salzachtal hängt ähnlich wie jene der spät- und postglazialen Terrassensedimente von ihrer Lage zu den Salzachmäandern ab. Sie befinden sich vorwiegend in gewisser Schutzlage, oft im Lee eines vorspringenden Talspornes.

Entgegen der bisherigen Auffassung braucht die Höhenlage einer Nagelfluh und auch der Diskordanz zwischen Delta- und horizontalen Deckschichten, letzteres gilt bes. für Vorkommen an Seitenbachmündungen, nicht immer ein sicheres Alterskriterium zu sein, da die R-W interglaziale Nagelfluh z.T. in ein differenziertes Erosionsrelief über Anstehendes und M-R-Nagelfluh hinweg abgelagert wurde. Schon A. Penck hat darauf hingewiesen, daß die Auflagerungsfläche der Nagelfluh durchaus nicht eben war. Wir brauchen nur an die spätglaziale Aufschüttung zu denken, die auch über ältere Nagelfluhreste hinweg erfolgt ist. Die ineinandergeschachtelten Schotter des Alpenvorlandes können nicht zum Vergleich herangezogen werden, da sie nicht einer interglazial- sondern einer Glazialzeit angehören. Auf die Unsicherheit des 490m-Niveaus als Kriterium für das R-W-Delta hat Del-Negro in seiner Geologie Salzburgs hingewiesen. Nach A. Penck sank die Höhe der Diskordanz zwischen R-W interglazialen Delta und horizontalen Deckschichten salzachtalaufwärts rasch ab. Dieses Niveau differiert von 490-440 m, womit sich ein Höhenunterschied von 50 m ergibt. Es ist also praktisch im einzelnen Fall äußerst schwierig, oft unmöglich, vereinzelte Reste solcher interglazialer Nagelfluh auf Grund ihrer Höhenlage chronologisch richtig einzuordnen. Es kann sein, dass gerade Deltas an Seitentalmündungen beim Rückzug einer Vergletscherung in Gletscherseen abgelagert wurden. Ferner muss man mit der Möglichkeit junger tektonischer Verstellung rechnen und zwar in dem Sinne, daß eine Nagelfluh an einem Talhang nachträglich mit diesem gehoben in der Talsohle aber, die einer Störungszone folgt, deren Aufleben durch glazialisostatische Beeinflussung wohl wahrscheinlich ist, gesenkt worden sein kann. Die riesige Gesamtmächtigkeit der Nagelfluhaufschüttung im Salzachtal passt zu der Vorstellung einer Senkung. Nur eindeutige stratigraphische Beweise im Sinne einer direkten Überlagerung von zwei durch Moränen getrennten, schräg oder horizontal geschichteten Nagelfluhhorizonten könnten wirklich entscheidend für eine Altersbestimmung sein. Aber solche klare Befunde sind uns bis jetzt nicht gegeben.

Auch die Verfestigung, auf die sich A. Penck sehr stützte, ist für die Altersbestimmung nur wenig massgeblich, da sie lokal rasch wechselt. In kalkigem Material oder wenn kalkreiche Wässer zur Verfügung stehen, kann sie so stark sein, daß selbst R-W interglaziale Nagelfluh z.B. bei Toren W von Golling als Baustein verwendbar ist, während sandige Einlagerungen in der als M-R interglazial datierten Nagelfluh des Mönchsberges locker sein können, wie dies unter der Richterhöhe der Fall ist, wo in die stark verfestigten, groben Nagelfluhbänke eine 4m mächtige, lockere, sandige Ablagerung eingeschaltet ist.

Ähnliches gilt von der löcherigen Verwitterung als Hinweis auf höheres Alter. Sie tritt sowohl in der R-W interglazialen Nagelfluh von St. Margarethen als auch in der M-R interglazialen Nagelfluh des Mönchsberges auf und hängt von lokalen Schwankungen der Materialzufuhr ab. In dauernd feuchten, schattigen Schluchten verwittern die Gerölle bes. rasch und stark.

A. Pencks Auffassung, daß die M-R interglaziale Nagelfluh hauptsächlich aus Salzachsedimenten, die R-W interglaziale aber aus Seitenbachablagerungen bestehe, ist unzutreffend. Vielmehr herrschten in beiden Interglazialen ganz ähnliche Sedimentationsbedingungen wie heute, d.h. lokale Zubringergerölle überwiegen in der Nähe von Seitenbachmündungen ebenso wie bei den spätglazialen und alluvialen Ablagerungen. Auf keinen Fall kann man aus der Zusammensetzung der Nagelfluh einen Schluss auf ihr Alter ziehen. Kreuzschichtung scheint vorwiegend in Salzachsedimenten aufzutreten, was auch von den nach -W-zeitlichen Ablagerungen gilt. Das dürfte mit den ruhigeren Ablagerungsbedingungen im Hauptfluss zusammenhängen.

Die Nagelfluhwände zeigen oft tiefe Fugen zwischen den Bänken, Rufen in sandigen Einschaltungen, Erosionshöhlen und Halbhöhlen von mehreren m Ausmass in verschiedener Höhenlage als Hinweis auf die allmählich tiefer schreitende Flusserosion.

Die vielen Nagelfluhreste an verschiedenen Stellen des Salzachtalbodens zeigen, daß die ganze Talsohle von interglazialen Ablagerungen erfüllt gewesen sein muss. Sie wurden glazial und fluviatil erodiert. Vorhandene Nagelfluhreste konnten von spät- und postglazialen Sedimenten umschüttet werden. Falls sie ein niedrigeres Niveau hatten als die jüngeren Ablagerungen, lassen sie sich in Aufschlüssen erkennen, wenn ihre Oberkante höher war, ragen sie über das Niveau der Friedhofterrasse als vereinzelte Hügel inselbergartig auf. Es ist oft schwer zu entscheiden, aus welcher Zeit die einzelnen, meist spärlich erhaltenen und erschlossenen Einschaltungen stammen.

Die Nagelfluhvorkommen:

Solche Durchragungen finden sich bes. auf der Friedhofterrasse S der Taugl. Zwischen den Höfen Leiten und Gugl erhebt sich eine deutliche Kuppe etwa 10m über das Terrassen-niveau. Ihre NW-Seite besteht aus locker zementierten, feinkörnigen, sandig-kiesigen, horizontal- bis kreuzgeschichteten, vorwiegend eckigen Komponenten. An der SE-Seite liegt eine

trotz reichlicher sandiger Beimengung gut verfestigte, quarzreiche, horizontal geschichtete Nagelfluh. Am E-Abfall der Kuppe ist in einer Erosionstasche des feinkörnigen Sedimentes mit scharfer Diskordanz sehr grober, 5m mächtiger, undeutlich horizontal geschichteter, hellgelber, sandreicher, gut gerollter Schotter mit bis kopfgrossen lokalen Geröllen eingelagert, der bis zur Hügeloberfläche reicht. Es wird sich hier um eine jüngere Einschwemmung in einen grossen Erosionskolk der Nagelfluh handeln.

Der Hügel Pt. 513 rechts der Taugl besteht auch aus feinkörnigem bis kiesigen Material mit spärlichen gröberen Geröllen. Im Liegenden sind Tone. Die Nagelfluh ist gut verfestigt, löcherig verwittert und fast horizontal gebankt.

S der Taugl bei Dosl ragt ebenfalls eine kleine Kuppe auf, die aus vorwiegend grobkörniger, horizontal geschichteter, wechselnd stark verfestigter Nagelfluh besteht. Der nördliche, durch eine breite Kluft getrennte Teil des Hügels zeigt NW fallendes Material. Wahrscheinlich handelt es sich um einen vom Haupthügel abgeglittenen und gekippten Teil der Kuppe.

Die grösste Aufragung der Nagelfluh über der Friedhofsterrasse E von Kuchl bildet der Georgenberg 525m, der sich inselbergartig über deren Oberfläche erhebt. Das Sediment des N-Teiles steht mehr unter dem Einfluss der hauptsächlich lokal kalkalpines Material führenden Taugl und ist daher etwas besser verfestigt, der S-Teil führt typische Salzschotter mit sandigen, schwächer zementierten Zwischenlagen. Äusserlich ist aber die Nagelfluh des gesamten Berges gut verfestigt. Die Korngrösse wechselt rasch, die Zurundung ist infolge stärkerer lokaler Einschüttung oft gering. Die Bänke fallen unter etwa 12° N bis NE. Wenn der N-Teil des Georgenberges z.T. etwas besser zementiert ist, kann man daraus nicht ohne weiteres auf eine Altersverschiedenheit der beiden Abschnitte schliessen. Es fehlt eine Fuge, die eine M-R-von einer R-W interglazialen Nagelfluh trennen würde. Auch im Niveau und in der Lagerung gibt es keine durchgreifenden Unterschiede, denn in beiden Abschnitten kommen Schräg- und Horizontalschichtung vor. Die Oberfläche des Berges wurde stark glazial erodiert. Am S-Abfall ist ein grösserer Schotterabbaubetrieb, innerhalb dessen die Verfestigung gering ist. Aber gleich im Anschluss an den S-Fuss des Berges tritt wieder sehr feste Nagelfluh auf und auch das Hangendste des lockeren Sedimentes ist wieder wenigstens äusserlich gut zementiert. Auch A. Penck wies darauf hin, dass kein Beweis für die Altersverschiedenheit der beiden Bergabschnitte vorhanden ist. An der E-Seite des Georgenberges treten in verschiedener Höhe Erosionskoke auf, die zeigen, dass die Salzach nach Ablagerung der Nagelfluh bis vor der Erosion der Friedhofsterrasse wenigstens zeitweilig E des Berges floss.

Die Nagelfluhreste können auch völlig in die jüngere Terrassierung einbezogen sein und von spätglazialen Sedimenten umschlossen an einem Terrassenabfall auftreten, wie z.B. an der Friedhofterrassenböschung S der Taugl zwischen Stiglip-Jadorf. Die dortige Nagelfluh ist nahe Stiglip meist gut verfestigt, stark z.T. löcherig verwittert, undeutlich horizontal geschichtet, vorwiegend aus Lokalkomponenten zusammengesetzt und in verschiedenem Grad abgerundet. Mit Annäherung an die Taugl wird das Korn gröber und wiegt lokales Material vor, was deutlich zeigt, dass diese Nagelfluh einem verfestigten Tauglschwemmfächer angehört.

Kleinere Nagelfluhreste wurden in einem Seitengraben rechts der Taugl, der beim Sandwirt mündet, und SE von Feldl an der rechten Tauglböschung beobachtet. Es handelt sich um grobes, gut verfestigtes Material.

Links der Salzach konnten Ausbisse von Nagelfluh, die bisher in der Literatur nicht erwähnt wurden, zwischen Stockach-Reit verfolgt werden. Von Stockach bis zum Steigbach ist sie in einer Gesamtmächtigkeit von 1,5-1,8 m sichtbar. Die Gesamtlänge der hart über der Salzach liegenden, schwer zugänglichen Aufschlüsse beträgt 50 m. Das Material ist vorwiegend lokal, gut verfestigt, oft löcherig verwittert und undeutlich geschichtet. Die Bänke fallen 10-20° bis ENE.

Nagelfluhreste wurden auch im Salzachbett festgestellt. Von der Wiestalalmmündung bis fast zur Kaltenhauser Brücke über die Salzach traten 1957 infolge extrem niedrigen Wasserstandes Nagelfluhvorkommen auf, die damals 2m über das Wasser aufragten und sich vom linken bis fast zum rechten Salzachufer erstreckten. Es handelt sich um mittel- bis kleinkalibrige, kristallinreiche, gut verfestigte, horizontal- bis kreuzgeschichtete Nagelfluh. Sie zeigt schöne Erosionshohlkehlen, Pilzformen und kleine Felstore. Die Oberfläche der ihrer Form nach sandbankartigen Ablagerung ist von tiefen Erosionswannen und-löchern durchsetzt.

Ein ähnlicher Aufschluss liegt W von Haslach am rechten Salzachufer, hier beginnt 80 m N des Gasthauses zur Überfuhr eine Nagelfluh, die sich 70 m weit flussabwärts erstreckt und auf 1-1,5 m Breite im Flussbett sichtbar wird. Ihr Aussehen gleicht dem der Ursteinnagelfluh. Im Unterschied zu anderen Vorkommen im Salzachtal ist sie auffällig kleinkörnig. Ihre Komponenten sind meist gut gerollt, vorwiegend kalkalpin, doch finden sich auch Quarzgerölle. Die Verfestigung ist mit Ausnahme sandiger Einschaltungen gut. Die Nagelfluh zeigt Horizontal-bis Kreuzschichtung. Zwischen den Bänken sind Hohlkehlen ausgewaschen, doch gibt es keine Pilzfelsen.

Der Adneter Riedl:

Ein sehr bedeutendes und mächtiges Nagelfluhvorkommen findet sich auf dem Adneter Riedl, das auf seiner Höhe von der Wiestalalm, tiefer unten von der Salzach abgelagert wurde.

Vom Sandwirt an der Taugl, wo an der Fahrstrasse E von Feldl ein 25° W fallendes, aus lokalem Material bestehendes R-W interglaziales Delta erschlossen ist, das in 493 m See-

höhe von horizontalen Deckschichten überlagert wird, bis gegen Pt. 451 E von Hallein treten an der SW-Seite des Riedls viele Nagelfluhaufschlüsse entgegen. Wenn auch das Material SE von Samhof bis gegen Feldl nur selten sichtbar wird, machen doch häufige, gut gerundete, nicht gekritzte Lesegerölle, die wohl aus der Nagelfluh des Untergrundes herausgewittert sind, ihr Durchziehen wahrscheinlich. Ein weiterer Hinweis darauf ist die steile Böschung von 40-45°. Zwischen St. Margarethen-Einau nahe dem Fuss des Riedls und zwischen Steinhaus-Pt. 551 am NW-Ende des Heuberges treten langgezogene Abfälle dieser Nagelfluh auf. Von der Oberfläche des Berges in 556 m Seehöhe bis Steinhaus in 510 m reicht sie an der SW-Seite des Riedls durch Aufschlüsse und Ausbisse belegt, geschlossen herab. A. Penck nahm ihre Unterkante in 530 m Seehöhe an. In den Nagelfluhfelsabfällen zwischen Pt. 551 und Steinhaus, deren Fuss in 530 m Höhe liegt, treten bis gegen 540 m schön ausgearbeitete, wohl von der Salzach stammende Strudelkolke in 5 Etagen übereinander auf. Hier bildet die Nagelfluh eine Kappe auf dem NW-Teil des Heuberges. Ihr Kontakt mit dem Oberalmerkalk ist bei Pt. 551 erschlossen.

Zwischen Pt. 538- Mayerhof- Salzachtal ist ein kaum unterbrochenes Nagelfluhvorkommen zu verfolgen, ohne dass man sicher die Grenze zwischen einem oberen, nach Pencks Auffassung älteren und einem unteren jüngeren Sediment feststellen könnte. Die höhere Nagelfluh tritt oberhalb Mayerhof in grossen, horizontal geschichteten Aufschlüssen zutage. Hier hat Del-Negro 1959 eine mächtige, tonige Einschaltung mit verkohlten Pflanzenresten gefunden. Ähnliche Nagelfluh, aber mit allmählich zunehmendem Kristallgehalt findet sich in einem kleinen Graben S von Mayerhof zwischen 475 und 485 m Seehöhe. Hier sind meist grobe Gerölle, unter denen sich auch Quarzkomponenten befinden, gut verfestigt und stark löcherig verwittert. Weiter hangabwärts tritt die Nagelfluh in 460 m Seehöhe auf, wo sie mittel- bis kleinkalibrig, sandreich, horizontal- bis kreuzgeschichtet, löcherig verwittert und ausser sandigen Zwischenlagen gut verfestigt ist.

Die Nagelfluh auf der Höhe des Riedls oberhalb Mayerhof stammt von der Wiestalalm und weist daher lokale, grobe Gerölle auf, wie sie einer Aufschüttung am Eintritt eines Seitenbaches ins Salzachtal, einem Schwemmkegel, entspricht. Weiter abwärts tritt unter dem Einfluss der Salzachaufschüttung mit dem Fernschotter das kristalline Element stärker hervor. Das Korn wird wesentlich kleiner. Diese petrographische Verschiedenheit der beiden Aufschüttungen verlangt aber nicht notwendig eine altersmässige Differenzierung der Nagelfluh, da sie sich auch durch den unterschiedlichen Einzugsbereich der Gerölllieferanten erklärt. Dieselben Unterschiede lassen sich in den spät- und postglazialen Haupt- und Seitenflussablagerungen erkennen

NW von Pt. 551 bis Schlossbauer, von hier bis Steinhaus und hinunter bis gegen Pt. 451 herrschen geschlossen die Oberalmer Schichten ohne Nagelfluhüberdeckung. Zwischen Mayerhof-Lasterhub treten sie in vier kleinen Kuppen und deren näherer Umgebung im Niveau um 500- 530 m zutage, da hier die Nagelfluh glazialerosiv beseitigt wurde. Die Ablagerung des interglazialen Sedimentes erfolgte offenbar in ein Erosionsrelief hinein. Auch A. Penck hat die unebene Auflagerungsfläche hervorgehoben. SE des Heuberges bei Daxer, SE von Stocker und bei Aigen treten Aufschlüsse oder Ausbisse der Nagelfluh auf der Höhe des Riedls im Niveau von 520-525 m entgegen und setzen sich bis zu seinem SW-Fuss gegen St. Margarethen fort. A. Penck nahm an, dass die untere, die sogen. St. Margarethener Nagelfluh, nur bis 500 m hinaufreicht. In einem Graben SW von Aigen aber tritt sie zwischen 500-520 m Seehöhe in grösseren Aufschlüssen entgegen. Sie ist stark verwittert und verfestigt, vorwiegend klein- bis mittelkörnig, im Hangenden etwas gröber, horizontal- bis kreuzgeschichtet und mit Moräne bedeckt. Sie reicht dann weiter bis NNE von St. Margarethen, wo sie zwischen 480-500 m auftritt. Hier herrscht wenig gerundetes, meist lokales, wechselnd verfestigtes, kreuz- bis horizontal geschichtetes, feinkörniges Material. In diesem Profil lässt sich die Ablagerung der Nagelfluh von der Höhe des Riedls bei Aigen bis nach St. Margarethen hinunter verfolgen. E und NE von Pt. 521 bei Grub treten Ausbisse dieser Ablagerung bis ins Niveau von 510 m nahe über der Sohle des Adneter Beckens zutage. Sie lassen sich an der Böschung bis gegen den Hof Wiesenbauer verfolgen. Die Nagelfluh unter dem Heuberg reicht an seiner SW-Seite auch bis 510 m herab, so dass hier kein Höhengsprung gegeben ist.

A. Pencks abweichende Höhenangaben gehen vielleicht auch auf den Gebrauch der alten österreichischen Originalaufnahme 1:25.000 zurück, deren Ungenauigkeit er erwähnt. Nach ihm hält sich die Oberkante der St. Margarethener Nagelfluh stets unter dem tiefsten Punkt der Adneter Nagelfluh, was nicht richtig ist, da die St. Margarethener Nagelfluh um 15-20 m höher hinaufreicht als die Adneter Nagelfluh vom Heuberg hinunterreicht. Aber auch Beobachtungsfehler liegen vor. Nach A. Penck soll das Mengenverhältnis von kalk- und zentralalpinem Material in der oberen und unteren Nagelfluh gleich sein. In Wirklichkeit ist jene eine lokale, diese eine Fernschotterablagerung. Da A. Penck annimmt, dass die R-W interglazialen Sedimente lokaler Natur sind, müsste die Adneter Nagelfluh nach dieser seiner Auffassung R-W interglazial sein. Die horizontalen Deckschichten reichen bei der Adneter Nagelfluh bis gegen 510 m herab. Die Deltaschichten darunter fehlen völlig. Würden wir die Deckschichten mit A. Penck ins M-R Interglazial stellen, dürften sie entsprechend der von E. Stummer postulierten Spiegelhöhe des M-R interglazialen Sees von Salzburg nur bis 540 m herabreichen. Man gerät also in schwierige Widersprüche, wenn man die Adneter und St. Margarethener Nagelfluh altersmässig differenziert. Verbindet man A. Penck die horizontalen Schichten des Adneter Riedls als Deckschichten mit der M-R interglazialen

Delta- Nagelfluh des Mönchsberges, ergäbe sich für diese eine Gesamtmächtigkeit von 130 m. Bei Annahme eines einheitlichen Alters der Adneter- und St. Margarethener Nagelfluh wäre die maximale Mächtigkeit etwa 86 - 100 m, also ein durchaus möglicher Wert.

Auf der Terrasse in 465 m Seehöhe etwas oberhalb Schlossbauer liegt in einer grösseren Baugrube 5 dm mächtiger, mittel-bis grobkörniger, z.T. sandiger, lockerer Salzschotter mit gut gerollten Komponenten auf verkarstem Oberalmer Kalk. In dessen 20 cm tiefen, zwischen etwas gerundeten Felarippen eingesenkten Karstfurchen und kleinen Wannern greifen Schotter und Boden taschenförmig ein.

Moränen sind an den Hängen und am Rücken des Riedls nur selten eindeutig erschlossen, aber wohl in grösserer Verbreitung anzunehmen. Nur nahe seinem SW-Fuss unter dem Niveau von 500 m treten sie häufiger zutage.

Die Oberfläche des Adneter Riedls ist in für Nagelfluh typischer Weise kleinkuppig mit flachen Mulden dazwischen. NW von Steinhaus entstand vermutlich durch subglaziale Erosion in der Nagelfluh und im Oberalmer Kalk eine weite, seichte Mulde, deren steilerer NE-Hang aus Nagelfluh, die flachere SW-Böschung aus Oberalmer Schichten besteht. Diese Formung weist darauf hin, dass der Adneter Riedl stark vom Eis erodiert wurde, so dass die ursprüngliche Ablagerung der Nagelfluh eine beträchtliche Reduktion erfuhr. Heute tritt sie uns nur in Erosionsresten entgegen. Die weite Streuung ihrer Verbreitung spricht für ein bei der ursprünglichen Sedimentation wesentlich weitläufigeres Auftreten der Nagelfluh als dies heute der Fall ist.

Diskussion:

1) Zu den spätglazialen Terrassen:

Schlager bezweifelt, daß verfestigte Partien innerhalb der Friedhofterrassen unbedingt alte Karne sein müssen; die Friedhofterrasse selbst könnte örtlich verfestigt sein.

Seefeldner verweist darauf, daß die gelegentliche Unschärfe der Terrassenränder auf Sand- und Tonzwischenlagen zurückzuführen sei. Die verschiedene Höhenlage der Ränder beiderseits der Salzach sei nicht mit Coleman durch eine Störung zu erklären, sondern durch Linksdrängen der Salzach, wodurch auf dem linken Ufer die höheren Teile der Schwemmkegel angeschnitten wurden. Periglaziale Erscheinungen seien an den Terrassen nicht anzunehmen, weil die grossen Gletscher damals zu weit entfernt waren. Dagegen wäre zu erwägen, ob nicht noch Töteisreste vorhanden waren.

Del-Negro bezweifelt ein Überleben von Toteis nach der Allcrödschwankung.

2) Zur interglazialen Nagelfluh:

Seefeldner gibt zu, daß am Kuchler Georgenberg nur eine Ablagerung vorliegen kann, möchte aber am Adneter Riedl dem Gesamthabitus nach eher zwei altersverschiedene Ablagerungen annehmen.

Schlager glaubt, Pencks Vorstellungen der Einschachtelung doch auch für die interglazialen Nagelfluhen als berücksichtigungswert hinstellen zu sollen, vor allem in Verbindung mit anderen Argumenten. Weder die Höhenlage noch die Verfestigung sei für sich allein entscheidend, aber am Adneter Heuberg kommen beide Momente zusammen, diese Verkettung der Argumente sei doch sehr beachtlich. Dasselbe gelte von dem Höhengsprung der Nagelfluhbasis bei Harreis. gerade dort, wo auch ein Materialunterschied - die Nagelfluh mit der höheren Basis enthält fast nur kalkalpines Material, die mit der tieferen auch Kristallin- und ein Unterschied des Verfestigungsgrades auftritt. Grösserer Kalkgehalt erkläre nicht schon für sich die grössere Verfestigung, sondern der Entzug der Kohlensäure.

Die zusammenhängende Nagelfluh nach der Darstellung der Vortragenden komme nur dann zustande, wenn man alle vegetationsbedeckten Gebiete zur Nagelfluh rechnet. Durch Lösssteine könne dies aber nicht bewiesen werden. Man sieht tatsächlich nur einzelne getrennte Bänke. Deutlich könne man zwei Schwerpunkte der Verschüttung unterscheiden, einen von 530- 556 m (am Ostrande des Heuberges liege die Basis etwa bei 530 m), den zweiten von 460 bis etwa 515 m. Zwischen beiden liege eine breite Terrassenfläche. Die Zugehörigkeit der zwischen den erwähnten Hauptverschüttungsbereichen liegenden vereinzelt Bänke sei schwer zu entscheiden. Z.B. könnte das isolierte Vorkommen von Aigen, das von der St. Margaretener Nagelfluh abweicht, eine lokale Bildung sein. Daß die Nagelfluh oberhalb Steinhaus mit der des Heubergrückens zusammenhänge, sei nicht sicher zu beweisen. Es könnte auch sein, daß die jüngere Verschüttung mit ihren höheren Anteilen bis nahe an die Basis der älteren heranreicht. Wie schon Del-Negro bei einer gemeinsamen Exkursion hervorhob, käme man unter der Annahme der Einheitlichkeit

der Nagelfluh des Riedels zu einer rund 100 m mächtigen fluviatilen, horizontal gelagerten Verschüttung, was doch sehr unwahrscheinlich wäre. Würde der Heuberg ins Riss-Würminterglazial eingestuft, so müssten unter der Voraussetzung eines normalen Gefälles auch bei Salzburg die Stadtberge bis etwa 525 m im Riss-Würminterglazial verschüttet worden sein.

Pippan erwidert unter Hinweis auf die Münchener Ebene, dass eine Einschachtelung - die übrigens i.a. nur für die eiszeitlichen Schotter angenommen werde - keineswegs immer vorliegen müsse. Der Höhengsprung der Nagelfluhbasis bei Harreis könne auch durch Einlagerung in ein Erosionsrelief erklärt werden. Die grosse Mächtigkeit der Nagelfluh könnte auch durch Senkung unter glazialisostatischer Beeinflussung erklärt werden.

Schlager lehnt glazial isostatische Deutung ab, da die Glazialisostasie nicht in schmalen Zonen wirke.

Seefeldner fügt hinzu, die Glazialisostasie führe zum Einsinken des gesamten Alpenkörpers; ausserdem komme es gerade in den Zwischeneiszeiten infolge des Abschmelzens nicht zum Einsinken, sondern zum Wiederaufstieg, was durch das Einschneiden der Terrassenränder bewiesen werde.

Haiden verweist darauf, daß eine Durchrechnung des Längensprofils, das sich im Idealfalle einer Hyperbel näherte, zur Klärung der Alterszuweisung beitragen könnte.

Del-Negro erinnert daran, daß beim Gehöft Tax nahe Golling zwei deutlich altersverschiedene Deltas vorliegen. Im Prinzip könne die Zweiteilung für das Salzburger Becken nicht bezweifelt werden, wenn man die Höhenlage der Deltas Rainberg-Mönchsberg-Hellbrunnerberg mit den viel tieferliegenden horizontalen Schottern, die von Süden bis mindestens nach Urstein, also nahe zum Hellbrunner Hügel heranreichen, vergleicht. Strittig sei also eigentlich nur der Adneter Riedel. Dort entstehen durch die einzelnen Bänke zwischen den beiden Hauptverschüttungen tatsächlich Schwierigkeiten der Trennung, die Penck noch nicht beachtet hatte. Die ausschliessliche Berücksichtigung der Oberkante lasse die von der Vortragenden vertretene Ansicht als möglich erscheinen. Die Basis zeige freilich bei Harreis einen Höhengsprung, den man zwar zur Not auch durch Einlagerung in ein Relief erklären könne; aber daß dieser Höhengsprung gerade dort auftritt, wo die durch Zusammensetzung und Habitus besonders charakterisierte Nagelfluh des Heuberges endet, gebe doch zu denken. Auch der in der Nagelfluh südlich Mayerhof eingelagerte Block älterer Nagelfluh dürfe nicht ignoriert werden und spreche für Zweiteilung.