

## Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes

(Mit 1 Tafel.)

Von Werner Heißel, Innsbruck.

Mit einem Abschnitt über: „Schweremineraluntersuchungen an Gesteinen aus dem Unterinntaler Tertiär“ mit 1 Tabelle von G. W o l e t z.

### Vorwort.

Meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. R. v. KLEBELSBERG verdanke ich meine Ausbildung zum Geologen und die Freude zur Geologie. Mit vorliegender Arbeit als Beitrag zum Festband soll versucht sein, meinem Dank an Prof. KLEBELSBERG Ausdruck zu verleihen.

Die Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes bildet eines der Kernstücke in der Geologie der Nordtiroler Kalkalpen. Trotz der zahlreichen Untersuchungen sind seine Probleme noch nicht geklärt.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch dankbar der Hilfe meiner Kollegen an der Geologischen Bundesanstalt gedenken, Herrn Dr. S. PREY und Herrn Dr. R. OBERHAUSER für die Durchsicht der Mikrofossilien und Frau Dr. G. WOLETZ für die Bearbeitung der Schwerminerale. Meinem Freunde Herrn Dr. O. SCHMIDEGG verdanke ich die Bohrprofile aus dem Kössener Becken, die sich, bei alten Gutachten beiliegend, in seinem Besitze befinden.

### Obersicht.

Die Auffassungen über den geologischen Bau des Unterinntaler Tertiärgebietes waren im Laufe der letzten Jahrzehnte manchem Wandel unterworfen. Nicht nur, daß sie bei den verschiedenen Autoren und zu verschiedenen Zeiten verschieden waren, auch O. AMPFERER, der den Hauptanteil an der geologischen Erforschung dieses Gebietes beigesteuert hat, hat seine Anschauungen mehrfachen Änderungen unterzogen. Es scheint daher gerechtfertigt, die geologischen Zusammenhänge auf Grund neuer Beobachtungen neu zu beleuchten. Kernpunkte der Fragestellung waren stets das Kaisergebirge, das Unterinntaler Tertiär und deren gegenseitiges Verhältnis.

K. LEUCHS (1907) hat noch das Kaisergebirge als tektonischen Horst und das Inntal bei Kufstein als Grabenbruch beschrieben. M. SCHLOSSER (1909–1925) hat die stratigraphischen Kenntnisse wesentlich bereichert, besonders der jungen Ablagerungen (Kreide, Tertiär). O. AMPFERER (1921

bis 1933) begründete die Kaisergebirgsdecke und gab damit der Tektonik dieses Raumes eine klassische Gestaltung. A. FUCHS (1944) untersuchte nach neuen Gesichtspunkten das tektonische Gefüge des Kaisergebirges. K. OSSWALD (1950) zeichnete eine tektonische Übersicht, in der erstmals im Inntal eng gescharte Bewegungsbahnen in SW—NO-Richtung stärker betont sind. Schließlich konnte ich (1951) Beiträge zur Tertiärstratigraphie bringen und auf einige Grundzüge des tektonischen Baues hinweisen.

### Zur Tertiär-Stratigraphie.

#### Häring er Schichten.

Die neuen Befunde in der Stratigraphie der Tertiärgesteine im Gebiets von Häring und Angerberg wurden bereits früher dargelegt (W. HEISSEL, 1951). Es obliegt, hier einige Ergänzungen anzufügen sowie diese Untersuchungen auch auf das Tertiär nördlich und nordöstlich von Kufstein auszudehnen. Die Hauptergebnisse der früheren Untersuchungen waren, daß die Häring er Schichten faziell sehr rasch wechselnd entwickelt sind, daß die Zementmergel im Gegensatz zur Angabe von O. AMPFERER von über 1000 m Mächtigkeit nur 200 m mächtig sind und in ihnen eine Litoralfazies auftritt, die faziell weitgehend den an der Basis des Tertiärs auftretenden Nummuliten-Nulliporen-Lithothamnienkalken entspricht, daß ferner die Unterangerberger Schichten auch rechts-östlich des Inn vorhanden sind und daß dieselben im Gegensatz zur älteren Auffassung sicher marine Ablagerungen sind. Weiters ergaben sich Anzeichen, daß auch in den Oberangerberger Schichten mariner Einfluß vorhanden ist.

Nach diesen Gesichtspunkten wurden die Arbeiten fortgesetzt.

Die fazielle Heteropie der Häring er Schichten konnte um ein neues Schichtglied erweitert werden. Oberhalb Berg (Bergpeterl, 772 m) stehen graue tonige Gesteine an, die ganz an die Basis des Tertiärs zu stellen sind und die offenbar die Bitum-Mergel vertreten. Die besten Aufschlüsse in diesem Gestein wurden gelegentlich der Anlage eines Sprengmittelmagazins im Amalien-Stollen oberhalb Berg (772 m) geschaffen. Der Stollen ist in Zementmergeln angeschlagen. Nach etwa 70 m erreicht er die liegenden Bitum-Mergel, nach weiteren 60 m die Kohlenzone. Diese wird von einem grauen tonigen Gestein unterlagert. Die Zementmergel sind nur in Nähe des Mundloches noch typisch entwickelt, weiter berglein (ins Liegende) gehen sie allmählich in Bitum-Mergel durch fortschreitende Zunahme des Bitumen-Gehaltes über. Die Bitum-Mergel sind in hangenderen Teilen mehr dünnbankig-feinschichtig, dunkel, liegendere Teile mehr dickbankig und hell, sehr hart und stärker kalkig („Stinkkalk“). Sie fallen rund 40° NW. In der Übergangszone zu den Zementmergeln treten stärkere Faltungen auf, lagenweise sind Tone zwischengeschaltet. Die gesamte Kohlenzone ist etwa 3 m mächtig.

Es wechsellagern Bitum-Mergel, stark kohlige Bitum-Mergel („Stein—Kohle“) und dünne Pechglanzkohlen, die feinstückig brechen (bis 20 cm mächtige Lagen).

Die grauen, überwiegend dunkelblaugrauen Tone bilden trotz leichter Störungen an der Grenzfläche unzweifelhaft das stratigraphisch Liegende der Kohlenzone. Es sind dieselben Tongesteine, die auch obertag in den Gräben nordöstlich oberhalb des Julius-Schachtes anstehen. Ich habe sie 1951 (Taf. XXI, Abb. 2 und Nr. 5 in Abb. 7) fälschlich für tektonisch verschmierte, eingeschuppte Zementmergel gehalten. Im Amalien-Stollen gehen diese Tongesteine gegen Liegend zunehmend in Wechsellagerung mit Konglomeraten, Breccien und Lithothamnienkalken. Auch kommen Lagen und Knollen von Bitum-Mergeln vor. Diese Zwischenlagerungen sind ziemlich fossilreich. Eine besondere Art von Einlagerung bilden bis 20 cm mächtige Bänke und Linsen eines dunkelblaugrauen Mergelkonglomerates, dessen Gerölle schwarze kleine Mergelstücke sind, deren Oberfläche beinahe poliert erscheint.

Konglomerate, Breccien und Lithothamnienkalken treten in den grauen Tonen auch als knollenförmige Linsen auf.

Ähnliche Verhältnisse zeigen auch 2. und 3. Liegendschlag im Oberlauf des Unteren Bergpeterl-Stollen. Von der Hauptstrecke, die im Konglomerat des Natur-Portland liegt, abzweigend, quert der 3. Liegendschlag zunächst gewöhnliche Zementmergel (Portland-Liegend), dann Bitum-Mergel, anschließend graue Tone mit tonigen Konglomeraten und steht mit der Brust in Basiskonglomeraten und Lithothamnienkalken, in denen noch Linsen von Bitum-Mergeln vorkommen.

Aus den Tongesteinen des Amalien-Stollens wurde ein braunrotes, brecciöses Gestein, das eine Einlagerung bildet, im Dünnschliff untersucht. In der braunroten Grundmasse liegen zahlreiche eckige und scharf abgesetzte Bruchstücke, die durch dunklere Färbung hervortreten. U. d. M. erweisen sich sowohl Grundmasse wie Einschlüsse als vollkommen gleich zusammengesetzt. Beide bestehen aus sehr kleinen deutlich begrenzten Karbonatkörnchen, die einen dunklen Kern im Zentrum haben. Erwähnt sei, daß bei manchen Lithothamnien-Bruchstücken stärkste Vergrößerung sehr ähnliche Strukturen offenbart. Es ist nicht von der Hand zu weisen, daß es sich auch bei dem braunroten, brecciösen Gestein um organischen Detritus handelt, der zu Schlamm mit syngenetischer Breccienbildung sedimentiert wurde.

Schließlich sei noch auf eine zwar geringmächtige, dafür aber um so seltsamere Einlagerung in Bitum-Mergeln hingewiesen. In einer Liegend-Auffahrung des Theresia-Stollens im Zementbergbau Häring tritt als schichtparallele Einlagerung grauer rescher Sand auf. Er ist so gut wie gar nicht diagenetisch verfestigt und hat höchstens die Festigkeit, wie sie den inter-

glazialen Mehlsanden des Inntales eigen ist. Es sind keine Anzeichen vorhanden, daß diese Sandzwischenlage etwa jünger und auf einer Kluft eingeschwemmt worden wäre. Im übrigen passen diese Sande auch in ihrem Schwermineral-Spektrum recht gut zu anderen Proben dieses stratigraphischen Horizontes (s. Anhang).

#### Unterangerberger Schichten.

Für den marinen Charakter der Unterangerberger Schichten konnten weitere Beweise gefunden werden. Ein Sandstein aus der Lehmgrube bei Kirchbühl (am Weg zum Moorbad) erwies sich zu  $\frac{2}{3}$  aus Quarz- und Hornsteingeröllchen und nur zu  $\frac{1}{3}$  aus Karbonatgeröllchen zusammengesetzt. Dazu kommen in s. eingelagerte Glimmer, etwas Hornblende und Disthen. Eckige Einschlüsse überwiegen, gut gerundete dagegen sind selten. Der Fossilgehalt weist reichlich Foraminiferen auf, vor allem rotalide Formen. Im einzelnen konnten erkannt werden: Globigerinen, Milioliden, ähnlich *Globorotalia*, ein Discocyclinenrest, Seeigelstacheln, Korallen und eckige Lithothamnien-Bruchstücke.

Eine Schlammprobe aus den grauen sandigen Mergeln mit Ostracoden an der Westseite des Gratenbergl bei Wörgl führt ebenfalls reichlich Foraminiferen mit z. T. sehr gut erhaltenen Skulpturen: *Polymorphina*, *Cibicides*, *Bolivina*, verschiedene Globigerinen, *Lagena*, *Discorbis* oder *Astrigerina*, ? Radiolarie, dazu Fischzähne und Flossenstacheln. Erhaltung und Zusammensetzung sprechen eindeutig für eine autochthone Fauna.

Für die Alterseinstufung der Unterangerberger Schichten als Aquitan war der Fund eines Radius von *Rhonzotherium cadibonense* ROGER (M. SCHLOSSER, 1909) maßgebend, der in einem Steinbruch bei Breitenbach gefunden worden ist. H. K. ZOBELIN (1952) weist aber darauf hin, daß *Rhonzotherium cadibonense* ROGER ein Begleiter von *Anthracotherium magnum* CUV. ist, das für Chatt leitend ist. Damit wären höhere Teile der Unterangerberger Schichten chattisch.

Die Konglomerate der Unterangerberger Schichten zeigen dieselbe Geröllgesellschaft wie jene der Oberangerberger Schichten. Neben den Komponenten aus den Kalkalpen und der Grauwackenzone treten auch Gerölle von Altkristallin auf (bes. feinkörnige Muskowitgranitgneise), sowie spätige dunkle Kalke unbekannter Herkunft (Aufschlüsse am Inn bei Wörgl).

#### Die Bohrung Niederholz I bei Häring.

Da die Vorräte des Kohlenbergbaues Häring nahe vor der Erschöpfung standen, wurde im Jahre 1950 die Bohrung Niederholz I abgestoßen. Ihr lag auf Grund gefügetektonischer Untersuchungen die Annahme zu Grunde, daß es sich beim Häringer Tertiär um einen vollkommen homogen verformten Gesteinskörper handle, dessen Schichtflächen randlich nahe dem

Triasuntergrund mit etwa  $46^\circ$  einfallen, in mittleren Teilen (Erbstollen) um  $32^\circ$  und in der Mitte des Inntales, im Raume von Kirchbichl, noch flacher ( $21^\circ$ ). Aus diesen im Erbstollen beobachteten Verhältnissen wurde auf ein entsprechendes Verhalten auch in der Tiefe geschlossen. Die Bohrung hätte demnach in etwa 600—800 m Tiefe die kohlehöflichen Tertiärschichten erreichen sollen.

Der Bohrpunkt liegt in 595,4 m SH südlich der Straße Kirchbichl—Häring, im Walde 225 m westlich des P. 593 und 400 m N  $80^\circ$  W des P. 620 (Gr. Speck). Die Bohrung durchstieß in den ersten 83 m quartäre Ablagerungen: 0—20 m Schotter, 20—30 m grobblockiger Schotter, 30—34 m feiner Schotter, 34—51 m Fein-(Mehl-)sand, 51—61,5 m Schotter, 61,5—83 m grobblockiger Schotter. Angaben über durchfahrene Grundmoränen liegen nicht vor, obwohl in der Umgebung der Bohrstelle überall die hangende Würm-Grundmoräne zu beobachten ist. Es wäre möglich, daß bei den tiefsten Blockschottern eventuell auch Grundmoräne (Liegendmoräne) beteiligt ist. Bei der Schotter-Sand-Folge handelt es sich um die Riß-Würm-interglazialen Terrassensedimente.

Bei 83 m Bohrtiefe = 514 m SH wurde die Oberfläche des anstehenden Tertiärs erreicht. Es waren, wie zu erwarten, Unterangerberger Schichten. Um Kosten zu ersparen und einen rascheren Bohrfortschritt zu erzielen, wurden bis 268,2 m Bohrtiefe keine Kerne gezogen. Anschließend wurden rund 12 m gekernt und dabei typische Unterangerberger Schichten gezogen, mit reichlich Ostracoden-Schälchen und Meletta-Schuppen auf den Schichtflächen. Die Bohrkerne entsprechen ganz den Unterangerberger Schichten, wie sie etwa im Erbstollen außerhalb der 14er Querung anstehen (W. HEISSEL, 1951). Auch der von Dr. R. NOTH † (Wien) untersuchte Gehalt an Foraminiferen wies eindeutig in diese Richtung.

Es wurden daher weitere 79 m ungekernt gebohrt, worauf man vollkommen überraschend bei 303 m (= 292,4 m SH) auf weiße Dolomitmylonite stieß, die bis zur Endtiefe von 313 m (= 281,4 m SH) anhielten. Es waren eindeutig Triasmylonite, die ganz dem Typus entsprachen, wie er jenseits des Inn in der großen Trias-Scholle des Unterangerberges auftritt. Die letzten 6 m hatten starken Kernverlust aufzuweisen, was auf stärkere Auflockerung hindeutet.

Im Grenzbereich des Tertiärs zur Trias wurde eine Schwefelquelle mit hohem S-Gehalt angefahren: 1,8 l/sek, 1 Atü,  $14^\circ$  C. Ähnliche Schwefelwässer treten auch in der Nähe des Barbara-Schachtes und im Antonius-Stollen am Trias-Kontakt aus.

Daß in den ober dem Trias-Mylonit liegenden 79 nicht gekernten Metern die kohlenhöflichen Häringer Schichten überbohrt worden wären, ist vollkommen unwahrscheinlich, schon allein aus dem Grunde, weil diese aus

Zementmergeln, Bitum-Mergeln, Kohle und vielleicht auch noch Basiskonglomerat bestehende Schichtserie eine Mindestmächtigkeit von 200 m hat, also nie in den 79 m Raum fände. Es ist auch kaum anzunehmen, daß durch Geruch und Farbe so leicht festzustellende Gesteine, wie die Bitum-Mergel und Kohle nicht erkannt worden wären.

Damit lag die angefahrene Trias um mindestens 300 m höher, als gutachtlich erwartet wurde, gleichzeitig aber auch rund 300 m höher als auf der tiefsten Abbaustrecke des Kohlenbergbaues (+ 5 m SH) und als die Trias, die in der alten Bohrung von Gasteig angefahren wurde. Dieses Fehlen der Häringer Schichten in der Bohrung Niederholz I kann nur entweder als stratigraphische Schichtlücke oder tektonisch erklärt werden. Im ersten Falle müßte die Trias-Aufragung zur Zeit der Häringer Schichten Festland gewesen sein, das erst im höheren Sedimentationsbereich der Unterangerberger Schichten überflutet worden wäre. Dies ist aber unwahrscheinlich und auch sonst im Unterinntaler Tertiärgebiet nirgends beobachtet worden. Viel wahrscheinlicher ist die Anwesenheit einer großen Störung, wobei Unterangerberger Schichten auf mylonitisierte Trias aufgeschoben worden sind. Die wenigen aus der Bohrung zu treffenden Beobachtungen weisen auch in diese Richtung: Soweit das Bohrgut diesbezüglichen Einblick bot, war das Tertiär stark gequält, die Trias ist mylonitisiert, im Grenzbereich tritt die Schwefelquelle aus.

Das Auftreten einer Trias-Aufragung kann eigentlich keineswegs überraschen, denn derartige Trias-Rücken tauchen mehrfach vom Rande her in das Tertiärbecken ein (W. HEISSEL, 1951). Bei Kufstein ragen sie sichtbar aus der heutigen Talsohle auf.

Ähnliches ergaben auch die seismischen Untersuchungen im Raume der großen Innschleife bei Kirchbichl. Sie stellten die Tertiäroberfläche bei rund 340 m SH fest (Mächtigkeit der Talverschüttung rund 160 m) und den Trias-Untergrund bei — 30 bis — 110 m SH. Dieser weist aber südlich der Innschleife eine mit + 270 m gelotete Aufragung auf (W. HEISSEL, 1951). Weiters wurde eine in Richtung Kastengstatt—Bahnhof Kirchbichl durchstreichende große Störung („Sprung“) festgestellt.

#### Oberangerberger Schichten.

Es konnte schon darauf hingewiesen werden, daß auch in den Oberangerberger Schichten sich Anzeichen marinen Einschlages finden (W. HEISSEL, 1951). In den Oberangerberger Schichten herrschen gröbere Konglomerate gegenüber Sandsteinen eindeutig vor. Die Suche nach Mikrofossilien muß sich daher auf die Sandsteine beschränken. Tatsächlich konnten solche Stellen gefunden werden.

Als relativ besonders fossilreich erwies sich eine Probe (Dünnschliff) eines gelblichen Sandsteines mit konglomeratischen Einschaltungen, der eine

1 m mächtige Zwischenlage in mächtigen Konglomeraten bildet. Der Fundpunkt liegt westlich Ascherhaus (Oberangerberg) am Rande einer Terrassenleiste zum Steilabfall gegen den Inn. Der Sandstein besteht zu etwa  $\frac{2}{3}$  aus Quarz- und Hornsteingeröllchen, zu  $\frac{1}{3}$  aus Karbonatgeröllchen. Sie sind gut gerundet bis gerollt, die Quarze z. T. auch scharfkantig. Muskowit, Biotit und Chlorit sind reichlich vorhanden. Dazu kommen Turmalin und Epidot. An Foraminiferen fanden sich rotalide Formen (? *Rotalia*, ? *Miscelanea*), Globigerinen, Operculinen, Echinodermenreste und mehrere scharfkantige Bruchstücke von Lithothamnien. Sind schon die Foraminiferen so reichlich, wenn auch nur in Bruchstücken vorhanden, daß ihre autochthone Einlagerung sehr wahrscheinlich gemacht wird, so weisen die gut erhaltenen Lithothamnien-Bruchstücke noch deutlicher in diese Richtung. Daß die Foraminiferen-Schälchen zerbrochen sind, kann bei einem Sedimentationsraum mit vorherrschend grobklastischen Gesteinen nicht befremden.

Auch ein Schriff aus gelblichem feinem Sandstein, der eine etwa 15 m mächtige Einlage in Konglomeraten unterhalb eines kleinen Bauernhofes am Hange östlich ober Ascherhaus bildet, zeigt einige schlecht erhaltene Foraminiferen, desgleichen ein dünnschichtiger Sandstein mit Glimmer auf den Schichtflächen an der Brücke über den Antenbach am Wege nach Voldöpp.

Schließlich sei noch auf Proben aus dem Vorhof-Graben westlich Breitenbach hingewiesen, die Echinodermenreste und einzelne kleine Foraminiferen führen.

Bei der Probe von Schiadla (W. HEISSEL, 1951), einem größeren Sandstein mit reichem Fossilinhalt: Rotalide Formen, Globigerinen, Discosyclinen, Nummuliten und Lithothamnien würden einzelne Elemente auch auf marines Eozän hinweisen. Dagegen spricht allerdings das Schwermineral-Spektrum, das sich sehr schön dem aller anderen Gesteine des höheren, oligozänen Alters anreicht. Da Nummuliten und Discosyclinen auch noch mit einzelnen Arten bis ins Unteroligozän hineinreichen, könnte hier eine endgültige Alters-einstufung erst nach Bestimmung der Spezies erfolgen. Da sich aber ganz allgemein die Ergebnisse der Schwermineral-Analyse den feldgeologischen Befunden sehr gut anpassen, so scheint Oligozän hier wahrscheinlicher.

Wenn auch die Fossil-Einschlüsse der meisten Proben sehr spärlich sind und die Foraminiferen-Schälchen außerdem häufig zerbrochen, der Fossil-Inhalt der Probe westlich Ascherhaus ist immerhin so, daß, wäre die Fundstelle irgendwo im basalen Tertiär (Eozän) statt im hangendsten, an der Autochthonie der Fossile nie gezweifelt werden würde. Läßt man aber für Ascherhaus den marinen Charakter des Sandsteines gelten, was m. E. vollauf berechtigt ist, so ist die Möglichkeit bis Wahrscheinlichkeit der Autochthonie auch bei den anderen, wenn auch sehr spärlichen Fossil-Einschlüssen gegeben. Daß die Mikrofauna überhaupt so ärmlich ist, findet eine natürliche Er-

klärung darin, daß die Foraminiferen im Sedimentationsraum weitaus überwiegend grobklastischer Gesteine zum Absatz kamen. Hier herrschte einerseits starke Aufarbeitung auch der kleinen Fossil-Schälchen, andererseits war dieses Gebiet wohl überhaupt nicht der Lebensraum einer reichen Mikrofauna.

Dazu kommen noch zwei weitere Beobachtungen. O. AMPFERER (1922 a) hebt die Gleichmäßigkeit der Korngröße der Gerölle der Angerberger Schichten hervor. Aber gerade dies spricht mehr gegen fluviatile und für marine Entstehung. In gleiche Richtung weist auch seine Beobachtung, daß den Angerberger Schichten die für Flußablagerungen so bezeichnende Schräg- und Kreuzschichtung vollkommen fehlt (1922 b, S. 117).

M. SCHLOSSER (1909, S. 555, 562) glaubte noch, daß das Oberangerberger Tertiär eine Delta-Schüttung sei, die ein Prä-Inn in einen Süßwasserseee vorgebaut hätte. Das Innthal hätte im Aquitan im allgemeinen schon genau so ausgesehen wie heute. Inzwischen wissen wir aber, daß das ganze Unterinntaler Tertiär voll in die Tektonik dieses Gebietes einbezogen worden ist. Auch 1922 noch hält M. SCHLOSSER die Angerberger Schichten im Innthal und die Mergel mit *Quercus fuscinervis* (Hermannsquelle, Reith im Winkel) für limnisch-fluviatil.

Die Angerberger Schichten werden vielfach, wegen ihrer Ähnlichkeit besonders in Bezug auf Geröllführung mit der Vorlandmolasse, als „inneralpine Molasse“ bezeichnet (H. K. ZOBELIN, 1955). Allerdings gehen auch bezüglich der Geröllführung die Aussagen der verschiedenen Autoren auseinander. O. AMPFERER (1933 b) betont, daß unter den Geröllen der Angerberger Schichten alles Kristallin fehle, wie Amphibolite, Granite, Diorite, Serpentine, Eklogite usw. (R. v. KLEBELSBERG, 1935 faßt dies mit den Worten zusammen: „...kurz alle Gesteine aus den Zentralalpen geologischen Sinnes“), aber ebenso auch die für die Gosau so bezeichnenden exotischen Porphyre, Felsophyre u. ä. Vorhanden wären nur Gesteine der Grauwackenzone und der nördlichen Kalkalpen. Die Grauwackenzone wird als der Hauptschuttlieferant genannt. Aber M. SCHLOSSER (1909, S. 550) erwähnt bereits Gerölle von Gneis im Konglomerat der Hermannsquelle bei Kufstein und ich selbst fand am Oberangerberg, z. B. SE P. 713, W Bichl, Gerölle von Muskowitgranitgneis, wie er ohneweiters aus dem Altkristallin der Ötztaler Masse bezogen werden könnte. Auffallend ist auch der starke Glimmergehalt der Sandsteine und Konglomerate des Unterinntaler Tertiärs. Oft erlangen besonders die Muskowite ziemliche Größe (z. B. Aschinger Rieder, Zahmer Kaiser N, bis  $\frac{1}{2}$  cm  $\varnothing$ ). O. AMPFERER (1922 a) bezieht den Glimmer aus der Grauwackenzone. Nun sind allerdings in der Grauwackenzone Gesteine mit größeren Glimmerindividuen recht selten. 1923 schreibt O. AMPFERER, daß die Molasse-Ablagerungen nicht von den Alpen bezogen werden können. Er hält hier das vindelizische Gebirge für den Schuttlieferer. Dieses Ge-



birge wäre dann von den Alpen überfahren worden und liege jetzt unter ihnen. Dies erkläre auch, weshalb die Heimat der Exotica aus der Gosau nicht aufzufinden ist. Dies könnte aber auch manche Eigenart der Geröllführung des Tertiärs erklären, wie z. B. das starke Auftreten dunkler feinkristalliner Dolomite, für die weder in der Grauwackenzone noch in den Kalkalpen entsprechend mächtige Gesteine heute aufzufinden sind.

Sehr auffällig ist, daß zahlreiche Gerölle, besonders die Quarze, eine Oberfläche haben, die wie poliert erscheint. Es ist möglich, daß solche polierte Gerölle früher noch weit zahlreicher vertreten waren, ihre Politur heute durch die Verkittung verwischt worden ist. Auch eingedrückte und zerscherzte Gerölle sind gar nicht selten zu beobachten.

O. AMPFERER (1922b) glaubt, daß die Angerberger Schichten über dem tieferen Tertiär transgredieren. Er stützt seine Ansicht vor allem auf den Fund eines Gerölles von Nummulitenkalk in Angerberger Konglomeraten. H. K. ZOBELIN (1955, S. 343, 344) konnte aber einwandfrei nachweisen, daß es sich bei diesen Nummulitenkalkgeröllen der Angerberger Schichten nicht um solche aus den obereozänen Häringer Schichten handelt, sondern vielmehr um paleozäne bis mitteleozäne Nummulitenkalle, deren Anstehendes heute nicht mehr bekannt ist. Jedenfalls stammen sie nicht aus dem Raume von Häring. Seitdem aber auch Angerberger Schichten mit chattischem Alter wahrscheinlich gemacht sind (s. oben), scheint auch die vermutete Schichtlücke sich zu schließen und das noch nicht nachgewiesene Rupel mehr auf ein Fehlen von Fossilien als auf ein Fehlen der entsprechenden Gesteine zurückzugehen. Tatsächlich sind auch im ganzen Unterinntaler Tertiär nirgends Anzeichen einer solchen Schichtlücke rein stratigraphisch zu beobachten.

Das Tertiär nördlich und nordöstlich von Kufstein.

Auf die fazielle Verschiedenheit des Tertiärs nördlich und südlich von Kufstein hat schon M. SCHLOSSER (1909) hingewiesen (wobei allerdings zum Vergleich nur die Häringer und Unterangerberger Schichten, nicht aber die Oberangerberger Schichten herangezogen werden dürfen). Tatsächlich gibt es nördlich und nordöstlich Kufstein nirgends mehr im Unterinntaler Tertiär Bitum- und Zementmergel. Vor allem wurde darauf hingewiesen, daß im Tertiär bei Oberaudorf (Gfaller Mühle) das Obercozän rein marin entwickelt ist, während die gleich alten Schichten von Häring limnisch-brackisch seien. Gegen die rein limnisch-brackische Natur der Häringer Schichten (Bitum-Mergel, Kohle) spricht deren innige Verknüpfung und stellenweise Verzahnung mit Lithothamnien- und Nummulitenkalken (W. HEISSEL, 1951, s. auch oben Amalien-Stollen und Bergpeterl-Stollen).

Das erste Vorkommen von Tertiär unterhalb (nördlich) von Kufstein sind die Angerberger Schichten vom Lausbichl (P. 522) bei Zell und am

Hechtsee-Weg (Hermannsquelle) bei Kufstein. Die Flora bei der Hermannsquelle weist auf aquitanes Alter. H. K. ZUBELEIN (1952) erwähnt einen Fund chattischer Landschnecken bei Kufstein. Sandsteine vom Hechtsee-Weg erweisen sich u. d. M. als zu  $\frac{2}{3}$  von Karbonat- und zu  $\frac{1}{3}$  aus Quarz- und Hornsteingeröllchen zusammengesetzt. Die Gerölle sind gut gerundet, einzelne Karbonatgeröllchen zeigen linsenförmige Querschnitte. Fossilgehalt konnte u. d. M. keiner festgestellt werden. Die Grenze der tertiären Gesteine vom Lausbichl und Hechtsee-Weg zu ihrem Untergrund ist nirgends aufgeschlossen, sie dürfte aber höchstwahrscheinlich tektonisch sein.

Das Obereozän von Oberaudorf ist von M. SCHLOSSER eingehend beschrieben worden. In der ganzen Schichtfolge überwiegen Konglomerate, deren Bänken Sandstein- und „Kalk“-Lagen zwischengeschaltet sind. U. d. M. geben sich auch die „Kalke“ als Karbonat-Quarz-Sandsteine zu erkennen; Bei den Zwischenlagen in den Konglomeraten herrschen die Karbonatgeröllchen gegenüber den Silikatgeröllchen meist im Verhältnis 2:1 vor. Die Geröllchen sind durchwegs gut gerundet, kugelig, walzen- oder scheibenförmig. Nur die Hornsteingeröllchen und gelegentlich auch kleine Quarze sind eckig-splittrig. Unter den Schwermineral-Einschlüssen ist besonders der verhältnismäßig häufige Chromit auffällig. Der Gehalt an Mikrofossilien ist stets reichlich: verschiedenste Groß- und Kleinforaminiferen, Radiolarien, Ostracoden, Bryozoen, Echinodermenreste und Lithothamnienbruchstücke u. a. m. Der Erhaltungszustand der Foraminiferen ist mitunter so, daß man, lägen nicht priabone, sondern jüngere, etwa aquitane Gesteine vor, an der Autochthonie der Fossile stark zweifeln würde.

Das Oberaudorfer Tertiär liegt transgressiv seinem triadischen Untergrund auf. Es bildet nach M. SCHLOSSER (1909) eine SW—NO streichende Mulde mit stark unterdrücktem Südfügel.

Ostlich des Inn setzt sich dieses Tertiär am Nordfuß des Zahmen Kaiser bis ins Becken von Kössen—Reith im Winkel fort. O. AMPFERER (1927 a) hat darauf hingewiesen, daß dieses Tertiär durch den Trias-Rücken von St. Nikolaus—Miesberg, den er als die östliche Fortsetzung des Unnutz-Pendling-Gewölbes auffaßt, in zwei Streifen zerlegt wird.

Der Nummulitenkalk von St. Nikolaus bei Ebbs entspricht vollkommen dem beim Grafenhof bei Oberaudorf. Auch er ist ein Sandstein zu etwa  $\frac{3}{4}$  aus Karbonatgeröllchen und zu  $\frac{1}{4}$  aus Quarz- und Hornsteingeröllchen zusammengesetzt. Auch hier tritt verhältnismäßig häufig unter den Schwermineralen Chromit auf. Foraminiferen sind teilweise abgerollt.

Während bei Oberaudorf nur die tieferen Tertiärschichten des Priabon erhalten sind, reicht die Schichtfolge im Becken von Kössen—Reith i. W. viel höher hinauf, wie Pflanzenreste bei Reith i. W. beweisen, bis ins Aquitan

(M. SCHLOSSER 1909). Einige Tiefbohrungen im Kössener Becken geben auch Aufschluß über die Gesteinsfolge in der Taltiefe. Wie bereits erwähnt, fehlen im Raume nördlich und nordöstlich Kufstein die Häringer Bitum- und Zementmergel vollkommen. Im Becken von Kössen—Reith im Winkel beginnt das Tertiär entweder mit Konglomeraten oder mit meist sandigen Kalken, die auch als Nummulitenbreccien bezeichnet werden (O. AMPFERER). Im einzelnen ist aber auch hier die Schichtfolge recht abwechselnd. An der Mündung der Großachenklamm südlich Kössen beginnt das Tertiär über Hauptdolomit (nach kurzer Verdeckung durch Vegetation) mit sehr groben Konglomeraten. Ihre größeren Gerölle weisen vielfach Durchmesser von über  $\frac{1}{2}$  m auf. Die Konglomeratlagen wechsellagern mit mergelig-sandigen Schichten, die Einzelgerölle, Pflanzenhäkkel und Molluskenschalen führen. Die sicher autochthone Mikrofauna ist besonders durch Milioliden und rotalide Formen ausgezeichnet. Konglomerate wie Zwischenlagen sind demnach marin. Bei Thurmbichl wechsellagern Kristallin-Konglomerate mit Glaukonit-führenden Sandsteinen. Grauer Sandstein von hier führt neben rotaliden Foraminiferen zahlreiche Bruchstücke von Lithothamnien. Im Gegensatz zur guten Rollung der Gesteinskörner zeigen die eckigen Lithothamnien-Stücke gar keine Anzeichen von Abrollung und damit von Transport.

Ganz ähnlich ist eine „Nummulitenbreccie“ südlich Niederhäuser zusammengesetzt. In der sicher autochthonen Mikrofauna herrschen wieder Milioliden, Rotaliden und Textularien vor.

Aber auch in stratigraphisch höheren Teilen des Kössener Tertiärs hält der marine Einschlag an. Ein gelblicher Sandstein aus Kristallin-führenden Kalk-Konglomeraten von der Ostseite von P. 692, westlich P. 643, am Bach südlich Leitwang führt Nummuliten, Discocyclinen, Globigerinen und Lithothamnien und ein mächtiger gelblicher Sandstein aus dem Bachbett der Lofers östlich der Straßenabzweigung nach Reith i. W. enthält Lithothamnien-Bruchstücke. Der Erhaltungszustand der letzteren ist an beiden Orten so frisch und scharf, daß eine Umlagerung aus älteren Gesteinen nicht in Betracht kommt. Der Quarz-Hornstein-Kalk-Glimmer-Sandstein aus dem Bett der Lofers ist sehr feinschichtig. Im Dünnschliff-Bereich wechsellagern Lagen mit hohem Gehalt an Silikatgeröllchen und wenig Karbonatgeröllchen (4:1) mit solchen mit etwas geringerem Silikat- und etwas höherem Karbonatanteil (3:2).

Da die Schwermineral-Führung bei Leitwang sich ganz den Spektren anderer Gesteine des höheren Tertiärs (Angerberger Schichten) anpaßt, so darf man hier wohl annehmen, daß es sich bei den Mikrofossilien, die als möglicherweise eozäne Elemente gedeutet werden könnten, doch um Vertreter des unteren Oligozäns handelt. Nummuliten wie Discocyclinen gehen

mit einzelnen Arten bis ins untere Oligozän hinauf. Eine genauere Bestimmung dieser Fossile steht noch aus.

Über Mächtigkeit und Zusammensetzung des Tertiärs im Kössener Becken geben einige alte Tiefbohrungen Aufschluß. Die größte erreichte eine Tiefe von 798.2 m. Sie war an der Straße (Kössen)—Niederachen—Schwendt 28 m südlich des letzten Hauses von Niederachen gelegen. Bis 62.5 m reichte die quartäre Einschüttung. Es waren in tieferen Teilen überwiegend Tone (z. T. mit Kies), höher oben (ober 38.5 m) Schotter zur Ablagerung gelangt. Von 62.5 m bis 543 m durchstieß die Bohrung eine Schichtfolge, die aus einem Wechsel von Konglomeraten und Sandsteinen bestand. Mergel waren nur untergeordnet eingelagert. Von 543 m bis 798.2 m waren Mergel, z. T. mit Pflanzenhäkkel, angetroffen worden. Die Konglomeratserie ober 543 m vertritt wohl die Angerberger Schichten, die Mergel darunter die Häringener Schichten.

Eine Bohrung am Weißenbach südöstlich P. 620 (SW Weidach) mit 239.4 m Endtiefe und eine andere rund 1 km südlich davon mit 102.95 m Endtiefe durchfuhren laut Bohrbericht eine Sandstein-Mergelfolge.

Im großen gesehen herrscht im Kössener Becken die Sandstein-Konglomeratfazies vor. Vielfach beginnt dieselbe schon in den tieferen Teilen der Schichtfolge (im Lattorf, ? im Priabon) und hält bis hinauf ins Aquitan an. Die Pflanzenhäkkel-führenden Sandsteine scheinen die Bitum-Mergel zu vertreten.

Wenn O. AMPFERER (1927 a, S. 133) schreibt, daß die Transgression der Angerberger Schichten im Kössener Becken wegen des Fehlens der ober-ozänen Bitum- und Zementmergel deutlicher als bei Häring ausgeprägt ist, so ist wohl eher das Gegenteil der Fall. Da bei Kössen und Reith i. W. auch die älteren Basisschichten konglomeratisch entwickelt sind und damit (vom gelegentlichen Fossilgehalt abgesehen) weitgehend den höheren Angerberger Schichten gleichen, läßt sich hier überhaupt keine scharfe Grenze zwischen der älteren und jüngeren Serie ziehen.

### Tektonik.

(Siehe hiezu Tafel 1.)

Nach der Vorstellung O. AMPFERER's liegt das Unterinntaler Tertiär in einer großen muldenförmigen Wanne, die von Kramsach bis Reith i. W. reicht. Das Tertiär hätte sich ursprünglich in voller Breite aus der Häringener Bucht ins Becken von Kössen—Reith i. W. erstreckt. Erst durch den Einschub der Kaisergebirgsdecke wären die beiden Tertiär-Gebiete getrennt worden (1922 b).

Die Kaisergebirgsdecke bildet eine höhere tektonische Einheit, die einer tieferen tektonischen Einheit aufgeschoben ist. Über die Umgrenzung dieser

höheren Einheit bestehen aber Unklarheiten. Besonders ist dies in der Südwestecke, im Bereiche des Eiberger Beckens und der Berge um den Hintersteiner See der Fall. Als O. AMPFERER diese tektonische Einheit der Kaisergebirgsdecke erkannte, hielt er das Gosau-Becken von Eiberg für einen Teil derselben (1921, S. 170), der aber von der eigentlichen Decke von Osten bzw. von Südosten her überfahren worden wäre. Ebenso (1922 a, S. 132, und 1922 b, S. 130) rechnet er dieses Becken zur Kaisergebirgsdecke. Auch K. LEUCHS (1925, S. 91) sah in ihm die Fortsetzung der großen Kaisergebirgsmulde (nicht -deckel). 1925 hingegen wird bei O. AMPFERER (1925 a) die Eiberger Gosau zum tektonischen Halbfenster unter der Kaisergebirgsdecke, der er nunmehr auch den Achleitberg und Bölfen als von dieser Decke abgetrennte Schubmassen zuordnet. Schon 1951 konnte ich darauf hinweisen, daß das Tertiär im Inntal vom angenommenen Muldenbau kaum etwas erkennen läßt, daß es hingegen aber voll und ganz in die Großtektonik dieses Raumes einbezogen ist. Zahlreiche Störungen zerlegen das Tertiär hier in eine Reihe selbständiger Schollen, wobei den begrenzenden Störungsflächen ganz allgemein SW—NO-Streichen eigen ist. Ein Teil dieser Strukturen streicht unter das Kaisergebirge hinein und verschwindet unter dieser Einheit. Diese selbst steht in ihrem inneren Bau in scharfem Gegensatz zum südwestlich liegenden Tertiär-Gebiet. Herrscht hier enger Schuppenbau, so wird die Kaisergebirgsdecke von einer großen, weit-ausladenden Mulde gebildet, innerhalb derer Störungen vom Ausmaß der Schuppen im Inntalraum vollkommen fehlen.

Die westlichste große Einheit im Unterinntaler Tertiärgebiet baut den Oberangerberg auf. Sie reicht von Achenrain—Voldöpp (bei Kramsach) bis Breitenbach—Ramsau. Die sie aufbauenden Oberangerberger Schichten gehören den höchsten (jüngsten) Teilen der ganzen Tertiärfolge des Unterinntales an. Sie haben (nach AMPFERER) Muldenbau (Muldenachse etwa N 60° O). Gegen die nördlich anschließende Trias wird das Oberangerberger Tertiär in seiner ganzen Erstreckung durch bedeutende Störungen abgetrennt. Nirgends ist normaler Transgressionsverband vorhanden. Bei Schindla ist an dieser Grenze Obereozän (Bitum-Mergel und Basiskonglomerat) und Gosau eingeschuppt. Weiter östlich ist der Kontakt Trias—Tertiär in dem von der Jocher Kapelle herabkommenden Graben als tektonische Bewegungsfläche gut aufgeschlossen.

Ostwärts wird das Oberangerberger Tertiär durch die östlich der Senke Ramsau—Breitenbach liegende Masse von Triasmylonit begrenzt, die aus dem Kochelwald bis zum Inn bei Breitenbach vorreicht. Diese Triasmylonite bilden eine langgestreckte Scholle, die am ganzen Nordrand des Oberangerberges vom Kochelwald über Maria Stein bis Niederbreitenbach entlangzieht. Hier taucht sie unter die Talverschüttung des Inn unter. Sie baut groß

Teile des Plateaus des Unterangerberges auf, wo sie unter den Quartär-schottern mehrfach vorschaut (W. HEISSEL 1951). Ihre kalkreichen Wässer geben südwestlich Maria Stein Anlaß zu ausgedehnten Quelltuff-Bildungen. Der Südrand dieser Trias dürfte mit den Myloniten an der Inn-schleife nördlich Angath gegeben sein.

Auch nördlich dieser Triasscholle des Unterangerberges laufen gleichgerichtet dem Talrand schmale Tertiär-Schuppen: bei Embach (W Maria Stein) Unterangerberger Schichten, bei Niederbreitenbach stark gequetschte Bitum-Mergel. Besonders klar ist diese tektonische Einschuppung bei den Bitum-Mergeln von Niederbreitenbach. Die tektonische Umgrenzung der Scholle von Embach kann nur vermutet werden, vor allem aus dem Fehlen von Transgressionsbildungen.

Es ergibt sich mithin, daß, im Gegensatz zu O. AMPFERER (1925 b, S. 151), der das Tertiär als auf der Trias des Pendling-Zuges aufliegend auffaßt, der Verband beider Einheiten auf der ganzen Strecke ein tektonischer ist.

Südlich der Trias-Scholle des Unterangerberges liegt wieder eine größere Einheit Tertiär. Sie wird von Unterangerberger Schichten aufgebaut. Eine Unterlagerung durch ältere Tertiär-Schichten (Häring-Schichten) ist nirgends sichtbar, in der Tiefe aber wahrscheinlich. Bei Breitenbach tauchen die Unterangerberger Sandsteine und Mergel sichtbar unter die Trias-Mylonite des Kochelwaldes unter.

Nirgends oberhalb Wörgl tritt Tertiär auch auf der Südseite des Inn-ales auf. Wahrscheinlich wird die Trias der Südseite des Inn-ales vom Tertiär durch eine oder mehrere in der Tiefe des Inn-ales durchziehende große Störungen getrennt.

Ganz anders geartet ist der tektonische Bau im Raume von Häring—Schwoich. Hier transgrediert das Tertiär mit seinen ältesten Schichtgliedern und dem Kohlenflöz von Häring vielfach relativ ungestört über den triadischen Untergrund. Eine Untergliederung bringen nur die schräg vom Rande her eingreifenden Triasrücken (W. HEISSEL 1951).

Zwischen Unterlangkampfen und Kufstein fehlen tertiäre Ablagerungen in der Talsohle. Die Talflanken aus Trias-Gesteinen des Pendling und des Kufsteiner Waldes nähern sich auf wenig über 1 km (gegenüber 6.5 km Weite des Talraumes bei Kirchbichl—Häring). Es ist sehr wahrscheinlich, daß im Talstück zwischen Unterlangkampfen und Kufstein Tertiär überhaupt fehlt.

An vier Stellen ragt bei Kufstein die Trias aus der Talverschüttung vor: bei Endach, im Zeller-, Festungs- und Kalvarienberg. Wahrscheinlich gehören diese Trias-Aufragungen zur durch die Talalluvionen verdeckten Westfortsetzung des Kaisergebirges.

Während O. AMPFERER (1922 b) die Westfortsetzung der Kaisergebirgsdecke in kleinen Deckschollen sah, von denen sich einige als Bergsturzmassen erwiesen (W. HEISSEL 1951), scheint es nach den aufgezeigten tektonischen Strukturen im Inntal wahrscheinlich, daß die Trias-Scholle des Unterangerberges die Westfortsetzung des Kaisergebirges ist. Für die Mylonite des Kochelwaldes hat dies AMPFERER ohnehin angenommen, nur sah er in ihnen eine flach aufliegende Deckscholle, während es sich bei diesen Trias-Myloniten vielmehr um eine steil in die Tiefe setzende Schuppe handelt. Gehört östlich des Inn auch der Kufsteiner Wald zur Kaisergebirgsdecke, so ist hier auch die südliche tektonische Begrenzungsfläche sichtbar. Sie steht hier am Kufsteiner Wald fast senkrecht.

Das Tertiär an der Nordseite des Zahmen Kaisers dürfte heute in keinem Zusammenhang mit dem Tertiär von Häring—Angerberg stehen.

Sehr bemerkenswert ist, daß auf der Kaisergebirgsdecke Tertiär aufliegt, das bis in fazielle Einzelheiten dem von Häring (nach O. AMPFERER also dem Deckenuntergrund) entspricht. Für das Obereozän von Dux bei Kufstein ließ er (1925 a) allerdings die Möglichkeit offen, daß dasselbe auch von unten her aus dem Untergrund eingepreßt worden wäre. Nun ist allerdings die transgressive Auflagerung bei Hinterdux ebenso eindeutig, wie bei den kleinen Tertiär-Resten am Stadtberg bei Kufstein (W. HEISSEL 1951).

Im Raume von Ebbs—Walchsee—Kössen wird der Südrand des Tertiärs vom Kaisergebirge deckenförmig überlagert. Nur im Gebiet von Reith i. W. herrscht Muldenbau mit ostwärts heraushebenden Schichten. Im ganzen Abschnitt von Ebbs bis Kössen fehlen Störungen, die das hiesige Tertiär in einzelne größere Einheiten, ähnlich wie im Inntal oberhalb Kufstein, zerlegen würden. Die Tertiärgesteine ziehen geschlossen von Zell bei Kufstein bis Reith i. W. durch.

Das Tertiär am Fuße des Zahmen Kaisers hält O. AMPFERER (1927 a, S. 129) durch den Aufschub der Kaisergebirgsdecke für zu einer nach Norden überkippten Mulde umgeformt. Bei Schwendt dagegen wäre schon wieder der normale flache Muldenbau wie bei Reith i. W. entwickelt. Das heißt: Westlich der Mündung des Habersauer Tales fällt das ganze Tertiär verhältnismäßig steil nach Süden unter die Kaisergebirgsdecke ein, östlich dieser Tal-mündung hingegen ist das Einfallen mehr flach nach Norden gerichtet. Dabei beträgt das durch quartäre Ablagerungen verhüllte Zwischenstück kaum  $2\frac{1}{2}$  km. Nach der Auffassung AMPFERER's müßte man auch in der nordwärts überkippten Mulde die jüngsten Schichtglieder im Muldenkern, die älteren an den Muldenrändern, also auch im unmittelbar Liegenden der Kaiser-Trias antreffen. Davon ist aber nichts zu beobachten. Allerdings ergäbe eine normale südfallende Schichtfolge am Nordfuß des Zahmen

Kaisers eine Mächtigkeit von über 2000 m. Dies wäre auch im Sinne der Auffassung von AMPFERER zu viel. Es scheint mir daher wahrscheinlich, daß auch an der Nordseite der Kaisergebirgsdecke, ähnlich wie auf der Südseite im Buntsandstein, im Tertiär durch Scherflächen bedingte Schichtwiederholungen vorhanden sind. Nur treten diese Störungen in der hier entwickelten einheitlich konglomeratisch-sandigen Fazies nicht hervor. Außerdem sind auch große Teile des Hanges durch quartäre Schuttmassen und Vegetation stark verdeckt. Für solche Störungen könnte auch der Umstand sprechen, daß im Dunkler Wald am Buchberg die Angerberger Schichten tiefer herabreichen, als gleich westlich das Obereozän von St. Nikolaus ansteht.

### Folgerungen.

Sowohl hinsichtlich der stratigraphischen Zusammensetzung wie auch des tektonischen Baues ergeben sich mithin ziemliche Unterschiede zwischen den Tertiärvorkommen oberhalb und unterhalb von Kufstein bis hinüber ins Kössener Becken. Im Obereozän treten diese Unterschiede auch in der Schwermineralführung in Erscheinung (s. Anhang). Hiefür nur andere Absatzbedingungen geltend zu machen (hier marin, dort brackisch), ist wohl nicht gerechtfertigt, denn auch im brackischen Bereich macht sich zum mindesten zeitweilig stärker mariner Einschlag kenntlich (Wechselagerung brackischer Bitum-Mergel mit marinen Basiskalken, Linsen von marinen Lithothamnienkalken als sedimentäre Einschlüsse in brackischen Bitum-Mergeln).

Alle diese Unterschiede weisen darauf hin, daß das Absatzgebiet des Unterinntaler Tertiärs gar kein einheitlicher Trog war, sondern zum mindesten im Obereozän—Unteroligozän zwei voneinander getrennte Becken: das von Häring mit brackischem Einfluß am Beginn der tertiären Sedimentation, aber mit sehr ruhigen und lange Zeit gleichbleibenden rein marinen, also küstenferneren Sedimentationsbedingungen während der Zementmergel-Zeit; das Becken nördlich Kufstein—Zahmer Kaiser mit rein marinen, aber stark litoralen Absatzbedingungen am Beginn (Obereozän, Wechselagerung mächtiger Konglomerate mit Sandsteinen und sandigen Kalken bei Oberaudorf und im Kössener Becken), Absatzbedingungen, die hier durch die ganze tertiäre Folge hindurch bis ins Aquitan hinauf anhielten. Im Inntal oberhalb Kufstein entwickelten sich ähnliche Bedingungen erst im Aquitan des Oberangerberges.

Weiters ist es sehr bedeutungsvoll, worauf schon hingewiesen wurde (W. HEISSEL 1951), daß das ganze Inntal-Tertiär voll und ganz in die Tektonik einbezogen worden ist. Gerade durch diese Einbeziehung wird der Schollenbau im Inntal besonders deutlich. Alle Bewegungen, die zu diesem Bau geführt haben, sind daher jünger als die Oberangerberger Schichten,



also jünger als Aquitan, auch die deckenförmige Auflagerung des Kaisergebirges. O. AMPFERER (1922 b) hat zwar vorgosauischen Einschub desselben angenommen, er stützt sich dabei aber darauf, daß F. HAHN einen solchen für die benachbarte Berchtesgadener Decke, die AMPFERER als Ostfortsetzung der Kaisergebirgsdecke auffaßt, nachgewiesen habe.

Die Deckennatur des Kaisergebirges ist im Süden und Norden eindeutig durch die Aufschiebung der Triaskalke im Süden auf Gosau (Oberkreide), im Norden auf Tertiär. Wenn aber, wie angenommen, die enggepreßte Schuppe der Unterangerberger Trias die Westfortsetzung des Kaisergebirges ist, so kann man auch nicht annehmen, daß letzteres eine „Mulde ohne Sohle“ sei (O. AMPFERER), sondern eher scheint diese Mylonitzone die Tiefenfortsetzung der „Decke“ zu sein.

Es folgt eine Übersicht der Schwermineralführung. Es ist sehr bemerkenswert, daß die durch ihren Schwermineral-Gehalt charakterisierten Gesteinsgruppen sich voll mit der feldgeologisch getroffenen Einteilung decken.

#### Anhang.

### Schwermineral-Untersuchungen an Gesteinen aus dem Unterinntaler Tertiär

Von Gerda Woletz.

Die Ergebnisse der Schwermineral-Analyse von Gesteinen des oberen Eozän und des Oligozän aus dem Inntal-Tertiär erlauben die Aufgliederung in einzelne, durch ihr Mineralspektrum gekennzeichnete Gruppen.

Die Proben von Häring, die sehr tonig, kaum sandig sind und daher nur sehr wenig Schwerminerale führen, lassen sich mit den annähernd altersgleichen von Gfaller Mühle nicht vergleichen. In den Häringer Sedimenten fehlt der für Oberaudorf so bezeichnende Chromit [oder Picotit\*)] vollkommen, der in Oberaudorf reichlich auftretende Granat tritt in Häring stark zurück, dagegen herrscht der Apatit in Häring stark vor (besonders in den Sandlagen aus Bitum-Mergeln). Allerdings sind die Ergebnisse aus den vorliegenden Proben noch zu dürftig, um zu einer genaueren Kennzeichnung der Sedimente herangezogen werden zu können.

Alle Proben von Oberaudorf sind durch einen hohen Gehalt an Chromit [Picotit\*)] ausgezeichnet. Mit der starken Granatführung Hand in Hand geht ein stärkeres Hervortreten des Staurolithes.

Der Nummulitenkalk von St. Nikolaus bei Ebbs paßt in seinem Schwermineralspektrum vollkommen zu den Oberaudorfer Proben.

\*) Chromit und Picotit sind optisch nicht zu unterscheiden.

Die Proben aus dem Kössener Becken werden durch die Chromitführung deutlich in zwei Gruppen gegliedert, eine mit und eine ohne Chromit. Jene mit Chromit entspricht gut dem Oberaudorfer Tertiär, sie dürfte auch hier das tiefere Tertiär (Obereozän) vertreten. Die Chromitfreie Gruppe hingegen paßt gut zu den Proben aus den Angerberger Schichten, die sie wohl auch hier im Kössener Becken vertritt.

Die Unterangerberger Schichten von Kirchbichl reihen sich nach ihrer Schwermineral-Führung schon ganz den Oberangerberger Schichten zu. Kennzeichnend sind hoher Granat-Gehalt und stärkeres Hervortreten von Staurolith und Apatit.

Das Zurücktreten des Granates in einigen Proben vom Hachtseeweg bei Kufstein dürfte darauf zurückzuführen sein, daß der Granat meist etwas grobkörniger ist, hier aber sehr feinkörnige Sedimente vorliegen.

Bei der Schriftleitung eingegangen am 27. April 1956.

#### Erklärung zur tabellarischen Übersicht:

Op	Opake Körner	}	zusammen 100%
BC	Biotit + Chlorit		
Sp	Sprödglimmer		
Ba	Baryt		
dM	übrige durchsichtige Minerale		
Cr	Chromit oder Picotit	}	„übrige durchsichtige Minerale“ zusammen 100%
Gr	Granat		
Ru	Rutil		
Zi	Zirkon		
Tu	Turmalin		
Ap	Apatit		
Ti	Titanit		
Mo	Monazit		
Ep	Epidot		
St	Staurolith		
Di	Disthen		
Ho	Hornblende		
Si	Sillimanit		

Die Zahlen in den Kolonnen = % Anteil.

Wenn nur sehr wenig „durchsichtige Minerale“ in der Probe zu finden sind, so daß weniger als 100 Körner ausgezählt werden konnten, wird das Vorhandensein einzelner Minerale mit ++ (= viel) und + (= weniger) angedeutet.

Innerhalb der Zahlenreihen bedeutet + weniger als 1%.

× in der letzten Kolonne = Probe führt Mikrofossilien.

Tabellarische Übersicht  
der Schwermineeralverteilung im Unterinntaler Tertär.

Fundstelle und Schichte	Op	BC	Sp	dM	Cr	Gr	Ru	Zi	Tu	Ap	Ti	Mo	Ep	St	Di	Ho		
<b>Obereozän von Häring</b>																		
Liegendton Amalienstollen	+	+		+				+	+								×	
Einlage in Liegendton Amalienstollen	96			4		+				+							×	
Konglomerat aus Bitum.-M. Theresia-St. Liegend-Str.	93			7		++			+	++							×	
Sandlage Bitum + Mergel Theresia-St. Liegend-Str.	98			2				19		81								
Sandlage Bitum-Mergel Theresia-St. Liegend-Str.	95	1		4		4		1	1	94								
<b>Obereozän Gfaller Mühle Oberaudorf</b>																		
Helles Kalkkonglomerat sandiger Mergel bituminös	78			22	+	+		+						+			×	
hell-gelbl.-gr. Sdst. kalk.	50	1		49	25	51	6	4	6		+				7			
„Nummulitenkalk,, Grafenhof	49			51	17	60	4	6	4						9		×	
schmutzig weißer Mergel	57	+		43	86	3	2	5	4								×	
dunkel grauer Mergel	85			15	32	51	1	1	4						11			
bräunlich grauer feinstsand. Mergel m. Fossilbruchstck.	92	+		8	40	44		2	4	2	2				6			
bräunlich gr. Sandstein	31	+		68	43	41	6	2	1		+				6		×	
Kalk in Konglomerat	39			61	29	52	3	1	4					1	10		×	
grober Sandstein	30	1	+	68	48	39	2	4	2						5		×	
	52		+	48	18	70	5	1	1				1		4		×	
<b>St. Nikolaus bei Ebbs</b>																		
Nummulitenkalk	34	+		66	48	44	3	2	1	+					1	?	+	×
<b>Obereozän Kössen</b>																		
sandiger Mergel (Basis) Großsachenklamm	68	1		31	76	2	1	18	1						1		×	
SW Thurnbichl	33	1	1	65	+	56	5	16	6	2					14	+	×	
Nummulit. Br. Niederhäuser	54	4		42	++	+		+									×	
<b>? Obereozän Schindla</b>																		
feiner Sdst. W. Schindla	37	5		58		90	1		2	3					4			
grober Sdst. W. Schindla	25	12		63		87	1	2	4	6					+		×	

Fundstelle und Schichte	Op	BC	Sp	dM	Cr	Gr	Ru	Zi	Tu	Ap	Ti	Mo	Ep	St	Di	Ho
<b>Untererangerberger Sch. Kirchbühl</b>																
Lehmgrube Weg zum Moorbad	32	4	Ba 1	63		69	1	4	8	6				12		×
Lehmgrube Weg zum Moorbad	30	7		63		65	3	3	8	1				18		×
Gratenbergl-W., neue Straße	83	2		15		++				+				+		×
<b>Oberangerberger Sch. Kössen</b>																
östl. P. 692, W P. 643, S Leitwang	34	1		65		88	3	4	1	1		+		3		×
Bachbett d. Lofer, Straßenab- zweigung Neuwirt 0	28	5	+	66		83	4	+	6	5				1		×
Aschinger Rieder	14	4		82		85	2	2	2	4	1			3	1	
<b>Oberangerberger Sch. Hechtsee-Wegb.Kufstein</b>																
	29	17		54		74	3	5	3	10			+	4	1	
	33	26	1	40		59	6	8	10	15					1	Si 71
	21	34		45		52	2	1	13	25				5	2	
	64	3		33		90		1	6	1				2		
	11	1		88		95	2	1	1	+				+		
	60	1		39		84	1	1	3	6				5		
	12	1		87		92	2	2	1	2				1		
<b>Oberangerberger Sch. Oberangerberg</b>																
Hinter Kirche von Breitenbach	31	+		68		73	3	7	4	3				10		
unmittelbar 0 Breitenbach	37			63		51	2	11	6	5	+			24	+	?
Vorhofgraben, (erstes „e“ von Breitenbach)	19	2		79		87	2	1	1	1				6	1	1
Vorhofgraben, 1 1/2 km SW Breitenbach	27	11		62		83		7	2	5			+	2	+	
Vorhofgraben bei der Mühle Vorhof	26	7		67		91	1	2	2	1				3		×
Graben W Ramsau	23	1		76		88	1	1	2	1				6	1	
	22	1	+	77		78	2	4	5	1				9	1	
	28	32	1	39		83	2	2	5	3			1	4		

Fundstelle und Schichte	Op	BC	Sp	dM	Cr	Gr	Ru	Zi	Tu	Ap	Ti	Mo	Ep	St	Di	Ho	
Oberrand der Böschung z. Inn W Ascherhaus	23	1	1	75		87	2	3	2	3				3			×
Brücke über Antenbach Weg nach Voldöpp	22	3		75		91	1	+	3	2				3			×
1. Bauernhof W P. 596	18	3		79		96		+	+	2				1			?
W Ascherhaus	54	13		33		53	9		11	11				16			×

## Literatur.

- Ampferer, O. und Ohnesorge, Th.: Geologische Spezialkarte 1:75.000, Blatt Rattenberg 5048. Wien 1918.
- Ampferer, O.: Über die regionale Stellung des Kaisergebirges. — Jahrbuch d. Geolog. Staatsanstalt, 71, Wien 1921.
- Über den Bau der Unterinntaler Tertiärmulde. — Österr. Ztschr. f. d. öffentl. Baudienst u. d. Berg- u. Hüttenwesen, 3, Heft 7, 1922 (a), Wien 1922, S. 130—133. Mit 1 Karte 1:40.000.
- Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärs. — Jahrb. d. Geolog. B.-A., 72, 1922 (b), Wien 1922, S. 105—150.
- Über das Verhältnis von Aufbau und Abtrag in den Alpen. — Jahrb. d. Geolog. B.-A. 73, 1923, Wien 1923, S. 121—137.
- Beiträge zur Morphologie und Tektonik der Kalkalpen zwischen Inn und Saalach. — Jahrb. d. Geolog. B.-A. 75, 1925 (a), Wien 1925.
- Über die Kaisergebirgsdecke. — Verh. d. Geolog. B.-A., 1925 (b), Wien 1926, S. 150—152.
- Über die tertiäre und diluviale Schuttausstrahlung der Alpen. — Verh. d. Geolog. B.-A. 1925 (c), Wien 1926, S. 147—150.
- Geologische Spezialkarte 1:75.000, Blatt Kufstein 4948, Wien 1925 (d).
- Geologische Profile aus dem Gebiete des Kössener Beckens. — Jahrb. d. Geolog. B.-A. 77, 1927 (a), Wien 1927, S. 123—148.
- Geologische Spezialkarte 1:75.000, Blatt Lofer und St. Johann 4949, Wien 1927 (b).
- Neue Gosaufunde im Kaisergebirge. — Verh. d. Geolog. B.-A., Wien 1933 (a).
- Geologischer Führer für das Kaisergebirge. Mit Karte 1:25.000. Wien 1933 (b).
- Fuchs, A.: Untersuchungen am tektonischen Gefüge der Tiroler Alpen II. (Kalkalpen Achensee—Kaisergebirge.) — N. Jb. f. Min. usw., Abh. B. 88, 1944, S. 337—373.
- Hagn, H.: Über Umlagerungsvorgänge in der subalpinen Molasse Oberbayerns und ihre Bedeutung für die alpine Tektonik. — Geologica Bavarica Nr. 5, München 1950, S. 1—45.
- Heißel, W.: Beiträge zur Tertiär-Stratigraphie und Quartärgeologie des Unterinntales. — Jahrb. d. Geolog. B.-A. 94, Jg. 1949—1951, Wien 1951, S. 207—221.
- Kleibelsberg, R. v.: Geologie von Tirol. — Verlag Bornträger, Berlin 1935.
- Leuchs, K.: Die geologische Zusammensetzung und Geschichte des Kaisergebirges. — Ztschr. d. Ferdinandeums, III. Folge, 51. Heft, Innsbruck 1907.
- Kaisergebirge und Unterinntaler Tertiär. — Verh. d. Geolog. B.-A. 1925, Wien 1925, S. 75—91.
- Osswald, K.: Geologische Exkursion zum Wendelstein. — Geologica Bavarica Nr. 6, Hundertjahrfeier, 1950, München 1951, S. 65—71.
- Schlösser, M.: Zur Geologie von Nordtirol. — Verh. d. k. k. Geolog. R.-A., Wien 1895, S. 340—361.

- Zur Geologie des Unterinntales. — Jahrb. d. k. k. Geolog. R.-A. 59, 1909, Wien 1910, S. 525—574.
- Revision der Unteroligozänfauna von Häring und Reith i. W. — N. Jb. f. Min. usw., B.-B. 47, Stuttgart 1923, S. 254—294.
- Die Eozänfaunen der bayerischen Alpen. — Abh. d. Bayerischen Ak. d. Wiss., math.-nat. Abt. 30, 7. Abh., München 1925.
- Zöbelen, H. K.: Die bunte Molasse bei Rottenbuch (Obb.) und ihre Stellung in der eubalpiner Molasse. (21 b, Vergleich mit den Angerberg-Schichten.) — Geologica Bavarica Nr. 12, München 1952, S. 1—86 (S. 53).
- Über Alttertiär-Gerölle aus der subalpiner Molasse des westlichen Oberbayerns und der inneralpiner Molasse (Angerberg-Schichten) des Tiroler Inntales. — N. Jb. f. Geol. u. Paläontol., Mh. 1955, Stuttgart 1955, S. 342—348.

# Das Unterinntaler Tertiärgebiet

## Tektonische Übersicht u. Profile

