

GEOLOGISCHE KARTE DER REPUBLIK ÖSTERREICH 1 : 50.000

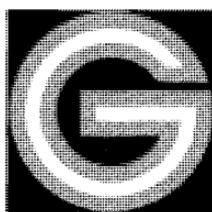
# ERLÄUTERUNGEN

zu Blatt

## 94 HALLEIN

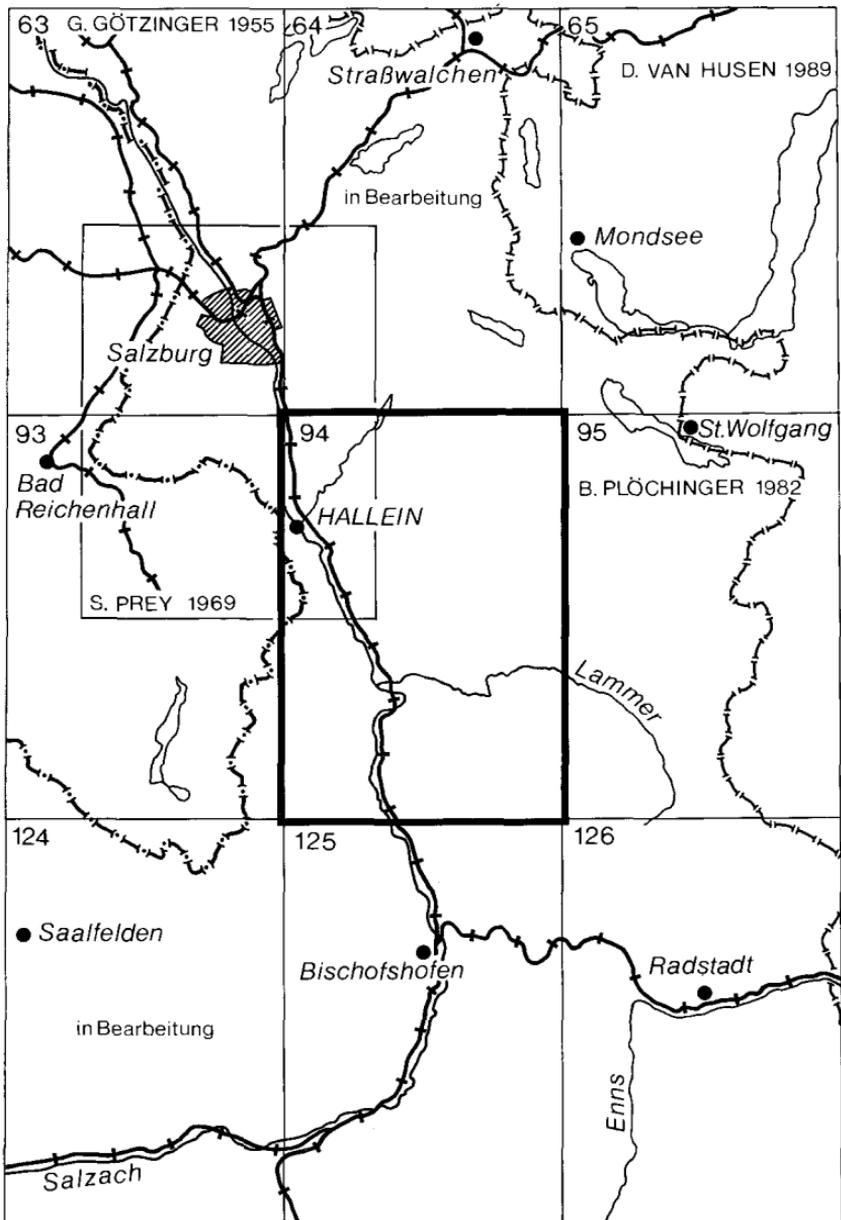
von BENNO PLÖCHINGER  
mit Beiträgen von  
HERMANN BRANDECKER, HANS PETER LEDITZKY, VIKTOR MAURIN  
(Hydrogeologie),  
GOTTFRIED TICHY (Höhlen, Karst, Quellen)  
und DIRK VAN HUSEN (Quartär)

Mit 8 Abbildungen und 2 Tafeln



Wien 1990

Eigentümer, Herausgeber und Verleger:  
Geologische Bundesanstalt, A-1031 Wien, Rasumofskygasse 23



Blatt 94 Hallein  
und seine Nachbarblätter mit Stand der Bearbeitung (Ende 1989)

**Anschriften der Verfasser:**

**Dr. HERMANN BRANDECKER**  
A. Breitner-Straße 1, A-5020 Salzburg

**Dr. HANS PETER LEDITZKY**  
Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Elisabethstraße 16,  
A-8010 Graz

**Univ.-Prof. Dr. VIKTOR MAURIN**  
Hafnerriegel 7/30, A-8010 Graz

**Prof. Dr. BENNO PLÖCHINGER**  
Hyrtlstraße 15, A-2340 Mödling

**Univ.-Prof. Dr. GOTTFRIED TICHY**  
Institut für Geowissenschaften, Universität Salzburg,  
Hellbrunnerstraße 34/III, A-5020 Salzburg

**Univ.-Prof. Dr. DIRK VAN HUSEN**  
Institut für Geologie, Technische Universität Wien,  
Karlsplatz 13, A-1010 Wien

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-900312-69-9

Redaktion: ALOIS MATURA

Satz: Geologische Bundesanstalt  
Druck: Ferdinand Berger & Söhne OHG, 3580 Horn

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
1. Morphologisch-geographischer Überblick	4
2. Gesteinsarten	6
2.1. Trias (und Oberperm)	6
2.2. Jura und Unterkreide	18
2.3. Tertiär	29
2.4. Quartär (D. VAN HUSEN)	29
3. Geologischer Bau	36
3.1. Übersicht über die tektonischen Vorgänge	37
3.2. Halleiner Hallstätter Zone	39
3.3. Roßfeldmulde, Göllmasse, Torrener Jochzone, Hagengebirge	42
3.4. Vom Salzachtal zur Inneren Osterhorngruppe	43
3.5. Südtail der Osterhorngruppe	45
3.6. Tennengebirge, Lammertalbereich, Schwarzer Berg	47
4. Einige Exkursionsziele	50
5. Nutzbare Gesteine und mineralische Rohstoffe	54
6. Hydrogeologie	57
6.1. Trinkwasserreserven in den Poren- und Karstaquiferen (H. BRANDECKER & V. MAURIN)	57
6.2. Hydrogeologie des Tauglkessels (H. P. LEDITZKY)	63
6.3. Höhlen, Karst, Quellen (G. TICHY)	64
7. Literaturverzeichnis	68

## Vorwort

Das Blatt 94 Hallein ist das Nachfolgeblatt der weiter gegen Westen ausgreifenden geologischen Spezialkarte Hallein–Berchtesgaden 1 : 75.000, die zwischen 1882 und 1883 von A. BITTNER aufgenommen und dann von E. FUGGER für den Druck überarbeitet wurde. Vor Erscheinen dieser Karte im Jahre 1907 arbeiteten noch wenige Geowissenschaftler im Kartenbereich bzw. publizierten über Themen daraus; insbesondere in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wuchs dagegen ihre Zahl beträchtlich an. Den zuerst vorwiegend stratigraphisch-paläontologisch und lagerstättenkundlich orientierten Arbeiten schlossen sich alsbald Studien zur Klärung großtektonischer Fragen an. Der sprunghafte Anstieg geowissenschaftlicher Erfahrungen in den letzten Jahrzehnten, vor allem auch auf dem Gebiet der Mikropaläontologie und Sedimentologie, ging mit der Verbesserung der topographischen Kartenunterlagen und der Reproduktionstechnik einher. Auf den älteren Arbeiten aufbauend und die Fortschritte nutzend, wurden die geologische Karte 94 Hallein und deren Erläuterungen erstellt. Es ist zu hoffen, daß sie den heutigen Anforderungen gerecht werden.

Allen, die zur Fertigstellung der Karte und der Erläuterungen beigetragen haben, sei herzlichst Dank gesagt. Der Karte lagen die Aufnahmen von W. FRISCH, H. GRUBINGER, H. HÄUSLER, D. VAN HUSEN, L. KRYSZYN, Th. PIPPAN, B. PLÖCHINGER, M. SCHAUER, M. SCHLAGER, J. SCHRAMM & G. TICHY sowie G. TICHY & H. EGGER zugrunde. Die Fachabteilungen Kartographie/Reproduktionen und Redaktionen gaben ihr Bestes. Frau Iris ZACK half dem Bearbeiter der Karte sehr bei der Übertragung der SCHLAGER-

schen Aufnahme. Zahlreiche Proben wurden von H. L. HOLZER, L. KRISTAN-TOLLMANN, L. KRYSZYN, R. OBERHAUSER, M. E. SCHMID, H. P. SCHÖNLAUB, T. STEIGER und H. STRADNER mikropaläontologisch bearbeitet; R. SIEBER und F. TATZREITER übernahmen mehrere Makrofossilbestimmungen. Im Manuskript, das bis auf einzelne Beiträge und Ergänzungen bereits im Jahr 1987 abgeschlossen war, überprüfte M. E. SCHMID die Fossilnamen, T. CERNAJSEK die Literaturzitate.

Es soll hier auch noch darauf hingewiesen werden, daß die von der Fachabteilung Ingenieurgeologie erfaßten Risikofaktoren (z. B. Hanggleitungen) Salzburgs im wissenschaftlichen Archiv der Geologischen Bundesanstalt einzusehen sind.

## 1. Morphologisch-geologischer Überblick

Der Kartenbereich ist im Bundesland Salzburg, randlich auch etwas in Bayern gelegen und gehört zum Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen. Durch das NNW–SSE verlaufende Salzachtal ist er in einen schmalen Westteil und einen breiten Ostteil gegliedert. Der Westteil beginnt im Norden mit dem Salinargebiet von Dürrnberg bei Hallein. Aufgrund der selektiven Erosion der dort vorliegenden verschiedenartigen Gesteine hat es ein sehr unruhiges Relief. Im südlich anschließenden Bereich des Roßfelds mit seinen leicht erodierbaren klastischen Sedimenten liegt ein sanft geformtes Gelände vor.

Abrupt erhebt sich dahinter das hochalpine Göllmassiv, das knapp westlich der Blattgrenze im Hohen Göll (2522 m) gipfelt. Seiner wunderbaren, zum Roßfeld abfallenden Dachsteinkalkstirne im Norden steht im Süden sein Steilabfall zum Bluntau- und Torrener Joch gegenüber. Dieser Einschnitt trennt die Karbonatgesteine der Göllmasse von jenen des stark verkarsteten, plateautragenden Hagengebirges im SW-Abschnitt des Kartenbereiches.

Der von den Tauern kommende, eiszeitliche Salzachgletscher formte das Salzachtal ab Golling zu einem weiten U-Tal; südlich dahinter schneidet die Salzach in den Salzachöfen tief in den Fels und trennt orographisch das Hagengebirge vom Tennengebirge.

Den größten Teil des Areals östlich der Salzach nimmt die Mittelgebirgslandschaft der Osterhorngruppe ein. Sie ist wegen der im allgemeinen flach gelagerten Gesteine relativ sanft geformt. Einige zum Teil hornförmige Gipfel, wie das Wiesler Horn (1567 m), der Schmitenstein (1695 m), das Gruberhorn (1732 m) oder das Gennerhorn (1739 m) konnten der Erosion widerstehen. Tief griff die eiszeitliche Ausräumung in der Talfurche des Hintersees ein.

Nach einer vor allem am Hochwieskopf (1754 m) deutlich werdenden Gesteinsaufrichtung am Südrand der Osterhorngruppe folgt die Muldenzone im Bereich des Weitenaubaches („Weitenaumulde“). Wie im Roßfeldbereich (Roßfeldmulde) so liegen auch hier leicht erodierbare Lockergesteine vor und wie am Göll stirnen die mächtigen Karbonatgesteine

des Schwarzer Berges (1584 m) gegen Norden; stufenförmig fällt die Südseite steil zum Lammertal ab.

Zur Zeit der Vollvergletscherung strömte ein Eiskörper vom Gosaubeken gegen Westen und gab dem Lammertal seine grundlegende Form. Der Talboden einer alten, um den Sattelberg gelegten Lammerschlinge hat sich 300 m über dem heutigen Talboden erhalten. Ähnlich dem Sattelberg zeichnen sich im Bereich des Lammertales das Lammeregg und der Roadberg als Erhebungen ab, die der imposanten Dachsteinkalkstirne des Tennengebirges vorgelagert sind. Beim Durchbruch der Lammer durch die Gesteine des Roadberges entstand die Schlucht der Lammeröfen.

Das stark verkarstete, höhlenreiche und plateautragende Tennengebirge (mit Bleikogel 2411 m, Schartwand 2339 m, Fritzer Kg. 2360 m) breitet sich im Südteil des östlichen Kartenbereiches aus. Wie am Hagengebirge so wird auch hier die regionale Einebnung deutlich, die man der rhythmischen Heraushebung der Kalkalpen während des Tertiärs zuzuschreiben hat. Es ist ein typischer Baustil für die hochalpine Dachsteinkalkentwicklung. Zusammen mit der Gipflur in der Osterhorngruppe verweisen die Plateaus auf die ursprüngliche Landoberfläche, auf der sich nordwärts abfließende Wässer zum Teil in die unterirdischen Karsthohlräume verlagerten und Höhlen formten.

Die eiszeitliche und die nacheiszeitliche Erosion und Akkumulation gelten als die letzten bedeutende Formgeber der Landschaft.

Der Gesteinsbestand im Bereich des Kartenblattes wird von Karbonatgesteinen (Kalk, Dolomit, Mergel) dominiert und umfaßt altersmäßig den Zeitraum ab dem oberen Perm (siehe Tafel 1).

In großtektonischer Hinsicht bildet das Tirolikum den überwiegenden Teil des Blattgebietes (siehe Tektonische Übersicht 1 : 400.000 im Kartenblattrahmen unten). Die Trias des Tirolikums weist in der Osterhorngruppe vorwiegend Hauptdolomitfazies auf und geht gegen ihren Südrand in die Dachsteinkalkfazies über; im Tennen- und Hagengebirge ist eine hochalpine Dachsteinkalkfazies entwickelt. Die Hauptdolomitfazies ist durch einen mächtigen Hauptdolomit, den Plattenkalk und durch mächtige Kössener Schichten gekennzeichnet, die Dachsteinkalkfazies durch eine bedeutende Dachsteinkalkentwicklung und die Hallstätter Fazies vor allem durch Hallstätter Kalk, Pedataalk und Zlambachschichten. Der Wechsel von der Hauptdolomitfazies in die Dachsteinkalkfazies vollzieht sich im Tirolikum der Osterhorngruppe („Osterhorn-Tirolikum“) von N nach S unter den Jurasedimenten.

Die vom Tirolikum umgebene Hallstätter Zone von Hallein–Berchtesgaden stellt eine synsedimentär im Malm, und zwar während der Sedimentation der Oberalmer Schichten, vom Süden her eingebrachte Gleitmasse mit Hallstätter Fazies („tiefjuvavische Hallstätter Decke“) dar. Ein relativ großes Areal nimmt die problemreiche Göll-Lammermasse ein, die als intrajurassisch eingegliittenes, undifferenziertes Juvavikum (mit Hallstätter Fazies und hochalpiner Dachsteinkalkfazies) gedeutet werden kann. Zwischen der Lammermasse und dem Halleiner Hallstätter Bereich vermitteln die ebenso synsedimentär mit dem Absatz der Oberalmer Schichten eingegliittene Hallstätter Schollen im Gollinger Bereich.

Am Roßfeld und südöstlich Kuchl, im Raum Moosegg (Grubach)–Grabenwald, ruhen Hallstätter Schollen den Unterkreideablagerungen zweier Muldenzonen sedimentär auf und entsprechen somit einer jüngeren Bringung.

## 2. Gesteinsarten

Während die permotriadischen Schichtglieder in der Kartenlegende nach Faziesbereichen geordnet und einzelne Schichtglieder dabei mehrfach angeführt sind, erfolgt die Schichtbeschreibung hier in den Erläuterungen der Reihe nach vom ältesten bis zum jüngsten Schichtglied. Die beigefügte Zahl entspricht der Legendenzahl auf der Karte; die Zugehörigkeit zur betreffenden tektonischen Einheit ist daneben durch Buchstaben vermerkt: T = Tirolikum, H = Halleiner Hallstätter Zone, Hallstätter Schollen Roßfeld und östlich Kuchl/Golling, L = Lammermasse.

### 2.1. Trias (und Oberperm)

#### Haselgebirge (Oberperm), 61, 80 (H, L)

Das Haselgebirge ist als eine sedimentäre, tektonisch überarbeitete Brekzie zu betrachten, die aus Anhydrit-, Gips- und Tonkomponenten besteht, die in einer Grundmasse aus Salz und feinst zerriebenem Ton liegen (W. MEDWENITSCH, 1963). Im Halleiner Salzberg weist es einen Kern mit salzreichem Rotsalzgebirge auf, um den sich das salzärmere, sandige Grünsalzgebirge legt (O. SCHAUBERGER, 1949, 1956). Auch das sogenannte Buntsalzgebirge ist beteiligt. Als mineralogische Besonderheit ist das violette Fasersalz anzuführen.

Ein 34 km langer, bis 1 km breiter, tief eingesenkter Haselgebirgskörper, der reich an Anhydrit und Gips ist, breitet sich als Hallstätter Scholle im Bereich Grubach–Grabenwald östlich von Kuchl aus (W. E. PETRASCHECK, 1947; B. PLÖCHINGER, 1968). Der 15–50 m mächtige Gipshut wird in den Gipsgruben der Salzburger Gipswerksgesellschaft Ch. Moldan K.G. abgebaut (Kap. 5). In ihm kommen außer einem kristallinen Gips und einem Alabastergips gelegentlich schöne Gipskristalle vor. Im Anhydrit tritt häufig Schwefel auf.

Durch Gipslösung wird eine ähnliche Verkarstung hervorgerufen wie bei der Kalkverwitterung; durch sie kommt es an der Oberfläche zu trichterförmigen Erdfällen („Dolinen“ bzw. auch „Lösungspingen“). Zusammen mit den beim Nachbruch über flachen Untertageschürfen entstandenen, formähnlichen Pingen geben sie einen guten Hinweis auf die Verbreitung der Evaporite.

Im Kesselbruch bei Grubach fallen an der Basis des Gips-Anhydritkörpers die von zentimeterdickem Gips durchzogenen, fast schwarzen Dolomitlagen auf, die auf den Bestand eines „Bellerophondolomites“ hinweisen könnten.

Fossilien: U.a. *Klausipollenites schaubergeri*, *Jugasporites*, *Taenisporites*, *Striatites*, *Nuscoisporites*, *Pityosporites zapfei*, *Gigantosporites* (det. W. KLAUS).

Absatzmilieu: Sanfte Pfanne eines hypersalinen Meeres.

#### Basischer Vulkanit, 62 (H)

Alle auf der Karte verzeichneten Vulkanitvorkommen liegen im gipsreichen Haselgebirge der Zone Grubach–Grabenwald östlich von Kuchl. Kleine zerscherte Körper, wie sie sich im Bett des Grabenbaches östlich Ghf. Grubach, und zwar östlich der bekannten Blauquarzfundstelle finden, bestehen aus einem Karbonatsilikatgestein mit Blauquarzadern, Talk, Krokydolith, einem Metavulkanit und einem grünen bis grauen Me-

tapelit (E. KIRCHNER, 1980). Ein Diabasblock (Metadolerit) liegt nach E. KIRCHNER im Bereich des Grabenbaches, ein anderer im Kertererbachgraben.

Ein weiteres Vulkanitvorkommen befindet sich im Gips des Moosegger Saulochbruches. Es ist ein Diabas, der von einem 15 m mächtigen Serpentin mit begleitet wird, ein Vertreter des feinkörnigen Typs mit Relikten von Klinopyroxen, der randlich in eine aktinolithische Hornblende umgewandelt wurde, die ihrerseits wieder eine Umwandlung zu Crossit aufweist (E. KIRCHNER, 1980). Nach E. FUGGER (1907, S. 25) wurde an der Straße westlich der Scheffau ein Diabas gefunden.

### **Werfener Schichten i. a. (Skyth), 52, 60, 79 (T, H, L)**

Im Bereich des Wallingwinkls sind ca. 200 m mächtige, dunkelrote bis grünlichgraue, glimmerreiche Sandsteine und Schiefer der Werfener Schichten verbreitet. Die Schichtflächen dieser hier mit bis 1/2 m mächtigen, hellgrauen Quarztlagen wechsellagernden Sedimente sind reich an Rippelmarken, Lebensspuren und Molluskenabdrücken. Die hangenden grauen Werfener Schichten östlich davon sind glimmerärmer jedoch kalkreicher.

Im Bereich des Halleiner Salzberges wurden bei den Bohrungen I–III unter dem Hahnrain Werfener Schichten in 200–300 m Mächtigkeit durchörtet. Kleine Vorkommen befinden sich bei Oberscheffau und östlich Golling, zwischen den Gehöften Hinterkellau und Haarecker. Am Südrand erfaßt das Blatt gerade noch die mächtigen Werfener Schichten des Hagengebirgs-Südostfußes.

Fossilien: (500 m östliche Hinterkellau:) Myophorien, (Redtenbachmündung:) *Naticella costata* WISSMANN (nach E. FUGGER, 1907), (i. a. auch:) *Lingulina tenuissima* BRONN, *Myacites fassaensis* WISSM., *Avicula inaequidentata* BEN.

Absatzmilieu: Marines Flachwasser bis Litoralbereich.

### **Werfener Kalk (Campil), 78 (L)**

Kleine Vorkommen eines geringmächtigen, schokoladefarbenen, plattigen Werfener Kalkes konnte H. HÄUSLER (1979) nordwestlich der Haarbalm, nördlich der Lammeröfen und südöstlich des Roadberges (westlich Rocher Alm) ausscheiden. Das Gestein geht unter Wechsellagerung aus den liegenden grauen Werfener Schichten hervor.

Fossilien: Crinoidenlumachelle.

Absatzmilieu: Marines Flachwasser

### **Reichenhaller Schichten (Rauhacke; Skyth–Anis), 59 (H)**

Es ist eine hellocker gefärbte, zellig-luckige Dolomitrauhacke, die in sehr geringer Mächtigkeit auf kurze Erstreckung südlich des Friedhofes Dürrnberg, WNW Gehöft Gmärk am Dürrnberg und an der Hallstätter Deckscholle des Roßfeldes auftritt.

Absatzmilieu: Marines Flachwasser bis Litoralbereich

### **Gutensteiner (Kalk) Basisschichten (Campil – tieferes Anis), 77 (L)**

In diesem Schichtglied vollzieht sich der Wandel zur mitteltriadischen Karbonat sedimentation. Dunkelgraue, dezimetergebantke, z. T. dolomitische Kalke vom Typus Gutensteiner Kalk wechsellagern mit zumeist ebenso dunkelgrauen, vielfach glimmerführenden Tonschieferlagen. Die schönsten Aufschlüsse sind an der Kehre der Hochsattelgutstraße westlich Gehöft Sill und im Bereich des Strubbergsattels anzutreffen. Bei dem

auf der Karte östlich von Oberscheffau als Gutensteiner (Kalk-)Basischichten ausgedehnten Gestein handelt es sich nach Untersuchungen von R. LEIN (Zitat K. LEUSCHNER, 1989, S. 14) um Strubbergsschichten. Fossilien: (Nordöstlich Redtenbachmündung, nach BITTNER, 1884:) Monophyllitenrest; Mikrofossilien.

Absatzmilieu: Beginnende Absenkung des Schelfbereiches.

**Gutensteiner Schichten im allg. (Anis), 51, 74 (T, H, L)**

**Gutensteiner Kalk (Anis), 76 (L)**

**Gutensteiner Dolomit (Anis), 75 (L)**

**Heller bis dunkelgrauer Dolomit (Anis-Ladin), 57 (H)**

Am Tennengebirgs-Südwestfuß sind die vorwiegend dunkelgrauen und dünnbankigen Gutensteiner Schichten in 50–60 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Sie erfassen kalkige, kalzitdurchaderte und dolomitische Karbonate. Im Bereich der Lammermasse, wo sie in bis ca. 300 m Mächtigkeit anzutreffen sind, tritt der Kalk zugunsten des im allgemeinen dicker gebankten bis massigen, hell- bis dunkelgrauen Gutensteiner Dolomites zurück. Am besten ist er an der Bundesstraße westlich Voglau oder am Südost-Ausstrich des Roadberges, nordwestlich Gehöft Rocher, zu studieren. Gelegentlich ist ein seitlicher Wechsel von Kalk in Dolomit erkennbar.

Bemerkenswert sind die im Steinbruch des Arlstein-Nordost-Eckes auftretenden, dolomitisierten Crinoidenstielanhäufungen (Trochitendolomit). Sie verweisen auf eine postdiagenetische Dolomitisierung.

Der graue, gebankte bis massige, feinkörnige Dolomit am Südfuß des Gollinger Schwarzenberges (Steinalmdolomit nach H. HÄUSLER [1979]) kann dem Gutensteiner Dolomit der Jochbergschuppe in der Torrener Jochzone gegenüber gestellt werden.

Auch der normal zwischen der Reichenhaller Rauhwacke und dem Zillkalk liegende dunkelgraue, seltener hellgraue und dunkelgrau durchmischte Dolomikrit des Hahnrains südwestlich Dürrnberg steht dem Gutensteiner Dolomit nahe. In das Ladin reicht der Dolomit der Rabenstein-Scholle bei Golling (H. HÄUSLER, 1981).

Fossilien: (östlich Wallingwinkl:) Kieselschwammnadeln, (Arlstein:) Crinoidenstielglieder, (Jochberg:) Brachiopodenrest; (Bankdolomit Rabenstein, nach H. HÄUSLER, 1981:) *Gondolella constricta* MOSHER & CLARK (det. KRZYSTYN, Oberanis).

Absatzmilieu: Marines Flachwasser.

**Reiflinger Schichten (Oberanis), 58 (H)**

Zu den Reiflinger Schichten ist der dezimetergebankte, graue kiesligknollige, etwas hornsteinführende Mergelkalk zu stellen, der östlich des Parkplatzes der neuen Dürrnbergstraße, an der Kehre um das Rudolfsköpfl, auf über 100 m Erstreckung aufgeschlossen ist.

Fossilien: Nach PLÖCHINGER, 1983:) Conodonten: *Gondolella bulgarica* (BUDUROV & STEFANOV), *G. cf. excelsa* MOSHER, *G. cf. constricta* MOSHER & CLARK (det. KRZYSTYN – Pelson), *Hindeodella suevica* (TATGE) (det. MANDL).

Absatzmilieu: Marines Becken.

**Zillkalk (Anis), 56 (H)**

Der Zillkalk oder Steinalmkalk, ein reinweißer, massiger, selten gebankter, körniger, bis ca. 50 m mächtiger Diploporen-Riffkalk, der im unmittelbar westlich der Staatsgrenze gelegenen Zill seine Typuslokalität hat, ist auf österreichischer Seite lediglich an zwei Stellen entwickelt: Am Ramsaukopf nördlich des Mundloches des Dürrnberger Jakobbergstol-

lens und am Rudolfköpfl, das man auf der neuen Dürrnbergstraße nahe ihres oberen Endes umfährt. Gelegentlich, so z. B. am Ramsaukopf, zeigt der Riffkalk einen seitlichen Wechsel in einen hellgrauen bis leicht rötlich gefärbten, dichten Kalk (Lercheckkalk).

Fossilien: (nach B. PLÖCHINGER, 1955) Wirtelalgen (Diploporen) und zwar: (Vorderer Lercheckkopf, westlich der Karte:) *Physoporella paucitorata* GÜMBEL, *Diplopora annulatisima* PIA. (Stbr. Zill, nach A. TOLLMANN, 1976a.) Die Anisforaminifere *Meandrosira dinarica* KOCH & PATIČ.

Absatzmilieu: Riffnähe.

### **Wettersteindolomit, Ramsaudolomit (Ladin–Cordevol), 50, 73 (T, L)**

Der Wetterstein- oder Ramsaudolomit ist ein grobgebankter bis massiger, weißer, hell- bis dunkelgrauer, zuckerkörniger Dolomit mit gelegentlich kalkigen Partien. Im Salzachdurchbruch, am Tennengebirgs-Südwestfuß und Hagengebirgs-Südostfuß erreicht er an die 150 m Mächtigkeit, an den Hallstätter Schollen südlich der Lammer wie am Südfuß des Göll an die 200 m und am Gollinger Schwarzenberg über 400 m. Eine bunte Dolomiteinschaltung im Haarberg läßt nach H. HÄUSLER (1981, S. 155) Anklänge an die Beckenentwicklung erkennen.

An der Fichtlhofberg-Forststraße wird der massige Wettersteindolomit vorübergehend von einem hellen, wolkig dunkelgrau durchmischten, dezimeter- bis halbmetergebankten, kieseligen Dolomit mit knolligen Schichtflächen und mit einzelnen, fossilleren, graugrünen Tonschieferlagen abgelöst. Zweifellos handelt es sich hier um eine Übergangsfazies zur Reiflinger Beckenentwicklung.

Fossilien: Diploporereste, (im bunten Bankdolomit des Haarberges, nach H. HÄUSLER, 1981:) Astformen des *Gladigondolella tethydis*-Multielementes sensu KOZUR & MOSTLER, *Gondolella* cf. *longa* BUDUROV & STEFANOV, *Enantiognathus ziegleri* (DIEBEL) (det. KRYSSTYN – Anis/Ladingrenze).

Absatzmilieu: Vorwiegend Lagune

### **Grauer, kieseliger Kalk und Dolomit (Karn), 72 (L)**

#### **Dolomit der Kellauwand (?Ladin–Karn), 55 (H)**

Der graue, kieselige, oft körnig-kalkige Dolomit und der gebankte bis massige, kieselige Kalk bilden einen ca. 100 m mächtigen, sehr wesentlichen Bestandteil der Lammermasse. Im Gegensatz zum spröden, grusig verwitternden Wettersteindolomit ist der kieselige Dolomit widerstandsfähig-klotzig. Gegen das Hangende geht er in den kieseligen Kalk über. An den Schichtköpfen beobachtet man gewundene, kieselige Schlieren und dunkelgraue Hornsteine. Das Gestein ist am Lammeregg, am Sattelberg und am Roadberg entwickelt. Am Sattelberg geht der kieselige Kalk gegen das Hangende in Pötschenkalk über und auch am Mehlstein und beim Gehöft Haarecker wird der Pötschenkalk von einem geringmächtigen, grauen, kieseligen Kalk unterlagert. Der vorwiegend dunkelgraue Dolomit im Liegenden des Hallstätter Kalkes der Kellauwand hat fraglich ladinisch–karnisches Alter.

Mit gleicher Signatur findet sich auf der Karte auch der dunkle, kieselige Dolomit ausgeschieden, wie er sich nach H. HÄUSLER am Schwarzenberg-Südhang zwischen dem Wettersteindolomit und den karnischen Schiefen findet.

Fossilien: (Im Dolomit, nach BITTNER, 1883; PIA, 1924:) Brachiopoden; (nach H. HÄUSLER, 1979, Kieselkalk 1/2 km nordöstlich Holzwehralm:) *Epigondolella nodosa* (HAYASHI), *Gondolella polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV (det. KRYSSTYN – Tuval 3/1); (Mehlstein:) *Gondolella polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV, *Hindeodella triassica* MÜLLER

(det. KRYSŤYN – Tuval 1–2); (Lammeregg:) *Gondolella* cf. *polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV; (Sattelberg:) Astformen des *Gladigondolella tethydis*-Multielementes sensu KOZUR & MOSTLER (det. KRYSŤYN – Ladin–Unterkarn); (Haarecker:) *Gondolella nodosa* (HAYASHI), *G. polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV, *Chirodella gracilis* MOSTLER, *Hindeodella triassica* MÜLLER, *H. suevica* (det. KRYSŤYN, – Tuval); (Hangendpartie am Lammeregg, nach H. HÄUSLER, 1984:) Mit *Gondolella navicula* HUCKRIEDE (det. KRYSŤYN – Lac–tiefes Alaun).

Absatzmilieu: Marines Flachwasser

### **Dunkler Ton- und Mergelschiefer**

**(Halobienschiefer, Reingrabener Schiefer; Karn);**

**Dunkler Sand- und Mergelkalk (Cidariskalk, Karn), 71 (T, H, L)**

Reingrabener Schiefer sind im Hagengebirge fallweise als ein etwa 10–15 m mächtiges Band entwickelt; so finden sich dunkelgraue bis schwarze, sandige Tonschiefer im Graben nördlich der Jagdhütte Schoberkopf und am Steig von der Aster Alm zur Kar Alm (G. TICHY & J. M. SCHRAMM, 1981, S. A 107).

Dunkelgraue Halobienschiefer treten im Jakobbergstollen des Halleiner Salzbergbaues zwischen m 830 und m 850 auf (W. MEDWENITSCH, 1962). Nach G. SEFFINGA (briefl. Mitteilung) weisen sie keinen Kalzit, viel kristallinen Illit und Feldspäte auf. Entsprechende Schiefer sind geringmächtig dem karnischen Hallstätter Kalk am Südostfuß des Rudolfköpfls eingeschaltet.

Im Graben unter der Wallingalm, an der Ostseite des Gollinger Schwarzenberges, stehen dunkelgraue, plattige Kalke mit Einschaltungen von dunkelgrauen, splittrig zerfallenden Tonschiefern (Reingrabener Schiefer) an; sie gehen gegen den Südfuß der Gschirrwand in eine wenige 10 m mächtige Wechsellagerung von dunklen, glänzenden Tonschiefern, dunklen Sandkalcken, Mergeln und auch Dolomiten über. Südlich der Lehn-griesalm ist es ein ca. 15 m mächtiges Paket dunkler Mergelschiefer und dezimeter- bis halbmetergebanker Sandsteine. K. LEUSCHNER (1989, S. 26ff.) beschreibt die karnischen Sedimente der Schwarzenbergserie eingehend als Leckkogelschichten und vergleicht sie mit den karnischen Beckensedimenten des Aflenzer Troges. Riffschuttreiche, allodapische Kalke veranlaßten K. LEUSCHNER (1989, S. 26f.), die Serie zu den oberjuli-schen, an einem Plattformrand entwickelten, Leckkogelschichten zu stellen. Am Roadberg, 250 m nordöstlich der Holzwehralm, stehen dunkelbraune, knollige Mergelkalke an, welchen schwarze Tonschieferlagen eingeschaltet sind.

Auf Tafel 1 sind die genannten karnischen Ablagerungen zumeist als „Nordalpine Raibler Schichten zusammengefaßt“.

Fossilien: (Dürrnberg/Jakobbergstollen, nach W. MEDWENITSCH, 1960, 1963:) *Halobia rugosa* GÜMBEL, *Carnites floridus* WULFEN, kleine Arcestiden (det. H. ZAPFE); Foraminifere-n: *Quadratina irregularis* OBERHAUSER, *Duostomina rotundata* KRISTAN, glatte Lenticulinen und Marginulinen, darunter *Marginulina karnica* OBERHAUSER, Ostrakoden; (Roadberg, nordöstlich Holzwehralm, nach H. HÄUSLER, 1979:) Astformen des *Gladigondolella tethy-dis*-Multielementes sensu KOZUR & MOSTLER (det. KRYSŤYN). (Gollinger Schwarzer Berg, Leckkogelschichten, nach K. LEUSCHNER, 1989:) *Tubiphytes obscurus* MASLOV, sphinctozoe und inozoe Kalkschwämme, vereinzelt Echinodermenschutt.

Absatzmilieu: Marines Flachwasser.

### **Dunkelgrauer Dolomit (Westseite des Tennengebirges; Karn), 49 (T)**

Am Südwesthang des Tennengebirges, zwischen Saugraben und Kar-tensüdrand, konnte L. KRYSŤYN einen mindestens 150 m mächtigen, dun-

kelgrauen Massendolomit des Oberkarn ausscheiden. Möglicherweise vertritt er Teile des Dachsteindolomites.

Der oberkarnische Dolomit ist dunkelgrau, selten dickbankig und führt Riffschutt. In seinen höchsten 20 bis 30 Metern ist er kalkig und es lassen sich Vorriff-Strukturen, darunter umgelagerte Riffbildner, auskeilende Detrituslagen und Grobschutt, erkennen. Besonders bemerkenswert sind nach L. KRYSSTYN die darin auftretenden Fossilnester mit Fossilien pelagischer Organismen wie Ammoniten und Halobien. Der höchste Teil des Dolomites wird, möglicherweise lateral, von einem maximal halbdezimeter- bis dezimetergebanten dunkelgrauen Plattendolomit vertreten.

Zweifelloos steht dieser karnische Massendolomit in Beziehung mit dem unter der Signatur 72 ausgeschiedenen Gestein der Lammermasse.

Fossilien: (An der Straßenzufahrt zur Seilbahn, ca. 150 m südlich des Saugrabens, nach L. KRYSSTYN:) *Gonionotites haugi* GEMMELARO, *Projuvavites* sp., *Discophyllites* n. sp., *Paracestes* sp., *Halobia rugosa* GUEMBEL; – *Gondolella polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV, *G. nodosa* HAYASHI, *Neocavitella cavitata* BUDUROV & STEFANOV (oberstes Karn – Tuval 3). Absatzmilieu: Riffnahes Vorriff.

### Heller und bunter Hallstätter Kalk (Karn–Nor), 54, 66 (H, L)

Die hellen und bunten, vielfach intensiv rot gefärbten biomikritischen Kalke sind oft synsedimentär durchklüftet oder auch synsedimentär bis frühdiagenetisch brekziös. In ihrer massigen Fazies sind sie im Kartenbereich meist nur durch ihre Fossilführung dem Karn oder dem Nor zuweisbar. Anders bei der weniger verbreiteten und auch nur geringmächtig ausgebildeten, dünnbankigen, knollig-flasrigen Ausbildung des roten Draxlehner Kalkes, einem Formationsglied des Hallstätter Kalkes, das der oberkarnischen Zone des *Tropites subbullatus* zugehört. Der Draxlehner Kalk ist, wie z. B. am Wallbrunnkopf südöstlich Gehöft Sedl ersichtlich, durch seine dünnen, roten Jaspislagen bzw. -linsen leicht von der jaspisleeren Draxlehner Kalk-Fazies innerhalb des norischen Hallstätter Kalkes zu unterscheiden. Dieser ist am Kirchenplatz Dürrnberg ideal aufgeschlossen.

Die Bildung der Knollen kann auf die Kalklösung an diagenetischen Bewegungszonen zurückgeführt werden, die Rotfärbung und der Fossilreichtum auf die submarine Kalklösung und Kondensation (H. JURGAN, 1969, W. SCHLAGER, 1969).

Fossilien: (Wallbrunnkopf, nach J. MOJSISOVICS, 1874; M. SCHOSSER, 1898; E. KITTL, 1912; B. PLÖCHINGER, 1955:) *Tropites subbullatus* HAUER, *Arcestes* sp., *Halobia* cf. *miesenbachensis* KITTL, *H. wallbrunnensis* KITTL, *H. breuningiana* KITTL, *H. austriaca* MOJSISOVICS, *H. charlyana* MOJSISOVICS, *H. cf. lineata* MÜNSTER, *Orthoceras* sp., *Monophyllites* cf. *morloti* HAUER, *Placites* sp., *Cladiscites* sp., *Arcestes* sp., *Monotis salinaria* BRONN; Coll. PLÖCHINGER: (Dürrnberg/Parkplatz Nord:) *Gondolella* sp., *Ozarkodina tortilis* TATGE (det. KRYSSTYN, Ob.-Karn/Nor); (Dürrnberg/300 m östlich Parkplatz:) *Gladigondolella tethydis* HUCKRIEDE, *Gondolella polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV, *G. tadgепole* HAYASHI, Astformen des *Gladigondolella*-ME (det. KRYSSTYN – Karn); (Draxlehnerkalk bei Gehöft Sedl:) Holothuriensklerite: *Priscopodatus triassicus* MOSTLER, *Calclamna nuda* MOSTLER; Schwebecrinoiden: *Osteocrinus ancanthicus* KRISTAN-TOLLMANN, *Masculicrinus fastigiatus* DONOFRIO & MOSTLER, *M. inflatus* DONOFRIO & MOSTLER; Foraminiferen: *Diplosphaerella radiata* KRISTAN-TOLLMANN; Conodonten: *Gondolella polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV (det. H. MOSTLER, Unterer Anatropites-Bereich); (Wallbrunnkopf, unmittelbar südöstlich Draxlehnerkalk-Bruch bei Geh. Sedl, coll. PLÖCHINGER, SCHÄFFER:) *Joannites* sp. *Proarcestes gaytani* (KLIPPSTEIN), *Trachyceras* sp., *Sageceras haidingeri* (HAUER), *Monophyllites simonyi* (HAUER), *Coroniceras* cf. *delphinocephalus* (HAUER), *Hypocladiscites subturnatus* (MOJSISOVICS), orthocephalopoden (det. F. TATZREITER, Unterkarn); (Seilbahnstation Dürrnberg:) *Halobia charlyana* MOJSISOVICS, Brachiopoden, *Heterastridium conglobatum* REUSS (det. PLÖCHINGER), *Epigondolella abneptis abneptis* (HUCKRIEDE), *E. cf. primitia* MOSHER, *E. bidentata* MOSTLER, *E. multidentata* MOSHER, *E. permica* (HAYASHI), *Gondolella moisbergensis* (MOSHER), *G. navicula* HUCKRIEDE (det. KRYSSTYN, Lac-Sevat); *Gondolella cf. polygnathiformis* BUDUROV &

STEFANOV (det. KRYSSTYN, ?Oberkarn); *Theelia asymmetrica* (KRISTAN-TOLLMANN), *Dentalina* sp., *Lenticulina* sp., *Ostrakoden* (*Bairdia* sp.) (det. KRISTAN-TOLLMANN); (Rappoltstein-Westende und Dürrnbergstraße bei Glannerbachquerung): *Heterastridium conglobatum* (REUSS) (=Obernor); (Dürrnbergstraße, Anschluß Fischpointweg): *Arcestes gigantogaleatus* (det. TATZREITER), *Gondolella steinbergensis* MOSHER, *Epigondolella postera* KOZUR & MOSTLER (det. KRYSSTYN, Sevat); (Hallstätter Schollen östlich Golling, nach H. P. CORNELIUS & B. PLÖCHINGER, 1952; H. HÄUSLER, 1981, 1982:) u. a. *Halobia plicosa* (MOJSISOVICS), *H. suessi*, *Monotis* cf. *salinaria* (BRONN); Conodonten: *Epigondolella abneptis* (HUCKRIEDE), *E. permica* (HAYASHI), *E. bidentata* MOSHER, *E. postera* (KOZUR & MOSTLER), *E. spatulata* (HAYASHI), *Metapolygnathus communisti* HAYASHI, *Gondolella navicula steinbergensis* (MOSHER), *G. steinbergensis* (MOSHER), *Neispathodus hernsteini* MOSTLER, *Chirodella dinodoides* (TATGE), *Ch. gracilis* MOSTLER, *Hindeodella suevica* TATGE, *H. triassica* MÜLLER, *H. suevica* TATGE, *Prioniodina muelleri* (TATGE) (det. KRYSSTYN - Nor); (Kellauwand, nach H. HÄUSLER, 1981:) a) basaler Kalk 300 m südöstlich K. 852: *Gondolella excelsa* (MOSHER). Astformen von *Gladigondolella tethydis*-Multielement KOZUR & MOSTLER (det. L. KRYSSTYN, Ob-). Anis-Ladin, b) hangend, 250 m südöstlich K. 852: *Gladigondolella tethydis* (HUCKRIEDE), *Enantiognathus petraeviridis* (HUCKRIEDE), *Hindeodella triassica* MÜLLER, c) Westrand, ca. 525 m WSW K. 852: *Gondolella polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV, *Epigondolella nodosa* (HAYASHI) (det. L. KRYSSTYN, Tuval), d) hangend: *Gondolella steinbergensis* (MOSHER) (det. L. KRYSSTYN, Alaun-Sevat).

Lammeregg (bunter Hallstätter Kalk, nach H. P. CORNELIUS & B. PLÖCHINGER, 1952; H. HÄUSLER, 1979:) *Halobia plicosa* MOJSISOVICS, *H. austriaca* MOJSISOVICS, *H. styriaca* MOJSISOVICS, *H. arthaberi* KITTL, *Epigondolella* cf. *primitia* MOSHER, *E. abneptis abneptis* (HUCKRIEDE), *Gondolella* cf. *polygnathiformis* BUDUROV & STEFANOV, *G. steinbergensis* (MOSHER) (det. KRYSSTYN); (Roadberg, bunter Hallstätter Kalk, nach H. P. CORNELIUS & B. PLÖCHINGER, 1952; H. HÄUSLER, 1979, 1981:) *Halobia partschi* KITTL, *H. plicosa* MOJSISOVICS, *Monotis salinaria* (BRONN), *Halobia plicosa* (MOJSISOVICS), *Gondolella navicula steinbergensis* (MOSHER), *Epigondolella permica* (HAYASHI), *E. multidentata* MOSHER, *E. abneptis* (HUCKRIEDE), *E. bidentata* MOSHER, *E. postera* (KOZUR & MOSTLER), *Hindeodella triassica* MÜLLER, *H. suevica* TATGE, *Enantiognathus ziegleri* (DIEBEL), *Chirodella dinodoides* (TATGE) (det. KRYSSTYN, Lac-Sevat); *Involutina liassica* (JONES), *Ozarkodina* sp., *Prioniodina* sp., *P. excavata*, *Fissobractites subsymmetrica* KRISTAN-TOLLMANN (det. KRISTAN-TOLLMANN, Lac-Sevat). (Hallstätter Kalk nördlich Lammeröfen, nach H. HÄUSLER, 1979, 1981, K. LEUSCHNER, 1989:) *Epigondolella abneptis abneptis* (HUCKRIEDE), *Gondolella steinbergensis* (MOSHER); *G. navicula* HUCKRIEDE, *Hindeodella triassica* MÜLLER; *H. suevica* TATGE (= Alaun), *Epigondolella postera* (KOZUR & MOSTLER), *Holothurienskerlit Fissobractites subsymmetrica* KRISTAN-TOLLMANN (= Alaun 2-Sevat).

Absatzmilieu: Schwellen im tieferen Meeresbecken.

### Pedatakalk (Nor), 64 (L)

Der Pedatakalk, ein typisches Schichtglied der mergelreichen Hallstätter Entwicklung, ist ein zentimeter- bis dezimetergebänkter, grauer bis bräunlichgrauer, dichter bis körnig-sandiger Kalk, der mit den in ihm auftretenden kieselig-knolligen Lagen faziell dem Pötschenkalk nahe steht. Das größte, an die 150 m Mächtigkeit erlangende Vorkommen am Roadberg wird normal von den kieseligen Karbonaten des Karn unterlagert und von den Zlambachschichten überlagert; kleinere Vorkommen befinden sich am Sattelberg und am Lammeregg.

Fossilien: (Roadberg, nach J. PIA, 1924; H. P. CORNELIUS & B. PLÖCHINGER, 1952:) *Halorella pedata* BRONN, gelegentlich lumachellenartig angehäuft, „*Rhynchonella*“ *juvavica* BITTNER, (vorw. nach H. HÄUSLER, 1979:) *Epigondolella permica* (HAYASHI), *E. multidentata* MOSHER, *E. postera* (KOZUR & MOSTLER), *Gondolella navicula* HUCKRIEDE, *G. navicula steinbergensis* (MOSHER), *Epigondolella bidentata* MOSHER, *E. abneptis* (HUCKRIEDE), *Hindeodella suevica* TATGE (det. KRYSSTYN, Lac, Alaun 1, 2, Sevat); (nach A. TOLLMANN & E. KRISTAN-TOLLMANN, 1970:) *Tetrataxis inflata* KRISTAN, *Variostoma crassum* KRISTAN-TOLLMANN, *Duotaxis metula* KRISTAN, *Lenticulina* sp., *Alanwoodia* sp., Milioiiden, Echinodermenreste; (Sattelberg, nach H. HÄUSLER, 1981:) *Epigondolella permica* (HAYASHI), *Prioniodina muelleri* TATGE (det. L. KRYSSTYN, Alaun 2 bis Sevat).

Absatzmilieu: Seichter Beckenrand mit Riffschuttschlamm.

### **Pötschenkalk (Nor), 65 (L)**

Wie der Pedatakalk, so ist auch der Pötschenkalk ein bezeichnendes Schichtglied der mergelreichen Hallstätter Entwicklung. Das nur wenige 10 m mächtige, dezimetergebante Gestein ist grau, dicht bis feinkörnig, kieselig und hornsteinreich. Ähnlich dem Reifflinger Kalk weist es knollig-wellige Schichtflächen mit Tonbelägen auf. Es tritt am Mehlstein (K. 701), nordwestlich Unterscheffau und östlich des Gehöftes Haarecker (K. 716) nördlich Unterscheffau auf.

Fossilien: Östlich Haarecker (nach PLÖCHINGER:) *Epigondolella bidentata* MOSHER (det. KRYSSTYN); (Mehlstein, nach PLÖCHINGER:) *Epigondolella abneptis* (HUCKRIEDE), *E. permica* (HAYASHI) (det. SCHÖNLAUB), *Hindeodella triassica* MÜLLER (det. KRYSSTYN, Unter- bis Mittelnor). (Lammeregg, nach H. HÄUSLER, 1981:) *Epigondolella abneptis abneptis* (HUCKRIEDE), *E. cf. primitia* MOSHER, *Gondolella steinbergensis* (MOSHER) (det. KRYSSTYN, Lac-Alaun). Absatzmilieu: Tieferes Meeresbecken.

### **Hauptdolomit (Karn-Nor), 48 (T)**

Es ist ein bis an die 1000 m mächtiges, wechselnd hellbräunlichgraues bis dunkelgraues Gestein, das aus einem bituminösen, synsedimentär dolomitisierten Schlick hervorging. In seinem höheren Niveau zeigt es dunkelgraue, mergelige Ölschiefer- oder Fischechieferzwischenlagen. Die bedeutendste, etwa 10 m mächtige Ölschieferlage befindet sich am längst aufgelassenen Hirtensteinbruch an der alten Straße westlich des Wiestal-Stausees.

Der Übergang des Hauptdolomites in den hangenden Plattenkalk oder in den diesem sehr artverwandten Dachsteinkalk erfolgt durch Wechselagerung.

Fossilien: (250 m nordwestlich Seeberggipfel, nach G. TICHY, 1983:) *Parallelodon rudis* (STOPPANI); (Wiestal, nach K. GORJANOVIC-KRAMBERGER, 1905; R. VOGELTANZ, 1969:) Reiche Fauna mit *Heterolepidodus dorsalis* (KNER), *Colopodus ornatus* (AGASSIZ); schlecht erhaltene Foraminiferen und Ostrakoden.

Absatzmilieu: Seichte, von der Frischwasserzufuhr unterbundene Lagune, weit nördlich des Riffgürtels.

### **Dachsteindolomit ([Karn-Nor], 47, 70 (T, L)**

Der im Bereich der Dachsteinkalkfazies verbreitete, maximal 200 m mächtige Dachsteindolomit ist im allgemeinen undeutlich gebankt bis massig, vorwiegend hell und läßt gelegentlich einen seitlichen Übergang in den Dachsteinkalk erkennen. Die Dolomitisierung erfolgte offenbar vor allem frühdiagenetisch. In seinem tieferen Niveau steht er dem Hauptdolomit nahe.

Verbreitung findet der Dachsteindolomit am Hagengebirge, am Schwarzen Berg und am Göll.

Fossilien: Schlecht erhaltene Mikrofauna; (heller Dolomit hangend der Reingrabener Schiefer, bei Jagdhütte Schoberkopf:) *Cidaris cf. dorsalis* BRAUN.

Absatzmilieu: Seichte Lagune.

### **Plattenkalk (Nor-Rhät), 46 (T)**

Der im Bereich der Hauptdolomitfazies verbreitete, mikritische bis feinarenitische, 150–200 m mächtige Kalk ist bräunlichgrau, deutlich dezimeter- bis metergebant und zeigt eine Wechselagerung mit einem ebenso gebankten Dolomit. Zyklen mit kalkig-dolomitischen, durch Algenmatten gebildeten Millimeterrhythmen, die hangend von Megalodontenkalklagen abgelöst werden, entsprechen den Loferitzzyklen im Dachsteinkalk.

Fossilien: Megalodonten, Gastropoden, Korallen (z. B. *Thecosmilia* sp.), Algen; (Bohrung Vigaun, nach H. KRAMER & A. KRÖLL, 1979;) Ostrakoden, Algen.  
Absatzmilieu: Rifferne Lagune.

### **Gebankter Dachsteinkalk (Nor-Rhät), 45, 69 (T, L)**

Das grobgebankte, aus der riffernen Lagune stammende Gestein ist bräunlichgrau, mikritisch, arenitisch oder auch oolithisch und erlangt eine Mächtigkeit von rund 1000 m. Ein Zyklotem seiner rhythmischen Sedimentation („Loferer Zyklotem“ nach A. G. FISCHER, 1964) erfaßt die geringmächtigen basalen, bunten, tonigen Kalke und Tonschiefer (Residualsedimente) des Gliedes A, die bei Ebbe gebildeten dolomitischen Algenmatten (10 bis 15 cm) des Gliedes B („Loferit“) und den bis mehrere Meter mächtigen, megalodontenreichen Dachsteinkalk des Gliedes C (vgl. H. ZANKL, 1967). Charakteristisch sind bunte, terrigene Schmitzen und groboolithische Strukturen.

Die größten Vorkommen des gebankten Dachsteinkalkes befinden sich im Blattbereich an der Südseite der Osterhorngruppe, an der Göll-Nordseite, im Hagen- und im Tennengebirge.

Fossilien: Megalodontiden, Brachiopoden, Gastropoden, Echiniden, Holothuriensklerite der Gattung *Theelia*, Ophiuren, Korallen und Foraminiferen (siehe dazu H. ZAPPE, 1964; H. ZANKL, 1967); (Megalodontiden nach E. VEGH-NEUBRANDT, 1982:) *Triadomegalodon scutatus* (SCHAFHÄUTL), *T. mojsvari incisus* (FRECH), *Rhaetomegalodon incisus incisus* (FRECH), *Rh. incisus cornatus* (FRECH), *Conchodon infraliasicus infraliasicus* STOPPANI, *Lycodus infraliasicus praeliasicus* (FRECH).

Absatzmilieu: Rifferne Zone der Riffrückseite.

### **Massiger, onkoidführender Dachsteinkalk der riffnahen Lagune (Nor-Rhät), 44, 68 (T, L)**

Der vorwiegend massige bis grobgebankte Dachsteinkalk der riffnahen Lagune beziehungsweise des riffnahen Hinterriffbereiches wurde an der Göllmasse und im Tennengebirge ausgeschieden. Er besteht aus grauen, onkoidführenden Kalken mit grobkörnigen, dezimetermächtigen Detrituslagen, deren Komponenten teils aus Riffbildnern, teils aus einer bodenständigen Fauna und Flora bestehen. Loferer Zyklen sind in diesem Gestein nicht zu beobachten. Das Vorkommen am Göll weist nach H. ZANKL (1969) neben den Komponenten organischen Ursprungs Komponenten anorganischer Herkunft wie Riffschutt (Intraklaste), „Ooide“ und „grapestone“-Bildungen auf. Das Gestein verzahnt sich mit dem höchsten Teil des zentralen Riffbereiches.

Im Tennengebirge führt der bis 900 m mächtig werdende, feindetrithische, massige Kalk grobkörnige, dezimeterstarke Detrituslagen mit Riffbewohnern und -behäusern (L. KRYSZYN). Wo Onkoide mit Grobschutt wechsellagern, ist eine Schichtung zu beobachten. M. SCHAUER, welcher die Grenze zwischen dem riffnahen Kalk und dem lagunären Dachsteinkalk im Abschnitt Hochkogel-Streitwand verzeichnet, unterscheidet im Bereich des onkoidführenden Dachsteinkalkes einen mikritischen Kalk mit onkolithischen Lagen und vereinzelt kleinen Riffknospen, von einer Übergangsfazies zum lagunären Dachsteinkalk mit grob- bis feindetrithischen, gelegentlich onkolithischen Lagen und Riffschuttlagen.

Fossilien: (Detrituskalk Göll, nach H. ZANKL, 1969:) Dasycladaceen, Solenoporenknollen, *Garwoodia*-Knollen, durch Cyanophyceen gebildete Onkoide, Korallen, *Conchodus infraliasicus* STOPPANI etc.

Absatzmilieu: Riffnahe Zone der Riffrückseite.

**Dachsteinriffkalk (Nor-Rhät), 43, 67 (T, L)**  
**Riff- und Korallenkalk der Kössener Schichten (Rhät)**  
**und Oberrhätriffkalk, 41 (T)**

Die größte Dachsteinriffkalkentwicklung liegt am Hagen- und Tennengebirge vor. Am Hagengebirge ist auf der Karte mit der Ausscheidung „Dachsteinriffkalk“ gewiß auch der Dachsteinkalk der riffnahen Lagune erfaßt. Am Tennengebirgs-Südrand ist im Bereich der Seilbahn-Talstation zur Eisriesenwelt ein bis 120 m mächtiger Dachsteinriffkalk entwickelt, der seitlich vom gebankten Dachsteinkalk abgelöst wird.

Als weitere Riffkalkvorkommen sind der von H. ZANKL (1969) monographisch beschriebene Riffstock des Hohen Göll („Göllriff“) und der östlich der Salzach gelegene, äquivalente Riffkalk des Schwarzen Berges anzuführen.

In der Osterhorngruppe sind im höheren Niveau der Kössener Schichten linsenförmige oberrhätische Riffkörper („patch-reefs“) eingeschaltet, welche die Bezeichnung „Kössener Riff- oder Korallenkalk“ führen. Dazu zählen das relativ große, bis 150 m mächtige Feichtensteinriff bei Hintersee, das kleine, an der Gruberalm gelegene Gruberalmriff, das Adnet Riff, das Rötelwandriff der Looswand am Westfuß des Ladenberges sowie die biostromal entstandenen Riffkalkvorkommen im Mörtelebachtal und bei Gaißau (O. SICKENBERG, 1932; R. SIEBER, 1937; E. FLÜGEL & G. F. TIETZ, 1971; P. SCHÄFER & B. SENOWBARI-DARYAN, 1978a, b, 1981; P. SCHÄFER, 1979; B. SENOWBARI-DARYAN, 1980; B. SENOWBARI-DARYAN & P. SCHÄFER, 1979a, b, 1980; E. FLÜGEL, 1975, 1981).

Am Feichtensteinriff ist nicht nur die seitliche Verzahnung des Riffkalles mit den Kössener Schichten zu erkennen, sondern auch das Hinaufwachsen bis zum bunten Adnet Riff. Dieses auch am Rötelwandriff und am Gruberiff beobachtbare Hinaufwachsen über die Kössener Bekensedimente läßt nach FABRICIUS die Bezeichnung „Rhätoliasriff“ zu.

Ein bisher noch kaum bekannter, kilometerlanger Riffkörper („Hanskirchenriff“) befindet sich südlich Hintersee; er streicht von der Kote 998 gegen Nordosten zum Bergköpfl-Nordostfuß.

Das im Adnet Riff ideal aufgeschlossene Adnet Riff zeigt eine metermächtige Lage mit Korallen in Lebensstellung; im „Rottropf“ sind die Hohlräume zwischen den weißen Korallentheken über Klüfte mit dem bunten liassischen Kalkschlamm gefüllt worden.

Eine vermittelnde Stellung zwischen den Riffkalkkörpern in den Kössener Schichten und dem südlicher beheimateten großen Dachsteinriffkalkvorkommen nimmt der im Hangenden der Kössener Schichten ausgebildete Oberrhätriffkalk des Südrandes der Osterhorngruppe (Hochwieskopf, Finsterstubenwald etc.) ein.

Fossilien: (Riffkalke exkl. Adnet, siehe Fossilisten H. ZANKL, 1969; P. SCHÄFER, 1979; B. SENOWBARI-DARYAN, 1980:) a) Riffbildner: „*Thecosmilia*“ *clathrata* (EMMERICH), Kalkalgen, Spongien, Hydrozoen, Bryozoen, b) Riffbewohner: Muscheln (z. B. *Megalodontiden*), Schnecken, Cephalopoden, Brachiopoden, Echinodermen, Crustaceen, Fische, sessile Foraminiferen etc. (siehe dazu M. SIBLIK, 1988). (Oberrhätriffkalk Adnet:) a) Riffbildner (nach E. FLÜGEL, 1962, 1964, 1975:) Korallen: *Thecosmilia* var. sp., *Thamnasteria rectilamellosa* WINKLER, *Th. norica* FRECH, Formen der Gattungen *Astraeomorpha*, *Paracycloolithes*, „*Stylophyllum*“, „*Montlivaultia*“; Algen: *Solenopora* sp., *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINER), Blau-Grünalgen-Krusten; Kalkschwämme: *Perodina* sp., *Polytholosa* sp.; Hydrozoen: *Lamellata waehneri* FLÜGEL & SY, *Stromatomorpha rhaetica* KÜHN; sessile Foraminiferen: *Nubecularia* sp., *Alpinophragmium perforatum* E. FLÜGEL, *Microtubus communis* E. FLÜGEL, *Chellosporites tirolensis* WÄHNER; b) Riffbewohner (nach H. ZAPPE, 1963:) *Lamellibranchiata* der Gattungen *Grammatodon*, *Amphiclinodonta*, (?) *Parallelodon*, *Dicercocardium*, *Megalodus*, *Mysiodoptera*, *Schalhaeutlia*, *Cardium*, *Cypricardia*, *Pteria*, *Oxycona*, *Cassianella*,

*Pinna*, *Gervilleia*, *Perna*, *Lima* (*Plagiostoma*), *Pecten*, *Prospondylus*, *Dimyopsis*, *Placunopsis*, *Ostrea*, *Lopha*, *Mysidia*, *Modiolus*; **Gastropoden der Gattungen** *Lepetopsis*, *Pleurotomaria*, *Ditremaria*, *Patella*, *Trochus*, *Zygopleura* (*Annulifera*), *Omphalopterycha*, *Neritopsis*, *Trachynerita*; **Cephalopoden:** *Paranautilus* sp.; **Echinoidea:** *Cidaroida* indet; **Reptilia:** *Placochelys stoppani* OSSWALD; **Brachiopoda** (nach H. ZAPFE, 1963; D. PEARSON, 1977; M. SIBLIK, 1988: *Fissirhynchia fissicostata* (Suess), *Amphiclinodonta adnetica* BITTNER, „*Zeilleria*“ *mutabilis* OPPEL, „*Rhynchonella*“ div. sp., ?*Cirpa briseis* (GEMMELLARO). (**Detrituskalk Saubachgraben/Tennengebirge**, nach KRYSTYN:) *Epigondolella primilia* MOSHER (= Unternor/Lac 1); (**Dachsteinriffkalk Bohrung Vigaun**, nach H. KRAMER & A. KRÖLL, 1979:) *Aulotortus* sp., *Trocholina* sp., *Ammodiscus* sp.; (**Oberrhättriffkalk Finsterstubenwald**, nach H. HÄUSLER, 1979:) *Triasina hantkeni* MAJZON, *Aulotortus sinuosus* WEYNSCHENK, *Glomospira tenuifistula* HO, *Angulodiscus communis* KRISTAN, *Pseudotaxis inflata* (KRISTAN), *Trocholina crassa* KRISTAN, *T. permodiscoides* OBERHAUSER, *Diplolemina* sp., *Angulodiscus tumidus* KRISTAN-TOLLMANN (det. E. KRISTAN-TOLLMANN); (**Schwarzer Berg, Gschirrwand** nach H. HÄUSLER:) *Involutina liassica* (JONES, „*Neoangulodiscus*“ *carinatus* (LEISCHNER), „*Neoangulodiscus*“ *leischneri* KRISTAN-TOLLMANN, **Nodosariiden** (det. E. KRISTAN-TOLLMANN). (**Schwarzer Berg**, nach K. LEUSCHNER, 1989, S. 32f.:) zahlreiche Foraminiferen (Nor/Rhät). (**Erratische Dachsteinkalkblöcke bei Dürrnberg**, B. PLÖCHINGER, 1955:) *Halorella amphitoma* (BRONN), *Halorelloidea plicatifrons* (BITTNER) etc.

**Absatzmilieu:**

- a) Riffbildungen gegen den Südrand der lagunären Dachsteinkalkplattform,
- b) Riffbildungen an Schwellen des „Kössener“ Intraplattform-Beckens,
- c) Riffe mit biostromalem Charakter.

### **Kössener Schichten (Rhät), 42 (T)**

Die mit dunkelgrauen bis schwarzen Mergelschiefern wechsellagernden Mergelkalke und Kalke der bis ca. 200 m mächtigen Kössener Schichten ruhen in der inneren Osterhorngruppe normal dem Plattenkalk auf; am Südrand der Osterhorngruppe sind sie zwischen dem gebankten Dachsteinkalk und dem Oberrhättriffkalk entwickelt.

Den Kössener Schichten der inneren Osterhorngruppe sind Riffkalklinsen und -lagen („Lithodendronkalklagen“) eingeschaltet, wobei die größeren Körper unter der Signatur 41 ausgeschieden erscheinen. Nicht vermerkt sind z. B. die unter 10 m mächtigen 3 Riffkalklagen im Lasserwald, nördlich des Rötliwandriffes oder auch die Korallenkalklage, die an der Zwölferhorn-Westflanke den Saubachgraben quert.

In der Gaißau, nördlich der Abzweigung der Spielbergalmstraße von der Mörtlbachstraße, gliedern sich die in ca. 100 m Mächtigkeit aufgeschlossenen Kössener Schichten vom Liegenden zum Hangenden in ein 30 m mächtiges Paket, das im wesentlichen aus schwarzen Tonmergeln mit eingeschalteten, feinlaminierten mudstones und knolligen, onkoidführenden Kalken besteht, in eine 12 m mächtige Korallenkalklage und in gut gebankte, graue, teilweise mergelige Kalke mit 2 dunklen Mergel einschaltungen (L. KRYSTYN, 1980; J. KUSS, 1983), wobei die tiefere Mergel einschaltung den Zonenammoniten *Choristoceras marshi* HAUER führt. Der untere Teil des Profiles entspricht nach der klassischen Zoneneinteilung der Kössener Schichten von E. SUESS & E. v. MOJSISOVICS (1869) der Schwäbischen und Karpathischen Fazies, der obere Teil der Kössener und Salzburger Fazies. Am Tennengebirge sind Kössener Mergelkalke nur spurenweise vorhanden, so beim Paß Lueg, südwestlich der Schönalm und westlich der Kote 510 am Roadberg-Südostfuß.

**Fossilien:** *Choristoceras marshi* HAUER, *Ch. rhaeticum* GÜMBEL, **Brachiopoden:** z. B. *Rhaetina gregaria* (Suess), „*Rhynchonella*“ *subrimosa* (SCHAFFHÜTL), (**Lamellibranchiaten:**) z. B. *Rha-*

*etavicular contorta* (PORTLOCK), *Gervilleia inflata* (SCHAFHÄUTL, *Modiola schafhäutli* STUR, *Cardita austriaca* (HAUER), (Korallen: z. B. *Thecosmilia clathrata* (Suess), Crinoiden: z. B. *Pentacrinus* aff. *bavaricus* WINKLER, Foraminiferen, Ostrakoden; (Straßenaufschluß Mörtelbachtal und nördlich Abzweigung der Spielbergalmstraße, nach KRYSSTYN, 1980:) *Choristoceras marshi* HAUER; (K. 1373 nordwestlich Grobriedel, nach J. EGGER, 1982:) *Gervilleia inflata* (SCHAFHÄUTL), *Pleuromya* sp., *Pecten valoniensis* (DEFR.), *Rhaetavicular contorta* (PORTL.) *Nucula* sp.; (Feichtenstein, nach SENOWBARI-DARYAN, B. & SCHÄFER, P., 1978:) Dasycladacee: *Placklesia multipora* BILGÜTAY.

Abatzmilieu: Sanftes marines Becken im triadischen Plattformbereich.

### Zlambachschichten (Sevat-Rhät), 53, 63 (H, L)

Es sind ca. 100 m mächtige graue Mergel und Mergelkalke der höchsten Trias, die sowohl in der kalkreichen Hallstätter Entwicklung der Halbleiner Zone als auch in der mergelreichen Hallstätter Entwicklung der Lammerzone auftreten. Im ersten Fall sind es in der Talung zwischen Wallbrunnkopf und Ramsaukopf bis ca. 100 m mächtige, hellgelblich-graue, dezimetergebantke Mergelkalke mit zentimeterdicken, radiolarienreichen, weichen Mergelschieferzwischenlagen, die gegen das Hangende in dunkelgraue, kieselige Mergel und mergelige Sandsteine übergehen.

Ideale Aufschlüsse befinden sich in den Stollen des Dürrnberger Salzberges (O. SCHAUBERGER, 1953; W. MEDWENITSCH, 1960, 1962, 1963; W. MEDWENITSCH & W. SCHLAGER, 1964). Im kurzen Stollen des Kotgrabendurchlasses, nahe des Wolf Dietrich-Stollen-Mundloches, ist gut der Übergang eines stark endogen-brekziösen, bunten norischen Hallstätter Kalkes in die hellgelblich-grauen Mergelkalke der Zlambachschichten zu sehen. Obertags stehen sie NNE des genannten Mundloches an. Wie ebenso in untertägigen Profilen zu erkennen, gehören 20–30 m mächtige roststreifige Bändertone stratigraphisch zwischen die tieferhätischen Zlambachmergel und die Liasfleckenmergel der sogenannten Jakobbergserie (W. MEDWENITSCH, 1963; K. KOLLMANN, 1963).

In der Lammerzone ist als bedeutendes Zlambachschichten-Vorkommen jenes des Roadberges (Bereich Holzwehralm) anzuführen. Es sind hell- bis dunkelgraue, ±weiche, gelegentlich feinglimmerige Tonmergelschiefer, die mit grauen, sandigen Mergelkalcken oder kalkigen Mergeln wechsellagern.

Fossilien: (Tirschenköpfl-Nordfuß bei Dürrnberg, nach B. PLÖCHINGER, 1955:) *Phylloceras* cf. *despectum* MOJSISOVICS; (Dürrnberg, Jakobbergstollen, nach W. MEDWENITSCH, 1960, 1962, 1963:) *Clyptonautilus spirolosus* DITTMANN, *Choristoceras marshi* v. HAUER, *Megaphyllites* sp., *Placites* sp., *Arcestes* sp., Muscheln (det. H. ZAPFE), Kieselspongien, Crinoidenstielglieder, Echinodermenstacheln, Kleinbrachiopoden, Ammonitenbrut, Foraminiferen der Gattungen *Annulina*, *Ammodiscus*, *Glomospira*, *Trochammina*, *Lenticulina*, *Darbyella*, *Marginulina*, *Pseudoglandulina*, *Reophax*, *Involutina* etc. (det. R. OBERHAUSER), Ostrakoden der Gattungen *Bairdia*, *Parabairdia*, *Urobairdia*, *Ogmoconcha* oder *Hungarella* (det. K. KOLLMANN), große kugelige Radiolarien, Nannoplankton, darunter *Schizosphaerella punctata* (DEFLANDRE) (det. H. STRADNER). (Roadberg, Bereich Holzwehralm, nach A. TOLLMANN & E. KRISTAN-TOLLMANN, 1970:) *Involutina liassica* (JONES), *Glomospirella spirillinoides* (GROZDIŁOWA & G.), *Glomospira gordialis* (JONES & PARKER), *Trepeilopsis* sp., *Ammobaculites* sp., *Tetralaxis inflata* KRISTAN, *Duotaxis melula* KRISTAN, *Variostoma conforme* KRISTAN-TOLLMANN, *Diploptremia subangulata* KRISTAN-TOLLMANN, *D. placklesiana* KRISTAN-TOLLMANN, *Trocholina* (*Trochonella*) *crassa* KRISTAN, *T. acuta* OBERHAUSER, *T. verrucosa* KRISTAN, *T. laevis* KRISTAN, *Haplophragmoides subglobosus* (SARS), *Angulodiscus tenuis* KRISTAN, *A. communis* KRISTAN, *A. impressus* KRISTAN, *Annulina metensis* TERQUEM u. a. (= höheres Rhät).

Abatzmilieu: Gut durchlüftetes Becken.

## 2.2. Jura und Unterkreide

### Allgäuschichten, Kendlbachschichten (Lias), 40

Nach der von W. FRISCH (1963) am Faistenauer Schafberg durchgeführten Kartierung werden dort die Kössener Schichten von geringmächtigen Liasfleckenmergeln überlagert. Diese Mergel entsprechen zusammen mit einem geringfügigen Anteil der hangendsten Kössener Mergel vielfach den Mergeln, Sandsteinen und glaukonitischen, *Lima (Plagiostoma)*-führenden Mergelkalken, für die L. KRYSZYN und B. PLÖCHINGER (B. PLÖCHINGER, 1982) aus biostratigraphischen und lithologischen Gründen die Bezeichnung „Kendlbachschichten“ vorschlugen. Wegen der maximal nur 8 m betragenden Mächtigkeit derselben und des gelegentlich zu beobachtenden seitlichen Überganges in die Fleckenmergel der Allgäuschichten scheinen sie auf der Karte nicht gesondert auf.

Als ideal gilt das Profil des Saubachgrabens an der Zwölferhorn-Westseite im Nordosteck der Karte (Abb. 1). *Lima (Plagiostoma)*-führende Sandmergel der Kendlbachschichten werden hier normal vom hornsteinreichen Scheibelbergkalk (Hornsteinknollenkalk) und erst dieser von den unterliassischen Fleckenmergeln der Allgäuschichten überlagert. Letztere bestehen aus einem dezimetergebankten, grauen Fleckenkalk, aus grauem Crinoiden-Biosparit, grünlichgrauen Mergeln und aus einem leicht gefleckten, sandigen Mergelkalk (Foraminiferen-Biosparit). Intraklasten im Fleckenkalk, die zu 90 % aus resedimentiertem, bryozoenführendem, mikritischem Kalk bestehen, verweisen bereits auf eine Trübeströmung.

Im Bereich der Halleiner Hallstätter Zone bestand an der alten Straße nördlich Dürrnberg ein Aufschluß von liassischen Mergelschiefern, die jenen im Dürrnberger Jakobbergstollen entsprechen.

Im Hagengebirge treten Allgäuschichten mehrfach zusammen mit bunten Liaskalken auf (G. TICHY & J. SCHRAMM). Sie dürften hier noch in den Dogger reichen.

Fossilien: (Kendlbachschichten Saubachgraben, nach PLÖCHINGER, 1975:) *Lima (Plagiostoma)* und andere Bivalven, Echinodermenreste, Mikrofauna; (Allgäuschichten i.a.): Ichthyosaurierwirbel, Echinodermenreste, *Pseudoglandulina multicosata* (BORNE-MANN), Spongiennadeln, Foraminiferen z. B. *Involutina liassica* (JONES), Radiolarien, Nannoflora; (Jakobbergstollen, nach W. MEDWENITSCH, 1963:) *Planularia inaequistriata* (TERQUEM), *P. radiata* und Arten der Gattungen *Lenticulina*, *Darbyella*, *Pseudoglandulina*, *Nodosaria*, *Lingulina*, *Ammodiscus*, *Textularia* (det. OBERHAUSER); Ostrakoden der Gattungen *Ptychobairdia*, *Bairdia*, *Bythocypris*, *Cryptobairdia*, *Healdia*, *Ogmoconcha* oder *Hungarella*, *Krausekka*, *Polycyope* etc. (det. K. KOLLMANN).

Absatzmilieu: Marines Becken.

### Scheibelbergkalk (Hornsteinknollenkalk; Unterlias), 39

Es ist ein 5 bis 30 cm mächtiger hell- bis bräunlichgrauer, dezimetergebankter, mergeliger Kalk mit dunkelgraubraunen Hornsteinknauern und welligen Schichtflächen, ein Gestein, das aus einem spongiereichen Schlamm hervorging. U. d. M. zeigt der Kalk eine Fluidalstruktur, die schichtparallel von Kieselsäure durchdrungen ist; die Einkieselung erfolgte postsedimentär.

Der Scheibelbergkalk kann im Liegenden der bunten Unterliaskalke ausgebildet sein (Faistenauer Schafberg) oder in deren Hangendem (Zwölferhorn).

Fossilien: (Im allg.) Spongiennadeln, Echinodermenreste, Foraminiferen, Radiolarien; (Hochleitengraben, nach J. EGGER, 1982:) *Involutina turgida* (KRISTAN), *I. liassica*

(JONES), *Trocholina granulosa* (FRETZEN), *Lingulina* sp., *Nodosaria* sp., *Fronicularia* sp., *Quinqueloculina* sp.

Absatzmilieu: Marines Becken zu Beginn der jurassischen Absenkung.

### **Bunte Kalke und Mergel (Hierlatzkalk, Enzesfelder Kalk, Adneter Kalk und Mergel, Lias; Klauskalk, Dogger), 38**

Die bunten Liaskalke und der bunte Doggerkalk (Klauskalk, 37) stehen als Schwellensedimente den vorher beschriebenen, mergeligen und kieseligen Beckensedimenten gegenüber. Ihre Rotfärbung entstand bekanntlich durch die Eisenoxydanreicherung bei Kalkmangelsedimentation; das kondensierte Sediment ist fossilreich.

Der hellrote Hierlatz-Crinoidenkalk, eine Zusammenschwemmung von Crinoidenstielgliedern, ist, wie andere liassische Buntkalke auch, in den synsedimentär durch Dehnung gebildeten Klüften des Dachsteinkalkes vorzufinden. Bunte Kluffüllungen mit Brachiopodennestern befinden sich z. B. am Scheiblingkogel (H. HÄUSLER) und südöstlich der Schönalm.

An der Typuslokalität Adnet (H. HAUER, 1853) beginnt die Buntkalkentwicklung des Adneter Kalkes hangend des Dachsteinkalkes mit einer rund dezimetermächtigen, schwarzen, eisenoxydreichen Schicht („Brand-schicht“). Darüber folgt ein ca. 10 m mächtiger, grau-bunt gemischter Kalk, der „Schnöllmarmor“. Der hangende 15–17 m mächtige, dünnbankige, rote Kalk ist knollig-flaserig und verweist damit auf ein gravitatives Gleiten im früh- bis spätdiagenetischen Zustand; unterstrichen wird dies durch verschiedenartige Geröllkomponenten in konglomeratischen Lagen.

Die höchste Partie des Adneter Kalkes bildet der 4 m mächtige Adneter „Rotscheck“, eine kalzitdurchtränkte Brekzie (Calzilutit), die der oberliassischen Knollenbrekzie anderer Liasprofile entsprechen dürfte. Der an der Basis des Adneter Kalkes entwickelte, bis zu wenige Meter mächtige, ocker gefärbte Enzesfelder Kalk ist im Kartenbereich nur vom Saubachgrabenprofil her bekannt (Abb. 1). Über den tiefliassischen Buntkalken folgt dort nach einer Schichtlücke ein ziegelroter Sandmergel des Toarcien, der reich an Biogenschutt (Echinodermen- und Bryozoenfragmente) ist und als Resediment auch viele Knollenbrekzieneinschaltungen aufweist (B. PLÖCHINGER, 1973, 1975, 1982). Die ab 1982 gelegentlich verwendete Bezeichnung „Saubachsichten“ kann als Synonym von „Adneter Mergel“ betrachtet werden (A. TOLLMANN, 1976).

Das Liasprofil am Mörtelbachgraben weist vom Liegenden zum Hangenden einen wenige Meter mächtigen Scheibelbergkalk und in einem ca. 4 m mächtigen Paket einen roten, knolligen Plattenkalk, eine massige Brekzie, eine rote Knollenbrekzie mit pelitischer Matrix, einen Crinoidenplattenkalk und einen roten Kalk mit Manganvererzung auf (M. SCHLAGER, 1968; J. EGGER, 1982). Im Profil des Grobriedls fand sich nach H. EGGER eine Brekzienlage unmittelbar über dem Scheibelbergkalk, darüber ein ca. 4 m mächtiger ziegelroter Knollenkalk mit Mergelzwischenlagen (Saubachsichten). Wie im Saubachgraben so dürfte auch hier im Mittellias eine Sedimentationslücke bestehen.

Der Lias des Hagengebirges ruht in der südlichen Hochregion dem Dachsteinriffkalk, ansonsten dem gebankten Dachsteinkalk auf. Nach P. ROSENBERG (1919) wird dabei ein grauer, tieferer und ein roter, höherer Hierlatzkalk des Unterlias von einem roten, mittelliassischen Cephalopodenkalk (Typus Adneter Kalk) überlagert. Unter der Signatur 39 ist auch ein nicht gesondert ausscheidbarer Klauskalk erfaßt (siehe unten).

Alter	Mächtigkeitsprofil	Gesteinsbeschreibung	Fossilinhalt
MALM		graugrüner bis violetter Radiolarit der <b>Malmbasisschichten</b>	Radiolarien
? Bathonien DOGGER		dunkelroter, knollig-flaseriger, manganoxydreicher Klauskalk 1 m-mächtige, geröllführ. Sandmergellage 0,5 m mächtige, harte, sandige Kalklage 1,5 m mächtige, rote, tonige Knollenbrekzie	<i>Procerites</i> sp., <i>Stephanoceras</i> cf. <i>humphriesianum</i> (SOW.), <i>Bositra</i> <i>buchi</i> (ROEMER); <i>Lenticulina</i> sp., <i>Reinholdella</i> sp.; Ostracoden
OBERLIAS		rote, an biogenem Detritus reiche, schiefrig-plattige Sandmergel (Turbidit) 0,5 m mächtige, schwarze „Manganschiefer“-Lage, vorw. ziegelrote, dünnbankige, sandige Kalke	Bryozoenbruchstücke, Echinodermen- und Fischreste; Foraminiferen und Ostracoden, Dentalium
UNTERLIAS		graue, sandige Kalke mit grauen Mergel- schieferzwischenlagen Hornsteinknollenkalk	<i>Schizosphaerella</i> sp. <i>Pseudoglandulina multicostata</i> (BORNEMANN) <i>Planularia</i> cf. <i>pauperata</i> JONES & PARKER
		roter, flaseriger Kalk (Adneter Fazies) ocker gefärbter Enzesfelder Kalk ?	<i>Lytoceras</i> sp. <i>Schlotheimia</i> sp. <i>Alsadites</i> sp.
MALM		dunkelroter bis grünlichgrauer Radiolarit der <b>Malmbasisschichten</b>	

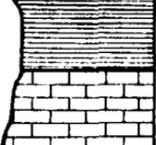
<b>DOGGER</b>			dunkelroter, knollig-faseriger Klauskalk	Holcophylloceras cf. zignodianum d'ORB., Belemnites sp.
oberes Toarcien <b>OBERLIAS</b> unteres Toarcien		30	gradiertes, roter Sandmergel (Turbidit) mit metermächtiger Linse einer roten Knollenbrekzie  gradierte, rote Sandmergel mit einer 0,2 m mächtigen, geröllführenden Kalkbank  0,15 m mächtige, kieselige Mergelkalklage	Phymatoceras sp. Grammoceras sp. (Dactylioceras commune (SOW.) Catacoeloceras sp. Coeloceras sp. Calliphylloceras capitanoi (CAT.) Nautilus sp., Belemnites sp. Bryozoen- und Echinodermenfragmente
<b>UNTERLIAS</b>  Hettangien (Lias α)		20  10	0,1 m dicke, graue Mergelschieferlage  dm-gebante, graue bis grünliche, gefleckte, sandige Mergel und Mergelkalke intraklastischer Foraminiferen-Biosparit (Turbidit)  Hornsteinknollenkalk, 15° NNE - fallend  rötliche und ocker gefärbte Kalke (Enzestfelder Fazies) mit Sandmergel-Zwischenlage grauer Sandmergel	Ichthyosaurierwirbel  Pseudoglandulina multicostata (BORNEMANN) Spongiennadeln, Radiolarien  (Alsadites proaries (NEUMAYR) Alsadites seebachi (NEUMAYR) Schlotheimia angulata OPPEL Psiloceras (Curviceras) frigga WÄHNER Plagiostoma sp.
<b>„RHÄT“</b>			hell- bis grünlichgraue, vorw. weiche Kössener Mergel  graue Kössener Mergelkalke hangend einer ca. 10 m mächtigen Lithodendronkalkbank	dünnchalige Muscheln  Lumachelle

Abb. 1: Das Juraprofil im Saubachgraben der Zwölferhorn-Westflanke (B. PLÖCHINGER, 1975).

Fossilien: (Adneter Kalk im allg., nach A. TOLLMANN, 1976:) Ammoniten des Unterlias Oberlias, z. B. *Schlotheimia angulata* (SCHLOTHEIM), *Arietites bucklandi* (SOWERBY), *Amaltheus margaritatus* MONTFORT, *Hildoceras bifrons* BRUGUIÈRE; (Adnet, nach R. SIEBER, 1962:) *Charmassiceras* cf. *chamassei* (ORBIGNY) (= *Ch. marmoreum haueri* HAHN) (= tiefer Unterlias), *Arnioceras ceratitoides*, *Arietites* cf. *bucklandi* (höherer Lias Alpha), *Asteroceras* cf. *stellare* SOWERBY (= Lias Beta), Belemniten, Brachiopoden, Crinoidenstielglieder; (Adnet, nach G. TICHY in BECKER, P., MEIXNER, H. & TICHY, G., 1977:) *Arietitidae* div. gen. et sp., *Schlotheimia angulata* (SCHLOTHEIM), *Arietites bucklandi* (SOWERBY), *Phylloceras zetes* (D'ORBIGNY), *Coeloceras pettos* (QUENSTEDT etc.; (Knollenkalk Haslach, Hs. 26, nach R. SIEBER, 1962:) *Arnioceras ceratitoides*, *Echinoceras* cf. *raricostatum*, *Tropidoceras masseanum* (ORBIGNY) (= Unt. Mittellias). (Enzesfelder/Adneter Kalk, Saubachgraben nach B. PLÖCHINGER, 1975:) *Alsadites proaries* (NEUMAYR), *A. seebachi* (NEUMAYR), *Schlotheimia angulata* OPPEL, *Psiloceras* (*Curvicerus*) *frigga* WÄHNER (det. KRYSSTYN, Lias Alpha); Adneter Mergel, Saubachgraben: *Dactyloceras commune* (SOWERBY), *D. cf. commune* (SOWERBY), *Catacoeloceras* sp., *Coeloceras* sp., *Callyphylloceras capitanoi* (CATULLO), *Nautilus*, *Belemnites* (det. KRYSSTYN, Unt. Toarcien), *Grammoceras* sp., *Phymatoceras* sp. (det. KRYSSTYN, Ob. Toarcien), (u. d. M.): Echinodermen- und Bryozoendebris, *Dentalium*, Ostrakoden und massenhaft *Schizosphaerella* (det. Ch. DOWNIE); (Adnet, Säulenbruch, Unterguggen, nach M. SCHLAGER, 1967:) *Charmasseiceras* sp. (Adneter Mergel bzw. Saubachschiefer, Oberlias, Grobriegel-Westseite, nach J. EGGER, 1982:) *Haugia variabilis* (D'ORBIGNY), *Grammoceras striatulum* (SOWERBY), *Physeogrammoceras dispansum* (LYCETT), *Paroniceras* sp., *Phymatoceras* sp., *Phylloceras* sp., *Nautilus* sp., Echinodermen, Foraminiferen, Ostrakoden, Filamente; (bunter Liaskalk, Kratzalpe/Hagengebirge:) Siehe P. ROSENBERG, 1909. (Adneter Kalk Tennengebirge, E Schönalm, nach A. TOLLMANN & E. KRISTAN-TOLLMANN, 1970:) „*Waldheimia*“ *mutabilis* OPPEL, „*Rhynchonella*“ *greppini* OPPEL, „*Rh.*“ *fransi* OPPEL, „*Rh.*“ aff. *latifrons* STUR, *Spiriferina* aff. *alpina* OPPEL, *Terebratula punctata* SOWERBY, *Involutina liassica* (JONES), *I. turgida* KRISTAN; (Adneter Kalk Hagengebirge, Kratzalpe, nach A. KRAFFT, 1897 und P. ROSENBERG, 1909:) Formen der Gattungen *Phylloceras*, *Geyroceras*, *Rhacophyllites*, *Lytoceras*, *Ectocentrites*, *Psiloceras*, *Arietites*, *Schlotheimia*, *Aegoceras*, *Microderoceras*, *Deroceras*, *Aegoceras*, *Microderoceras*, *Deroceras*, *Agassiceras*, *Liparoceras*, *Polymorphites*, *Uptonia*, *Amphiceras*, *Gemmalaroceras*, *Oxynoticeras*, *Amaltheus*, *Harpoceras*, *Grammoceras*, sowie zahlreiche Nautiliden, Gastropoden, Bivalven und Brachiopoden.

Absatzmilieu: (Adneter Kalk und Klauskalk:) Tiefschwelle und Schwellenböschung, (Hierlatzkalk:) Flachwasser.

### Klauskalk am Zwölferhorn (Dogger), 37

Der Klauskalk ist im Profil des Saubachgrabens am Zwölferhorn-Westhang nachgewiesen; weitere Vorkommen können unter der Signatur 38 im Bereich der faziesähnlichen bunten Kalke und Mergel des Lias verborgen sein. Das 5 m mächtige Gestein ist rot und wie der Adneter Kalk knollig-flaserig. Bezeichnend sind neben den Dogger-Ammoniten der reiche Mn-Fe-Gehalt, einzelne Manganknollen und die im sedimentären „s“ liegenden Muschelfilamente.

25 m hangend dieser Lage befindet sich im Saubachgraben eine zweite, fast gleich mächtige und auch gleichartige Klauskalklage innerhalb einer im tiefen Malm eingeglihtenen Scholle (Abb. 1). Ein nur metermächtiges Klauskalkvorkommen soll sich nach J. WENDT (A. TOLLMANN, 1985) in der Geißau (Mörtlbach) befinden.

Hangend des roten oberliassischen Adneter Mergels, liegend des tiefmalmischen Radiolarites, ist am Bergköpfl bei Hintersee eine metermächtige Klauskalklage mit einer dezimetermächtigen Manganknollenlinse eingeschaltet. Da auch der unmittelbar hangende Radiolarit eine solche Manganknollenlinse aufweist, ist anzunehmen, daß die Knollenbildung bei Beginn der stärkeren Absenkung der Sedimentationsbasis erfolgte. Fossilien: (Saubachgraben, nach PLÖCHINGER, 1975:) *Holcophylloceras* cf. *zigmodianum* D'ORBIGNY, *Procerites* sp., *Stephanoceras* cf. *humphreisianum* (SOWERBY) (det. KRYSSTYN), Belemniten, Filamente von *Bositra buchi* (ROEMER), *Lenticulina* sp., *Reinholdella* sp., Ostrakoden.

Absatzmilieu: Gut durchlüftetes marines Schwellengebiet.

## **Bunte Kiesel- und Radiolaritschichten im allgemeinen, Tauglbodenschichten (mit mächtigeren Olisthostromlagen und mit Olistholithen); (Oxford–Kimmeridge), 34**

Die maximal bis 450 m mächtigen Kiesel- und Radiolaritschichten bestehen vorwiegend aus einer Wechsellagerung von ebenflächig geschichtetem, dünnplattigem,  $\pm$ kieseligem, grauem, grünlichgrauem bis rötlichem Mergelkalk und ebenso verschiedenfarbigen Mergelschiefern. Bezeichnend sind geringmächtige, vorwiegend rote Radiolaritlagen, vor allem der basale Radiolarit („Ruhpoldinger Radiolarit“). Wo in der inneren Osterhorngruppe, gegen den ursprünglich tiefsten Muldenraum, weit anhaltende Radiolarit- und Brekzienlagen auftreten, werden die Kiesel- und Radiolaritschichten nach dem Tauglboden „Tauglbodenschichten“ bezeichnet (M. SCHLAGER, 1956, S. 38, 1959, 1964; M. & W. SCHLAGER, 1970, 1973). Im Basisniveau der Tauglbodenschichten ist ein durchschnittlich 10 m mächtiger, roter, gegen oben gelegentlich dunkelgrau gefärbter Radiolarit entwickelt; eine geringmächtige Radiolaritlage befindet sich 130–150 m über der Liasgrenze. A. TOLLMANN (1985, S. 80) betrachtet die Tauglbodenschichten als eine Varietät des höheren Anteiles des Ruhpoldinger Radiolarites.

Nach den Sedimenttypen unterscheiden W. & M. SCHLAGER (1973) in den Tauglbodenschichten „Radiolarite“ (kieselige Mergel und Kalke, Hornstein), Siltlaminiten, Turbidite, Fluxoturbidite, Mergel-Flaserbrekzien, Schlammstrombrekzien, Rutschungen und sedimentäre Gleitschollen. Die bis 3 m mächtigen Grobbrekzienbänke der Tauglbodenschichten wurden durch Schlammstrom oder durch Kornfließen transportiert und sind deshalb als Olisthostrom bzw. Fluxoturbidit zu werten (siehe dazu V. DIERSCHKE, 1980).

Fossilien: (In gradierten Bio-(mikro-)spariten, nach V. DIERSCHKE, 1980:) Biogene pellets, Foraminiferen: Milioliden, *Textularia* sp., *Protopeneloplis striata* WEYNSCHENK, *Nautiloculina oolithica* MÖHLER, *Conicospirillina basilensis* MÖHLER, *Lenticulina* sp., *Ophthalmidium* sp., Algen: *Clypeina jurassica* FAVRE, *Thaumatoporella parvovesiculifera* (REINER), *Cayeuxia* sp., *Bacinnella irregularis* RAD., *Lacrymorphus perplexus* ELL., *Tubiphytes* sp.; *Favreina* sp., Bryozoen, Korallen, Echinodermereste z. B. *Saccocoma alpina* (LOMB.), Seeigelstacheln; Spongiennadeln; (Tauglbodengebiet, nach M. SCHLAGER, 1957:) *Ataxioceras* sp., (Unt. Kimmeridge); (Im Liegenden des unteren Radiolarites, nach R. HUCKRIEDE, 1971:) Rhyncholithen (= Cephalopodenschnäbel) des Oxford; (gesteinsbildend im Radiolarit und bis zu 40 % im kieselig-pelitischen Sediment:) Radiolarien; (Radiolarit Ladenberg-Rutschung:) Belemniten; (Sandkalklage Loibersbachhöhe:) Radiolarien, Calpionellen, Schalenfilamente, Schwammspiculae; (roter Radiolarit, Bergköpfl bei Hintersee, Beprobung PLÖCHINGER:) Radiolarien: *Carposphaera circumplicata* RÜST, *Lithastractus resistens* (RÜST), *Archeospongoprimum imlayi* PESSAGNO, *Tricolocampe pumila* HINDE, *Tricolocapsa elongata* HINDE, *T. numilis* HINDE, *T. pilula* HINDE, *Eucyrtidium plectum* RIEDEL et SANFILIPPO, *Podobursa affine* (RÜST), *Dictyomitra cosmoconica* FOREMAN, *Lithomitra extensa* HINDE, *Mirifusus guadalupensis* PESSAGNO (det. L. B. TIKHOMIROVA, VSEGEI, Leningrad).

Absatzmilieu: Tiefes Meeresbecken (bis 5000 m tief nach R. E. GARRISON & A. G. FISCHER, 1969).

## **Strubbergsschichten (?Dogger–Malm), 36 Brekzie der Strubbergsschichten, 35**

Das über 200 m mächtige, nach den Strubbergen westlich Abtenau benannte, für den Nordrand des Tennengebirges bezeichnende Schichtglied besteht vor allem aus grauen kieseligen Mergelschiefern und fast schwarzen, manganführenden, kieseligen, verschieferten Mergelkalken (Manganschiefer); es sind aber auch dünnschichtige, z. T. hornsteinführende Mergel und Fleckenmergel vertreten (H. P. CORNELIUS & B. PLÖ-

CHINGER, 1952). Fluxoturbiditisch entstandene, bis ca. 20 m mächtige, linsenförmige Brekzienlagen im Hangendniveau der Strubbergsschichten führen kalkalpine Komponenten aus Pedatakalk, Hallstätter Kalk, dunklen Mergelschiefern und Hornsteinen etc; bei den Mergelschiefern dürfte es sich um wiederaufgearbeitete Strubbergsschichten handeln (H. HÄUSLER, 1979). Nach den jüngsten Untersuchungen von H. J. GAWLICK (1988, S. 25) treten südlich des Sattelberges im Hangenden der Brekzie gelegentlich geringmächtige Lagen eines schwarzen, im inneren Bankbereich teilweise rötlichen Radiolarites auf.

Die Manganführung der durch ihre blauschimmernden, schwarzbraunen Beläge charakterisierten Manganschiefer ist nach P. FAUPL et al. (1982) überwiegend an karbonatische Mineralphasen gebunden; sekundäre Manganminerale (Pyrolusit, Manganit, Birnessit, Todoronit) treten nur ganz untergeordnet auf. Als Mn-haltige Karbonatminerale werden Kalzit, Dolomit, Kutnahorit und Rhodochrosit genannt und als weitere Bestandteile der Strubbergsschichten Quarz, Muskowit-Ililit, Chlorit, Paragonit, Albit und Pyrit (BERAN, A. et al., 1981; FAUPL, P. et al., 1982, 1983); vor allem die Schichtsilikate weisen auf eine anchizonale Metamorphose hin. Der Serpentinfund in den Strubbergsschichten des Firstsattels (Blatt 95 St. Wolfgang) läßt eine ursprüngliche Anlieferung des Mangans durch eine submarine vulkanische Tätigkeit (B. PLÖCHINGER, 1952, 1982) annehmen; unter reduzierenden Bedingungen dürfte es dann zur primären Mangankarbonatbildung gekommen sein (P. FAUPL et al., 1982). Von Resten eines seinerzeit abgebauten Manganvorkommens an der Nordostseite des Schwarzen Berges, unterhalb der Schwarzenbergalm nördlich der Schlüterhütte, berichtet K. LEUSCHNER (1989, S. 14).

Fossilien: Kieselschalige, agglutinierende Foraminiferen, Radiolarien, Schwammnadeln; (Graben 250 m nördlich Infangalm, nach H. HÄUSLER, 1981:) *Saccocoma alpina* AGASSIZ, *Globochaete alpina* LOMBARD, Milioliden, Textulariiden, Lageniden (det. E. KRISTAN-TOLLMANN, Malm); (Hallstätter Kalk-Brekzienkomponenten:) *Halobia plicosa* (MOJISOVICS), *Halorella pedata* BRONN; (im Radiolarit, nach H. J. GAWLICK, briefl. Mitt.!) Die Radiolarie *Acanthocirthus variabilis* (= Obercallov-Oxford).

Absatzmilieu: Rand eines marinen Beckens.

### **Oberalmer Basiskonglomerat (Malm), 33**

Das zur Jungkimmerischen Phase gewiß fluxoturbiditisch entstandene, dicht gepackte, mittel- bis grobkörnige Oberalmer Basiskonglomerat (J. KÜHNEL, 1929) ruht am Nordrand des Hohen Göll dem Dachsteinkalk und in der südlichen Osterhorngruppe den obertriadischen Gesteinen der „Trattbergsschwelle“ diskordant auf. Das Konglomerat am Nordfuß des Hohen Göll ist an die 20 m mächtig und weist nach J. KÜHNEL (1925) auch Komponenten aus dem Hallstätter Faziesbereich auf. Das bis über 50 m mächtige Konglomerat der südlichen Osterhorngruppe führt meist nur leicht gerundete, durchschnittlich faustgroße, aber auch plattig-eingeregelte, bis halbmetergroße kalkalpine Komponenten, vorwiegend gefleckte Mergelkalke. Vereinzelt beobachtete rote Radiolaritschmitzen lassen vermuten, daß das Konglomerat gegen Norden in den Brekzienlagen der Tauglbodenschichten ausklingt.

Absatzmilieu: Rand des malmischen Tiefseebeckens.

### **Oberalmer Schichten (Kimmeridge-Tithon/Berrias), 31 mit mächtigeren Barmsteinkalklagen, 32**

Der *locus typicus* der Oberalmer Schichten liegt am Oberalmberg bei Oberalm (M. LIPOLD, 1854), jener der Barmsteinkalk-Zwischenlagen an

den markanten Barmsteinen von Hallein (C.W. GÜMBEL, 1861). Die vor allem im Bereich der Osterhorngruppe verbreiteten Ablagerungen sind im Oberalmgebiet an die 150 m, im Tauglgebiet bis an die 700 m mächtig. Sie werden im Bereich des Blattes Hallein von den im pelagisch-bathyalen Raum abgesetzten Tonigen Oberalmer Kalken vertreten, die den in Küstennähe gebildeten Wechselfarbigem Oberalmer Kalken des Nordrandes der Osterhorngruppe gegenüber zu stellen sind (siehe Blatt 95 St. Wolfgang). Die Oberalmer Schichten unseres Bereiches sind grau bis bräunlichgrau, mikritisch, hornsteinführend,  $\pm$ dünnbankig und weisen im allgemeinen bis über 20 m mächtige Lagen des hellbraunen, sandigen bis fein- oder auch grobbrekziösen Barmsteinkalkes auf. Es ist dies ein aus dem Flachwasserbereich durch Trübeströmung in den Tiefwasserbereich eingebrachtes, organodetritisches Sediment, ein Kalkturbidit mit Komponenten aus dem Berchtesgadener und Hallstätter Faziesraum (vgl. H. FLÜGEL & A. FENNINGER, 1966; A. FENNINGER & H. HOLZER, 1972; ; H. L. HOLZER, 1978; B. PÖCHINGER, 1976; T. STEIGER, 1981).

Die Oberalmer Schichten, welche die Halleiner Hallstätter Masse im normal Hangenden umhüllen, setzen mit einer bis zu 30 m mächtigen Barmsteinkalklage ein (Barmsteine!). Gegen das Hangende zeigt sich eine rhythmische Mächtigkeitsabnahme der Barmsteinkalkzwischenlagen und eine Korngrößenabnahme.

Am Zinken-Nordfuß führt die fast 30 m mächtige Barmsteinkalk-Liegendbank der Oberalmer Schichten bis metergroße Komponenten, darunter Plassenkalk und Haselgebirge. Noch größer werden diese Komponenten im 60–70 m mächtigen allodapischen Barmsteinkalk des Schröpfwaldes östlich von Golling.

Nach M. SCHLAGER (1954) liegen im Gebiet der inneren Osterhorngruppe vom Liegenden zum Hangenden folgende Barmsteinkalkhorizonte vor:  
Horizont 1: 3–4 m mächtige Bank, die gegen oben zunehmend Mergelschmitzen (Haselgebirgston nach PLÖCHINGER) aufweist und an der Tauglschlucht von über 150 m mächtigen tonigen Oberalmer Schichten überlagert wird;

Horizont 2: Im allgemeinen 10–20 m mächtige, am Schmitzenstein bis 30 m mächtige, wichtigste Bank, die in ihren basalen 4–5 Metern eine konglomeratische Struktur mit zahlreichen großen Lucken (ausgewiterte Haselgebirgstonkomponenten nach B. PLÖCHINGER) zeigt.

Horizont 3: Eine 4–6 m mächtige Bank, an deren Basis eine 4–6 cm dicke Hornsteinbrekzie auftritt;

Horizont 4: Am wenigsten aufgeschlossene, geringmächtige Barmsteinkalkbänke in einem 15–20 m mächtigen Paket;

Horizont 5: 8–10 m mächtiges Barmsteinkalkstockwerk mit 2 Bänken.

Fossilien: (Toniger Oberalmer Kalk:) (Nach M. SCHLAGER, 1954; E. FLÜGEL & H. KEUPP, 1979:) *Lytoceras quadrisulcatum* (QUENSTÄDT), *Phylloceras ptychoicum* (QUENSTÄDT), Belemniten, Calpionellen, Tintinniden, Radiolarien, Schwammnadeln, Coccolithen; (östlich Strubau:) *Lamellapytychus* cf. *theodosia* (DESH.), *L.* cf. *rectecostatus* (PET.) TRAUTH, *L. lamellosus* (PARK.) TRAUTH, *Punctapytychus punctatus* (VOLTZ), Belemniten; (Waldparkhügel, Golling:) *Lamellapytychus beyrichi* OPPEL, *Perisphinctes* sp.; coll. PLÖCHINGER: (Kertererbachgraben:) *Lamellapytychus* cf. *studerii* (COST.) TRAUTH, *L. beyrichi* (OPPEL) mit aufsitzender Einzelkoralle; (Stbr. Oberalm:) *Punctapytychus cinctus* TRAUTH; (Stbr. Puch:) *Hibolites* cf. *hastatus* (BLAINVILLE) det. SIEBER; (Steigenfeld-Stbr., Trattbergstraße, nach R. VOGELTANZ:) Seeigel, *Punctapytychus punctatus* (VOLTZ), Wurmsspuren; (Bohrung Vigaun, nach H. KRAMER & A. KRÖLL, 1979:) Spongienrhaxen, Radiolarien, *Calpionella* cf. *alpina* LORENZ; (Hahnrain-Bohrung-Endteufe, nach MEDWENITSCH, 1963:) *Calpionella alpina* LORENZ, *C. elliptica* CADISCH, *Tintinnopsella carpathica* MURG. & FILIPESCH (det. W. LEISCHNER); (Barmsteinkalk im allg. :) Echinodermen- und Bryozoengrus, Bruchstücke von Korallen

len, Brachiopoden, Lamellibranchiaten und Algen, Milioliden, Textularien, Rotalien etc., geweihförmige Sohlmarken, Fischzähnen, (Plassenkalkgerölle im Barmsteinkalk, nach B. PLÖCHINGER, 1976, 1979:) Nerineen, Hydrozoen, Ellipsactinien; Staudinger Köpfl, nach Brief von T. STEIGER:) Echinodermereste, Foraminiferen (*Pseudocyclammina*, *Valvulina*, *Conicospirillina* etc.), Algen (vor allem Tubiphyten, *Thaumatoporella*), gerüstbildende Organismen (Bryozoen, Hydrozoen etc.).

Absatzmilieu: Tiefes marines Becken.

### Schrambachschichten (Valendis), 30

Die ca. 200 m mächtigen Schrambachschichten bestehen aus grünlich-grauen, schiefrig-sandigen Mergeln und grünlichgrauen, dezimetergebauten, gelegentlich dunkel gefleckten, muschelartig brechenden Mergelkalen. Ihre Typuslokalität liegt im unteren Teil des Schrambachgrabens, der am Roßfeld nahe der Staatsgrenze beginnt und bei Brücklpoint das Salzachtal erreicht. Östlich der Salzach sind die Schrambachschichten im Ostteil der neokomen Weitenaumulde und in ihrem gegen Südosten zum Lammertal abzweigenden Muldenast entwickelt. Östlich der am Seewaldsee endenden Weitenaumulde füllen sie die Neokommulde der Alpbichlalm.

Fossilien (Im allgemeinen:) Formen der Gattungen *Neolissoceras*, *Olcostephanus*, *Beriasella*, *Leopoldia* (*Hoplites*) und *Neocomites*; Lamellaptychen; (Schrambachgraben, coll. PLÖCHINGER:) *Lamellaptychus mortilleti* var. *longa* TRAUTH, L. *Lithographicus* (OPPEL) var. *gracilicostata* TRAUTH, L. *beyrichi* (OPPEL) TRAUTH; (Alpbichlalm, coll. PLÖCHINGER) *Lamellaptychus inflexicosta* TRAUTH, Bryozoen, Seeigelstachel.

Absatzmilieu: Marines Becken.

### Anzenbachschichten (Valendis–Unterhauertive), 29

Am Übergang Schrambachschichten/Roßfeldschichten führt ein ca. 10 m mächtiges Paket rötlicher Mergelkalke mit bereits leicht sandigen, rötlichen Mergelschieferzwischenlagen die Bezeichnung Anzenbachschichten. Das Sediment, das als Ausbildungsart der höchsten Schrambachschichten betrachtet werden kann, befindet sich in der neokomen Weitenaumulde im Bereich der Gehöfte Putzenbauer-Krauteck, bei der Seewaldalm und südöstlich der Gehöfte Seebach und Kloiber.

Fossilien: Lamellibranchiaten, Mikrofauna und -flora

Absatzmilieu: Marines Becken.

### Untere Roßfeldschichten (Obervalendis–Unterhauertive), 27, 28

An der Typuslokalität Roßfeld („Roßfeldmulde“) westlich der Salzach und in der Weitenaumulde östlich der Salzach sind die Unteren Roßfeldschichten als bis rund 500 m mächtiges Paket **sandiger Mergel und hornblendereicher Quarzsandsteine (Obervalendis bis Unterhauertive), 27** entwickelt. Der Übergang von den Schrambachschichten in die Unteren Roßfeldschichten erfolgt durch Zunahme des turbiditisch gebachten Sandgehaltes. Dabei läßt sich am Roßfeld die Überführung einer tieferen Mergelgruppe in die höhere Sandsteingruppe durch Wechsellagerung beobachten. Diese Mergel/Sandsteingruppe besteht aus gradiertem, fein- bis grobkörnigem Sandstein mit eingeschalteten, teilweise siltischen Mergellagen.

In den Schwermineralspektren zeigen die Roßfeldsandsteine neben hohen Prozentsätzen von Hornblende und Chromspinell auch Granat, Zirkon und andere Schwerminerale (P. FAUPL, & G. MILLER, 1978; P. FAUPL & A. TOLLMANN, 1979; G. WOLETZ, 1970); das läßt auf ein südlicher gele-

genes, orogeninternes Liefergebiet mit anstehenden Ultrabasiten und Metamorphiten schließen.

Im Moosegger Muldenteil der Weitenaumulde ist vorwiegend im Bereich der Hochreithalm, im normal Hangenden der Oberalmer Schichten und im normal Liegenden der obgenannten Mergel/Sandsteingruppe ein bis 200 m mächtiger, **kieselig-sandiger Kalk (Hochreithschichten; ?Obervalendis–Unterhauterive), 28**, in das tiefe Niveau der Unteren Roßfeldschichten zu stellen.

Entsprechend dem wechselnden Kieselgehalt zeigt der dezimeter- bis halbmetergebauete Kieselkalk krustig-bänderige Auswitterungen und wellige Schichtflächen. Nach einer Probenuntersuchung von W. FUNK, Zürich, unterscheidet er sich vom altersgleichen Kieselkalk des Helvetikums nur durch die Anordnung des neben dem Quarzsand anzutreffenden authigenen Quarzes. Im Schwermineralspektrum herrscht nach G. WOLETZ Chromit vor, während die Hornblende im Gegensatz zu den hornblendereichen Quarzsandsteinen bis auf zeretzte Reste fehlt. Wegen seiner faziellen Eigenart wurde dem Gestein die Bezeichnung „Hochreithschichten“ gegeben (B. PLÖCHINGER, 1976, S. A85).

Fossilien: (Mergel/Sandsteingruppe der Roßfeldmulde im allgemeinen, nach H. PICHLER, 1963; B. PLÖCHINGER, 1955, P. FAUPL & A. TOLLMANN, 1979): Ammoniten der Gattungen *Phylloceras*, *Lytocheras*, *Prototragerites*, *Bochianites*, *Neolissoceras*, *Neocomites*, *Aegocrioceras*, *Crioceratites*, *Olcostephanus*, *Lyticoceras*, *Sarasinella*, *Spitidiscus*; *Nautilus neocomiensis* D'ORBIGNY, *Belemnites* sp., *Punctaptychus punctatus* (VOLTZ); Foraminiferen der Gattungen *Lenticulina*, *Saccammina*, *Pseudoglandulina*, *Vaginulina*, *Epistomina*, *Rhabdammina*, *Spiroplectammina* etc.; Radiolarien, Ostrakoden, Schwammnadeln; (Kertererbach, westlich Gasth. Grubach nach PLÖCHINGER, 1979): *Olcostephanus asterianus* ORBIGNY, *Neocomites* sp. (det. SIEBER).

Absatzmilieu: Die Sandsteingruppe der Unteren Roßfeldschichten der Roßfeldmulde kennzeichnet nach P. FAUPL & A. TOLLMANN (1979) mit ihren dickbankigen Sandsteinen die E–W streichende Hauptrinne eines gegen Norden vorstoßenden Tiefsee-Environments, die Mergelgruppe den nördlich anschließenden submarinen Überflutungsbereich.

### **Obere Roßfeldschichten (Oberhauterive–Unterapt) 24, 25, 26**

**Sandsteine mit Grobklastika-(Olisthostrom-)Lagen (Oberhauterive), 25**, sind sowohl am Roßfeld als auch in der Weitenaumulde anzutreffen. Am Roßfeld, westlich der Salzach, handelt es sich um ein ca. 100 m mächtiges Paket aus teilweise dünnbankig-kieseligem Sandstein mit linsenförmig darin eingeschaltetem, bis 15 m mächtigem Grobkonglomerat. Die bis über metergroßen, in einer tonig-sandigen Matrix liegenden Komponenten entstammen dem Bereich der Dachsteinkalk- (Berchtesgadener) Fazies und der Hallstätter Fazies (Dachsteinkalke, Hallstätter Kalk, Werfener Schiefer, Haselgebirge, Diabas u. a.) und bestehen auch aus Jurakalken und -mergeln, Schrambachmergeln und Roßfeldsandstein. Die nach dem Imbrikationsgefüge nordvergenten Schuttströme verarbeiteten offenbar schon früh verfestigte neokome Sandsteinlagen (vgl. P. FAUPL & A. TOLLMANN, 1979). Dem Absatz des Olisthostroms folgt die Platznahme der Hallstätter Deckschollen des Roßfeldes.

Während am Roßfeld die kieseligen Sandsteine mit den Konglomeratlagen bzw. -linsen wechseln, bilden die kieseligen Ablagerungen der Oberen Roßfeldschichten in der Weitenaumulde, östlich der Salzach, einen tieferen, von den konglomeratreichen Sedimenten abtrennbaren Horizont. Es sind ca. 100 m mächtige, **dünnbankige, hornsteinführende, sandige Mergel (Oberhauterive), 26**. Erst sie werden gegen das Hangende von

den Sandsteinen und Mergelschiefern mit Konglomerat-(Olisthrostrom-)Einschaltungen, 25, abgelöst.

Die bis über 5 m mächtigen Mittel- bis Grobklastikalagen, die dem hellgrauen, teilweise geröllführenden Mergelschiefern und dem flyschähnlichen Mürlsandstein eingeschaltet sind, führen die gleichen Komponenten wie jene des Roßfeldes. Auf den Schichtflächen des Sandsteines zeigen sich Kriech- und Fraßspuren, Rippelmarken und Kohlehäcksel.

Nach dem von V. UHLIG (1982) genannten Ammonitenfund in der Weitenau (siehe unten) ließe sich ein barremer Roßfeldschichtenanteil annehmen; die Neuaufnahme konnte keinen stichhaltigen Anhaltspunkt dafür gewinnen. Vielleicht aber gehört jener hohe Anteil der Oberen Roßfeldschichten bereits dem Barrême zu, in dem sich nordöstlich der Aubaueralm unmittelbar unter dem Gipshaselgebirge des Grabenwaldes eine Anreicherung von turbiditisch eingebrachten Rifforganismen fand (siehe unten).

Gradierte, sandige Mergel und Sandsteine mit Konglomerat- und Kohleschieferlagen, die **Grabenwaldschichten des Unterapt (24)** können als Formationsglied der Roßfeldschichten oder als gesondertes Schichtglied betrachtet werden (W. FUCHS, 1968; B. PLÖCHINGER, 1968, 1980, 1983; P. FAUPL et al., 1979). Sie treten in 20 m Mächtigkeit am Nordrand der Weitenauer Neokommulde, an der Kote 865, über den grobklastikareichen Roßfeldschichten des Oberhauertive auf und bestehen aus gradierten, sandigen, an Kohlehäcksel reichen Mergeln und Sandsteinen, welchen bis metermächtige Lagen eines fein- bis mittelkörnigen Konglomerates und dezimetermächtige Lagen eines bernsteinführenden Kohleschiefers eingeschaltet sind. Im Schwermineralspektrum fehlt nach G. WOLETZ die Hornblende, und treten Granat, Zirkon und Chromspinell in den Vordergrund.

Fossilien: (Konglomeratreiche Sandsteine westlich und nördlich des Blattes, nach PLÖCHINGER, 1955:) *Neolissoceras grasianum* (D'ORBIGNY), *Olcostephanus asterianus* (D'ORBIGNY), *Lamellaptychus angullicostatus* (PET.), det. SIEBER; (Roßfeld, Neßlanger Alm, nach R. SIEBER, 1962:) U. a. *Kilianella pexiptycha* (UHLIG), *Neocomites neocomiensis* (D'ORBIGNY); (Weitenaumulde, nach UHLIG, 1982:) *Lytoceras (Costidiscus) rectecostatum* D'ORBIGNY, *Haploceras (Silesites) trajani* TIETZE; (Steinbruch Mayerhof, Kuchl, nach PLÖCHINGER:) Halbmetergroßer, schlecht erhaltener Ammonitensteinkern (?*Hoplites* sp.), Zerreibsel dünnschaliger Mollusken, Echinodermenreste; (zwischen Hahnenkamm und Ahornbüchsenkopf, nach F. WEBER, 1942:) *Aptychus angullicostatus* PICT. & LOR. (Nordöstlich Aubaueralm nach PLÖCHINGER, 1968:) ?Koralle, Kalkalgen, Bryozoen, Echinodermenreste, *Neotrocholina* sp., *Marssonella* sp. (det. R. OBERHAUSER); *Globochaeta alpina* und Tintinniden (det. H. L. HOLZER); (Grabenwaldschichten, nach W. FUCHS, 1968:) Mikrofauna mit *Gaudryina dividens* GRABERT, *Schackoina reicheli* BOLLI, *Sch. cabri* SIGAL, *Leupoldina protuberans* BOLLI, *Conorotalites aptiensis* (BETTENSTÄEDT), *Gavelinella barremiana* (BETTENSTÄEDT), *Hedbergella* sp., *Globigerinelloides* sp. etc.

Absatzmilieu: Die klastikaführenden Oberen Roßfeldschichten kennzeichnen einen Sedimentfächer, der den Überflutungsbereich der unterliegenden Roßfeldschichten quert (P. FAUPL & A. TOLLMANN, 1979) und mit den Grabenwaldschichten an Funktion verliert.

#### Gosauablagerungen:

Sie treten im Blattbereich nach bisheriger Kenntnis nicht zutage. Sie sind aber nordöstlich Voglau/Lammertal unter dem Hangschutt der Wegscheid anzunehmen. Nach der Ausscheidung auf Blatt 95 St. Wolfgang handelt es sich um graue Mergel und Sandsteine des Coniac/Santon.

## 2.3. Tertiär

### Augensteinschotter, 23

Unter den im Bereich der Tennengebirgs-Westseite auftretenden Augensteinschottern sind nach H. HÄUSLER (1984, S. A55) die ausgedehnten Vorkommen nördlich des Ht. Streitmandls hervorzuheben, die sich im Talboden der Schäferhütte und im Sattel östlich der Hütte befinden. Sie bestehen aus mm- bis cm-großen Geröllen vorwiegend aus Werfener Schichten, daneben auch aus Quarzit und Gneis. Dezimetergroße Gerölle treten am Kamm 500 m östlich der Schäferhütte in 2200 m NN auf. Weitere vornehmlich aus Werfener Schichten und teilweise auch aus mm- bis cm-großen Bohnerzknollen bestehende Geröllvorkommen erkundete H. HÄUSLER an den Flanken des Sandkars und weit gestreut auch im nördlicheren Bereich. Rotlehme, wie sie sich nördlich der Edelweißhütte finden, werden vorbehaltlich in das Tertiär gestellt.

## 2.4. Quartär

(D. VAN HUSEN)

### Konglomerate, Schluff (? Mönchsberg Nagelfluh), 22

Im Salzburger Becken finden sich immer wieder hoch über dem Talboden aufragende Erhebungen aus groben, gut verfestigten Konglomeraten, die oft einer Aufragung des praequartären Untergrundes aufliegen (Mönchsberg, Rainberg, Hellbrunn).

Im Bereich des Kartenblattes sind derartige Bildungen am Georgenberg, beim Gehöft Doser und an der Taugl erhalten, wobei hier aber keine Aufragung des älteren Untergrundes erkennbar war. Das ausgedehnteste Vorkommen ist das des Riedls östlich Hallein, der das kleine Becken von Adnet vom Salzachtal trennt. Die Konglomerate liegen hier einem Sockel aus Oberalmer Kalken auf, die in den südlichen Teilen aber nicht mehr aufgeschlossen sind. Die Konglomerate zeigen meist eine gute Verkittung, die speziell in den karbonatreichen Anteilen bis in große Tiefe fortgeschritten ist. Es ist dies eine sehr weit entwickelte Talrandverkittung. In diesen Bereichen wurden früher kleine Brüche zur Werksteingewinnung angelegt (A. KIESLINGER, 1964, S. 115), die heute aber wieder aufgelassen sind.

Die Talrandverkittung ist aber nicht einheitlich, so daß in manchen Bereichen auch unverfestigte Kiese auftreten, wie bei Weinleiten und am Südende des Georgenberges (Kiesgrube), was zu einer Trennung in verschiedene Schüttungen unterschiedlichen Alters herangezogen wurde (A. PENCK, 1910; E. STUMMER, 1936; G. GÖTZINGER, 1936). Das Geröllspektrum der Kiese und Konglomerate zeigt deutliche Unterschiede. Am Südende des Georgenberges beinhalten die gut gerundeten, sandreichen Kiese neben den Karbonaten sehr viel Kristallin und entsprechen in ihrer Zusammensetzung den Kiesen der Salzach. Nach Norden nimmt der Karbonatanteil (Oberalmer) besonders in den größeren Anteilen zu, was auf einen größeren Einfluß der östlichen Nebenbäche (Taugl) hinweist. Ebenso ist eine Differenzierung am Riedl zu erkennen. In den tieferen Anteilen (St. Margarethen) treten vorherrschend die kristallinen Kiese auf, während die höheren Anteile (Heuberg) von den Karbonaten (Wiestal) dominiert werden.

Abgesehen von der Deltaschichtung im nördlichen Teil des Georgenberges zeigen die Konglomerate horizontale Schichtung und entstammen somit wahrscheinlich jeweils den Schlußphasen der Verfüllung der Zungenbeckenseen (top set) nach den einzelnen Eiszeiten (Großvergletscherungen). Die hoch liegenden Reste (Heuberg) können auch als Schüttung angesehen werden, die auf dem bereits ausgeaperten Felsrücken des Adneter Riedls inmitten von Toteiskörpern zur Ablagerung kam. Es ist demnach dieselbe Bildung, wie sie für die Konglomerate am Mönchsberg, Rainberg und in Hellbrunn anzunehmen ist. Diese stellen ja auch durch weit fortgeschrittene Talrandver kittung verfestigte Kiese dar, die in Seen abgelagert wurden (Deltaschüttung), die sich durch das Ausapern der Grundgebirgsauftragungen innerhalb der Toteismassen bildeten. Da alle diese Vorkommen mit ihren höchsten Anteilen deutlich über das Niveau der Torrener Nagelfluh reichen, sind sie älter als diese. Es handelt sich dabei wohl um Schüttungen unterschiedlichen Alters (verschiedene Eiszeiten), die teilweise das selbe Alter wie die Mönchsberg Nagelfluh aufwiesen und somit aus der Endphase der jeweiligen Eiszeit (Spätglazial) und nicht aus dem folgenden Interglazial stammen.

### **Konglomerat (Torrener Nagelfluh), 21**

Bei Urstein, nördlich Hallein, und am Süden de des Zungenbeckens um Golling finden sich Konglomerate, die bis ca. 20 m über das Niveau der Salzach reichen. Das Geröllspektrum wird von den kalkalpinen Gesteinen dominiert, die mit einem hohen Anteil an Sandsteinen, Quarziten, Schiefern (Grauwackenzone), Gneisen und Serpentinitten (Hohe Tauern) vermischt sind. Die sandreichen Ablagerungen sind am besten in den beiden Steinbrüchen bei Torren aufgeschlossen. Weitere Aufschlüsse finden sich entlang der Autobahn vor dem Nordportal des Ofenauer Tunnels und bei St. Nikolaus.

In den Steinbrüchen, die zur Gewinnung von Werksteinen (A. KIESLINGER, 1964, S. 117) und in jüngster Zeit auch für Dekorsteine (Plattenverkleidung) dienen, sind die Lagerungsverhältnisse gut einschätzbar. Über einer mit ca. 25–30° nach Nord einfallenden Bankung (fore set) folgt eine ca. 5–8 m mächtige, horizontal geschichtete Lage, die das top set der Deltabildung darstellt. Die Oberfläche (im für den Steinbruchbetrieb freigelegten Areal) ist uneben und zeigte an einer Stelle deutliche Eisüberformung mit einigen Kritzern, was die Einordnung dieser Seefüllung vor das Würmglazial belegt (s. auch A. PENCK, 1910; E. STUMMER, 1936) und wahrscheinlich im beginnenden Riß-Spätglazial bedeutet.

Die Konglomerate zeigen eine sehr unterschiedliche Ver kittung, die generell deutlich schlechter ist als die der älteren Konglomerate. Diese ist von Schluff- und Tongehalt der Ablagerungen abhängig, der lagenweise hoch sein kann, was auf eine teilweise schlechte Klassierung (rasche Schüttung), besonders im Bereich des fore set, zurückzuführen ist. Die Schüttung des Deltas erfolgte in einen See, dessen Wasserspiegel bei ca. 490 m lag, und der sich wahrscheinlich über das ganze Zungenbecken erstreckte. Die ca. 10–15 m höher liegenden, äquivalenten Konglomerate bei St. Nikolaus und Lacker könnten einem kurzfristig höheren Wasserstand entstammen, der während des Eiszerfalles unmittelbar vor der ausgedehnten Seebildung auftrat.

## **Vorstoßschotter, 20**

Im Lammertal oberhalb Voglau und im Schwarzenbach treten grobe, wenig gerundete Kiese auf, die eine sehr lokale Zusammensetzung aufweisen. Die oft sichtbare Verkittung ist nur auf die äußersten Zonen beschränkt und stellt eine Talrandverkittung dar. Die Kiese wurden während der endgültigen Klimaverschlechterung und der Ausbreitung der Gletscher im Lammertal und vom Tennengebirge abgelagert und von diesen letztlich mit Grundmoräne bedeckt, in die sie oft ohne erkennbaren Hias übergehen (vgl. Erläuterungen Bl. 95 St. Wolfgang).

Im Wiestal sind bei Wimberg ca. 100 m mächtige, sandreiche Kiese erhalten. In ihren liegenden Anteilen treten sandreiche Schluffe und Bändertone auf, die zu Quellaustritten (Kalktuffbildung) und kleinen Rutschungen führen. Die Kiese bestehen nur aus den Materialien der näheren Umgebung aus dem Einzugsgebiet des Wiestales. Die Oberfläche der Kiese zeigt deutliche Eisüberarbeitung in Form lang gestreckter Rundhöcker und ist von Süden nach Norden überflossen und randlich auch mit Grundmoräne bedeckt worden. Das mächtige Kiesvorkommen ist der Rest eines Talverbaues, der aus dem Wiestal gegen das vom Salzachtal eindringende und den Abfluß versperrende Eis geschüttet wurde. Dabei stellen die Bändertone und -schluffe das bottom set dieser Bildung dar, die noch während ihrer Entstehung vom vorrückenden Eis überfahren wurde, als dieses ins Wiestal weiter vordrang.

## **Grundmoräne, 19**

Im Bereich des Kartenblattes treten neben der kleinräumigen Moränenbedeckung ausgedehntere Gebiete von Grundmoräne mit größeren Mächtigkeiten im Lammertal, östlich der Salzach oberhalb Adnet, im Talkessel von Gaißau und im Weißenbachtal nördlich des Kleinen Gölls auf.

Die Grundmoränensedimente sind durchwegs feinstoffreiche Korngemische (bis zu 50% der Körner sind 0,063 mm groß), die durch die ehemalige Überlagerung durch die mächtigen Eiskörper eine deutliche Überkonsolidierung aufweisen. Sie stellen im bergfeuchten Zustand ein hartes, standfestes oder zähplastisches Gestein dar.

Das Material der Grundmoräne wird stark von den lokalen Gesteinen des Untergrundes geprägt, zu denen noch die Materialien aus den ferneren Talbereichen im Einzugsgebiet des Eisstromes in schwankendem Umfang kommen. So finden sich im Lammertal neben den Gesteinen der Unter- und Mitteltrias aus dem Becken von Abtenau auch vermehrt die Gesteine der Gosau. Auffällig nur auf die Materialien der Oberalmer und Schrambachschichten beschränkt ist die Zusammensetzung der Moränen nördlich der Taufl oberhalb Adnet und bei Gaißau. Es finden sich hier kaum Geschiebe aus dem Lammertal und den südlichen Teilen des Salzachtals. Der Grund dürfte darin zu suchen sein, daß hier hauptsächlich Eismassen aus den weiten Karräumen des Reimberges (Tauflursprung) und des Schmittensteines abfließen, die das Wiestal bis Koppel erfüllten. Ebenso sehr lokal geprägt ist die mächtige Grundmoränenverbauung im Weißenbachtal, die zu einem guten Teil aus dem Spätglazial stammen dürfte, als die Lokalgletscher bereits selbständig waren.

## **Drumlin (Grundmoränenwall), 18**

In den Gebieten mit mächtiger Grundmoränenbedeckung oberhalb Abtenau und bei Gaißau finden sich einige dieser lang gestreckten, stromlinienförmigen Hügel aus Grundmoräne, die die örtliche Fließrichtung des

Eises schön nachzeichnen. Diese erfolgte hier S–N und zeigt das Abzweigen großer Eismassen vom Salzachtal ins Wiestal an.

### **Moränenstreu, 17**

Es sind dies Areale, wo der praequartäre Untergrund durch die Grundmoräne nicht völlig verdeckt ist. Die Signatur umreißt das Gebiet der lückenhaften Verbreitung der Grundmoräne.

### **Rundhöcker, 16**

Diese, durch die Erosion des Eises aus dem älteren Untergrund geformten, lang gestreckten Rücken sind am Kartenblatt sehr schön bei Wimberg entwickelt, die wie die Drumlins eine Eisflußrichtung nach Norden, das Wiestal aufwärts, angeben. Darüber hinaus sind viele Barmsteinkalkrippen in den Oberalmer Schichten zu mehr oder weniger deutlichen Rundhöckern überschiffen.

### **Bänderschluße (hochglazial), 15**

Im Weißenbach, westlich des Hintersees, am Nordrand des Kartenblattes, sind mächtige Bänderschluße erhalten, die die Talfüllung beim Wurmwinkel aufbauen und durch den tiefen Einschnitt des Baches aufgeschlossen sind. Es sind dies oft dickbankige Bänderschluße, die häufig mit Sanden und Feinkiesen wechsellagern. Sie sind zwischen dem kleinen Lokalgletscher im Kar auf der Nordseite des Wieserhörndls und der Gletscherzunge im Norden, die ihre deutliche Endmoräne oberhalb Grünau, westlich des Seeberges (knapp außerhalb des Kartenblattes) hinterließ, abgelagert worden. Dies erfolgte offensichtlich in einem Stausee, der nur zu Zeiten der Sedimentation von gröberen Materialien (Sand, Feinkies) eine Strömung aufwies, wenn ein Abfluß nach Norden kurzfristig möglich war.

### **Endmoränen, 14**

Im Bereich des Kartenblattes sind keine Endmoränen des Salzachgletschers aus dem Würmhochglazial erhalten. Das Gebiet des Salzachtals mit seinen Nebentälern (Lammer, Torrener Bach, Tauglbach) war zur letzten Eiszeit bis in größere Höhen vom Eis überflutet, das aus den Karräumen und von den Plateaus noch Zuzug erhielt.

Nur im Tal des Weißenbaches (Ötzhäusl) und im Hintersee Tal (Unterzargel und Eben) sind Endmoränen des Hochglazials von Lokalgletschern erhalten. Sind es im Weißenbachtal grobblockige Endmoränen der kurzen Gletscherzunge unter dem Wieserhörndl, so sind im Hintersee Tal an den Ausgängen der unvergletscherten Seitengraben (Schafbach, Bahngraben) feinstoffreichere Moränen erhalten. Bei Unterzargel ist es eine Gruppe von deutlich ausgeprägten Moränenwällen, die alle im Talhintergrund anstehenden Gesteine enthalten, die oft gekritz sind. Die oberste Moräne zeigt eine Eishöhe von ca. 900 m an, als der Gletscher noch bis zur Mündung des Marchgrabens in den Schafbach eindrang. Die mächtige Schuttanhäufung am orographisch linken Hang des Schafbaches ist eine Folge der Abdämmung durch diese Eiszunge. Im Bereich des Bahngrabens zeigt die Moräne eine Höhe von ca. 800 m des nur aus den nordschauenden Karen des Bergrückens Wieserhörndl – Glunerhorn ernährten Eisstromes im Hintersee Tal an, der bis Feistenau gereicht hat.

Alle anderen Moränenwälle entstammen dem Spätglazial, als das Eisstromnetz bereits zerfallen war und nur noch einzelne Karräume und Pla-

teateile vergletschert waren, ohne daß eine genauere zeitliche Zuordnung zu den bekannten spätglazialen Ständen möglich wäre.

So finden sich im Tal der Taugl bei Sommerau Moränenwälle, die eine Gletscherzunge anzeigen, die das schluchtartig eingeschnittene Tal noch bis auf die Höhe der Verebnung erfüllte und wahrscheinlich noch ein gutes Stück nach Westen gereicht hat. Weiter östlich finden sich dann noch beim Wh. Grundbichl und beim Hundsgföllgraben deutliche, grobblockige Wälle, die eine jüngere Gletscherzunge nachzeichnen, die aber bereits auf den Bereich unmittelbar unter der ca. 800 m steil aufragenden Karwand des Reinsberg-Frundsberges beschränkt ist.

Ebenso auf die Talböden unmittelbar unterhalb hoher geschlossener Karumrandungen sind die Gletscherzungen im Gruber-, Laden- und Tiefenbach beschränkt geblieben, die deutliche Wälle hinterlassen haben. Bei letzteren sind die zwei riesigen Blöcke bemerkenswert, die beim Mühlhäusl südlich Hintersee zu finden sind. Die Ausbildung dieser Gletscherzungen wurde jeweils von den geschlossenen, für die Eisbildung günstig exponierten Karräume begünstigt.

Deutliche Moränen finden sich auch zu beiden Seiten des Weißenbaches nördlich des Kleinen Gölls. Sie zeichnen eine hohe Eisfüllung des Tales in 800–900 m nach, die möglicherweise während und unmittelbar nach dem Eiszerfall im Salzachtal bestand. Dafür spräche die mächtige Moränenverbauung oberhalb Kößlgut. Der Eiszerfall hier wird dann durch die grobblockigen Wälle und Staukanten am Ausgang des Sulzgrabens nachgezeichnet (H. HEUBERGER, 1972).

Reste von Moränenverbauen bilden noch die Kanten bei Erlauer und Burghart, die abgelagert wurden, als vom Plateau des Tennengebirges noch eine Eiszunge den Talboden im Norden erreichte. Sie erfüllte das Becken südlich Abtenau (Bl. 95 St. Wolfgang) und, durch den Arlstein getrennt, das kleine Becken von Unterberg.

### **Erratika, 13**

Auffällige, eistransportierte, weit von ihrem Ursprungsgebiet abgelagerte Blöcke finden sich an einigen Stellen (Sommerau, Spumberg, Wiesal). Die größten sind die beiden Blöcke im Ladenbach, südlich Hintersee (Satzstein ca. 800–1000 m<sup>3</sup>).

### **Staukörper am Eisrand, 12**

Neben mehreren kleinen Staukörpern, die am Rand des schwindenden Eises in kleinen Seen abgelagert wurden, entstanden zu dieser Zeit auch großflächige Seen im Lammertal und im Becken von Adnet. Im Lammertal bildete sich ein Stausee bei Voglau, als der Abfluß durch die Lammeröfen noch verlegt war. Die darin abgelagerten Kiese und Sande zeigen eine sehr kleinräumig wechselnde Richtung der Deltaschüttung aus Nordwesten bis Nordosten aus dem Aubachgraben. Mehrere Terrassenstufen weisen auf ein ruckartiges Absinken des Seespiegels parallel zur Öffnung des Abflusses durch die Lammeröfen hin.

Ebenso mit diesem See dürfte ein Stausee im Schwarzenbachtal zusammengehangen haben. In diesem wurden Kiese und Sande abgelagert, die vom Norden (Deltaschüttung) geschüttet wurden und mit ihrer Oberfläche einen ehemaligen Seespiegel von ca. 670 m anzeigen.

Eine ausgedehnte Seefüllung entstand noch im Becken von Adnet, als der Abfluß durch die Schlucht beim Hausberg noch verlegt war. Der See-

spiegel lag bei ca. 490 m, die Verfüllung erfolgte von Nordost nach Südwest (Deltaschüttung). Während dieser Zeit wird wohl bei Waidach noch ein Eiskörper gelegen haben, der die völlige Verfüllung des Beckens hinter dem Adneter Riedl verhinderte.

Ebenso ausgedehnte Eisstaukörper finden sich noch am Ausgang des Tauglbaches (Weinleiten), die gebildet wurden, als das Salzachtal noch von einem Eiskörper erfüllt war.

### **Gletschertöpfe, 11**

Am Ausgang der Salzachöfen finden sich am Nordostsporn des Ofenauer Berges Gletschertöpfe, die K. HASERODT (1965) genau dokumentierte, weswegen eine genauere Beschreibung unterbleiben kann. Es handelt sich dabei um teils ineinander gewachsene, teils isolierte Töpfe bis zu 12 m Durchmesser bei einer Tiefe bis zu 14 m. Als Genese nimmt er Kolkung der Gletscherschmelzwässer an, die an Gletscherspalten bis zum Untergrund vordrangen, als die Gletscherzunge im Spätglazial in einem Eisbruch über die Schwelle des Ofenauer Berges noch ins Zungenbecken bei Golling reichte.

Ebensogut könnten die Formen aber auch während des Hochglazials durch die subglazial abfließenden Wässer entstanden sein. Dafür spräche auch ihre Dimension, für die doch eine konstantere Lage des Kolkes über längere Zeiträume notwendig scheint.

### **Schotter der Friedhofsterrasse und Hammerauterrasse (spätglazial), 10**

Die in der Kartenlegende aufscheinende Bezeichnung „Hameauterrasse“ ist ein bedauerlicher Druckfehler und durch „Hammerauterrasse“ zu ersetzen.

Im Bereich des Salzach- und Lammertales unterhalb Oberscheffau treten bis 10 m über das rezente Talniveau aufragende Kieskörper auf, die weite Teile des Talbodens bilden. Es sind der Oberflächenform nach flache, ins Tal ausgreifende Schwemmkegel der Nebentäler (Wiestal bei Oberalm, Taugl bei Vigaun und bis Jadorf, Kestnerbach bei Kuchl, Mitterbach und Lammer bei Golling), die von der Salzach und den Nebenbächen unterschritten wurden, so daß der Eindruck eines Terrassensystems, wenn auch mit unterschiedlichem Abstand zum heutigen Flußniveau, entsteht. Dieses Erscheinungsbild entspricht auch dem der äquivalenten Bildungen im Stadtgebiet von Salzburg (Th. PIPPAN, 1967, S. 117), die ebenso flache Schwemmkegel darstellen (E. SEEFELDNER, 1954, S. 203). Es konnte in keinem Aufschluß ein Hinweis (z. B. Bodenbildung) dafür gefunden werden, daß die Schwemmkegel in mehreren Phasen geschüttet wurden, so daß eine einheitliche Schüttung der meist groben Kiese angenommen werden kann, und die Untergliederung eher von Erosionsphasen herrührt. Da die lange Zeit angenommene Verknüpfung der Terrassen mit Endmoränen von Lokalgletschern (E. SEEFELDNER, 1954; Th. PIPPAN, 1967) und damit Altersgleichstellung mit spätglazialen Ständen (Schlern und Gschnitz) nicht mehr aufrecht erhalten werden kann (H. HEUBERGER, 1972), ist auch die Altersstellung weiterhin unklar.

Das Auftreten von Kryoturbationserscheinungen auch in der jüngeren Hammerauterrasse (PIPPAN, 1967, S. 122) deutet aber auf eine Bildung recht früh im Spätglazial hin, als noch ausgeprägte periglaziale Bedingungen im Talboden des Salzburger Beckens herrschten. Demnach könnten die Schüttungen der Schwemmkegel auch als die abschließende

Sedimentation (top set) während der Verfüllung des Sees im Salzburger Zungenbecken angesehen werden. Für eine derartig rasche und frühe Verfüllung des Beckens spricht auch der geringe Gehalt der liegenden Schluffe (bottom set) an Pollen (S. PREY, 1959, S. 221) und deren Art, die nicht nur eine rasche Sedimentation sondern auch eine Verfüllung des Sees vor dem Aufkommen einer dichteren Vegetation nahe legen. Die Kiese würden demnach ins frühe Spätglazial zu stellen sein. Die Zerschneidung, und damit Herausbildung der Terrassen, wäre dann anschließend durch die Erosion der Gerinne erfolgt.

Im südlichen Teil des Beckens liegen diese abschließenden Kiesschüttungen einer mächtigen Folge von Kiesen auf (H. BRANDECKER, 1974; H. BRANDECKER & V. MAURIN, 1982), die den Deltabereich (fore set) der See-füllung darstellen.

### **Bergsturzblockwerk, auch in Moräne, 9**

Abgesehen vom lokalen Auftreten von Bergsturzblockwerk (z. B. Bluntatal) sind größere Bergsturzareale im Abtswald und bei Vigaun zu finden. Das Vorkommen im Abtswald ist Dachsteinkalkbergsturzblockwerk, das auf dem Eis (Oberflächenmoräne) vom Süden herantransportiert wurde und in einem recht geschlossenen Areal abgelagert wurde, als das Eis endgültig abschmolz. Darüber hinaus finden sich in der weiteren Umgebung noch weitere Blöcke.

Zwischen dem Ort Vigaun und der Salzach ist der Talboden mit kleinstückigem Schutt der Roßfeldschichten (Sandsteine, Mergel) bedeckt, der eine Vielzahl 2–4 m hoher Hügel (Tomalandschaft) bildet. Es ist dies ein kleiner Bergsturz, der aus der Nische unter der Raspenhöhe ausbrach und den Talboden noch weit nach Osten bedeckte. Der Bergsturz erfolgte, nachdem die höhere Terrassenstufe bei Vigaun (Friedhofsterrasse) ausgebildet wurde, da er an den Terrassenabfall heranreicht und diese über eine längere Strecke bedeckt.

### **Abrißkante von Massenbewegung, 7**

Neben einigen kleinen Abrißkanten, z. B. in Gaißbau und Krispl-Winkel, ist die riesige Abrißkante und -nische in den Roßfeldschichten am orographisch linken Salzachufer zwischen Gallenhof (Kuchl) und Gasting (Vigaun) zu erwähnen. Hier wurde der gesamte Hangfuß instabil und sackte ins Zungenbecken ab. Dabei bleiben große Teile (z. B. Schleierfall bei Stockach) ungestört, sodaß für große Teile der Massenbewegung eine blockartige Bewegung anzunehmen ist. Der Grund für die derartig ausge-dehnte Massenbewegung dürfte darin zu suchen sein, daß die Glaziale-rosion während der letzten Eiszeit hauptsächlich an der orographisch linken Flanke erfolgte, da ja die älteren quartären Sedimente (Georgenberg, Adneter Riedl) erhalten blieben.

Für eine mehr nach Westen gerichtete Erosion spricht auch das durch die Bohrung Vigaun der ÖMV-AG erschlossene Profil (H. KRAMER & A. KRÖLL, 1979). Die Bohrung schließt unterhalb 50 m Kiesen, Sanden und Bändertonen des Spätglazials höher verdichtete Materialien (ebenso Kies, Bändertone und Moräne ?) auf, die demnach älter als die letzte Eiszeit sind. Dies zeigt entgegen einer früheren Interpretation (D. VAN HUSEN, 1979), daß zur Zeit der letzten Eiszeit eine steile Böschung in den Konglomeraten und der älteren Beckenfüllungen in ihrem Liegenden angelegt wurde und diese älteren Sedimente bis zur Basis der quartären Sedimente in 338 m Tiefe erhalten geblieben sind. Ob die in diesen in Lagen zwi-

schen den Bänderschluften auftretenden Grobsedimente Moränenablagerungen (H. KRAMER & A. KRÖLL, 1979) oder Einstreuungen der Taugl sind (D. VAN HUSEN, 1979), ließ sich leider aus den Bohrproben und geophysikalischen Messungen nicht mit Sicherheit erkennen. Für die Möglichkeit, die Bohrproben durchsehen zu können, und für die Interpretation der geophysikalischen Bohrlochmessungen möchte ich Herrn Dr. G. WESSELY herzlich danken.

Erstere Deutung würde bedeuten, daß bei jeder Eiszeit ein Rest der vorhergegangenen Beckenfüllung erhalten geblieben ist oder das Tal weiter nach Westen verlegt und die heute vorliegende Übertiefung des Beckens bereits in den früheren Eiszeiten erreicht worden wäre und später kaum mehr Tiefenerosion stattgefunden hätte. Zweitere hieße, daß die Bänderschluften im Liegenden die Beckensedimente (bottom set) der Konglomerate (top set) darstellen und aus der selben Verfüllungsphase stammen und das Becken während aller Eiszeiten erosiv umgestaltet und wahrscheinlich auch dessen Sohle tiefer gelegt wurde. Nur während der letzten Eiszeit wäre eine Verlegung des Tales nach Westen und damit zusammenhängend die starke Unterschneidung des Hanges eingetreten, die schließlich zu der ausgedehnten Massenbewegung geführt hat.

#### **Erosionskante, 6**

Deutliche Kanten und Gefällsbrüche, meist in Lockersedimenten, markieren den aktuellen Stand der Denudation.

#### **Erdfälle, Pingen, 5**

Im Verbreitungsgebiet des gipsreichen Haselgebirges finden sich bis über 100 m breite und 10 m tiefe Erdfälle, die auf die Lösung des Gipses zurückzuführen sind. Vor allem sind sie im Haselgebirgsvorkommen von Grubach – Grabenwald, östlich von Kuchl und im Raum nordöstlich von Voglau vertreten. Der aktive Vorgang der Lösung im Untergrund durch Niederschlags- und Grundwasser führt zu ständiger Erweiterung und Änderung der Formen, wobei es auch zu Neubildung kommen kann.

#### **Moor, sumpfige Wiesen, 4**

In Bereichen mit stauender Nässe und behinderten Abflußverhältnissen (südlich Adnet, Schwarzenbach) sind ausgedehntere sumpfige Wiesen verbreitet, die sich teilweise bis zu Niedermooren entwickelt haben.

#### **Hangschutt, 3; Schwemmkegel, 2; Wildbachschutt, 1**

Es sind meist noch in Bildung begriffene Ablagerungen, die in Talböden und an Hängen größere Mächtigkeit aufweisen.

### **3. Geologischer Bau**

Der komplizierte, in seinen Zusammenhängen nicht leicht durchschaubare geologische Bau veranlaßt, der regionalen Beschreibung eine Übersicht über die anzunehmende zeitliche Abfolge der tektonischen Vorgänge voranzustellen.

### 3.1. Übersicht über die tektonischen Vorgänge

Bereits während der Sedimentation der obertriadischen Hallstätter Kalke kam es im Tiefschwellenbereich südlich der triadischen Plattform zur Öffnung synsedimentärer Klüfte und zur Bildung endogener Brekzien. Man darf annehmen, daß die von Spaltenbildungen begleitete Tiefschwellenbildung einen submarinen Salzdiapirismus zur Voraussetzung hatte. Im Bereich des Tirolikums weisen Schichtlücken im Rhät-Lias-grenzbereich, zwischen Unter- und Oberlias und im Dogger auf Erdkrustenbewegungen hin.

Im Oberjura wurde das differenzierte liassische Relief durch die Tieferlegung der Sedimentationsbasis ausgeglichen. Während im Bereich von Adnet an der Gotschen-Adnet-Schwelle nur geringmächtige Kiesel- und Radiolaritschichten des tiefen Malm sedimentiert wurden, hielt nach V. DIERSCH (1980) ihr Absatz im Bereich der Tauglbodenschichten des Tauglbeckens bis in das tiefere Kimmeridge an. Gleichzeitig hob sich am Südrand der Osterhorngruppe, zur Jungkimmerischen Phase, die triadische „Trattbergschwelle“ heraus. Mit ihr gingen submarine Schuttströme (Tauglbodenbrekzie) mit Großblöcken in die Tauglbodenschichten des Tauglbeckens ab (Kap. 3.4.). Entlang der Südseite der Schwellenzone ist ein weithin anhaltender, E-W streichender, staffeliger Abbruch, der „Südrandbruch der Osterhorngruppe“ zu verfolgen, dessen nördlichste Bruchstaffel noch vorneokomes Alter haben dürfte (Kap. 3.5.).

Die in der kalkreichen Hallstätter Fazies (Euhallstätter Fazies des Südtiefjuvavikums nach A. TOLLMANN, 1985, S. 172) entwickelten Hallstätter Schollen des Halleiner und des Gollinger Bereiches liegen als synsedimentäre Gleitmassen innerhalb der im tiefen Meer abgelagerten tithonen Oberalmer Schichten. Sie werden vom turbiditsch eingebrachten Sediment des allodapischen Barmsteinkalkes begleitet. Seine Komponenten, darunter zahlreiche malmische Flachwasserkalke und Haselgebirgstone, lassen darauf schließen, daß der submarine Gleitvorgang an einer malmischen Hochzone seinen Ausgang nahm, und daß der Abriß der Schollen möglicherweise durch Salzdiapirismus begünstigt wurde.

Nur eine generelle Absenkung gegen Norden, Heraushebung im Süden, eine „Kippung“, kann im Malm zur Jungkimmerischen Phase die Eingleitung von Hallstätter Schollen aus dem triadischen Hallstätter Faziesraum heraus verursacht haben (siehe dazu Abb. 2). A. TOLLMANN (1987, S. 57) glaubt, als mögliche Ursache für die Heraushebung das Verschieben eines lischischen Schollenstreifens entlang von Transform-Störungen verantwortlich machen zu können.

Zu den im Jura synsedimentär eingebrachten Schollen sind nach Meinung des Verfassers auch die in der mergelreichen Hallstätter Fazies (Miohallstätter Fazies A. TOLLMANN's) entwickelten Schollen der Lammermasse zu zählen, die an der Nordflanke des tirolischen Tennengebirges sedimentär den Strubbergsschichten (?Dogger-Malm) aufruhren, zum Teil auch innerhalb der Strubbergsschichten liegen (Kap. 3.6.). Ihr Anteil an norischem Buntkalk kann als Anzeichen einer erst später durch Absenkung der Sedimentationsbasis entwickelten Hallstätter Fazies betrachtet werden (R. LEIN, 1985, S. 125).

Die von A. TOLLMANN (1965, S. 224f.) erkannte Zusammengehörigkeit der Hallstätter Schollen der Lammermasse mit der in der hochalpinen Dachsteinkalkfazies entwickelten Schwarzer Berg-Masse („Die Lammerdecke – eine juvavische Vielfaziesdecke“) und die Zusammengehörigkeit

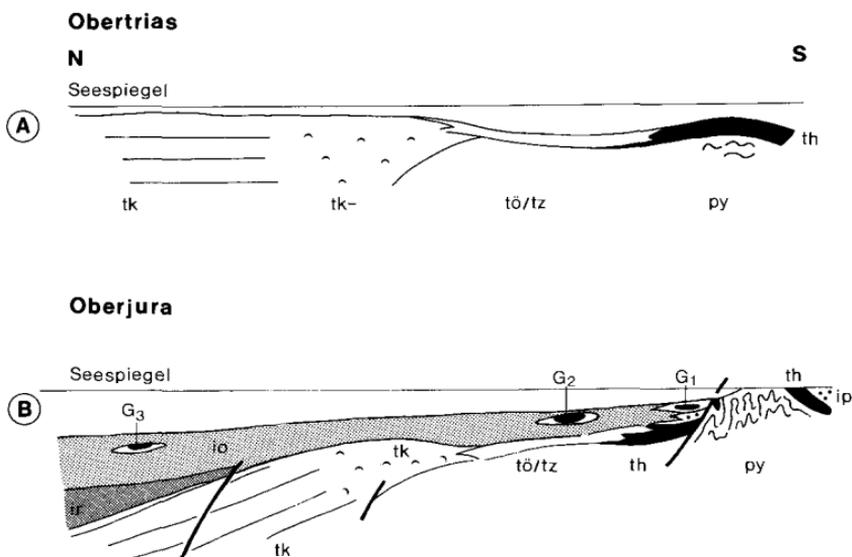


Abb. 2: Schematische Darstellung zur Erklärung des intramalmischen Hallstätter Gleitdeckenbaues (B. PLÖCHINGER, 1988). A = Situation in der Obertrias; B = Situation nach der Zerstörung der triadischen Karbonatplattform zur Zeit der oberjurassischen Krustenzerstörung und Absenkung; G1-G3 = Etappen des Gleitweges der Hallstätter Tiefschwellenbereich; py = Haselgebirge; th = triadische Sedimente aus dem Hallstätter Tiefschwellenbereich; tō = Pötschenkalk; tz = Zlambachschiechten; tk = gebankter Dachsteinkalk; tk- = Dachsteinriffkalk; il = Liasablagerungen; ir = Kiesel- und Radiolaritschichten des tieferen Malm; io = Oberalmer Schichten; ip = Plasserkalk.

dieser Lammermasse mit der ebenso in der hochalpinen Dachsteinkalkfazies entwickelten Göllmasse mit ihrem Übergang zur Hallstätter Fazies impliziert die Annahme, daß diese ganze „Göll-Lammermasse“ im Jura vom Süden als „undifferenziertes Juvavikum“ eingebracht wurde. So gesehen bezöge sich ihre Autochthonie nur auf die im Norden transgressiv aufruhenden Oberalmer Schichten (Kap. 3.3. und 3.6.).

In der Roßfeldmulde ruhen den turbiditisch entstandenen Oberen Roßfeldschichten des Hauterive Hallstätter Schollen auf und in der Weitenaulmulde bilden Obere Roßfeldschichten des Unterapt (= Grabenwaldschichten) die jüngste Unterlage der großen Hallstätter Scholle von Grubach – Grabenwald. Das besagt, daß der Gleitvorgang tiefjuvavischer Schollen zur Austroalpinen (Voraustrischen) Phase, vielleicht auch noch zur Altaustrischen Phase ihren Abschluß fand (Kap. 3.5.).

Zur oberkretazischen Mediterranen Phase, der turonen Hauptbildungsphase der kalkvorpalpinen Decken und Schuppen, begann wahrscheinlich auch die S-N-Einengung der Unterkreidemulden, die nordvergente Schuppung an der Triasaufwölbung des Südrandes der Osterhorngruppe und die Bildung der Tennengebirgsschuppe. Zur alttertiären Pyrenäischen Phase, zu der sich der kalkalpine Deckenstapel bekanntlich blockförmig nordwärts bewegte, kam es zur endgültigen Heraushebung der Kalkalpen aus dem Meer. Reste von Augensteinschottern auf dem Plateau des Tennengebirges zeugen von Flüssen aus dem zentralalpinen Raum.

Im jüngeren Tertiär wurde dann offenbar die WSW-vergente Quereinengung wirksam, wie sie durch das Abbiegen der Roßfeldmulde in die Rich-

tung des Salzachquertales und durch die Einbindung der St. Kolomaner Unterkreidemulde in das NW–SE streichende Staffelbruchsystem des Tauglgebietes deutlich wird. Die Brüche intensivieren sich zum Salzachtal hin und kulminieren in der Störung des Salzachquertales. Die Unterkreidemulde der Weitenau blieb zwar im Schutz zwischen den kompetenten Triasgesteinen der Osterhorn-Südrandaufwölbung und des Schwarzen Berges im E–W-Streichen bestehen, es öffneten sich aber an ihrem Westteil, als Zeichen der zum Salzachtal hin wirksamen jüngeren Quertektonik, zwei  $\pm$ N–S verlaufende stratigraphische Jurafenster (Kap. 3.5.).

Der jugendlichen Quertektonik sind auch die Faltungen im östlichen Bereich der weit gespannten WNW–ESE-gerichteten Triasaufwölbung der Osterhorngruppe zuzuschreiben, die NW–SE streichenden Faltenstrukturen im Lammertalbereich und die zahlreichen Querstörungen in den hochalpinen triadischen Karbonatgesteinsmassen.

Für die im Jungtertiär erfolgte Heraushebung und die damit verbundene Einebnung sind gute Belege an den Plateauflächen des Tennen- und Hagengebirges erhalten geblieben.

### 3.2. Halleiner Hallstätter Zone

Nach den vorwiegend paläontologisch-stratigraphisch ausgerichteten Arbeiten im vorigen Jahrhundert (A. BOUÉ, MURCHISON, LILL VON LILIENBACH, HAUER, LIPOLD, GÜMBEL, UHLIG, BITTNER, MOJSISOVIC) folgte eine mehr auf die Tektonik ausgerichtete Ära. 1906 überträgt E. HAUG das Schema der in den Westalpen bewährten Deckentheorie auf das Gebiet der Berchtesgadener–Salzburger Alpen und NOWAK, KOBER, HAHN und SPENGLER entwickeln ihre deckentektonischen Vorstellungen. Die an den Kalkalpen vorgenommene Gliederung in die bajuvarische, tirolische und juvavische Einheit (L. KOBER, 1923) wird von E. SPENGLER (1924) insofern erweitert, als er die Juvavische Einheit in die liegende Hallstätter oder tiefjuvavische Schubmasse und in die hangende Berchtesgadener (Reiteralp) oder hochjuvavische Schubmasse unterteilt.

1927 versucht E. SEIDL das Hallein–Berchtesgadener Salzgebirge mit den Lagerstätten des deutschen Zechstein zu vergleichen und schließt sich der Vorstellung F. BEYSLAGS (1922) an, wonach das Salzlager unter den gesamten Nördlichen Kalkalpen liegt. J. KÜHNEL, O. AMPFERER, L. KOBER und E. SPENGLER verfechten mit Nachdruck den Überschiebungsbau. So sieht O. AMPFERER (1936) nach Begutachtung der Tiefbohrung I im Halleiner Salzbergbau das Salzgebirge als Teil der tiefjuvavischen Decke, die einer tirolischen Mulde aufruht. W. E. PETRASCHECK (1945) schließt sich vor allem unter Bezugnahme auf die Bohrung IV unter dem Hahnrain dieser Vorstellung an, da sie unter dem Salinar tithon–neokome Ablagerungen erreichte. Später konnten sie von LEISCHNER (W. MEDWENITSCH, 1963) auf das Tithon (Oberalmer Schichten) eingeengt werden.

Bedeutung für den Bau der Salzlagerstätte von Hallein haben die Studien von W. MEDWENITSCH (1949, 1951, 1960, 1963) und von O. SCHAU- BERGER (1949, 1953); erstere insbesondere in Bezug auf die geologische Situation im Jakobbergstollen, letztere in Bezug auf die stratigraphische Gliederung des alpinen Salzgebirges. W. MEDWENITSCH (ab 1948) nimmt gemäß seiner Erfahrungen im Ischl–Ausseer Gebiet in der Halleiner Salinarmulde zwei faziell unterscheidbare Hallstätter Decken an, eine untere,

mergelreiche Hallstätter Decke (Zlambachdecke) und eine kalkreiche Obere Hallstätter Decke (Sandlingdecke). Die obertägige Aufnahme PLÖCHINGER's (1955) konnte nur auf eine, den tithon-neokomen Ablagerungen aufruhende Hallstätter Decke hinweisen. Man hielt an der Meinung fest, daß die Hallstätter Schollen der Zone Hallein-Berchtesgaden wie die Hallstätter Deckschollen des Roßfeldes auf neokomen Ablagerungen liegen und postneokom eingeschoben wurden (B. PLÖCHINGER, 1955; H. PICHLER, 1963).

Nach jüngeren Studien (B. PLÖCHINGER, 1974, 1976, 1977, 1979, 1984) sind die ca. 10 km breite Hallstätter Masse der Zone Hallein-Berchtesgaden und die bis kilometerlangen Hallstätter Schollen bei Golling intramalisch durch syndementäre Gleitung aus dem gehobenen tiefjuvavischen Raum in den tiefen marinen Absatzraum der tithonen Oberalmer Schichten eingebracht worden (Abb. 2).

Die durch den jungen Querschub steilstehenden Oberalmer Schichten im Rahmen der permotriadischen Sedimente der Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Zone bilden deren normal Hangendes. Sie weisen Zykloteme mit erst mächtigen und grobklastischen, dann gegen das Hangende geringmächtiger und feinklastischer werdenden Barmsteinkalklagen auf. Als gutes Beispiel ist der Aufschluß an der 1. Spitzkehre der von Dürrnberg zum Gehöft Stocker führenden Straße am Nordfuß des Zinken anzuführen (s. Abb. 3). Das allodapische Material des Barmsteinkalkes begleitete die in das tiefe Meeresbecken eingleitenden Hallstätter Schollen. Entsprechend ist der Komponentenbestand. Häufungen gewisser Geröllkomponenten können durch die Zerlegung des Gesteines während des Transportes erklärt werden.

Zwischen Zill und der Dürrnbergstraße findet man südwestlich Gasthof Wegscheid auch inmitten der Halleiner Hallstätter Zone einen normal überlagernden Barmsteinkalk. Daß aber die Hallstätter Serie nicht nur von Oberalmer Schichten normal überlagert, sondern auch unterlagert wird, beweist die obgenannte Bohrung unter dem Hahnrain. Kleine Vorkommen Toniger Oberalmer Kalke innerhalb der Hallstätter Zone am Wallbrunnkopf, 200 m südlich Gehöft Hühnerleiten und am Nordwestfuß des Rudolfsköpfls, wurden als fensterförmige Aufschuppung gedeutet (B. PLÖCHINGER, 1955); es könnten auch eingekeilte Reste einer Überlagerung sein.

Die Hallstätter Masse der Zone Hallein-Berchtesgaden gliedert sich in die südlicher gelegene „Dürrnberger Schuppe“, die sich von Hallein bis gegen Berchtesgaden erstreckt und in die zwischen Hallein und Berchtesgadener Ache gelegene, tektonisch tiefere „Halleiner Schuppe“ nördlich davon (B. PLÖCHINGER, 1976), s. Abb. 6.

Die Dürrnberger Schuppe erfaßt eine 7 km lange und bis fast 2 km breite Zone mit tief eingemuldetem Haselgebirge und den darauf ruhenden Karbonatgesteinsschollen des Ramsaukopfes, des Rudolfsköpfls und des Hahnrains. Gewiß hat der Salzauftrieb des basalen Haselgebirges entscheidend bei der Abspaltung kleiner Hallstätter Kalk-Schollen mitgewirkt, wie sie obertags etwa südlich des Ramsaukopfes liegen.

Unter dem aus anisichem Dolomit aufgebauten Hahnrain befindet sich das bedeutendste Salzlager des Halleiner Salzberges. Ein wahrscheinlich durch den Querschub der Dürrnberger Schuppe mobilisierter Salzdiapirismus hat ihn emporgehoben und durchklüftet.

Zur Halleiner Schuppe zählen auf unserem Blatt die Schollen des Aiglköpfls, des Tirschenköpfls und des Wallbrunnkopfes. Auf den hangenden

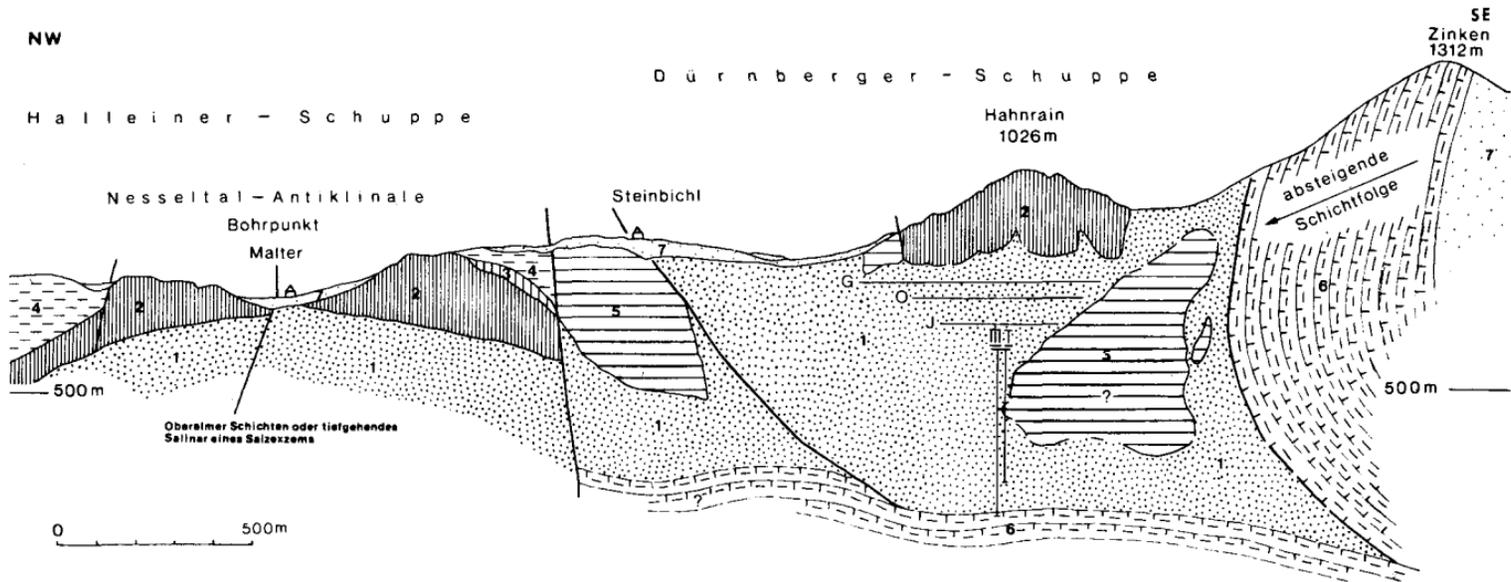


Abb. 3: Profil Nesselstal – Zinken (B. PLÖCHINGER, 1976). 1 = Haselgebirge; 2 = anisicher Dolomit; 3 = Zill-(Steinalm-)Kalk; 4 = Lercheckkalk; 5 = obertriadischer Hallstätter Kalk; 6 = Oberalmer Schichten; 7 = Moränenmaterial; G = Georgenbergstollen; O = Obersteinbergstollen; J = Jakobbergstollen; I und III = Bohrungen.

Zlambachmergeln der Wallbrunnkopfscholle liegt randlich das Haselgebirge der darüber bewegten Dürrnbergschuppe.

### **3.3. Roßfeldmulde, Göllmasse, Torrener Jochzone, Hagengebirge**

In der aus neokomen Ablagerungen bestehenden Roßfeldmulde, die südlich an die Halleiner Hallstätter Zone anschließt, liegt eine Schichtfolge aus Schrambachschichten, Unteren und Oberen Roßfeldschichten vor. Konglomerat-(Olisthostrom-)Zwischenlagen in den Turbiditen der Oberen Roßfeldschichten weisen eine nordgerichtete Imbrikation ihrer bis über metergroßen Komponenten auf; damit ist ihr Transport aus dem Süden bestätigt. Die teilweise dem Hallstätter Faziesraum entstammenden Komponenten des Olisthostroms vermitteln zu den auf den Oberen Roßfeldschichten liegenden Hallstätter Deckschollen des Roßfelds. Sie wurden zur Austroalpinen (Voraustrischen) Phase eingebracht und zur Zeit der tertiären Einmuldung etwas verstellt.

Zu den Hallstätter Deckschollen der Roßfeldmulde gehört die 1 km lange, 500 m breite Deckscholle des Roßfelds. Bausteine dieser Schollen sind Haselgebirge, Reichenhaller Rauhwacke, Mitteltriasdolomit, Zillkalk, Lercheckkalk und Oberalmer Kalk, der auf eine primär malmische Eingleitung der Schollen hinweisen dürfte. Zill- und Lercheckkalk sind an der kleinen Scholle westlich der Roßfeldscholle, knapp jenseits der Blattgrenze, beteiligt.

Parallel zum NNW-SSE verlaufenden Salzachtal zeigt sich die Roßfeldmulde durch einen aus Oberalmer Schichten aufgebauten, aufgestülpten Rahmen begrenzt. Bei Annäherung an die Göllmasse im Süden findet die Mulde einen schüsselförmigen Abschluß und wird der Muldenrand von NW-SE streichenden Störungen mit rechtsseitigen Blattverschiebungen gequert. Im abgesenkten Südflügel des Gasteiger Bruches haben sich Obere Roßfeldschichten erhalten. Zweifellos ist diese „Gasteiger Mulde“ durch die tertiäre Anpressung der mächtigen, gegen Norden stürzenden Göllmasse entstanden, ein Eindruck, der durch das sanfte Südfallen der Roßfeldschichten im Bereich des Kößlgutes verstärkt wird.

Berücksichtigt man auch den bayerischen Anteil, ist die tektonische Begrenzung der gegen Norden stürzenden, gegen Osten zum Salzachtal abgesenkten Göll-Halbantiklinale klar erkennbar. Als Beweis für die tirolische Stellung nahm man das normal auf dem Dachsteinkalk des Kehlsteins liegende Oberalmer Basiskonglomerat (J. KÜHNEL, 1929; W. DEL NEGRO, 1972; A. TOLLMANN, 1976). Eindeutig ist damit belegt, daß die Göllmasse in Bezug auf die sedimentär aufruhenden Oberalmer Schichten autochthon ist. Durch die Hallstätter Gerölle in jenem Basiskonglomerat war ein erster Hinweis auf eine möglicherweise intramalmische Platznahme von Hallstätter Schollen gegeben (J. KÜHNEL, 1925, S. 380).

Sicherlich ist es einer frühen Heraushebung zuzuschreiben, wenn sich im Gipfelbereich des Göll fast senkrecht zum Streichen Zerrklüfte öffnen konnten, die mit bunten Liasablagerungen erfüllt sind (siehe dazu B. PLÖCHINGER, 1955). Die mit dem jugendlichen, westvergenten Querschub einhergehende Aufwölbung schuf zahlreiche weitere Querbrüche (Luftbilddauswertung G. TICHY).

An der Weißenbachstörung, die nahe des Gollinger Wasserfalles ausgeht und gegen W die Unterkreideablagerungen der Gasteiger Neokomulde vom gebankten Dachsteinkalk der Göllmasse trennt, könnte die nördliche Schiene einer gegen Westen geschobenen Göllmasse gelegen haben. Westlich außerhalb der Blattgrenze sollte im Bereich der Scharitzkehl, wo die Göllmasse auf Jurasedimente aufgeschuppt erscheint, die Frage ihrer intrajurassischen Platznahme geprüft werden; auf eine solche könnten ihre Entwicklung in der riffalkreichen hochalpinen Dachsteinkalkfazies, ihre südliche Hochschaltung zusammen mit der basalen, steilstehenden Torrener Jochzone und die Verzahnung mit Gesteinen der Hallstätter Fazies in Richtung zum bayerischen Anteil der Torrener Jochzone hinweisen (siehe dazu H. ZANKL, 1961/62, 1969, 1971; A. TOLLMANN, 1976).

Die schmale, über das Torrener Joch streichende, beidseitig bruchbegrenzte Torrener Jochzone und die Göllmasse entsprechen in fazieller und tektonischer Hinsicht der Lammermasse und können unter der Bezeichnung „Göll-Lammermasse“ als undifferenziertes Juvavikum gedeutet werden.

Westlich außerhalb des Blattes, aber noch auf Salzburger Seite, trifft man in der Torrener Jochzone, in der Stumm, ein graugrünes Haselgebirge mit Blöcken einer groben Dolomitbrekzie. Hier befindet man sich am Kontakt zwischen dem gegen Norden stirnenden Hagengebirgs-Tirolikum und der Torrener Jochzone.

### **3.4. Vom Salzachtal zur Inneren Osterhorngruppe**

Die NNW–SSE streichende „Salzachtal-Querstörung“, die das Salzachtal vorzeichnete, wurde durch die Satellitenbilddauswertung als Lineament erkannt, das vom Kalkalpenbereich ausgehend weit in das Vorland hinaus zu verfolgen ist und deshalb auf eine lange andauernde Wirksamkeit schließen läßt (A. TOLLMANN, 1976). Sie verläuft im achsialen Bereich der „Salzachtalsynklinale“, die am Westrand der Osterhorngruppe einen staffeligen Abbruch aufweist (B. PLÖCHINGER, 1955; M. SCHLAGER, 1958, 1976). Auch im Bereich des Salzachdurchbruches bei Paß Lueg sind am Osthang des Hagengebirges bzw. am Westhang des Tennengebirges staffelige Absenkungen zu beobachten.

Der Steilstellung der Gesteine an der Westflanke des Salzachtals ist abzulesen, daß eine große Querstörung am westlichen Rand des Salzachtals verläuft. Dafür spricht auch das Ergebnis der Bohrung Vigaun U 1, die 3 km südöstlich Hallein von der ÖMV-AG abgeteuft wurde. Sie durchörterte unter einem 338 m mächtigen Quartär eine erst 20–30° gegen SW, dann 2–10° gegen W einfallende Serie mit folgender Schichtfolge: Von m 338–479 Oberalmer Schichten, von m 479–615 Tauglbodenschichten, von m 615–620 Adneter Kalk, von m 620–765 oberhätischen Riffalk, von m 765–785 Kössener Schichten und von m 785–1354 Plattenkalk und Hauptdolomit (H. KRAMER & A. KRÖLL, 1979)

Im engmaschigen Störungsnetz östlich des Salzachtals streichen die Brüche vorwiegend parallel zum Talverlauf NNW–SSE, daneben aber auch in der WNW–ESE-Richtung und in der NW–SE-Richtung. Seltener sind NE-Brüche. Das Störungsnetz ist im Randbereich zum Salzachtal so dicht, daß sie einzeln nicht angeführt werden können. Die Bruchlinien

können gekrümmt sein, im spitzen Winkel voneinander abstoßen oder sich auch leicht in divergierenden Linien ablösen (W. SCHLAGER, 1959). Störungen und Faltungen laufen parallel zum Salzachtal oder werden, wie nördlich von Puch, von diesem abgeschnitten. Zwischen Oberalm und Puch tritt gelegentlich die stratigraphische Unterlage der Oberalmer Schichten zutage. Als ältere, weitgespannte, NE-SW streichende Strukturen sind die Glasenbach-Synklinale und die Adnetter Antiklinale zu werten. Die tiefste Einsenkung wird in der südlichen Osterhorngruppe an der vom Tauglboden ausgehenden und spitzwinkelig den Sommereckgraben querenden Taugl-Synklinale erreicht.

Der staffelförmige Abbruch zum Salzachtal wird durch den zwischen dem Schmitenstein und dem Schlenken verlaufenden Bruch eingeleitet. An ihm wird der Schlenken gegenüber dem Schmitenstein um ca. 200 m abgesenkt. Der Schlenkenalm-Kasbachbruch, der vom Sommereckgraben ausgeht und über den Tauglboden zur Schlenkenalm führt, quert die ganze Juramulde des Tauglgebietes. Eingebaut in das jugendliche Staffelbruchsystem im Raum von St. Koloman - Pernegg ist die NW-SE verlaufende neokome Koloman-Synklinale anzutreffen. Nur an ihrem Südrand hat sich das ursprüngliche ENE-WSW-Streichen erhalten können.

Die NNW-SSE streichende, der Salzachtallinie folgende Quertektonik wurde nach der Anlage der E-W streichenden Weitenaumulde geschaffen. Das kommt auch gut in den stratigraphischen Jurafenstern am Südrand der Voregger Teilmulde der Weitenaumulde zum Ausdruck. Das Einschwenken der Oberalmer Schichten von der E-W-Richtung in die NNW-SSE-Richtung zeigt sich am schönsten am Nordflügel der Kertererbachstörung, zwischen dem Gipswerk Moldan und dem Gehöft Grubach.

Das Rhät-Lias-Schollensystem zwischen Adnet und Weidach und das Hauptdolomitareal zwischen Wimberg und Wiestalstausee gehören einer NE-SW streichenden Großscholle zu, die im Südosten entlang des Waidach-Oberschneit-Hohenschneidberg-Bruches herausgehoben wurde; sie führt die Bezeichnung „Adnetter Antiklinale“. Der Bruch grenzt die triadisch-liassischen Ablagerungen der Großscholle im Nordwesten von den Jura-Kreideablagerungen des Spumberges im Südosten ab (M. SCHLAGER, 1957, 1958). Weiter gegen Nordosten ist er über das Mörtlbachtal bis zum Südwesthang des Ochsenberges zu verfolgen. Seine Sprunghöhe wird auf bis 750 m geschätzt und eine an ihm angenommene linksseitige Blattverschiebung auf 5,5 km (M. SCHLAGER, 1971). Gegen den Schlenken zeigen sich die Oberalmer Schichten des Störungs-Südflügels zunehmend aufgewölbt.

Auch der Eckwaldbruch verläuft NE-SW und zwar vom Becken Obergadorten über den Eckwald zum Mörtlbach bei Gaißau und von hier über den Kamm des Wieserhörndls. An ihm wurde der Spumberg gegenüber den nördlichen Ausläufern des Schlenken um bis zu 420 m abgesenkt. In seinem Verlauf gegen Nordosten trennt er dann die abgesenkte Serie des Speikberges im Westen vom dazu relativ herausgehobenen Hauptdolomit des Wieserhörndls im Osten.

Die Innere Osterhorngruppe ist durch eine im allgemeinen flache synklinale Lagerung der Juragesteine gekennzeichnet. Gegen Nordosten wird sie von einer weiten, achsial sanft Südost-fallenden Aufwölbungszone (Hintersee-Antiklinale) begrenzt, deren Kern der Hauptdolomit der Hinterseealage bildet. Die hier angesetzte Bohrung Vordersee 1 der ÖMV-AG durchteufte nach dem von W. HAMILTON (Votr. 24. 4. 1986) revidierten ÖMV-Kurzprofil der Bearbeiter COLLINS, HAMILTON und WESSELY bis

m 32 quartäre Schotter, bis m 1228 Hauptdolomit, bis m 1686 Opponitzer Schichten, bis m 1726 Lunzer Schichten, bis m 2630 Wettersteinkalk (z. T. dolomitisch), bis m 2890 Partnach-Übergangskalk, bis m 3608 Wettersteinkalk (z. T. dolomitisch), bis m 3704 Haselgebirge und darunter das Bajuvarikum mit bis m 4180 Unter- bis Mittelkreide und bis m 4264 Jura (Allgäuschichten).

Daß auch der Bereich der Inneren Osterhorngruppe vom westvergente Querstau betroffen wurde, das zeigen die sanft in südlicher Richtung einfallenden Strukturen südlich der Hinterseetalung (z. B. Feichtenstein – Regenspitze Synklinale). An den starren Trias-Liasablagerungen erkennt man kleine Querverwürfe.

Nördlich der Hinterseetalung befindet sich die flache Mulde des Faistenauer Schafberges und östlich von ihr der Nordwestausstrich der Zwölferhornsynklinale. In den Kiesel- und Radiolaritschichten ihres Südwestflügels liegt die etwa 20 m mächtige, aus Lias-Doggergesteinen aufgebaute Gleitscholle des Saubachgrabens (Abb. 1). Zwischen der Schafbergsynklinale und der Zwölferhornsynklinale liegt die gegen Süden zum Lämmerbachtal streichende Schafbachalmantiklinale.

### 3.5. Südteil der Osterhorngruppe

Wie die Hallstätter Schollen der Halleiner Zone so sind auch die Hallstätter Schollen im Bereich von Golling synd sedimentär durch Eingleitung aus dem weit südlich gelegenen tiefjuvavischen Raum in die Oberalmer Schichten eingebracht worden; sie zeigen eine äquivalente Euhallstätter Entwicklung. Zu den in WSW–ESE-Richtung aneinander gereihten Schollen zählen die Scholle des Gollinger Schloßfelsens und die Scholle des Waldparkhügels (norischer Hallstätter Kalk), die Rabensteinscholle (karnisch–norischer Hallstätter Kalk), die Wurzer Scholle (obertriadischer Dolomit und Hallstätter Kalk), die Kellauwandscholle (mittel- bis obertriadischer Dolomit und Hallstätter Kalk) und die Schröckgrabenscholle (norischer Hallstätter Kalk).

Ein allodapischer Barmsteinkalk im Hangendniveau der Tonigen Oberalmer Kalke bildet die normale Unterlage der Hallstätter Schollen zwischen Golling und Gehöft Wurzer nördlich des Mitterbaches. Mit seinen auffallenden, bis über kopfgroßen, graugrünen Haselgebirgskomponenten verweist er auf die sedimentäre Verknüpfung mit den intramalmisch eingebrachten Hallstätter Schollen. Besonders wird dies an der seitlichen Ablösung der fast kilometerlangen Kellauwandscholle durch den am Staudinger Köpfl und am Schröckwald bis ca. 60 m mächtigen Barmsteinkalk deutlich. Sein allodapisches Sediment zeigt eine leichte Winkeldiskordanz zum geringmächtig unterlagernden Tonigen Oberalmer Kalk; es wurde zusammen mit den Hallstätter Schollen in eine Tiefseerinne eingebracht.

Die südliche Unterlagerung der Kellauwandscholle durch Tonige Oberalmer Kalke ist durch ein kleines Fenster an deren Südfuß erwiesen und die nördliche Überlagerung durch die Oberalmer Kalke des Reisenauer Riedls. Zwischen dem Dolomit der Scholle und dem steilgestellten Oberalmer Kalk sind etwas Haselgebirge und Werfener Schichten sowie ein kleines Vorkommen eines grauen fossileren Sandmergels unbekanntes Alters anzutreffen.

Die nur 50 m große, aus norischem Hallstätter Kalk bestehende Schröckgrabenscholle überzeugt unmittelbar von ihrer intramalmischen Eingleitung; sie befindet sich innerhalb des mächtigen Barmsteinkalkes, der am Schröckgraben die große Kellauwandscholle seitlich ablöst. Unter der Scholle wird der Barmsteinkalk als bald grobklastisch und führt zahlreiche Komponenten aus dem Hallstätter Faziesbereich.

Neben den genannten, linear angeordneten Schollen gehören zu den Hallstätter Schollen des Bereiches Golling die kleinen Schollen des Karlsteins (obertriadischer Dolomit und Hallstätter Kalk) und die Scholle westlich St. Anton (Haselgebirge, norischer Hallstätter Kalk); letztere ruht den Oberalmer Schichten des Südfügels der Rabensteinantiklinale („Rabensteinfenster“) auf.

Die neokome Weitenaumulde wird am Hochreithberg durch eine dem Salzachtal parallel laufende Queraufwölbung in die größere Moosegg-Teilmulde im Osten und die kleinere Rusegg-Teilmulde im Westen geteilt. Kleine stratigraphische Fenster aus Tonigem Oberalmer Kalk betonen diese Aufwölbung südlich der Hochreithalm.

Im östlichen Muldentheil liegt die 3 km lange, gipsreiche Hallstätter Scholle von Grubach-Grabenwald den konglomeratreichen Oberen Roßfeldschichten des Hauterive und an deren Nordrand auch einer schmalen Zone aus Grabenwaldschichten (Unterapt) auf. Wie an den Deckschollen des Roßfeldes so ist auch hier die sedimentäre Beziehung zwischen den Oberen Roßfeldschichten mit ihrem an Hallstätter Komponenten reichen Konglomerat und der Bringung der Deckscholle deutlich. Das Haselgebirge wurde mit den Unterkreideablagerungen stark eingemuldet und kam am Nordrand zum Teil auf den Oberalmer Schichten und am Westrand auf den Hochreithschichten zu liegen. Eingeklemmt hat es sich in kleinen Vorkommen an der E-W streichenden Kertererbachstörung zwischen Ghf. Grubach und der Grabenmühle (Gipswerk Moldan) erhalten.

Den Südrand der Osterhorngruppe beherrscht eine 17 km lange und bis 4 km breite, E-W streichende Aufwölbungszone der tirolischen Obertrias, wobei der Oberrhättriffkalk besonders in Erscheinung tritt. Zu dieser Triasschwelle gehören von Westen nach Osten das Zimmereck (1130 m), die Gitschenwand (1527 m), der Hochwieskopf (1754 m), der Hochbühel (1710 m). Über den aufgesattelten Triasgesteinen ruhen mit deutlicher Winkeldiskordanz die Oberalmer Schichten mit ihrem fluxoturbiditisch gebildeten Basiskonglomerat normal auf. Die weithin erkennbare Diskordanz drückt sich nach M. SCHLAGER (1959) auch dadurch aus, daß die Oberalmer Schichten am Zimmereckrücken erst mit dem Niveau zwischen den Barmsteinkalkbänken 1 und 2 einsetzen; mit der Absenkung des „Tauglbeckens“ bildete sich zwischen der triadischen Schwellenzone und den Juraablagerungen dieses Beckens eine regionale E-W steichende, nordvergente Aufpressung bzw. -schuppung heraus. An der Alkersbachschlucht, unmittelbar östlich außerhalb der Karte, treten unter der hier überschlagenen Triasserie als stratigraphisches Fenster bunte Liaskalke und das Oberalmer Basiskonglomerat zutage.

Von der obgenannten Aufwölbungszone gingen im Malm submarine Schuttströme zusammen mit Gleitschollen in das nördlicher gelegene Tiefsee-Sedimentationsbecken der Tauglbodenschichten (Oxford-Kimmeridge) ab (M. SCHLAGER, 1959).

Eine sanft NNW-fallende Rhät-Liaskalkrippe an der Pilgertshofbauernhütte der Alkersbachalm dürfte einem in den Tauglbodenschichten liegenden Olistholithen zugehören, weil sich auch unweit davon, an der

Wiesbachalmhütte, ein vom Konglomerat der Tauglbodenschichten umhüllter Olistholith aus rhätischem Dachsteinkalk findet.

Die Aufwölbungszone am Südrand der Osterhorngruppe senkt sich am Trattberg-Südhang bruchförmig zur neokomen Seewaldseemulde, einer Teilmulde der Weitenaumulde, ab. Es ist das bedeutende, wahrscheinlich bereits vorneokom eingeleitete und postgosauisch abgeschlossene Bruchsystem des „Osterhornsüdrandbruches“, das sich über die neokome Alpbichlalmmulde gegen Osten verfolgen läßt (B. PLÖCHINGER, 1952).

### **3.6. Tennengebirge, Lammertalbereich, Schwarzer Berg**

Im Tennengebirgs-Tirolikum findet das mächtige, plateautragende Dachsteinkalkmassiv des Hagengebirges ihre östliche Fortsetzung. Mit einer wuchtigen Stirne beugt sich der gebankte Dachsteinkalk des Tennengebirges nordwärts zu Tal und wird von Jurasedimenten überlagert. Auf den Strubbergschichten, dem hier höchsten, in den tiefen Malm reichenden Juraschichtglied, ruhen größere Schollen (Lammeregg, Rauhes Sommereck, Sattelberg, Roadberg, Hinterer Strubberg), die ab der Obertrias eine mergelreiche Hallstätter Fazies (Miohallstätter Fazies) mit karnischem Kieselkalk, Pedatakalk, Pötschenkalk, norischem Hallstätter Kalk und Zlambachmergel aufweisen. Die Beziehung ihrer mitteltriadischen Ablagerungen zu jenen der Göll-Schwarzer Berg-Masse und jenen des Hagen- und Tennengebirges kommt deutlich zum Ausdruck (siehe Taf. 1).

Nicht nur die Analogien zu anderen juvavischen Deckschollen veranlaßten H. P. CORNELIUS (in H. P. CORNELIUS & B. PLÖCHINGER, 1952, S. 195), die genannten Schollen über das Tennengebirgs-Tirolikum zu beziehen, sondern auch der Zustand der Strubbergschichten und ihre „rein sedimentär“ zustande gekommene „Riesenbrekzie“ mit den „der hangenden Decke entnommenen Gesteinsfetzen“ (z. B. Rauhes Sommereck). V. HÖCK & W. SCHLAGER (1964) beschreiben die aus norischem Hallstätter Kalk aufgebaute Scholle des Rauhen Sommerecks überzeugend als in die jurassische Strubbergbrekzie eingesedimentiert, bezogen sie aber aus einer nördlich des Tennengebirges eingewurzelten Zone. In der Folge teilte A. TOLLMANN (1975, 1976, 1985) diese Auffassung und betrachtete die in der Hallstätter Mergelfazies (Miohallstätter Fazies) entwickelten Schollen der Lammermasse als Teil eines parautochthonen, beiderseits ausgequetschten Hallstätter Nordkanales.

H. HÄUSLER belegt 1979 die intrajurassische Platznahme der Lammereggsscholle durch den Nachweis auch sedimentär überlagernder Strubbergschichten (Brekzien) und versucht, die parautochthone Version zu unterbauen. B. PÖCHINGER (1980) nimmt eine intrajurassische Eingleitung der gesamten Lammermasse vom Süden her an; H. HÄUSLER (1981, S. 158) und A. TOLLMANN (1985, S. 171) lassen die Möglichkeit einer allochthonen, vom Süden her kommenden Eingleitung der Schollen deshalb offen, weil im Sedimentationsraum der Werfen-St. Martin Schuppenzone eine Miohallstätter Entwicklung (Hallstätter Mittelkanal nach R. LEIN, 1976) angedeutet ist.

H. J. GAWLICK (1988, S. 37) setzt sich für die Ferneingleitung der westlichen Schollen der Lammermasse mit Hallstätter Fazies ein und glaubt wegen eines südlich der Sattelbergscholle im Hangenden der Strubberg-

brekzie auftretenden Radiolarites, daß die Lammeregg- und die Sattelbergscholle an der Wende Callov/Oxford einglitten.

Für die synsedimentäre Eingleitung der Schollen des Lammertales mit Hallstätter Fazies über das Tennengebirgs-Tirolikum sprechen jedenfalls auch die Komponenten in der fluxoturbiditisch entstandenen Brekzie der Strubbergsschichten und vor allem auch deren anchizonale Metamorphose (Kap. 2.2.)

Am Lammerknie südöstlich Golling treten in den Hügeln bei Epen die Strubbergsschichten fensterförmig mit mittlerem SW-Fallen unter der Scholle des Lammereggs zutage (J. PIA in E. SPENGLER, 1924, S. 100; H. P. CORNELIUS & B. PLÖCHINGER, 1952, S. 171). Ein junger westvergenger Querschub schuf im kieseligen Kalk der Lammereggscholle eine kupelförmig gewölbte Struktur mit NW-SE und N-S gerichteten Achsen, die quer zur WNW-ESE streichenden Tennengebirgsstirne verlaufen (vgl. H. HÄUSLER, 1979). Diesem Querschub ist es auch zuzuschreiben, wenn östlich des Lammereggs, 200 m südwestlich der Lammerbrücke bei Kuchlbach, östlich einer kleinen Hallstätter Scholle aus Werfener Kalk und Gutensteiner Kalk (Kuchlbachscholle HÄUSLERS) ein weiteres kleines „Fenster“ auftaucht, das aus Dachsteinkalk und buntem Liaskalk besteht (H.P. CORNELIUS & B. PLÖCHINGER, 1948, S. 173). Bei Overscheffau SSE der Lammeröfen ist durch von R. LEIN neu belegte Strubbergsschichten das „Lammeröfenfenster“ A. TOLLMANN's (1975, S. 252) bestätigt. Die auf der Karte erfolgte Ausscheidung als Gutensteiner (Kalk-)Basisschichten ist zu korrigieren.

An der Sattelbergscholle kommt eine SW-vergente Quereinengung, auch durch die inverse Lagerung, zum Ausdruck und südlich des Rauhen Sommerecks durch die Einkeilung von Strubbergsschichten. Bemerkenswert ist auch die Quertektonik am Road- und Fichtlhofberg (Vorderer und Hinterer Strubberg), die sich dort in prägnanten NW-SE-Strukturen ausdrückt. Zwischen den synklinale gelagerten Schollen des Roadberges und es Fichtlhofberges befindet sich die Hochsattelantiklinale, an der die Werfener Schichten steil aufgesattelt erscheinen.

Während der Nordteil des Roadberges einer Synklinale (Holzwehralm-Haarbergalm-Synklinale) entspricht, bildet der südlich der Holzwehralm gelegene Südteil des Berges eine gegen SW überschlagene Antiklinale (H. HÄUSLER, 1980, siehe Abb. 4). Die Schichtfolge besteht aus Werfener Schichten, Gutensteiner Basisschichten, Wettersteinkalk und -dolomit, karnischem kieseligem Kalk, Pedatakalk und Zlambachschichten. Dazu kommt ein von der Holzwehralm zur Haarbergalm reichendes, um 90° gegen W überkipptes, tektonisch umgrenztes Hallstätter Kalk-Vorkommen, das H. HÄUSLER (1979) wegen kleiner, vom Pedatakalk umgebener, gleichaltriger Kalklinsen zur mergelreichen Serie des Roadberges rechnet; A. TOLLMANN (1969) trennt dieses Hallstätter Kalk-Vorkommen als fernüberschobene Scholle davon ab.

Der Schwarze Berg wurde wegen seiner isolierten, gegen Süden hochgeschalteten Serie vorübergehend dem Hochjuvavikum zugerechnet (J. PIA, 1924; E. DOLAK, 1948; H. P. CORNELIUS & B. PLÖCHINGER, 1952). Da sich aber die mitteltriadischen Gesteine der Fichtlhofbergserie nördlich der Lammer mit den äquivalenten Gesteinen der Schwarzer Berg-Serie vereinigen und die Werfener Schichten der Hochsattel-Antiklinale normal darunter eintauchen, kann auf eine sedimentäre Verknüpfung der mit Hallstätter Fazies versehenen Schollen des Lammertales mit der in Dach-

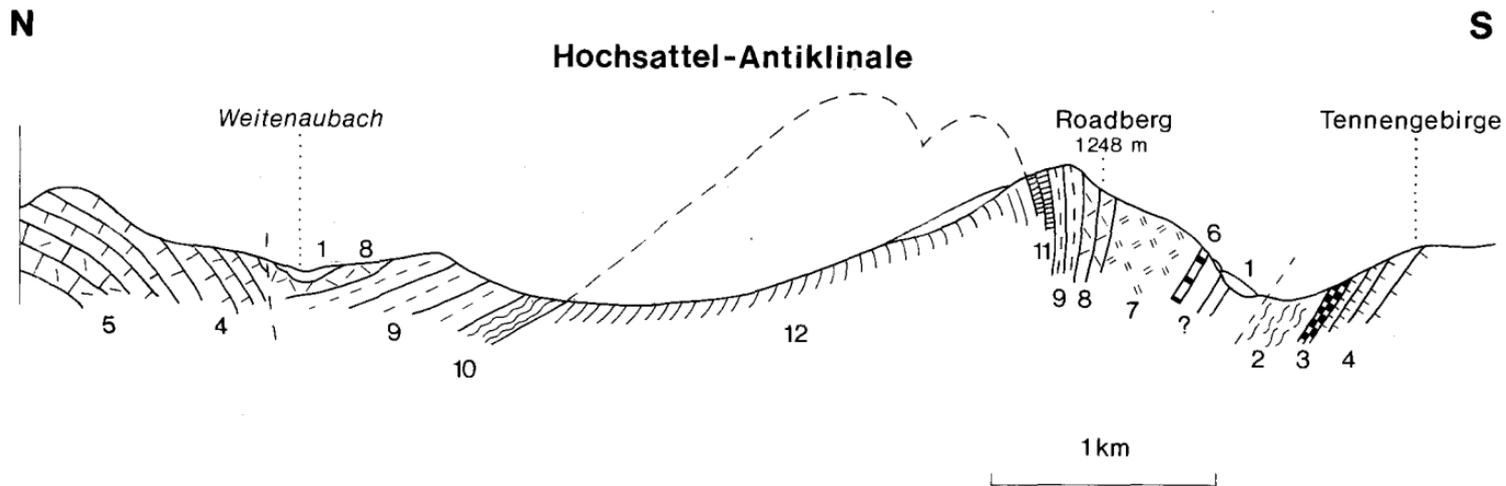


Abb. 4: Profil durch die Hochsattel-Antiklinale (nach H. HÄUSLER, 1980). 1 = Quartär; 2 = Strubbergsschichten; 3 = Bunte Liaskalke/Hornsteinkalke; 4 = Dachsteinkalk; 5 = Hauptdolomit; 6 = Pedatakalk; 7 = karnischer Kieselkalk; 8 = Wettersteindolomit; 9 = Gutensteiner Kalk und Dolomit; 10 = Gutensteiner Basis-schichten; 11 = Werfener Kalk; 12 = Werfener Schichten.

steinkalkfazies entwickelten Schwarzer Berg-Masse, eine „Lammer-Viel-faziesseinheit“, geschlossen werden (A. TOLLMANN, 1968, S. 227).

Die gegen Norden stirrende, auf das Neokom der Weitenaumulde und deren südöstliche Fortsetzung aufgeschuppte Schwarzer Berg-Masse besteht aus Haselgebirge, Werfener Schichten, Gutensteiner Kalk und Dolomit, Wettersteindolomit, karnischen Kalken und Schiefen (Leckkogeschichten nach K. LEUSCHNER, 1989), Dachsteindolomit, Dachsteinriffkalk und buntem Liaskalk.

Zwischen dem Lammerausgang und dem Ausgang des Bluntatales wurden Haselgebirge und Werfener Schichten erbohrt (H. BRANDECKER & V. MAURIN, 1982); das gibt einen zusätzlichen Anhaltspunkt für die Verknüpfung der Lammermasse mit der Göllmasse.

Am Mehlstein (K. 701) nordwestlich Unterschneffau und im Bereich des Gehöftes Haarecker liegen Hallstätter Schollen der mergelreichen Hallstätter Fazies mit basalem Haselgebirge dem Wettersteindolomit des zur Schwarzer Berg-Serie gehörenden Haarberges auf (B. PLÖCHINGER, 1979). Es sind die Mehlsteinscholle (mit karnischem Kalk und Pötschenkalk), die Haarecker-Südscholle (mit Pötschenkalk und norischem Hallstätter Kalk) und die Haarecker-Ostscholle (mit Pötschenkalk). H. HÄUSLER (1984) glaubt auf Grund eines von ihm an der Basis des Mehlstein-Pötschenkalkes gefundenen tuvalischen Bankkalkes an eine ursprünglich stratigraphische Auflage auf dem basalen Wettersteinkalk.

## 4. Einige Exkursionspunkte

(Weitere und ausführlichere Beschreibungen siehe B. PLÖCHINGER, 1983)

### **Dürrnberg – Salzbergbau**

(Siehe dazu Abb. 5)

Die nahe der Kirche von Dürrnberg ausgehende Grubenfahrt im verzweigten Salzbergbau gibt Einblick in die Art und Lagerung des Salzgebirges (salzreiches Haselgebirge), dessen Abbau bis in die Zeit um 2500 v. Chr. zurückreichen dürfte. Vor der Grubenfahrt sollte man am Dürrnberger Kirchenplatz den hier knollig-plattig ausgebildeten, bunten norischen Hallstätter Kalk besichtigen. Durch die Lösung des unterlagernden Haselgebirges zeigt er, wie die Kirchenwand auch, Klüfte. Bei Benützung der Seilbahn Hallein – Dürrnberg ist an der Seilbahn-Bergstation der massige, ammonitenführende norische Bankkalk zu beachten.

### **Adneter Riedl und Steinbrüche von Adnet**

(siehe dazu Abb. 5)

Bei der Anfahrt von Hallein nach Adnet kommt man am Adneter Riedl zu guten Aufschlüssen im Tonigen Oberalmer Kalk. In ihm ist der heute aufgelaassene Steinbruch Deisl angelegt. Hinter der Kirche von Adnet legt der Adneter Kirchenbruch ideal den oberrhätischen Riffkalk frei. Er ist reich an riffbildenden und riffbewohnenden Fossilien. Durch die weißen Korallen- bzw. auch Spongienquerschnitte führt er die Handelsbezeichnung „Weißtropf“. Eine metermächtige Korallenkalklage wird „Rottropf“ genannt, weil in ihr Hohlräume mit rotem Liassediment gefüllt sind. Im Eismannbruch ist die Grenze zwischen dem Korallenkalk und dem tiefliassischen Adneter Kalk freigelegt; an ihr ist eine dezimetermächtige, schwarze Schicht aus Limonit, Hämatit und Mangan zu erkennen. Der



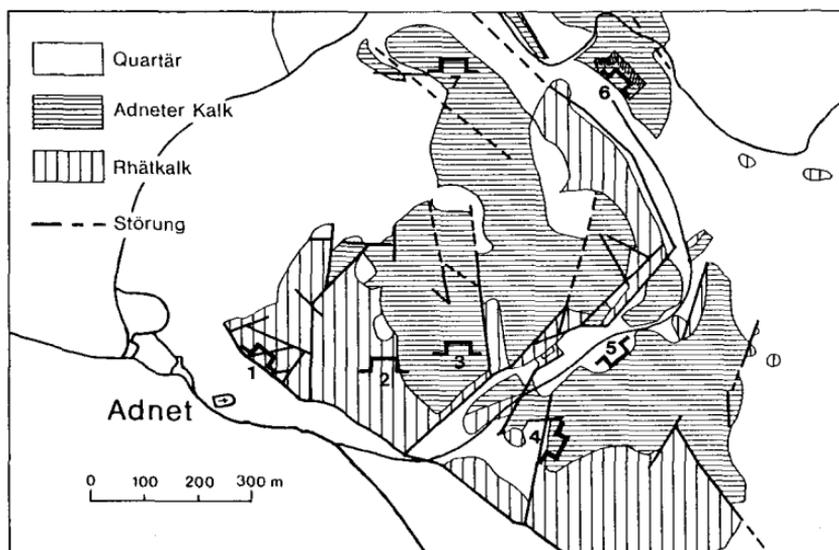


Abb. 6: Geologische Kartenskizze vom Steinbruchbereich Adnet (B. PLÖCHINGER). 1 = Kirchenbruch; 2 = Tropfbruch; 3 = Liembachbruch; 4 = Eismannbruch; 5 = Schnöllbruch; 6 = Plattenbruch; 7 = Leisbruch.

Schnöll- und der Säulenbruch sind in einem grau gefleckten Kalk („Rot-Grau-Schnöll“) angelegt und der Plattenbruch vorwiegend im typischen roten, knollig-flaserigen Adneter Kalk des Unterlias; nur nahe der Oberkante des Bruches überlagert noch der massige mittelliassische „Scheck“, eine kalzitdurchtränkte Brekzie.

### Gaißau an der Mörtelbachstraße

Kössener Schichten.

### Moosegg

Nördlich von Golling zweigt man von der Salzachtalbundesstraße in Richtung St. Koloman ab und benützt dann den vor St. Koloman nach Grubach abzweigenden, schmalen Fahrweg. Vom Gasthof Grubach gegen Osten entlang des Lienbaches erreicht man an der Wegkreuzung der Kote 865 die Grabenwaldschichten des Unterapt, dem höchsten Formationsglied der Oberen Roßfeldschichten (s. Kap. 2.2.). Am Weg dorthin befindet sich im Bachgraben nahe einer Heuhütte im Haselgebirge eine bekannte Blauquarzfundstelle.

Vom Gasthof Grubach gegen Südosten führt der Weg zu den stillgelegten Gipsgruben der Salzburger Gipswerksgesellschaft Ch. Moldan K. G. Man sieht, wie der Anhydrit-Gips-Körper den steil in nördlicher Richtung einfallenden, konglomeratreichen Sandsteinen der Oberen Roßfeldschichten (Hauterive) aufruht. Im Saulochbruch südlich des Weges liegt im Gips ein dunkelgrüner Vulkanit eingebettet (s. Kap. 2.1.).

### Staudinger Köpfl

Nach Zufahrt in die Hinterkellau folgt man der Straße gegen Osten (Schranken!) und zweigt dann gegen Norden in die „Privatstraße Berghof Bachrain“ ab. Gegenüber jener Stelle, wo sich an der Westseite der Stra-

ße die Barmsteinkalkwand des Staudinger Köpfls befindet, führt ein kurzer Stichweg zum Schröckgraben. Dort liegt im Barmsteinkalk eine 50 m große, synsedimentär eingeglittene Scholle aus buntem norischem Hallstätter Kalk, die Schröckgraben-Scholle (s. Kap. 3.5.).

### **Paß Lueg**

Beim Struberdenkmal am Paß Lueg trifft man einen vom Gletschereis glatt geschliffenen Dachsteinkalk an, der reich an Megalodonten ist. Er entspricht dem Glied C im Sedimentationszyklus des Loferer Dachsteinkalkes. Die nahe davon gelegenen Salzachöfen veranschaulichen die Erosionskraft der Salzach im engsten Teil ihres Durchbruches im Dachsteinkalk zwischen Hagen- und Tennengebirge.

### **Schönalm an der Nordflanke des Tennengebirges**

Südwestlich Oberscheffau führt vom 200 m südwestlich Gehöft Wieser gelegenen Moahhäusl aus ein Forstweg zur Schönalm (803 m). Er quert zuerst einen dunklen mitteltriadischen Dolomit der zur juvavischen Lammernasse gehörenden, intramalmisch eingebrachten Sattelbergscholle, dann die sedimentär unterlagernden Strubbergsschichten (?Dogger-Malm) des Tennengebirgs-Tirolikums. An der Schönalm, dem Zungenbecken eines spätglazialen Gletschers, erreicht man den Talboden einer alten, um den Sattelberg gelegten Lammerschlinge. Westlich der Almhütte ist gut die nordfallende Liasserie des Tennengebirgs-Tirolikums einzusehen.

### **Ackersbachgraben am Südrand der Osterhorngruppe**

Zu erreichen ist diese Lokalität über die Forststraße, die beim Forsthaus Liembach nordwestlich der Voglau/Lammertal vorbeiführt. In der Ackersbachschlucht sind von Süden nach Norden ein bunter Liaskalk, tiefmalmische Kiesel- und Radiolaritschichten und vor allem das Basis-konglomerat der Oberalmer Schichten aufgeschlossen, Gesteine, die am aufgerichteten und überkippten triadischen Südrand der Osterhorngruppe fensterförmig zutage treten (s. Taf. 2). Vor Austritt in das Almengelände quert man in der Schlucht den Rhättriffkalk der triadischen Aufwölbung

### **Saubachgraben an der Zwölferhorn-Westseite**

(Abb. 1)

Eine vom tiefen Lias über den Dogger bis zum Radiolarit des tiefen Malm reichende Schichtfolge wird im Saubachgraben gegen das Hangende von einer äquivalenten, ebenso vom tiefen Lias bis in den Malm reichenden Schichtfolge abgelöst. Daraus geht hervor, daß die höhere Lias-Dogger-Serie als synsedimentäre Gleitscholle in den Schlamm des tiefmalmischen Radiolarites gelangte. Die Aufschlußserie im Saubachgraben beginnt etwa 750 m südöstlich der Schafbachalm (1038 m), ca. 40 Höhenmeter über der Alm. Um den Punkt zu erreichen, folgt man dem von der Tiefbrunnau kommenden Fahrweg vom Schafbachalm-Forststraßenschranken gegen Süden und zweigt nach ca. 100 m bergwärts zu einem erst west- dann südgerichteten Steig ab. Vor der Saubachquerung liegen hüttengroße Korallenkalkblöcke, die einer 10 m mächtigen Korallenkalklage im hohen Niveau der Kössener Schichten entstammen.

## **Feichtenstein (1253 m) bei Hintersee**

(siehe dazu Taf. 2 und Kap. 2.1.)

Zu diesem größten, in den Kössener Schichten der nördlichen Osterhorngruppe gelegenen oberrhätischen Riffkörper führt der von der Kirche Hintersee gegen Süden in Richtung Untere Tiefbachalm verlaufende Weg mit der Markierung 851. In 990 m NN quert man an der Feichtenstein-Westflanke eine Korallenkalkbank, die sich mit Kössener Schichten verzahnt. Es ist eine jener Bänke, aus der sich gegen die Feichtensteinwand ein 150 m mächtiger Riffkörper entwickelt. Dann quert man den Scheibelbergkalk, den Adnetter Kalk und die Kiesel- und Radiolaritschichten, ehe der Weg in Richtung Gipfelkreuz durch Adnetter Kalk zur Oberkante des Riffs führt. Das Riff wuchs hier bis zum Lias hinauf.

## **Fahrweg zur Gruberalm**

Von der am Ende des Lämmerbachtals ausgehenden Generalm-Forststraße zweigt die Feichtenstein-Forststraße und von dieser der Fahrweg zur Gruberalm (1136 m) ab. Der Weg gelangt zuerst an einer scharfen Kehre zu den Kössener Schichten, gleich danach zum unterlagernden Gruberalmriff, das sich als sehr reich an riffbildenden und riffbewohnenden Fossilien erweist. Eine Kluft im Riffkörper ist von rotem Lias-sediment erfüllt. Die Gruberalm liegt wunderbar im Kar zwischen dem Gruberhorn (1734 m) und der Regenspitze (1675 m) eingebettet.

# **5. Nutzbare Gesteine und mineralische Rohstoffe**

## **Salz**

Die Salzlagerstätte im Evaporit-(Anhydrit, Gips, Salz)führenden Haselgebirge der Zone Hallein – Berchtesgaden ist seit prähistorischer Zeit bekannt. Die ältesten Hinweise auf eine bergmännische Nutzung stammen aus dem Neolithikum (um 2500 v. Chr.). In der älteren Eisenzeit (Hallstattperiode, 100–500 v. Chr.) und in der jüngeren Eisen- oder La Tène-Zeit (500–15 v. Chr.) kommt dem Bergbau schon zunehmend Bedeutung zu und ab dem Jahre 1134 setzt der historische Salzbergbau ein.

Der ÖSAG-Salzbergbau der Saline Hallein nützte am Dürrnberg eine Lagerstätte, die nach Angabe der Salinendirektion 1700 m lang, durchschnittlich 1000 m breit und bis zu einige 100 m mächtig ist. Über dem Haselgebirge mit 20–70 prozentigem Salzgehalt lagert das wasserundurchlässige ausgelaugte Haselgebirge („Salzton“). Reines Steinsalz (Kernsalz) ist nur in geringmächtigen Linsen vertreten.

Das bedeutendste Salzlager befindet sich am Halleiner Salzberg bei Dürrnberg und unter dem Hahnrain. Die dort 1928 im Lethschacht des Wolfdietrich-Horizontes angesetzte Bohrung I durchteufte ein mächtiges, mit sandig-tonigen und anhydritreichen Zwischenlagen durchsetztes Salzlager, in dessen Mittelzone Bittersalze auftreten.

Aufgeschlossen ist die Lagerstätte durch horizontale Grubenbaue. Sieben, bis in das Niveau der Talsohle Hallein reichende Etagen sind durch senkrechte Schächte oder durch Schrägstollen verbunden. Zwischen den Etagen liegen die Salzseen (Laugwerke). Der Abbau erfolgt durch die

Laugwerkmethode und durch die Bohrlochsolemethode. In beiden Fällen fällt eine gesättigte Rohsole an. Während es 1980 27.820 t Salzsole waren und die Sudhütte in Hallein 71.820 t Sudsalz (Industrie- und Reinsalz) erzeugte, sank die Salzproduktion 1984 auf 50.529 t. Am 1. 8. 1989 wurde die Saline Hallein geschlossen, und der Salzabbau eingestellt.

Literatur: M. HELL (1933); W. E. PETRASCHECK(1947a); O. SCHAUBERGER (1953, 1968); B. PLÖCHINGER, (1955, 1976, 1984);, M. MEDWENITSCH (1960, 1963a,b, 1964); O. FRIEDRICH (1963); H. REISENBICHLER (1978); K. THOMANEK (1974, 1978); Unterlagen der Fachabteilung Rohstoffgeologie der Geol. B.-A., Wien.

## **Anhydrit und Gips**

Wie das Salz so sind auch die Anhydrit- und Gipsvorkommen an das Haselgebirge (Oberperm) gebunden. Der Anhydrit wird durch Hydratation in Gips umgewandelt. Als weitaus größtes Vorkommen im Kartenbereich ist der in ca. 900 m NN gelegene, 3 km lange und bis 1 km breite, an Anhydrit und an Gips reiche Haselgebirgskörper von Moosegg (Grubach) – Grabenwald ESE von Kuchl zu nennen. Ihm folgen mit großem Abstand die Vorkommen N der Kirche Scheffau und nordöstlich der Voglau im Lammertal.

Ein Gipsabbau im gipsreichen Haselgebirge von Moosegg (Grubach) – Grabenwald findet 1613 erste urkundliche Erwähnung. 1853 wurde die Erste Salzburger Gipswerks-Gesellschaft Christian Moldan KG. gegründet; sie betreibt heute noch den Gipsbergbau und zählt zu einem der größten Gipsproduzenten und Gipsverarbeiter Österreichs.

Etwa 60 % des abbauwürdigen Rohstoffes bestehen aus Anhydrit und 40 % aus Gips, dessen Dihydratgehalt bei 90 % liegt. Der verkarstete Gipsstut wird selektiv abgebaut und der darunter liegende Anhydrit durch Großbohrlochsprengungen.

1985 erzielte das Werk eine Rohstoffgewinnung von 104.546 t Gips und 95.774 t Anhydrit. Die beste Jahresförderung belief sich 1984 auf 114.760 t Gips und 102.649 t Anhydrit. Ab 1987 erfolgt der Einsatz von Rauchgasentschwefelungsanlage-(REA-)Gipsen. Es werden zu gewissen gebrannten Gipssorten REA-Gipse in einer Größenordnung bis zu 30 % beigegeben.

Verwendung: Anhydrit und Gipsknorpel als Zuschlagstoff bei der Zementherzeugung, Anhydrit für die Schwefelsäureherzeugung; gebrannte Gipse für Stukkaturgips (Baugips, vorwiegend für Bauelemente, z. B. Gips-Zwischenwandplatten, Alabastergips, Mischgipse; Maschinenputz-gips).

Literatur: W. E. PETRASCHECK (1949b); H. MEIXNER (1964, 1974); A. KIESLINGER (1964); B. PLÖCHINGER (1968, 1983, 1984); C. E. MOLDAN (1974, 1982); W. GÜNTHER (1986).

## **Manganschiefer**

Die dunklen, durch ihren Gehalt an sedimentärem Eisen und Mangan ausgezeichneten, metallisch glänzenden, kieselig-mergeligen Kalke der „Manganschiefer“ gehören in das höhere Niveau der Strubbergsschichten (Dogger-tiefer Malm). Sie sind am Nordfuß des Tennengebirges im Liegenden der Lammeregg-, der Sattelberg- und der Roadbergscholle in 40–60 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Das 500 m lange Vorkommen am Lammeregg hat durchschnittlich 9,43 % Mn, das ca. 700 m lange Vorkommen am SW-Fuß des Roadberges (Vorderer Strubberg) obertags 10,19 %, untertags (Ostschollen) 7,37 %. Im 2. Weltkrieg wurde das Ge-

stein nahe Gehöft Rocher probeweise zur Herstellung von Silicomangan abgebaut. Neben dem ca. 200 m langen und bis über 40 m mächtigen Manganschiefervorkommen am Sattelberg (N Kote 1021) liegen noch kleine Vorkommen zwischen Kuchlbach und Infangalm.

Literatur: H. P. CORNELIUS & B. PLÖCHINGER mit Beitr. O. HACKL (1952); B. PLÖCHINGER (1952); K. LECHNER & B. PLÖCHINGER (1956); H. GRUSS (1958); H. GUDDEN (1969); W. GÜNTHER & G. TICHY (1980); H. HAUSLER (1979); W. HAMILTON (1982); K. GERMAN (1982); P. FAUPL & A. BERAN (1983); A. BERAN et al. (1982).

### **Dekorsteine**

Weithin bekannt sind die im Raum Adnet seit mindestens 800 Jahren gebrochenen Varietäten des Adnetter Kalkes („Adnetter Marmor“) und der oberrhätische Riffkalk Adnets („Tropfmarmor“). A. KIESLINGER (1964, 148–242) hat diesen Gesteinen in seinem Buch „Gesteine von Salzburg“ besonders viel Raum gewidmet. Folgende Steinbrüche (Stand 1987) sind tätig (s. dazu Abb. 6):

- „Liembachbruch“ der Marmor-Ind. Kiefer Ges. m. b. H., 5411 Oberalm; (Parz. 208/4, 208/6), ca. 400 m ENE der Kirche Adnet: Roter, knolliger Adnetter Kalk und „Brandschicht“;
- „Wimbergbruch“ oder „Großer Plattenbruch“ der Marmor Ind. Kiefer Ges. m. b. H., 5411 Oberalm, am Fahrweg Unterstein – Bundesstraße Adnet/Krispl, knapp vor der Einmündung in die Bundesstraße: Typischer plattig-knolliger Adnetter Kalk und „Scheck“;
- „Tropfbruch“ der Marmor Ind. Kiefer Ges. m. b. H., 5411 Oberalm (Parz. 208/2), ca. 290 m ENE der Kirche von Adnet: Korallenreicher Oberrhätiriffkalk („Tropf“). Am „Kirchenbruch“ Adnets, in dem auch der weißgetupfte „Tropfmarmor“ vorkommt, wird wegen Erklärung zum Naturdenkmal nicht abgebaut.
- „Schnöllbruch“, Heinrich Deisl, 5421 Adnet (Parz. 205/206) am Fahrweg von Unterstein zur Bundesstraße Adnet/Krispl: Rot-grauer Adnetter Kalk („Rotgrauschnöll-Marmor“);
- „Leisbruch“, Wilh. und Rud. Leis, 5421 Adnet (Parz. 213/2), ca. 700 m NNE der Kirche Adnet/Krispl: Typischer Adnetter Kalk und „Scheck“.

### **Werk- und Bausteine**

Unter diese Gruppe fallen die i. a. unerschöpflich scheinenden Vorkommen mesozoischer Dolomite, Kalke, Mergelkalke sowie quartäre Konglomerate. Folgende tätige Steinbrüche (Stand 1987) sind zu nennen:

- „Steinbruch Rieger“ NNE Puch (KG Thurnberg) der Fa. Anton Rieger 5412 Puch 252: Oberalmer Kalk;
- „Steinbruch Mayerhof“ der Franz Rehrl Ges. m. b. H., 5431 Kuchl, Georgenberg 11, an der Bundesstraße zwischen Kuchl und Golling (KG Kellau): Sandiger, gebankter Kieselkalk der neokomen Hochreithschichten;
- „Steinbruch Lunzen“, Franz Rehrl Ges. m. b. H., 5431 Kuchl, in Kuchl (KG Georgenberg): Oberalmer Kalk;
- Steinbruch Matthias Rettenbacher, 5423 St. Koloman, Taugl 98, am Oberlangenberg ENE Kuchl: Oberalmer Kalk;
- Steinbruch Erich Schorn, 5423 St. Koloman, Taugl 93, am Brücklreit südlich des Tauglbodens: Oberalmer Kalk;
- „Konglomeratbruch Golling-Torren“ der Marmor-Ind. Kiefer Ges. m. b. H., 5411 Oberalm, S Klemmstein (KG Torren): Torrener Nagelfluh;

- Konglomeratbruch W Golling (KG Torren) bei Klemmstein der Fa. Feicht, 5440 Golling-Torren: Torrener Nagelfluh;
- Konglomeratbruch W Golling (KG Torren), Feicht, Granit- und Marmorwerke Salzburg Ges. m. b. H.: Torrener Nagelfluh;
- „Taggerbruch“ (alter und neuer Bruch) am Hagengebirgs-NE-Ende bei Ofenau der Gollinger Kalk und Schotterwerke Alois Tagger, 5440 Golling (Zweigwerk des Portlandzementwerkes Gebr. Leube, 2951 Gartenau): Gebankter Dachsteinkalk;
- „Bernhoferbruch“ am NE-Ende des Hagengebirges (KG Torren) der Gebr. Bernhofer, Zement- und Kalkwerk, 5440 Golling: Gebankter Dachsteinkalk;
- Steinbruch der Fa. Franz Leitner unmittelbar S der Lammeröfen (KG Oberscheffau): Wettersteindolomit;
- „Steinbruch Purgstall“ an der Lammertal-Bundesstraße in Scheffau der Fa. Franz Rehrl, 5431 Kuchl, Georgenberg 11: Grauer Hallstätter Kalk.

### **Sand, Kies**

In den ausgedehnten, unverfestigten Ablagerungen sind derzeit (Stand 1987) folgende Gewinnungsstellen in Betrieb:

- Sand- und Schottergrube in der Flußablagerung der Salzach in Puch (KG Thurnberg) des Sand- und Schotterwerkes Jos. Leitner, 5412 Puch 258;
  - Schottergrube in der Flußablagerung der Lammer SE Unt. Scheffau des Schotter-, Sand- und Splittwerkes Hans Grundbichler, 5440 Scheffau;
  - Schottergrube auf der Eisrandterrasse NW Adnet der Fa. Krispler & Kaserer, 5421 Adnet;
  - Abbau am Schuttkegel bei Geh. Haarberg im Lammertal (KG Scheffau) durch das Schotter-, Sand- und Splittwerk Hans Grundbichler, 5440 Scheffau 144;
  - „Pichlgrube“ (KG Rigaus) in der Moränenablagerung bei Pichl NW Voglau der Fa. Blasius Schnitzhofer, 5441 Abtenau, Au 61;
  - „Tricklgrube“ (KG Abtenau-Unterberg) im Hangschutt der Arlstein-Südseite, N Geh. Trickl der Fa. Blasius Schnitzhofer, 5441 Abtenau, Au 61.
- Anzuführen ist auch noch die Schottergerwinning aus dem Flußbett der Salzach, welche die Tennengauer Sand- und Kieswerk Ges. m. b. H. & Co. KG, 54 Vigaun mit Seilzugschrapern durchführt.

## **6. Hydrogeologie**

### **6.1. Trinkwasserreserven in den Poren- und Karstaquiferen**

(H. BRANDECKER & V. MAURIN)

Die Erkundung und Sicherung von Trink- und Nutzwasserreserven gehört im Umkreis von Ballungsräumen zu den wichtigsten Aufgaben der angewandten Geowissenschaften. Für den Raum Salzburg wurden diesbezügliche Untersuchungen schon vor Jahrzehnten eingeleitet (BRANDECKER, 1974; BRANDECKER & MAURIN, 1982; TOUSSAINT, 1971, 1978; VÖLKL, 1979) und vom Wasserverband Salzburger Becken (WVSB) sy-

stematisch weitergeführt. Es hat sich gezeigt, daß in den klastischen Tal­füllungen des Salzachtales wie auch in jenen der Zubringer (Torrener­bach, Lammer, Schwemmfächer der Taugl) beträchtliche Grundwasser­vorräte vorhanden sind. Ebenso wichtig sind die umrahmenden Karst­stöcke (Tennen- und Hagengebirge, Göll-Lammer-Masse, Osterhorn­gruppe), da an deren Rändern nicht nur große Quellen entspringen, son­dern Karstwässer vielfach direkt in die Tal­füllungen übertreten und so ganz wesentlich zur Alimentierung der Porenaquifere beitragen.

### **Porenaquifere in den Tal­füllungen**

Der am Kartenblatt dargestellte Anteil des Salzachtales gliedert sich sowohl in morphologischer als auch hydrogeologischer Hinsicht in zwei Bereiche, und zwar in die enge Durchbruchstrecke südlich des Paß Lueg und in die breite bereits zum Salzburger Becken gehörende weite Talung nördlich davon.

Im Abschnitt Wimm – Salzachöfen ist der Talboden stark eingengt. Über den quartären Untergrund geben Aufschlußbohrungen für die Aschauer Brücke, für eine ehemals geplante energiewirtschaftliche Nut­zung der Salzach bei Stegenwald sowie für die Salzach-Autobahnbrük­ken Auskunft. Während sich im Süden grobklastische Flußablagerungen mit heterogenen Schuttfächern aus den steilen Seitengraben verzahnen, gehen sie nach Norden in Mittel- bis Feinsande und schließlich in Schlufftone über. Im Bereich der Autobahnbrücken reichen diese Stau­seesedimente bis 520 m Sh., also etwa 25 m über die heutige Salzach hinauf. Die Untergrenze dieser „Seetone“ wurde durch 50 m tiefe Boh­rungen nicht erreicht.

Für eine Speicherung bedeutenderer Grundwassermengen ist dieser Talabschnitt daher nicht geeignet. Im südlichen Bereich wäre die Ein­speisung von Karstwässern in grobklastische Horizonte der Tal­füllung über die seitlichen Schuttfächer möglich, da hier z. T. größere periodi­sche Karstquellen auftreten (z. B. Eisbachquelle auf der Hagengebirgs­seite, bis 3000 l/s).

Hydrogeologisch bedeutsam sind die Verhältnisse im Bereich des Ofe­nauer Berges und der Salzachöfen. Es ist anzunehmen, daß in dieser Schluchtstrecke die Salzach von einem Karstwasserstrom begleitet wird. Wie weit auf diese Weise Salzachwasser direkt in das mächtige Poren­grundwasser-Vorkommen am „Salzach-Lammerspitz“ (H-4) eingespeist wird, ist noch abzuklären.

Eine systematische Untersuchung der Grundwässer des Salzburger Beckens wurde bereits Anfang der 70-er Jahre eingeleitet (BRANDECKER, 1974). Es zeigte sich dabei, daß auf Grund der Geologie sowie der zu­nehmenden Nutzung und Verbauung namhafte Reserven nur mehr im südlichen Bereich (Salzach-, Bluntau- und Lammertal) zu erwarten waren. Hier wurden daher im Auftrag des WWSB 23 Bohrungen mit Durchmesser bis 730 mm (größtenteils Versuchspumpbrunnen, insgesamt 1520 lfm sowie 82 Grundwasser-Pegel; dazu eine größere Anzahl älterer Baugrundboh­rungen) ausgewertet, ergänzt durch umfangreiche geochemische, geo­physikalische und geotechnische Tests. Über die wesentlichsten Ergeb­nisse wurde bereits ausführlich berichtet (BRANDECKER & MAURIN, 1982). Überraschend war, daß das stark übertiefte Salzachtal im Süden meist mit grobklastischen, bis über 150 m mächtigen fluvioglazialen Ablagerun­gen aufgefüllt ist. Grundmoränen fehlen weitgehend. Erst nördlich Golling wird der tiefere Untergrund von feinklastischen Sedimenten des „Salz-

burger Sees“ eingenommen. Diese Grenze steigt gegen Hallein bis auf 25 m u. G. an (Abb. 8). Die sich im Bluntautal, unteren Lammertal und Salzachtal selbst abzeichnenden Grundwasser-Hoffungsgebiete sind als H-01 bis H-8 ausgeschieden (s. Abb. 7 und 8 sowie BRANDECKER & MAURIN, 1982, Abb. 1–10).

Große Bedeutung kommt dem H-4 zu. Hier entstand unmittelbar nördlich des Ofenauer Berges durch Gletscherschurf, vielleicht z. T. auch durch Subrosion, ein etwa 200 m unter die holozäne Flur hinabreichender Riesenkolk. Begrenzt wird das H-4 an der Oberfläche durch die Salzach bzw. die Lammer (Salzach–Lammerspitz), der Felsuntergrund öffnet sich nach Norden ins Gollinger Becken. Wie Grundwasser-Markierungen, Pumpversuche und physikalisch-chemische Messungen ergeben haben, wird dieser mächtige, fluvioglaziale Aquifer sowohl von den Oberflächen-

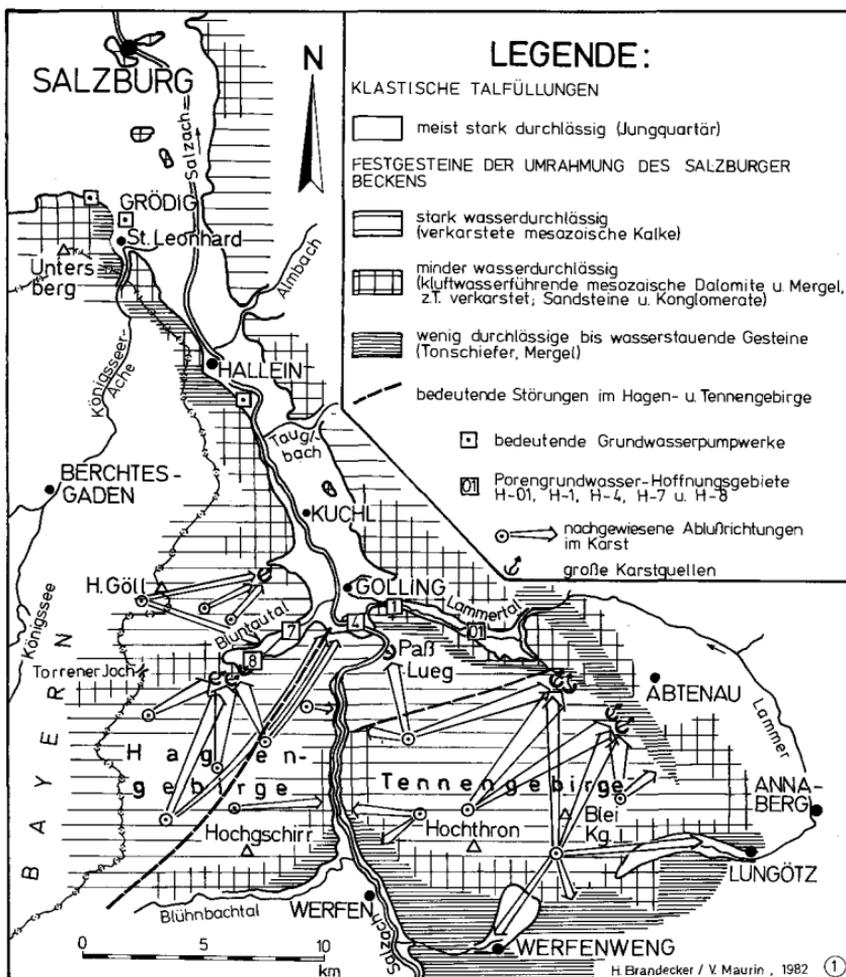


Abb. 7: Hydrogeologische Übersichtsskizze des Salzburger Beckens und seiner Umrahmung (nach H. BRANDECKER & V. MAURIN). Hagen- und Tennengebirge werden im wesentlichen nach Norden ins Bluntautal, zum „Salzach-Lammerspitz“ und ins Lammertal entwässert.

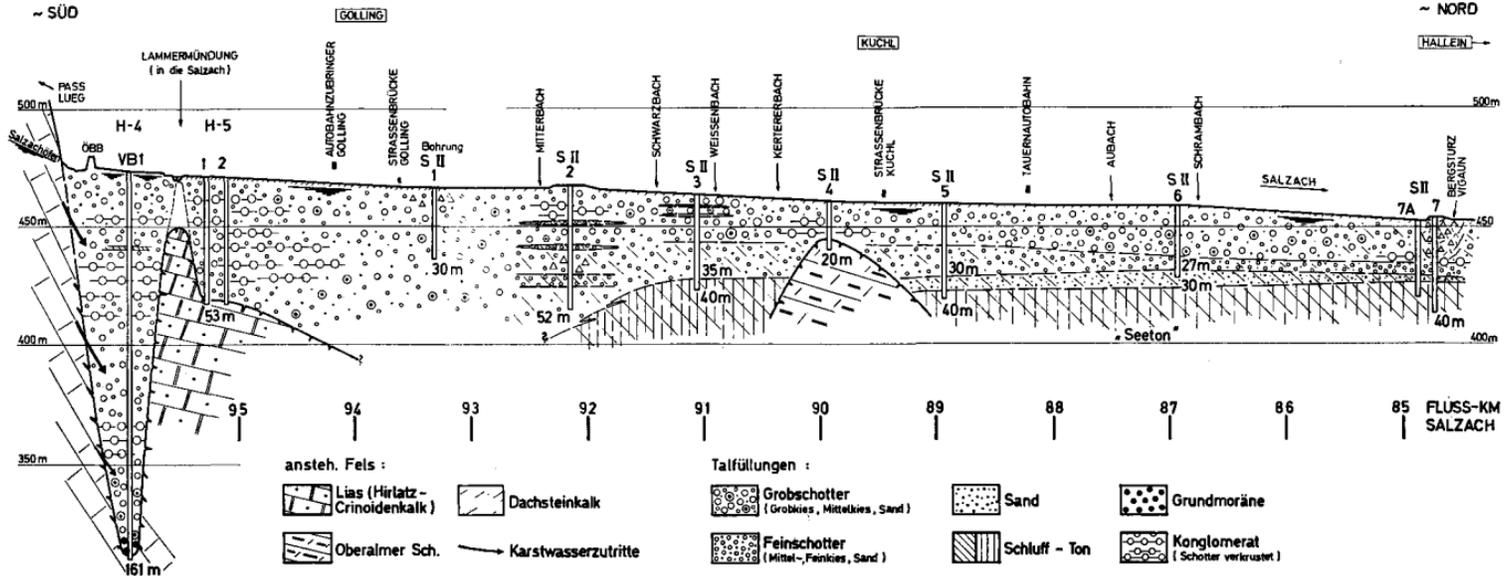


Abb. 8: Hydrogeologisches Salzachtal-Längsprofil Paß Lueg – Hallein (nach H. BRANDECKER & V. MAURIN, 1982). Große Übertiefung des Tales mit grobklastischer Auffüllung im südlichen Abschnitt; stauende Seetone sind erst zwischen Golling und Kuchl im tieferen Untergrund abgelagert.

gewässern, von Karstwässern des Hagengebirges und des Ofenauer Berges (hier wahrscheinlich unterirdisch abfließendes Salzachwasser), als auch durch zuströmendes Porengrundwasser aus dem Lammertal alimentiert (s. BRANDECKER & MAURIN, 1982, Abb. 2–4). Für die praktische Nutzung bieten sich in H-4 sowohl Tiefbrunnen als auch Horizontal-Filterbrunnen an.

Ein weiteres aussichtsreiches Hoffnungsgebiet stellt das untere Lammertal dar (H-01, H-1; siehe BRANDECKER & MAURIN, 1982, Abb. 5–8). Der in den Gesteinen der Lammer-Masse – lithologisch und eismechanisch bedingt – sehr unregelmäßig ausgeschürfte Gletschertrog zeigt im Bereich von Oberscheffau ebenfalls Übertiefungen von mehr als 100 m. Die Verfüllung ist z. T. heterogen. Einzelne Abschnitte erscheinen aber sehr günstig, so z. B. um die Versuchsbohrungen 3 und 4 im H-01 mit 94 bzw. 82 m gut abgestuften Grobkiesen. Zunächst bedenklich erscheinene höhere  $\text{SO}_4$ -Gehalte (30 bis max. 70 mg/l) in Teufen unter 30 m, haben sich aber bei Langzeitpumpversuchen wesentlich reduziert. Dieser Bereich wäre besonders für eine künstliche Grundwasser-Anreicherung mit Karstwässern geeignet (siehe unten).

Ähnliche Verhältnisse herrschen auch im äußeren Lammer- und im Bluntautal. In letzterem erwies sich der hintere Abschnitt (H-8) als besonders aussichtsreich. Veranschaulicht wird dies in dem von BRANDECKER & MAURIN (1982, Abb. 10) gegebenen Längenprofil durch das glazial stark übertiefte Tal. Wegen der engen Verknüpfung mit dem Karstwasserkörper des Hagengebirges wird dieser Bereich im folgenden Kapitel behandelt.

Ein weiteres Grundwasser-Hoffnungsgebiet stellt der Schwemmflächer der Taugl, südöstlich von Hallein, dar. Die dortigen Verhältnisse hat LEDITZKY in Kap. 6.2. beschrieben.

## **Karstaquifere**

Das südliche Drittel des Blattes Hallein wird von den Karststöcken des Hagen- und des Tennengebirges eingenommen. Dieser einstmals zusammenhängende Komplex des Tirolikums taucht im Bereich des Bluntautales, des unteren Lammertales sowie des Abtenauer Beckens mit einer vielfach steilen Stirnabbeugung unter die im Norden angelagerte Göll-Lammer-Masse ab. Der ganze Bereich ist außerdem durch zahlreiche, karsthydrologisch wirksame Störungen in einzelne Blöcke zerlegt.

Wesentlich für die hydrogeologischen Verhältnisse ist der stratigraphisch-lithologische Schichtbestand. Während die Hochplateaus und der Nordrand der beiden Massive aus sehr verkarstungsfreudigen Dachsteinkalken aufgebaut werden, besteht der Kern aus dolomitischen Gesteinen und aus Werfener Schichten. Letztere reichen am Südrande des Tennengebirges auch heute noch bis max. 2000 m, im Blühnbachtal am Hagengebirge bis 1300 m Sh. hinauf. Damit ist die bereits im Miozän angelegte, nach Norden und Nordosten ausgerichtete Karstentwässerung vorgezeichnet. Nur das tiefeingeschnittene Salzachtal (Salzachöfen 470 m Sh.) hat Randbereiche der beiden Gebirgsstöcke an sich gezogen (s. Abb. 7).

Im glazial stark übertiefen Bluntautal (über 120 m) sowie nördlich des Ofenauer Berges (Salzach-Lammerspitz) stehen die Dachsteinkalke in einem unmittelbaren Kontakt mit den quartären Talfüllungen, so daß die Karstwässer hier direkt in die Talgrundwässer übertreten können. Am Tennengebirgs-Nordrand hingegen sind im Hangenden der Dachsteinkalke tonig-mergelige Strubberschichten noch weitgehend erhalten. Sie

bilden zusammen mit Werfener Schichten der Lammer-Masse eine stauende Schürze, hinter der sich die verkarsteten Dachsteinkalke in die Tiefe fortsetzen. Die hier in einer Höhenlage von 150 bis 200 m über dem lokalen rezenten Vorfluter (Lammer bei Oberscheffau 507 m Sh.) austretenden großen Karstquellen sind also durchwegs als Stauquellen zu bezeichnen:

Infangalmquelle	665 m	10– 300 l/s
Wieserbachquellen	655 m	
Scheffauer Schwarzenbachquelle	643 m	100–1500 l/s
Trickfallquelle	730 m	20–3000 l/s
Dachserfallquelle	710 m	220–2000 l/s

Dazu passen sehr gut die Ergebnisse speläologischer Forschungen in Karstsystemen am Nordostabfall des Tennengebirges (VÖLKL, 1985). Demnach liegen die Karstwasserspiegel im Westen (Schildkar, Wirreck) um 720 m Sh. Dies entspricht etwa dem Niveau der Großquellen 10 km weiter im Osten (Trickl- und Dachserfallquelle). Der Karstwasserkörper zeigt also bei Niederwasser eine Depression um die Scheffauer Schwarzenbachquelle (643 m, Siphon in der Winnerfallhöhle 650 m, Kuchlbergalm-schacht etwa 660 m), hebt sich aber bei Hochwasserverhältnissen auch hier auf über 700 m Sh. (Winnerfall-Übersprung 702 m; bis 12 m<sup>3</sup>/s).

Langfristige Abflußmessungen sowie umfangreiche kombinierte Markierungsversuche haben gezeigt, daß über diese hochliegenden Stauquellen auch heute noch etwa 55 bis 60 km<sup>2</sup> des zentralen Tennengebirges entwässert werden. Nur vom Westrand dieses Karstmassives, westlich des präglazialen Pitschenbergtales, werden die Niederschläge direkt zum tiefeingeschnittenen Salzachtal abgeführt (s. BRANDECKER & MAURIN, 1982, Abb. 11–14).

Der Gedanke, die großen Karstquellen am Tennengebirgs-Nordrand für die Wasserversorgung von Salzburg zu nutzen, wurde bereits vor dem ersten Weltkrieg diskutiert. Alle konkreten Projekte scheiterten aber an der bekannten Problematik von Karstwasserfassungen, vor allem an der unsicheren Winterwasserführung. Die geologischen und hydrologischen Verhältnisse dieses Gebietes bieten aber geradezu ideale Voraussetzungen für die Anlage von Stollenfassungen, die über die Nutzung des phreatischen Bereiches sowohl das Niederwasserdargebot wesentlich erhöhen als auch die sonstigen Nachteile von Karstquellen weitgehend beheben könnten. Durch den Einbau von Stautüren in den dichtenden Schürzen (Werfener Schichten, Strubbergsschichten) ließe sich ein Gesteinskeil von über 100 m Mächtigkeit als natürlicher unterirdischer Speicher bewirtschaften. Schneeschmelze und sommerliche Niederschläge würden das Kluff- und Karstreservoir wieder auffüllen, die heutigen Quellen springen wieder an und führen die Hochwässer ungehindert ab (Details dazu siehe BRANDECKER & MAURIN, 1982). Untersuchungen der Wässer haben ergeben, daß sie sich sowohl für eine eventuelle künstliche Anreicherung als auch für eine direkte Mischung mit den Porengrundwässern des Lammertales eignen.

Im Bereich des Bluntauales und im stark übertieften Salzachtal unmittelbar nördlich des Ofenauer Berges treten Karstwässer direkt in die Porrenaquifere über. Bei der Einschätzung der hier gewinnbaren Wassermengen mittels Tiefbrunnen sind diese Karstwasserreserven entscheidend zu berücksichtigen.

Besonderes Interesse kommt als Grundwasser-Hoffungsgebiet und Grundwasser-Reserve dem hinteren Bluntal um den Bärenwirt zu (H-8). Hier lagern in der 200 bis 300 m breiten Talzone 70 bis 90 m mächtige gut durchlässige Schotter direkt den verkarsteten Dachsteinkalken des Hagengebirges auf. Die Grundwasser-Erneuerung in diesem sehr einheitlich aufgebauten Aquifer erfolgt neben der unmittelbaren Infiltration der Niederschläge durch die Versickerung oberirdischer Zuflüsse – z. B. aus der Torrenerjoch-Zone und dem Göll-Südhang sowie aus den Abflüssen der großen Karstquellen am Nordfuß des Hagengebirges (Schwarze Torren, 200–5.000 l/s, mit dem dazugehörigen Hochwasserübersprung, der Weißen Torren, mit bis zu 10.000 l/s) – ganz wesentlich aber durch den direkten Übertritt von Kluft- und Karstwässern aus dem Hagengebirge, vielleicht auch aus dem Göll-Massiv, in den Porenaquifer der Talfüllung (siehe dazu Abb. 9 und 10 in BRANDECKER & MAURIN, 1982). Hier bestünde daher ebenfalls die Möglichkeit, einen bedeutenden Grundwasserkörper als natürlichen Speicher zu bewirtschaften. Bei der Anlage von Tiefbrunnen könnten durch zeitweise stärkere Absenkung während der Wintermonate auch Anteile des benachbarten phreatischen Bereiches des Hagengebirgs-Karstkörpers zur Wassergewinnung herangezogen werden. Ähnlich wie im Tennengebirge würde sich der so geschaffene zusätzliche Speicherraum bei der Schneeschmelze oder stärkeren Niederschlägen wieder rasch auffüllen und schädliche Hochwässer über die natürlichen Quellaustritte abfließen. Die für die Anschätzung der zulässigen Entnahmemengen noch erforderlichen Untersuchungen konnten bisher – wegen falsch verstandener Umweltschutzinteressen – nicht zum Abschluß gebracht werden.

In den Karstarealen der Göll-Lammer-Masse sowie der Osterhorn-Gruppe sind die Voraussetzungen für eine ähnlich günstige Bewirtschaftung von Karstwasser-Reservoiren nicht gegeben. Die hier unter- und oberirdisch abfließenden Wässer tragen aber zur Anreicherung der Talgrundwässer bei. Dies ist besonders in der Osterhorn-Gruppe im Abschnitt der unteren Taugl der Fall.

Im südlichen Salzburger Becken und seiner Umrahmung kann man mit einer sicheren Trinkwasserreserve von etwa 1000 l/s aus den Porenaquiferen und 500 l/s aus Stollenfassungen in den Karststöcken rechnen. Damit ist die Versorgung des sich rasch entwickelnden Ballungsraumes um die Landeshauptstadt noch über Jahrzehnte gewährleistet. Um so dringender ist es aber, die heute noch günstigen Umweltbedingungen um die möglichen Fassungsgebiete in den Tälern, insbesondere die empfindlichen Karstmassive abzusichern. Die ergangene Rahmenverfügung war hierzu ein erster Schritt. Die Verantwortung für ihre Wirksamkeit liegt bei den Politikern!

## **6.2. Hydrogeologie des Tauglkessels**

(H. P. LEDITZKY)

Die Taugl, die ein 50 km<sup>2</sup> großes Einzugsgebiet entwässert, versickert auch bei mittlerer Wasserführung zur Gänze in ihrem eigenen Schwemmfächer, der weit in das Salzachtal vorgebaut ist. Die 136 kartierten Quellen nahmen in Trockenperioden durchwegs so beträchtlich in ihrer Schüttung ab, daß nur einzelne für lokale kleinere Wasserversorgungen inter-

essant, überregional aber bedeutungslos sind. Größere Wassermengen können hingegen aus dem Schwemmfächer erschotet werden, der durch die versickernde Taugl alimentiert wird. Dem Tauglschongebiet kommt daher größte Bedeutung zu, nicht nur, weil die Oberalmer Schichten stark verkarstet sind (es sind 44 z. T. bedeutende Höhlen aus dieser Gesteinsformation bekannt), sondern auch, weil das Tauglgebiet vor allem durch den Fremdenverkehr großzügig aufgeschlossen wird.

Durch ein Abflußpenden-Höhen-Modell, wo die Schüttungen auf die mittlere Höhe der Teileinzugsgebiete bezogen wird, können Überschüsse bzw. Defizite berechnet und damit gebietsübergreifende Entwässerungen erkannt werden. Dabei zeigt sich, daß oberhalb des Davidgrabens und der Lahngangquellen, weiters im Bereich der Hintertrattbergalm die unterirdische Entwässerung über die orographische Hauptwasserscheide hinausreicht und damit eine Erweiterung des bestehenden Tauglschongebiets notwendig ist. Aber auch innerhalb des Tauglkessels sind bedeutende Anzapfungen über einzelne Teileinzugsgebiete hinweg vorhanden. So entwässert der obere Teil des Ramaigrabens zu den Hundsgföllöchern und ein Teil des Storchentalmbaches zu den Lahngangquellen.

Die Berechnung der Trockenwetterfalllinien der an den Teileinzugsgebieten gemessenen Abflüsse, korreliert mit dem Abfluß der Taugl am Pegel Römerbrücke, zeigt, daß die Tauglbodenschichten etwas bessere Speicherfähigkeiten besitzen als die zur Verkarstung neigenden Oberalmer Schichten.

Zu demselben Ergebnis führen die Berechnungen von Kalzit- und Dolomitsättigungen aus hydrochemischen Analysen von Quellwässern, die innerhalb einer Trockenperiode gezogen wurden.

Die Sättigungsindizes von Wässern, deren Einzugsgebiet in den Tauglbodenschichten liegt, sind durchwegs höher als jene von Wässern aus den Oberalmer Schichten, was auf unterschiedliche Verweilzeiten schließen läßt. Eine Bestätigung hierfür liefern auch die Ergebnisse der Isotopenuntersuchungen. Im Herbst 1983 beprobte Quellwässer aus Oberalmer Schichten sind von den isotopisch schwereren Sommerniederschlägen beherrscht. Bedeutend leichter sind Wässer aus Einzugsgebieten mit einer Dominanz an Tauglbodenschichten, was auf im Winter infiltrierte Niederschläge bzw. Schneeschmelzwässer hindeutet.

Generell sind die Wässer aus den kalkreichen Oberalmer Schichten K<sup>+</sup>-ärmer als jene aus den tonmineralreicheren Tauglbodenschichten, was mit geochemischen Analysen korrespondiert.

Die Berechnung von thermodynamischen Gleichgewichten zeigt, daß Wässer, deren Einzugsgebiete in besiedelten Bereichen und bewirtschafteten Almen liegen, zum Teil anthropogen beeinflusst sind und damit eine unnatürliche Ionenzusammensetzung zeigen, was sich besonders in Form erhöhter K<sup>+</sup>-Gehalte ausdrückt.

### **6.3. Höhlen, Karst und Quellen**

(G. TICHY)

#### **Osterhorngruppe**

Im südwestlichen Anteil der Osterhorngruppe treten relativ viele Wasserhöhlen auf. Zum Unterschied zu den Höhlen des Tennengebirges sind sie meist kluftgebunden; ihre Entwässerung erfolgt hauptsächlich linear.

Die einzige labyrinthartig angelegte Höhle ist das Kühlloch. Sie ist auch die einzig größere Höhle, die keinen nennenswerten Wasserlauf führt. Die Quellaustritte befinden sich durch Kappung des Eingangsbereiches meist unterhalb der Höhleneingänge. Im Winter sind sie trocken, mit Ausnahme des Hundsgföllochs und des Lengfeldkellers, wo noch mindestens 5–8 l/sec austreten. Zu Spitzenzeiten führen diese Höhlen bis zu 1000 l/sec und mehr. Für die lokale Wasserversorgung wird vor allem die Quelle aus dem Gernloch genutzt. Eine weitere, kleinere Quelfassung befindet sich beim Reitloch. Der „Feuchte Keller“ ist ein Schlinger. Diese Höhle entwässert den Hintertrattberg zum Hundsgfölloch. Das Hansloch könnte mit der Gutortenbrandhöhle und dem Hennerloch zusammenhängen; eindeutige Beweise stehen noch aus.

Entlang der Wiestalstörung, welche NE–SW verläuft und das Salztal quert, treten einige Mineralquellen zutage. So die Wiestal-Sulfat-Schwefelquelle beim Sendlgut (479 m Sh.) und 30 m bachaufwärts, im „Nebenaustritt“ der Wiestalquelle, die Paracelsus- („Wallmann“-)Quelle 100 m oberhalb der Einmündung des Almbaches in das Wiestal. Ein Zusammenhang dürfte mit den Mineralquellen des Dürrnberges bestehen, welche ebenfalls an derselben NE–SW gerichteten Störungslinie auftreten. Auch ihr Wasserchemismus ist verwandt.

Bei Vigaun wurde 1976 eine Bohrung bis in 1354 m Teufe niedergebracht. Zwischen Bohrmeter 1286 und 1354 traf man eine Mineralquelle an, welche 66,6 l/sec mit einer Temperatur von 40°C im Bohrloch, 29–31°C am Auslauf lieferte und heute die Grundlage für das Kurzentrum Vigaun darstellt.

Ausgeprägte Dolinenlandschaften treten im Gebiet des Hintertrattberges und der Moosangerlalm auf.

## **Tennengebirge**

Das Tennengebirge ist allseits durch tiefe Talfurchen karsthydrographisch isoliert. Es gehört zu den wichtigsten Karstgebieten Europas. Neben der weltberühmten Eisriesenwelt befinden sich hier einige der größten Höhlensysteme Österreichs und einige der tiefsten Schächte der Erde. Von den bisher insgesamt 360 bekannten Höhlen, welche in sogenannten „Höhlenparks“ nesterartig auftreten, gehört der Großteil der Höhlen noch zum Kartenblatt Hallein. Am Plateau gibt es nur wenige ständig aktive Schwinden und nur wenige periodische Seen (Untere Pitschenbergalm, Pfeilerlacke und 3 Dolinentümpel in den Dunklen Gruben). Die großen Karstquellen liegen am Nordfuß des Gebirges und sind durch enorme Schwankungen in der Schüttung gekennzeichnet. Der Scheffauer Schwarzenbach (Winnerfall): 100–15.000 l/sec, Dachserfall 100–1.000 l/sec, Quellaustritte in den Salzachöfen: 10–1.000 l/sec (Brunnecker Höhle – Petrefaktenhöhle) und die Infang Alm-Quelle mit 10–300 l/sec. Der unterirdische Abfluß vom Pitschenbergtal über die markante Ost-Weststörung der Ofenrinne hinweg zum Quellbezirk Paß Lueg wurde nachgewiesen. Am tiefsten liegt der Karstwasserspiegel im Bereich des Quellbezirkes Winnerfall–Schwarzenbach (640–650 m), während er nach Osten und Westen auf 700 m ansteigt.

Im Salztal entspringen einige Karstquellen mittlerer Größenordnung bei der Autobahnbrücke, bei Stegenwald, der Lauterbach bei Sulzau und einige kleinere Quellen bei Tenneck.

**Höhlengenesse:** Im Ottang/Karpat kam es unter feucht-tropischen Bedingungen zur Formung der Kuppenbereiche. Erst mit dem Baden wurden die ersten Höhlen gebildet. Sie befinden sich heute im sogenannten "Höhlenruinen-Niveau", deren Basis knapp unter 2000 m liegt (oberer Bereich vom Sandkar und dem Pitschenbergtal). Dazu gehört die Labyrinthhöhle, Thörlhöhle und Streitmandlhöhle. Der Übergang zum Sarmat war durch ein geringeres Wasserangebot gekennzeichnet, da die Höhlenruinen abrupt enden und kaum syngenetische Übergänge zu den unterlagernden Canyons und Schächten zeigen. Die Hebung führte zur fortschreitenden Isolation der Karststöcke. Die Restentwässerung verlagerte sich zunehmend in den Untergrund. Im Übergang vom Sarmat zum Pannon entwickelte sich die obere Bezugsfläche für das „Riesenhöhlen-Niveau“, das ab 1750 m voll einsetzt und bei 1500 m, stellenweise auch erst bei 1400 m nach unten abschließt. Zu dieser Zeit kam es zur Erosion der mächtigen Sedimentdecken an der Oberfläche. Zu dieser Etage zählt die Eisriesenwelt, der Bretterschacht (gleichzeitig auch Schachthöhle), der Frauenofen (Eishöhle), Platteneckhöhle (Eishöhle), das Schwersystem (die tiefste Schachthöhle Österreichs), die Röthhöhle und das Schneeloch (ebenfalls Schachthöhle).

Mit dem Pont/Daz setzen wieder verstärkte Hebungen ein, welche neuerlich eine von Vertikalhöhlen gestaltete vadose Phase hervorrufen. Im Daz konnte sich der Karstwasserspiegel wieder höhlenbildend konsolidieren. Das „Berghöhlen-Niveau“ entstand. Große Lehmmassen aus den oberen Horizonten wurden bald in die Höhlen eingeschwemmt. Dazu rechnet man die Höhlen, welche zwischen 900 und 1100 m Sh. liegen, wie das Bierloch und die Bergerhöhle. Mit dem Übergang zum Pleistozän sackt das Piezometerniveau immer weiter ab und bleibt schließlich bei  $\pm 700$  m Sh. bis heute hängen. Während der letzten 2 Millionen Jahre schritt die Talentwicklung rasch fort, sodaß der heute überhöhte Karstwasserspiegel an etlichen Stellen von klammartigen Höhlen angezapft wird. Dieses „Quellhöhlenniveau“ ist heute noch in voller Bildung begriffen. Dazu gehören der Dachserfall, Trickfall, Winnerfall und die Brunneckerfallhöhle.

## **Hagengebirge**

Nach dem Tennengebirge ist das Hagengebirge das Höhlen- und karstkundlich bedeutendste Gebiet Salzburgs. Besonders auffällig ist auch hier wieder das Auftreten charakteristischer Höhlentypen in bestimmten Höhenlagen, wie dies auch im Tennengebirge der Fall ist.

In der obersten Kuppenlandschaft des „Hochkönigniveaus“ treten fast nur tektonisch vorgezeichnete Schachtbildungen auf. Selten kommt es zu größeren Höhlenruinen. Derartige Reste alter Höhlensysteme, welche durch flächenhafte Korrosion und Glazialerosion freigelegt wurden, sind am Roßfeld und beim Jagerbrunntrög anzutreffen. Intensiv gefärbte Lehmabänke mit eingelagerten Augensteinen sind dafür charakteristisch.

In derselben Höhenlage wie die Höhlenruinen treten die vermutlich jüngeren, meist canyonartig ausgebildeten Schacht- und Schlingensysteme auf, die alters- und bildungsmäßig mit den tiefer liegenden Großsystemen korrespondieren. Zum Unterschied von den Höhlenruinen sind sie nicht an bestimmte Höhenlagen gebunden. Ihre Eingänge liegen von der Gipfelregion bis knapp über jener der Großhöhlen. Das Vorfluterniveau der alten Canyonhöhlen bilden die zwischen 1600 und 1800 m am

Hagengebirgs-Südrand beginnenden, schlingerartigen Riesenhöhlen. Die Eingangsregion ist meist als Großschlinger ausgebildet, die in 1400 bis 1600 m Höhe, knapp oberhalb der Dolomitgrenze, in leicht nordfallende, gewaltige Gangsysteme übergeht. Dazu gehören die Jagerbrunntröghöhle, das Kälbergrubenwindloch (Eishöhle) und die nicht mehr auf dem Kartenblatt befindliche Tantalhöhle. Diese großräumige Höhlenetage ist noch vor dem Einschneiden des Blühnbachtales entstanden. Große Tunnelstrecken und breite Gewölbepprofile sind typisch. Die Untergrenze wird in etwa 1300–1400m von Dolomit im Liegenden bestimmt. Zwischen 1300 m, dem tiefsten bis heute von oben erreichten Niveau und der untersten Höhlenetage klafft eine Lücke von 5–600 m. Erst in 700–800 m Sh., rund 200 m über dem heutigen Talboden, münden die alten Überläufe der heute in Talniveau austretenden Großquellen.

Eine Sonderform sind die Schlingerhöhlen im Nord-Plateau, welche wahrscheinlich im Pleistozän entstanden sind. Sie sind außerordentlich eng und sind stark an die Gesteinsstrukturen gebunden. Dazu zählt man den Scheukofen, das Brunnloch und die Torren-Bärenhöhle.

Eine Reihe von tektonischen Störungslinien sind durch den Verkarstungsprozeß und durch Erosionsvorgänge herausmodelliert, so wie das Karsttal der Schlum, welches einige 100 m tief ins Plateau eingesenkt ist und über den Seegraben in den ebenfalls tief eingesenkten Karstkessel der Seealm (Sh. 1100 m) führt. Ähnlich ausgebildet ist auch das Karsttal des Roßfeldes. Flache Karsthohlformen sind das Lengtal und die Baerwies. Der Plateaubereich ist relativ reich an Wasserstellen; es treten sogar einige periodische Seen auf, wie der Seeleinsee (im Seealmkessel) und das Laubseelein. Daneben gibt es eine Vielzahl von Wasserstellen und Quellen, die als Schichtquellen an den Flanken der Karsttäler, wie im Seegraben oder in der Schlum, austreten. Die bedeutendsten Karstquellen liegen im Norden des Gebirges, im Bluntau. Die Hauptquelle stellt die ständig fließende „Schwarze Torren“ im Talgrund dar (Eingangshöhe 511 m), die zwischen 80 und 5000 l/sec, im Sommer durchschnittlich 2000 l/sec schüttet. Etwa 100 m höher liegt die „Weiße Torren“ (Sh. 630–750 m), die eine Schüttung zwischen 0 und 10.000 l/sec aufweist. Weitere 200 m höher entspringt der Bluntau. Die höheren Quellhorizonte sind nur bei entsprechend starkem Wasserandrang aktiv. Neben diesen Quellen im Bluntau treten aber auch auf beiden Seiten des Gebirges bedeutende Karstquellen aus. Im Salzachtal entspringen die Quellgruppen bei Steinwend und bei Sulzau. Die Eisgrabenquelle liefert im Sommer durchschnittlich 1–2 m<sup>3</sup>/s. Hydrogeologisch bedeutend ist die Bittersalzquelle am Fuß des Ofenauerberges. Wasserchemismus und Isotopenwerte deuten darauf hin, daß diese Quelle aus einem tiefer liegenden Karstwasserkörper gespeist wird.

## **Göll**

Der Ostteil des Göllmassivs, der Kamm Freieck und der Kleine Göll gehören noch zum Kartenblatt Hallein. Dieser Teil zählt nach dem Gruberhorn wohl zu den höhlenreichsten Regionen des Massivs. Die Hauptentwässerung erfolgt durch die Karstquelle des Gollinger Wasserfalls (= Schwarzbachfall), dessen Höhlenportal in 580 m liegt. Diese Quelle weist enorme Schüttungsschwankungen auf. Fließen im Winter, meist nur aus tiefer gelegenen Nebenaustritten, nur 20 l/sec, so wurden bei Hochwasser schon 17 m<sup>3</sup>/sec gemessen. Neben dieser Karstquelle ist noch die auf gleicher Höhe liegende, ebenfalls ständig fließende Schönbachquelle

zu nennen, welche Schüttungen zwischen 20 und 500 l/sec aufweist. Neben diesen beiden Karstquellen treten nur wenige andere zutage, bei denen die Schüttungsmengen zwischen 2 bis 50 l/sec schwanken. Diese dürften damit zusammenhängen, daß der Talgrund 20 bis 60 m höher liegt als der angenommene Karstwasserspiegel.

Im Ostabschnitt des Gölls sind bisher 29 Höhlen erforscht worden. Das am besten untersuchte Gebiet des Göllmassivs ist der Gruberhorn-Höhlenpark an der Südwestseite des Freieck-Kammes. Die größten bekannten Höhlen liegen durchwegs an den Südhängen und sind genetisch als Einheit zu betrachten.

## 7. Literatur

- AMPFERER, O.: Die geologische Bedeutung der Halleiner Tiefbohrung. – Jb. Geol. B.-A., **86**, 65–88, Wien 1936.
- ARENDET, W.: Coccolithophoriden aus den Oberalmer Schichten (Ober-Tithon) von Puch bei Oberalm, Salzburg. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1977**, 112–127, Stuttgart 1977.
- BERAN, A., FAUPL, P. & HAMILTON, W.: Anchizonale Metamorphose am Nordrand des Tennengebirges (Nördliche Kalkalpen, Salzburg). – Anz. Österr. Akad. Wiss., **118**, 63–66, Wien 1981.
- BERAN, A., FAUPL, P. et al.: Die Manganschiefer der Strubbergsschichten (Nördliche Kalkalpen, Österreich etc.). – Tscherma's Min. Petr. Mitt. (3), **31**, 175–192, Wien 1983.
- BEYSCHLAG, F.: Der Salzstock von Berchtesgaden als Typus alpiner Salzlagerstätten verglichen mit norddeutschen Salzhorsten. – Z. prakt. Geol., **30**, 1–6, Halle/Saale 1922.
- BITTNER, A.: Der Untersberg und die nächste Umgebung von Golling. – Verh. Geol. R.-A., **1883**, 200–204, Wien 1883.
- BITTNER, A.: Die Brachiopoden der alpinen Trias. – Abh. Geol. R.-A., **14**, 1–325, Wien 1890.
- BRANDECKER, H.: Hydrogeologie des Salzburger Beckens. – Steir. Beitr. Hydrogeol., **26**, 5–39, Graz 1974.
- BRANDECKER, H. & MAURIN, V.: Die Trinkwasserreserven des südlichen Salzburger Beckens und seiner Umrahmung. – Österr. Wasserwirtschaft, **34**, 105–122, Wien 1982.
- CORNELIUS, H. P. & PLÖCHINGER, B.: Der Tennengebirgs-N-Rand mit seinen Manganerzen und die Berge im Bereich des Lammertales. – Jb. Geol. B.-A., **95**, 146–225, Wien 1952.
- DEL NEGRO, W.: Zur Herkunft der Hallstätter Gesteine in den Salzburger Kalkalpen. – Verh. Geol. B.-A., **1968**, 45–53, Wien 1968.
- DEL NEGRO, W.: Zur tektonischen Stellung des Hohen Göll. – Verh. Geol. B.-A., **309–314**, Wien 1972.
- DEL NEGRO, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg 1 : 50.000. – S. 1–41, Wien (Geol. B.-A.) 1979.
- DIERSCHKE, V.: Die Radiolarite des Oberjura im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen. – Geotekt. Forschg., **58**, 1–217, Stuttgart 1980.
- DOLAK, E. A.: Das Juvavikum der unteren Lammer. – Unveröff. Diss. Univ. Wien, **88 S.**, Wien 1948.
- EGGER, H.: Zur Geologie des oberen Mörtlbachgebietes (Osterhorn-Gruppe, Salzburg). – Unveröff. Vorarbeit Inst. f. Geowiss. Univ. Salzburg, **48 S.**, Salzburg 1982.
- FAUPL, P.: Turbiditserien in den Kreideablagerungen des Ostalpins und ihre paläogeographische Bedeutung. – Aspekte der Kreide Europas. – In: J. J. WIEDMANN (Hrsg.): IUGS Series A, **6**, 403–411, Stuttgart 1979.

- FAUPL, P. & BERAN, A.: Diagenetische Veränderungen in Radiolarien- und Schwammspicula-führenden Gesteinen der Strubbergsschichten etc. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1983**, 129–140, Stuttgart 1983.
- FAUPL, P., BERAN, A. & HAMILTON, W.: Erkundung auf Mangan in den Strubbergsschichten im Gebiet Golling-Abtenau (Salzburg). – Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **2**, 171, Wien 1982.
- FAUPL, P. & MILLER, Ch.: Über das Auftreten von Kaersutit als Schwermineral in den Roßfeldsschichten (Unterkreide) der Nördlichen Kalkalpen. – Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw., Kl., **114** (1977), 156–160, Wien 1978.,
- FAUPL, P. & TOLLMANN, A.: Die Roßfeldsschichten: Ein Beispiel für Sedimentation im Bereich einer tektonisch aktiven Tiefseerinne aus der kalkalpinen Unterkreide. – Geol. Rundschau, **68**, H. 1, 93–120, Stuttgart 1979.
- FENNINGER, A. & HOLZER, H. L.: Fazies und Paläogeographie des oberostalpinen Malm. – Mitt. Geol. Ges., **63**, (1970), 52–141, Wien 1972.
- FISCHER, A. G.: The Lofers-Cyclothem of the Alpine Triassic. – Bull. Geol. Surv. Kansas, **169**, 107–149, Lawrence 1964.
- FISCHER, A. G.: Eine Lateralverschiebung in den Salzburger Kalkalpen. – Verh. Geol. B.-A., **1965**, 20–33, Wien 1965.
- FLÜGEL, E.: Kalkalgen aus Riffformen der alpin-mediterranen Obertrias. – Verh. Geol. B.-A., **1974**, 297–346, Wien 1975.
- FLÜGEL, E. & KEUPP, H.: Coccolithen-Diagenese in Malm-Kalken (Sonthofen, Frankenalb, Oberalm/Salzburg). – Geol. Rundschau, **68/3**, 876–893, Stuttgart 1979.
- FLÜGEL, E. & TIETZ, G.: Über die Ursachen der Buntfärbung in Oberrhät-Riffkalken (Adnet, Salzburg). – N. Jb. Geol. Pal. Abh., **139/1**, 29–42, Stuttgart 1971.
- FLÜGEL, H. & FENNINGER, A.: Die Lithogenese der Oberalmer Schichten und der mikritischen Plassen-Kalke (Tithonium, Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **123**, 249–280, Stuttgart 1966.
- FRASL, G. et al.: Metamorphose von der Basis der Nördlichen Kalkalpen bis in die tiefsten Einheiten der Ostalpen im Profil Salzburg – mittlere Hohe Tauern. – Geologischer Tiefbau der Ostalpen, **2**, 6–8, Graz 1975.
- FUCHS, W.: Eine bemerkenswerte, tieferes Apt belegende Foraminiferenfauna aus den konglomeratreichen Oberen Roßfeldsschichten von Grabenwald (Salzburg). – Verh. Geol. B.-A., **1968**, 87–97, Wien 1968.
- FUGGER, E.: Die Gruppe des Gollinger Schwarzenberges. – Jb. Geol. R.-A., **55**, 169–216, Wien 1905.
- FUGGER, E.: Das Tennengebirge. – Jb. Geol. B.-A., **64** (1914), 369–442, Wien 1915.
- GARRISON, R. E.: Pelagic limestones of the Oberalm beds (Upper Jurassic – Lower Cretaceous), Austrian Alps. – Bull. Canad. Petr. Geol., **15**, 21–49, Calgary 1967.
- GARRISON, R. E. & FISCHER, A. G.: Deep water Limestones and Radiolarites of the alpine Jurassic. – In: FRIEDMAN, G. M. (Hrsg.): Depositional Environments in Carbonatic Rocks. A symposium. – Spec. Public. Soc. Econ. Paleont., Min., **14**, 20–56, Tulsa 1969.
- GAWLICK, H. J.: Jurassische Sedimentationsdynamik als Hauptformungsprozeß im unteren Lammertal zwischen Paß Lueg und Oberscheffau (Österreich, Salzburg). – Unveröff. Diplomarbeit. – 55 S., Marburg/Lahn (Geol. Pal. Inst. d. Philipps Univ.) 1988.
- GERMANN, K.: Verbreitung und Entstehung Mangan-reicher Gesteine im Jura der Nördlichen Kalkalpen. – Tschermaks Miner. Petrogr. Mitt., (3) **17**, 123–150, Wien 1972.
- GORJANOVIC-KRAMBERGER, K.: Die obertriadische Fischfauna von Hallein in Salzburg. – Beitr. Paläont. Geol. Österr. Ungarn Orient, **18**, 193–224, Wien 1905.
- GÖTZINGER, G.: Das Salzachtal von Salzburg bis Golling. – Führer Quartärexk. Österr., **II**, 1–6, Wien 1936.
- GRUSS, H.: Exhalativ-sedimentäre Mangankarbonatlagerstätten mit besonderer Berücksichtigung der liassischen Vorkommen in den Berchtesgadener und Salzburger Alpen. – N. Jb. Min. Abh., **92**, 47–107, Stuttgart 1958.
- GÜNTHER, W.: Von Ybsbrockern und Ybssambliern zur Ersten Salzburger Gipswerks-Gesellschaft Christian Moldan KG. – 175 Jahre Gipswerk Kuchl (Festschrift). – Salzburg (Salzburger Druckerei) 1986.

- GÜNTHER, W. & TICHY, G.: Manganberg- und Schurfbaue im Bundesland Salzburg. – Mitt. Ges. Salz. Landeskd. **119**, 1979, 351–373, Salzburg 1980.
- HAMILTON, W.: Die Hallstätter Zone des östlichen Lammertales und ihre geologischen Beziehungen zum Tennengebirgstirolikum (Nördl. Kalkalpen). – Unveröff. Diss. Univ. Wien, 226 S., Wien 1981.
- HASERODT, K.: Riesengletschertöpfe am Nordausgang des Kalkalpen-Durchbruchtales der Salzach bei Golling (Salzburg). – Mitt. Geogr. Ges. München, **50**, München 1965.
- HÄUSLER, H.: Zur Geologie und Tektonik der Hallstätter Zone im Bereich des Lammertales zwischen Golling und Abtenau (Sbg.). – Jb. Geol. B.-A., **122**, 75–141, Wien 1979.
- HÄUSLER, H.: Zur tektonischen Gliederung der Lammer – Hallstätter Zone zwischen Golling und Abtenau (Salzburg). – Mitt. Österr. Geol. Ges., **71/72**, 403–413, Wien 1980.
- HÄUSLER, H.: Über die Einstufung der Hallstätter Schollen im Bereich der westlichen Lammermasse (Salzburger Kalkhochalpen). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **27**, 145–159, Wien 1981.
- HÄUSLER, H.: Bericht 1980 über geologische Aufnahmen auf Blatt 94 Hallein. – Verh. Geol. B.-A., **1981/1**, A54–56, Wien 1984.
- HEUBERGER, H.: Die Salzburger „Friedhoferrasse“ – eine Schliernterrasse ?. – Z. Gletscherkde. Glazialgeol., **8**, 237–251, Innsbruck 1972.
- HÖCK, V. & SCHLAGER, W.: Einsedimentierte Großschollen in den jurassischen Strubbergbrekzien des Tennengebirges (Salzburg). – Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., **101**, 228–229, Wien 1964.
- HOLZER, H. F.: Erläuterungen zur Karte der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe der Republik Österreich. – In: P. BECK-MANNAGETTA, et al.: Erläuterungen zur Geologie und Lagerstättenkarte 1 : 1.000.000 von Österreich, 29–65, Geol. B.-A., Wien 1966.
- HUCKRIEDE, R.: Rhyolithen-Anreicherung (Oxfordium) an der Basis des älteren Radiolarites der Salzburger Kalkalpen. – Geologica et Palaeontologica, **5**, 131–145, Marburg 1971.
- HUSEN, D. VAN: Verbreitung, Ursachen und Füllung glazial übertiefter Talabschnitte an Beispielen in den Ostalpen. – Eisz. u. Gegenw., **29**, 9–22, Hannover 1979.
- HUSEN, D. VAN: In B. PLÖCHINGER: Erläuterungen zu Bl. 95 St. Wolfgang d. Geol. Karte der Republik Österreich 1 : 50.000. – 37–44, Wien (Geol. B.-A.) 1982.
- HYDROGEOLOGIE DER OSTERHORNGRUPPE, EINZUGSGEBIET TAUGLBACH (ST. KOLOMAN), TI. I (1984), TI. II (1985). – Unpubl. Berichte des Institutes f. Geothermie u. Hydrogeologie der Forschungsges. Joanneum, Graz (mit Beiträgen von T. HARUM, H. HASEKE-KNAPCZYK, W. KLAPPACHER & H. KLAPCZYK, H. P. LEDITZKY), 1984, 1985.
- JURGAN, H.: Sedimentologie des Lias der Berchtesgadener Kalkalpen. – Geol. Rundschau, **58**, 464–501, Stuttgart 1969.
- KIESLINGER, A.: Die nutzbaren Gesteine Salzburgs. – 436 S., Salzburg (Bergland-Buch) 1964.
- KIRCHNER, E.: (Exkursion M 5 und M 6) Die Gips- und Anhydritlagerstätten um Golling–Abtenau und die Breunneritlagerstätten von Diegrub bei Abtenau. – Der Karinthin, Folge **77**, 325–328, Salzburg 1977.
- KIRCHNER, E.: Vulkanite aus dem Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen und ihre Metamorphose. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **71/72**, (1978/79), 385–396, Wien 1980.
- KITTL, E.: Materialien zu einer Monographie der Halobiidae und Monotidae der Trias. – Res. wiss. Erforschg. d. Balatonsees, I. u. II, 229 S., Budapest 1912.
- KLAPPACHER, W. & HASEKE-KNAPCZYK, H. (Red.): Salzburger Höhlenbuch, **4**, 556 S., Salzburg (Landesver. f. Höhlenkde.) 1985.
- KLAUS, W.: Mikrospondyli-Stratigraphie der ostalpinen Salzberge. – Verh. Geol. B.-A., **1953**, 161–175, Wien 1953.
- KOBER, L.: Bau und Entstehung der Alpen. – 1. Aufl., 283 S., Berlin (Borntraeger) 1923.
- KOLLMANN, K.: Ostracoden aus der alpinen Trias Österreichs. I. *Parabairdia* n. g. und *Ptychobairdia* n. g. (*Bairdiidae*). – Jb. Geol. B.-A., Sb. **54**, 79–105, Wien 1960.

- KOLLMANN, K.: Ostracoden aus der alpinen Trias Österreichs, II. Weitere Bairdiidae. – Jb. Geol. B.-A., **106**, 121–203, Wien 1963.
- KRAFFT, A. v.: Über den Lias des Hagengebirges. – Jb. Geol. R.-A., **47**, 199–224, Wien 1898.
- KRAMER, H. & KRÖLL, A.: Die Untersuchungsbohrung Vigaun U 1 bei Hallein in den Salzburger Kalkalpen. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **70**, 1–10, Wien 1979.
- KRYSTYN, L.: Triassic Conodont Localities of the Salzkammergut Region (Northern Calcareous Alps). – Abh. Geol. B.-A., **35**, 61–98, Wien 1980.
- KRYSTYN, L.: Bericht 1984 über geologische Aufnahmen in den Kalkalpen auf Blatt 94 Hallein. – Jb. Geol. B.-A., **128/2**, 264ff., Wien 1985.
- KRYSTYN, L. & SCHLAGER, W.: Der Stratotypus des Tuval. – Annales Inst. Geol. Publ. Hungarici, **LIV**, Fasc. 2, 591–605, Budapest 1969.
- KÜHNEL, J.: Zur tektonischen Stellung des Göll im Berchtesgadener Land. – Geol. Rundschau, **16**, 378–383, Berlin 1925.
- KÜHNEL, J.: Geologie des Berchtesgadener Salzberges. – N. Jb. Min. etc., Beil.-Bd. B, **61**, 17–22, Stuttgart 1929.
- KUSS, J.: Faziesentwicklung im proximalen Intraplattform-Becken; Sedimentation, Palökologie und Geochemie der Kössener Schichten (Obertrias, Nördliche Kalkalpen). – Facies, **9**, 61–171, Erlangen 1983.
- LECHNER, K. & PLÖCHINGER, B.: Die Manganlagerstätten Österreichs. Symp. sobre yacimientos de Manganese. – XX Congr. Geol. Int. Mexico, **5**, 299–313, Mexico 1956.
- LEIN, R.: Neue Ergebnisse über die Stellung und Stratigraphie der Hallstätter Zone südlich der Dachsteindecke. – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, **184**, 197–235, Wien 1976.
- LEIN, R.: Das Mesozoikum der Nördlichen Kalkalpen als Beispiel eines gerichteten Sedimentationsverlaufes infolge fortschreitender Krustenausdünnung. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **6**, 117–228, Wien 1985.
- LEISCHNER, W.: Zur Kenntnis der Mikrofauna und -flora der Salzburger Kalkalpen. – N. Jb. Geol. u. Pal., Abh. **112**, 1–47, Stuttgart 1961.
- LEUSCHNER, K.: Der Gollinger Schwarzenberg – Teil eines jurassischen Gleitschollenschwarms (Österreich, Salzburger Land). – Unveröff. Diplomarbeit Geol.-Pal. Inst. Phillips Univ. Marburg/Lahn, 66 S., 1989.
- LOBITZER, H. & SURENIAN, R.: Geologische Untersuchungen an ausgewählten Vorkommen von Dolomit im Bundesland Salzburg. – Arch.f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **5**, 73–97, Wien 1984.
- MEDWENITSCH, W.: Zur Geologie des Halleiner Salzberges. Die Profile des Jakobberg- und Wolfdietrichstollens. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **51**, (1958), 197–218, Wien 1960.
- MEDWENITSCH, W.: Die Bedeutung der Grubenaufschlüsse des Halleiner Salzberges für die Geologie des Ostrandes der Berchtesgadener Schubmasse. – Z. Dt. Geol. Ges., **113**, (1961), 463–449, Hannover 1962.
- MEDWENITSCH, W.: Halleiner Salzberg (Dürrnberg). – Verh. Geol. B.-A., Sh. F, 67–81, Wien 1963.
- MEDWENITSCH, W. & SCHLAGER, W.: Ostalpen-Übersichtsexkursion. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **57**, 57–106, Wien 1964.
- MEIXNER, H.: Die Erz- und Minerallagerstätten Salzburgs. – Berg- u. Hüttenmänn. Mh., **119**, 503–512, Wien (Springer) 1974.
- MOJSISOVICS, E. v.: Faunengebiet und Faciesgebilde der Trias-Periode in den Ostalpen. – Jb. Geol. R.-A., **24**, 81–134, Wien 1874.
- MOJSISOVICS, E. v.: Nachweis der Zone des Tropites subbulatus in den Hallstätter Kalken von Hallein. – Verh. Geol. R.-A., **1889**, 2778–2809, Wien 1889.
- MOLDAN, C. E.: Gipsbergbau in der alpinen Trias. – Kuchler Gips-Ber., H. 1, 21–23, 1974.
- MOLDAN, K.: Die österreichische Gipsindustrie. – Berg- u. Hüttenmänn. Mh., **127**, 391–393, Wien 1982.
- MOSTLER, H.: Holothuriensklerite aus anisischen, karnischen und norischen Hallstätter Kalken. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **1**, H. 1, 1–30, Innsbruck 1971.

- MOSTLER, H. & ROSSNER, R.: Mikrofazies und Palökologie der höheren Werfener Schichten (Untertrias) der Nördlichen Kalkalpen. – *Facies*, **10**, 87–144, Erlangen 1984.
- PENCK, A.: Die interglazialen Seen von Salzburg. – *Z. Gletscherkde. Glazialgeol.*, **4**, 81–95, Berlin 1910.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E.: Die Alpen im Eiszeitalter. – 1. Bd., Leipzig 1910.
- PETRASCHECK, W. E.: Der tektonische Bau des Hallein– Dürnberger Salzberges. – *Jb. Geol. B.-A.*, **90**, (1945), 3–19, Wien 1947.
- PETRASCHECK, W. E.: Die geologische Stellung der Salzlagerstätte von Hallein. – *Berg- u. Hüttenmänn. Mh.*, **94**, 60–62, Wien 1949a.
- PETRASCHECK, W. E.: Der Gipsstock von Grubach bei Kuchl. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1947**, 148–152, Wien 1949b.
- PIA, J.: Wanderungen im unteren Lammertal. – In: E. SPENGLER: *Geologischer Führer durch die Salzburger Kalkalpen und das Salzkammergut*. – *Sammlg. Geol. Führer*, **26**, 78–104, Berlin (Gebr. Borntraeger) 1924.
- PICHLER, H.: Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Roßfeld und Markt Schellenberg im Berchtesgadener Land. – *Beih. Geol. Jb.*, **48**, 129–204, Hannover 1963.
- PIPPAN, Th.: Anteil der Glazialerosion und Tektonik an der Beckenbildung des Salzsachtals. – *Z. f. Geomorph., N.F.*, **1**, 71–100, Berlin – Nikolassee 1957.
- PIPPAN, Th.: *Aufnahmeberichte 1957, 1958*. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1958, 1959**, Wien 1958 und 1959.
- PIPPAN, Th.: Bericht über geologische Kartierung zwischen Kuchl und Grödig. – *Mitt. natw. Arb. Gem. Haus d. Natur*, **11**, 19–34, Salzburg 1960.
- PIPPAN, Th.: Die Stadterrassen von Salzburg. – *Mitt. Österr. Geogr. Ges.*, **109**, 115–128, Wien 1967.
- PLÖCHINGER, B.: *Aufnahmeberichte (Blatt 94 Hallein) 1950–1953, 1969–1981, 1983–1985*. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1950/51–1953, 1970–1982, 1985–1986 (128/2, 129/2)**, Wien 1951–1954, 1970–1984, 1985–1986.
- PLÖCHINGER, B.: Charakterbilder aus der Tektonik der Salzburger Kalkalpen. – *Verh. Geol. B.-A., Sh. C.*, 107–111, Wien 1952.
- PLÖCHINGER, B.: Zur Geologie des Kalkalpenabschnittes vom Torrener Joch bis zum Ostfuß des Untersbergs; die Gölmmasse und die Halleiner Hallstätter Zone. – *Jb. Geol. B.-A.*, **98**, H. 1, 93–144, Wien 1955.
- PLÖCHINGER, B.: Die Hallstätter Deckschollen östlich von Kuchl/Salzburg und ihre in das Aptien reichende Roßfeldschichten-Unterlage. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1968**, H. 1–2, 80–86, Wien 1968.
- PLÖCHINGER, B.: Das Juraprofil an der Zwölferhorn-Westflanke (Nördliche Osterhorngruppe, Salzburg). – *Verh. Geol. B.-A.*, **1975/2–3**, 27–33, Wien 1975.
- PLÖCHINGER, B.: Gravitativ transportiertes permisches Haselgebirge in den Oberalmer Schichten (Tithonium, Salzburg). – *Verh. Geol. B.-A.*, **1974/1**, 71–88, Wien 1974.
- PLÖCHINGER, B.: Die Oberalmer Schichten und die Platznahme der Hallstätter Masse in der Zone Hallein – Berchtesgaden, mit Beiträgen von K. BADER und H. HOLZER. – *N. Jb. Geol. Pal. Abh.*, **151**, 304–324, Stuttgart 1976.
- PLÖCHINGER, B.: Die Untersuchungsbohrung Guthratsberg B1 südlich St. Leonhard im Salzsachtal (Salzburg). – *Verh. Geol. B.-A.*, **1977/2**, 3–11, Wien 1977.
- PLÖCHINGER, B.: Argumente für die intramalmische Eingleitung von Hallstätter Schollen bei Golling (Salzburg). – *Verh. Geol. B.-A.*, **1979/2**, 181–197, Wien 1979.
- PLÖCHINGER, B.: Die Nördlichen Kalkalpen. – In: R. OBERHAUSER (Red.): *Der geologische Aufbau Österreichs*, 217–264, Wien (Springer) 1980.
- PLÖCHINGER, B.: Erläuterungen zu Blatt 95 St. Wolfgang im Salzkammergut d. Österr. Kte. d. Republik Österreich 1 : 50.000 (mit Beiträgen von H. A. KOLLMANN, W. KOLLMANN, G. SCHÄFFER, D. VAN HUSEN), 74 S., Wien (Geol. B.-A.) 1982.
- PLÖCHINGER, B.: Salzburger Kalkalpen. – *Sammlg. Geol. Führer*, **73**, 144 S., Berlin – Stuttgart (Gebr. Borntraeger) 1983.
- PLÖCHINGER, B.: Zum Nachweis jurassisch-kretazischer Eingleitungen von Hallstätter Gesteinsmassen beiderseits des Salzach-Quertales (Salzburg). – *Geol. Rundschau*, **73**, 1984, H. 1, 293–304, Stuttgart 1984.

- PREY, S.: Zwei Tiefbohrungen der Stieglbrauerei in Salzburg. – Verh. Geol. B.-A., 216–224, Wien 1959.
- REISENBICHLER, H.: Salzbergwerk Dürrnberg. – Österr. Salinen (Hrsg.), Salzburg 1978.
- ROSENBERG, P.: Die liasische Cephalopodenfauna der Kratzalpe im Hagengebirge. – Beitr. Pal. Geol. Österr. Ungarn Orient, **22**, 193–345, Wien 1909.
- SCHÄFER, P.: Fazielle Entwicklung und palökologische Zonierung zweier obertriadischer Riffstrukturen in den Nördlichen Kalkalpen („Oberrhät“-Riff-Kalke, Salzburg). – Facies, **1**, 3–245, Erlangen 1979.
- SCHÄFER, P. & SENOWBARI-DARYAN, B.: Neue Korallen (Scleractinia) aus oberrhät. Riffkalcken südlich von Salzburg (Nördliche Kalkalpen, Österreich). – Senck. Leth., **59**, 117–135, Frankfurt/Main 1978.
- SCHÄFER, P. & SENOWBARI-DARYAN, B.: Globochaeten-Zoosporen aus den obertriadischen Riffkalcken südlich von Salzburg (Nördliche Kalkalpen). – Verh. Geol. B.-A., **1980**, 97–103, Wien 1980.
- SCHAUBERGER, O.: Die stratigraphische Aufgliederung des alpinen Salzgebirges. – Berg- u. Hüttenmänn. Mh., **94**, 46–56, Wien 1949.
- SCHAUBERGER, O.: Salzlagerstätte Dürrnberg – Hallein. – Exk.-Führer Mineralogentagung, Leoben 1953.
- SCHAUBERGER, O.: Zur Genese des alpinen Haselgebirges. – Z. Dt. Geol. Ges., **105** (1955), 736–751, Hannover 1955.
- SCHAUBERGER, O.: Die vorgeschichtlichen Grubenbaue im Salzberg Dürrnberg/Hallein. – Prähist. Forschg. (Anthropol. Ges. Wien), **6**, 22 S., Wien 1968.
- SCHAUBERGER, O.: Die alpinen Salzlagerstätten. – Proceed. **3**, II SMEDA. – Verh. Geol. B.-A., 455–459, Wien 1978.
- SCHLAGER, M.: Beitrag zur Geologie des Trattberges (Vortrag). – Mitt. natw. Arb. Gem. Haus d. Natur, **3/4**, 11–26, Salzburg 1953.
- SCHLAGER, M.: Der geologische Bau des Plateaus von St. Koloman. – Mitt. Ges. Salzbg. Landesk., **94**, 209–225, Salzburg 1954.
- SCHLAGER, M.: Geologische Studien im Tauglboden (Vortrag). – Mitt. natw. Arb. Gem. Haus d. Natur, Salzburg, **7**, 25–45, Salzburg 1956.
- SCHLAGER, M.: Exkursion zum Untersbergfuß und nach Adnet. – Mitt. natw. Arb. Gem. Haus d. Natur, **8**, 19–25, Salzburg 1957.
- SCHLAGER, M.: Kleine geologische Studie über das Adnetter Becken. – Festschr. natw. Arb. Gem. Haus d. Natur, 12–17, Salzburg 1958a.
- SCHLAGER, M.: Beiträge zur Geologie des Schlenkens bei Hallein. – Mitt. natw. Arb. Gem. Haus d. Natur, 9–30, Salzburg 1958b.
- SCHLAGER, M.: Aufnahmsberichte 1957–1968. – Verh. Geol. B.-A, **1958–1969**, Wien 1958–1969.
- SCHLAGER, M.: Bilder von Sedimentations- und Bewegungsvorgängen im Jura des Tauglgebietes. – Mitt. natw. Arb. Gem. Haus d. Natur, **11**, 7–17, Salzburg 1960.
- SCHLAGER, M. & SCHLAGER, W.: Über die Sedimentationsbedingungen der jurassischen Tauglbodenschichten (Osterhorngruppe, Salzburg). – Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., **106**, 178–183, Wien 1969.
- SCHLAGER, W.: Das Zusammenwirken von Sedimentation und Bruchtektonik in den triadischen Hallstätterkalcken der Ostalpen. – Geol. Rundschau, **59**, 289–308, Stuttgart 1969.
- SCHLAGER, W. & SCHLAGER, M.: Clastic sediments associated with radiolarites (Tauglbodenschichten, Upper Jurassic, Eastern Alps). – Sedimentology, **20**, 65–89, Amsterdam 1973.
- SCHLOSSER, M.: Das Triasgebiet von Hallein. – Zsch. Dt. Geol. Ges., **50**, 333–384, Berlin 1898.
- SCHRAMM, J. M.: Bemerkungen zum Metamorphosegeschehen in klastischen Sedimentgesteinen im Salzburger Abschnitt der Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **71/72**, (1978/79), 379–384, Wien 1980.
- SEEFELDNER, E.: Geographischer Führer durch Salzburg. Alpen und Vorland. – Sammlg. geogr. Führer, **3**, S. 279, Berlin (Borntraeger) 1929.
- SEEFELDNER, E.: Talgeschichtliche Studien im Gebiet des Wiestales. – Mitt. Geogr. Ges., **74**, 42–56, Wien 1931.

- SEEFELDNER, E.: Die Entstehung der Salzachöfen (Vortrag). – Mitt. natw. Arb. Gem. Haus d. Natur, **1**, 40–43, Salzburg 1951.
- SEEFELDNER, E.: Salzburg und seine Landschaften. – 573 S., Salzburg (Bergland) 1961.
- SEIDL, E.: Die Salzstöcke des deutschen (germanischen) und des Alpen-Permsalz-Gebietes. – Kali, **21**, 346–360, Halle (Saale) 1927.
- SENOWBARI-DARYAN, B.: Ein neuer Fundpunkt von *Placklesia multipora* BILGÜTAY aus den Kössener Schichten des Feichtensteins bei Hintersee (Salzburg, Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **25**, 197–203, Wien 1978a.
- SENOWBARI-DARYAN, B.: Neue Sphinctozoen (segmentierte Kalkschwämme) aus den „oberrhätischen“ Riffkalken der Nördlichen Kalkalpen (Hintersee, Salzburg). – Senck. Leth., **59**, 205–227, Frankfurt 1978b.
- SENOWBARI-DARYAN, B.: Fazielle und paläontologische Untersuchungen in oberrhätischen Riffen (Feichtenstein- und Gruberiff bei Hintersee, Salzburg, Nördliche Kalkalpen). – Facies, **3**, 1–237, Erlangen 1980.
- SENOWBARI-DARYAN, B. & SCHÄFER, P.: Neue Kalkschwämme und ein Problematikum (*Radiomura cautica* n. g. n. sp.) aus Oberrhät-Riffen südlich von Salzburg (Nördliche Kalkalpen). – Mitt. Österr. Geol. Ges., **70**, (1977), 17–42, Wien 1979a.
- SENOWBARI-DARYAN, B. & SCHÄFER, P.: Distributional patterns of Calcareous Algae within Upper Triassic patch reef structures of the Northern Calcareous Alps (Salzburg). – Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine, **3** (1979), 811–820, Pau 1979b.
- SICKENBERG, O.: Geologische Untersuchungen in der nördlichen Osterhorngruppe. – Anz. Akad. Wiss. math.-naturw. Kl., **68**, 287–289, Wien 1931.
- SICKENBERG, O.: Ein rhätisches Korallenriff aus der Osterhorngruppe. – Verh. zool. bot. Ges., **82**, 35–40, Wien 1932.
- SIEBER, R.: Neue Untersuchungen über die Stratigraphie und Ökologie der alpinen Triasfaunen. I. Die Fauna der nordalpinen Rhättriffkalke. – N. Jb. Min. Beil. Bd., **78 B.**, 123–188, Stuttgart 1937.
- SPENGLER, E.: Geologischer Führer durch die Salzburger Alpen und das Salzkammergut. – Sammlg. geol. Führer, **26**, 150 S., Berlin (Borntraeger) 1924.
- STEIGER, T.: Kalkturbidite im Oberjura der Nördlichen Kalkalpen (Barmsteinkalk, Salzburg, Österreich). – Facies, **4**, 215–318, Erlangen 1981.
- STUMMER, E.: Die interglazialen Seen von Salzburg. – Verh. Geol. B.-A., 101–107, Wien 1936.
- STUMMER, E.: Der Aufbau des Salzburger Zungenbeckens. – Mitt. Ges. Salzbg. Landesde., **86/87**, 81–92, Wien 1947.
- SUESS, E. & MOJSISOVIC, V., E.: Studien über die Gliederung der Trias- und Jura-Bildungen in den östlichen Alpen, II, Die Gebirgsgruppe des Osterhorns. – Jb. Geol. R.-A., **18**, 167–200, Wien 1868.
- TICHY, G.: Fossilfunde aus dem Hauptdolomit (Trias, Nor) der nördlichen Osterhorngruppe (Salzburg, Österreich). – Jb. Geol. B.-A., **126/2**, 289–295, Wien 1983.
- TICHY, G. & SCHRAMM, J.: Bericht 1978 über geologische und stratigraphische Arbeiten am Ost- und Südrand des Hagengebirges (Tirolikum) auf Blatt 94 Hallein und 125 Bischofshofen. – Verh. Geol. B.-A., **1979/1**, A106f., Wien 1981.
- TOLLMANN, A.: Die alpidischen Gebirgsbildungs-Phasen in den Ostalpen und Westkarpaten. – Geotekt. Forsch., **21**, 156 S., Stuttgart 1966.
- TOLLMANN, A.: Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen. 2. Teil: Der Mittelabschnitt. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **61** (1968), 124–181, Wien 1969a.
- TOLLMANN, A.: Die Bruchtektonik in den Ostalpen. – Geol. Rundschau, **59**, 278–288, Stuttgart 1969b.
- TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. – Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Bd. 2, 580 S., Wien (Deuticke) 1976a.
- TOLLMANN, A.: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. – Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Bd. 3, 449+7 S., Wien (Deuticke) 1976b.
- TOLLMANN, A.: Zur Frage der Parautochthonie der Lammereinheiten der Salzburger Hallstätter Zone. – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl. I, **184**, 237–257, Wien (1975) 1976c.

- TOLLMANN, A.: Oberjurassische Gleittektonik als Hauptformungsprozeß der Hallstätter Region etc. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **74/75** (1981/82), 167–195, Wien 1981.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich, Bd. II, Außerzentralalpiner Anteil. – 286 S., Wien (Deuticke) 1985.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich, Bd. III, Gesamtübersicht. – 718 S., Wien (Deuticke) 1986.
- TOLLMANN, A.: Neue Wege in der Ostalpengeologie und die Beziehungen zum Ostmediterrän. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **80**, 47–115, Wien 1987.
- TOLLMANN, A. & KRISTAN-TOLLMANN, E.: Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Westabschnitt der Hallstätter Zone in den Ostalpen. – *Geologica et Paleontologica*, **4**, 87–145, Marburg/L. 1970.
- TOUSSAINT, B.: Hydrogeologie und Karstgenese des Tennengebirges (Salzburger Kalkalpen). – *Steir. Beitr. Hydrogeol.*, **23**, 5–115, Graz 1971.
- TOUSSAINT, B.: Beitrag zum Wasserhaushalt des Lammergebietes (Salzburg) unter besonderer Berücksichtigung der Karsthydrogeologie. – *Dtsch. Gewässerkd. Mitt.*, **21**, 1977
- TOUSSAINT, B.: Hydrographie, Hydrogeologie und Abflußverhalten des Lammertalgebietes etc. – *Steir. Beitr. Hydrogeol.*, **30**, 83–122, Graz 1978.
- UHLIG, V.: Zur Kenntnis der Cephalopoden der Roßfeldschichten. – *Jb. Geol. R.-A.*, **32**, 373–396, Wien 1882.
- VÉGH-NEUBRANDT, E.: Triassische Megalodontaceae. – 526 S., Budapest (Akad. Kiadó) 1982.
- VOGELTANZ, R.: Fischfunde aus der Salzburger Obertrias. – *Der Aufschluß*, **20**, 96–99, Heidelberg 1969.
- VOGELTANZ, R.: Der erste Seeigel aus den Oberalmer Mergelkalken. – *Mitt. Ges. Salz. Landesk.*, 419–425, 1970/71.
- VOGELTANZ, R.: Baueologische Bericht über den Ausbau des Bauloses „Lammeröfen“, Lammertal-Bundesstraße (Salzburg). – *Verh. Geol. B.-A.*, 131–136, Wien 1975.
- VOGELTANZ, R. & WAGNER, A.: Der Gletscherschliff bei St. Koloman. – *Ber.-Haus d. Natur*, **5**, 29–30, Salzburg 1974.
- VÖLKL, G.: Karsthydrologie (Hagengebirge). – *Salzburger Höhlenbuch*, Bd. **3**, Salzburg 1979.
- VÖLKL, G.: Karsthydrologie (Tennengebirge). – *Salzburger Höhlenbuch*, Bd. **4**, Salzburg 1985.
- VORTISCH, W.: Die Geologie der Inneren Osterhorngruppe, Tl. 1–6. – *N. Jb. Geol. Pal. Mh.* **1949**, B, 40–44; *Abh.* **91**, B 429–496; *Abh.* **96**, 181–200; *Abh.* **98**, 125–148; *Abh.* **109**, 173–212; *Abh.* **122**, 222–256, Stuttgart 1949–1965.
- WEBER, E.P.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Roßfeldschichten und ihrer Fauna. – *N. Jb. Miner. etc.*, Beil.-Bd. **86**, 247–281, Stuttgart 1942.
- WENDT, J.: Die Typuslokalität der Adneter Schichten (Lias, Österreich). – *Ann. Inst. Geol. Hung.*, **54/2**, 105–116, Budapest 1971b.
- WENDT, J.: Genese und Fauna submariner Spaltenfüllungen im mediterranen Jura. – *Paläontographica*, **136**, 121–192, Stuttgart 1971a.
- WOLETZ, G.: Zur Differenzierung der kalkalpinen Unterkreide. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1970**, A80, Wien 1970.
- ZANKL, H.: Die Geologie der Torrener Joch-Zone in den Berchtesgadener Alpen. – *Z. Dt. Geol. Ges.*, 1961, **113**, 446–462, Hannover 1962.
- ZANKL, H.: Die Karbonatsedimente der Obertrias in den Nördlichen Kalkalpen. – *Geol. Rundschau*, **56**, 128–139, Stuttgart 1967.
- ZANKL, H.: Der Hohe Göll. Aufbau und Lebensbild eines Dachsteinkalk-Riffes in der Obertrias der Nördlichen Kalkalpen. – *Abh. Senckenb. natf. Ges.*, **519**, 1–123, Frankfurt/Main 1969.
- ZANKL, H.: Upper Triassic Carbonate Facies in the Northern Limestone Alps. – In: G. MÜLLER (Hrsg.): *Sedimentology of parts of Central Europe*. – 147–185, Frankfurt/Main (W. Kramer) 1971.
- ZAPFE, H.: Beiträge zur Paläontologie der nordalpinen Riffe. Ein Massenvorkommen von Gastropoden im Dachsteinkalk des Tennengebirges, Salzburg. – *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **65**, 57–69, Wien 1962.

- ZAPFE, H.: Beiträge zur Paläontologie der nordalpinen Riffe. Zur Kenntnis des oberrhätischen Riffkalkes von Adnet, Salzburg. – Ann. Naturhist. Mus., **66**, 207–259, Wien 1963.
- ZAPFE, H.: Beiträge zur Paläontologie der nordalpinen Riffe. Zur Kenntnis der Megalodontiden des Dachsteinkalkes im Dachsteingebiet und Tennengebirge. – Ann. Naturhist. Mus., **67**, 253–286, Wien 1964.
- ZAPFE, H.: Mesozoikum in Österreich. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **65**, 171–216, Wien 1973.

### **Geologische Karten**

- Geologische Spezialkarte Hallein – Berchtesgaden 1 : 75.000 (E. FUGGER, nach Aufnahme von A. BITTNER). – Geol. B.-A., Wien 1907. Mit Erläuterungen.
- Geologische Karte der Umgebung der Stadt Salzburg 1 : 50.000 (Zusammenstellung S. PREY nach Aufnahmen von W. DEL NEGRO, Th. PIPPAN, B. PLÖCHINGER, S. PREY, M. SCHLAGER & E. SEEFELDNER). – Geol. B.-A., Wien 1969. Mit Erläuterungen von W. DEL NEGRO.
- Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 95 St Wolfgang (Bearbeitet von B. PLÖCHINGER nach Aufnahmen von W. FRIEDEL, H. GRUBINGER, D. VAN HUSEN, H. KOLLMANN, B. PLÖCHINGER, G. SCHÄFFER, W. SCHLAGER & U. WILLE-JANOSCHEK). – Geol. B.-A., Wien 1982. Mit Erläuterungen.
- Geologische Karte des Wolfgangseegebietes 1 : 25.000 (B. PLÖCHINGER, mit Beiträgen von R. JANOSCHEK & S. PREY). – Geol. B.-A., Wien 1972. Mit Erläuterungen.
- Geologische Karte der Roßfeldgruppe, des Hohen Göll und des Hagengebirges 1 : 50.000 (Red. G. TICHY). – Salzburger Höhlenbuch, Bd. 2, Salzburg (Landesverein f. Höhlenkunde) 1979.
- Geologische Karte des Tennengebirges 1 : 25.000 (Red. G. TICHY). – Salzburger Höhlenbuch, Bd. 4, Salzburg (Landesverein für Höhlenkunde) 1987.
- Geologische Karte von Adnet und Umgebung 1 : 10.000 (M. SCHLAGER). – Geol. B.-A., Wien 1960.

Die kalkalpinen Schichtglieder auf Blatt 94 Hallein

PERIODE	STUFE	Alter in Mill. J.	Hauptdolomitfazies		Dachsteinkalkfazies		mergelreich		Hallstätter Fazies kalkreich	
			Tirolikum				undifferenziertes Juvavikum		„Tiefjuvavikum“	
			Osterhorngruppe und Roßfeldmulde		Hagen- und Tennengebirge		Göll-Lammermasse Göll-Schwarzer Berg Hallstätter Schollen im Lammertalbereich		Hallstätter Schollen im Bereich Hallein, Roßfeld östlich Kuchl-Golling	
UNTERKREIDE	Alb	144	Grabenwäldschichten							
	Apt.		Obere Roßfeldschichten							
	Barrême		Untere Roßfeldschichten							
	Hauterive		Anzenbachsch. Hochreithschichten							
	Valendis		Schrambachschichten							
	Berrias									
JURA	MALM	Tithon	Oberalmer Schichten mit alpidischen Barmsteinkalklagen							
		Kimmeridge								
		Oxford	Kiesel-u. Radio-laritschichten	Taugl-boden-schichten	Oberalmer Basiskongl.	Strubbergsschichten				
	DOGGER	Callov	Klauskalk		Klauskalk					
		Bathon								
		Bajoc Aalen								
	LIAS	Toarc	Saubachschichten		Allgäu-schichten		Allgäu-schichten			
		Pliensbach	Adneter Kalk und Mergel		Adneter Kalk		Adneter Kalk			
		Sinemur	Scheibelberg-(Hornsteinknollen-)Kalk		Hierlatzkalk		Hierlatzkalk			
		Hettang	Enzesfelder Kalk Kendlbachschichten							
TRIAS	OBER	Rhät	Riffkalk	Oberrhättriffkalk	Dachsteinriffkalk u. onkoid-führender Dachsteinkalk	Dachsteinriffkalk u. onkoid-führ. Dachsteinkalk	Zlambachschichten	Zlambachschichten		
		Nor	Plattenkalk	gebankter Dachsteinkalk	gebankter Dachsteinkalk	gebankter Dachsteinkalk	Pötschenkalk	Pedatakalk	Hallstätter Kalk	Pötschenkalk
		Karn	Hauptdolomit		dunkler Dolomit	Nordalp. Raibler Sch.	Nordalpine Raibler Schichten	grauer kieseliger Kalk u. Dolomit	Hallstätter Kalk	Hallstätter Kalk
	MITTEL	Ladln			Wetterstein-(Ramsau-)Dolomit	Wetterstein-(Ramsau-)Dolomit				
		Anis			Gutensteiner Schichten	Gutensteiner Kalk u. Dolomit	Ziilkalk	Dolomit	Dolomit	gebankt
						Gutensteiner(Kalk)Basisschichten	Reichenh. Sch.			
	UNTER	Skyth					Werfener Schichten			
	OBERPERM						evaporitreiches Haselgebirge mit kleinen Körpern basischer Vulkanite			

