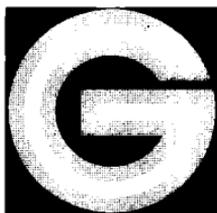


ERLÄUTERUNGEN ZUR GEOLOGISCHEN KARTE DER UMGEBUNG DER STADT SALZBURG

1 : 50.000

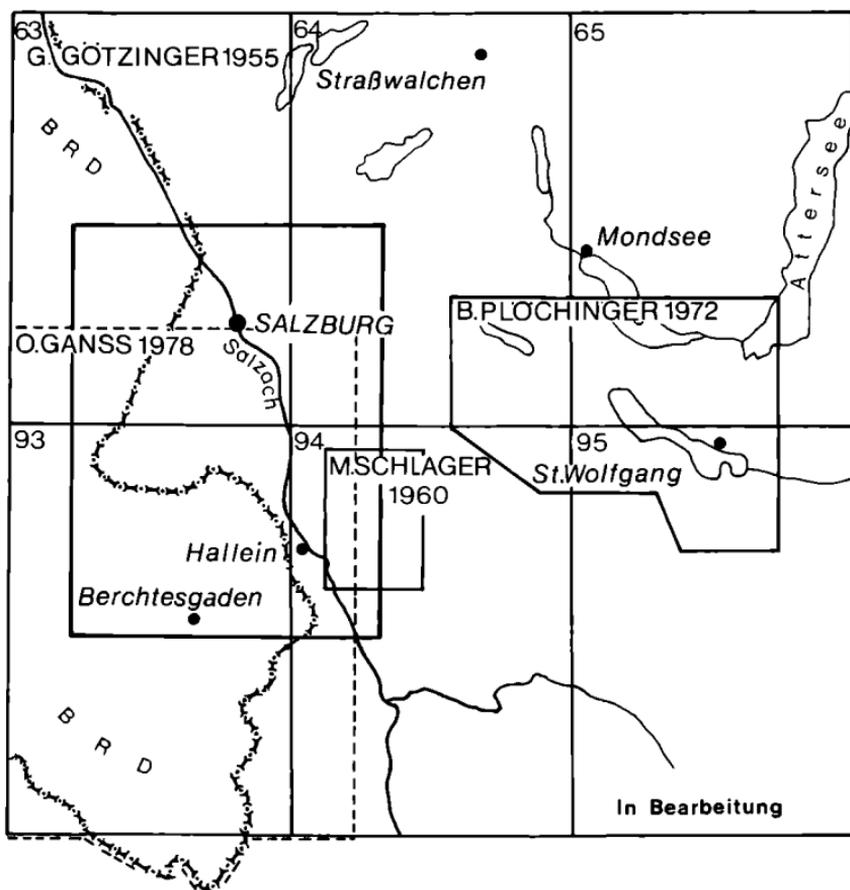
VON WALTER DEL-NEGRO

Mit 4 Abbildungen



Wien 1979

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



Benachbarte Geologische Karten mit Stand der Bearbeitung (1979)

ERLÄUTERUNGEN ZUR GEOLOGISCHEN KARTE DER UMGEBUNG DER STADT SALZBURG

1 : 50.000

von WALTER DEL-NEGRO

Mit 4 Abbildungen



Wien 1979

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

ISBN 3-900312-03-6

Redaktion: ALÖIS MATURA

Druck: Ferdinand Berger & Söhne OHG, 3580 Horn

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort (F. RONNER)	3
Einleitung	3
1. Flyschzone i.w.S.	4
1.1. Schichtfolge des Helvetikums	4
1.2. Bau des Helvetikums	4
1.3. Schichtfolge der Flyschdecke	6
1.4. Bau der Flyschdecke	6
2. Walserbergserie	7
3. Kalkalpen	7
3.1. Hochbajuvarikum	8
3.1.1. Schichtfolge	8
3.1.2. Bau	8
3.2. Tirolikum	9
3.2.1. Schichtfolge	9
3.2.2. Der Bau des Tirolikums	15
3.3. Tiefjuvavikum	19
3.3.1. Schichtfolge	20
3.3.2. Herkunft des Tiefjuvavikums, Alter der Bewegungen, Bau	21
3.4. Hochjuvavikum	24
3.4.1. Schichtfolge	24
3.4.2. Herkunft, Alter der Bewegungen, Bau des Hochjuvavikums	26
3.5. Gosaukreide, Paleozän und Eozän des kalkalpinen Bereiches	26
3.5.1. Schichtfolge	27
3.5.2. Bau der Oberkreide-Alttertiär-Schichten	30
4. Quartär	31
4.1. Interglaziale Ablagerungen	31
4.2. Altmoränen	34
4.3. Jungmoränen	34
4.4. Eiszerfall, Spätglazial und Holozän	35
5. Literaturverzeichnis	37

Vorwort (F. RONNER)

Die Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg waren ursprünglich als Gemeinschaftsarbeit aller Kartenautoren vorgesehen. Die Beiträge dazu erreichten aber einen Umfang und waren von einer Heterogenität, die über den Rahmen von einheitlichen kurzen Erläuterungen hinausgingen. Daher entschloß sich die Direktion, eine von Herrn Prof. DEL-NEGRO verfaßte Kurzfassung herauszugeben.

Die ausführlichen Beiträge einzelner Kartenautoren werden in anderer geeigneter Form erscheinen.

Einleitung

In den vorliegenden Erläuterungen wurde eine nach den großtektonischen Einheiten gegliederte Beschreibung des Kartenbereiches mit jeweils kurzem Eingehen auf paläontologische Fragen, Stratigraphie und Tektonik der einzelnen Zonen angestrebt. Anschließend werden die in der Karte aus guten Gründen als eigene Einheit ausgeschiedenen Oberkrei-

de- und Alttertiärablagerungen des kalkalpinen Anteils und die wichtigsten Fragen der Quartärgeologie behandelt. Außer den Originalberichten der Kartierer wurde auch die neue Literatur über das Gebiet berücksichtigt.

Dr. B. PLÖCHINGER und Dr. S. PREY sei für die Durchsicht des Manuskriptes herzlich gedankt, Herrn HASSFURTH für die Reinzeichnung der Abb. 1, 2 und 4, Dr. PLÖCHINGER für Bereitstellung der Abb. 3.

1. Flyschzone i.w.S.

Innerhalb dieser den nördlichen Kartenanteil einnehmenden, von PREY bearbeiteten Zone wird zwischen Helvetikum (bzw. Nord-Ultrahelvetikum) und Flyschdecke unterschieden. Die zusammenhängende Helvetikumdecke (Fortsetzung der helvetischen Deckengruppe der Schweiz) liegt außerhalb der Umgebungskarte im Gebiet nördlich des Haunsberges – Mattsee – Nordhang des Tannberges; weiter südlich wurde sie von der Flyschdecke überschoben und mit dieser gemeinsam verfaultet, wobei das Helvetikum nach Süden in das Ultrahelvetikum übergeht. Noch weiter südlich wurden beide Einheiten von den Kalkalpen überfahren und setzen sich unter diesen noch weit nach Süden fort, wie dies PLÖCHINGER im Gebiet südlich des Wolfgangsees, wo Flysch und Ultrahelvetikum fensterförmig mitten in den Kalkalpen zutage treten, zeigen konnte.

1.1. Schichtfolge des Helvetikums

Innerhalb unseres Kartenblattes kommen nur wenige Schichtglieder des weiter im Norden viel vollständiger gegliederten Helvetikums zum Vorschein: Buntmergel, die PREY auf Grund mikropaläontologischer Untersuchung der Oberkreide des Ultrahelvetikums zuwies und die in einem tieferen Meer zur Ablagerung gelangten; dunkelgraue Mergel des Paleozäns; Nummuliten- und Lithothamnienkalk des Eozäns (im „Hochstein“ am Heuberg), die als Seichtwasserbildungen anzusprechen sind.

1.2. Bau des Helvetikums

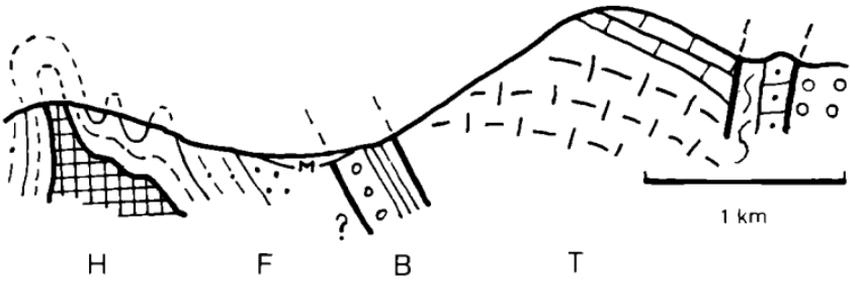
Die spärlichen Vorkommen innerhalb des Kartenblattes befinden sich wahrscheinlich in einer einzigen Sattelzone, wo sie durch Abtragung der umhüllenden Flyschdecke als kleine tektonische Fenster an die Oberfläche kamen. Das größere dieser Fenster ist das östlich des Heuberggipfels gelegene, wo der aus dem Waldhang hervorragende, lithologisch ganz den Vorkommen der nördlichen Helvetikumzone entsprechende Felsen nahe der Kurve der vom Forsthaus heraufziehenden Forststraße (der „Hochstein“) aus Nummuliten- und Lithothamnienkalk aufgebaut ist; die bunten Oberkreide- und grauen Paleozänmergel waren nach dem Bau dieser Straße besser aufgeschlossen als heute. Das zweite, nur aus braunroten und grünlichweißen Oberkreidemergeln bestehende Vorkommen entdeckte PREY in einem Graben 400 m nordwestlich der Bahnhaltestelle Salzburg-Maria Plain; er erwähnt in diesem Zusammenhang Helvetikumproben aus einer Bohrung südöstlich Lengfelden, was vermuten läßt, daß die Talung von Lengfelden durch den Aufbruch des Helvetikums bedingt ist (PREY, 1959).

N

S

Heuberg

Gaisberg



T = Tirolikum



Gosaukonglomerat



Unterlias



Kossener Schichten



Plattenkalk



Hauptdolomit

B = Bajuvarikum



Gosaukreide



Trias und Jura

F = Flysch



Mürbsandsteinf Sch



Zementmergel - Serie



Tiefere Flysch

H = Helvetikum



Abb. 1: Profil Heuberg-Gaisberg (vergrößert nach PREY und DEL-NEGRO in DEL-NEGRO, 1970)

1.3. Schichtfolge der Flyschdecke

Da der Flysch arm an Makrofossilien ist (bei Bergheim und Muntigl sind nur Inoceramen und Ammoniten der Oberkreide gefunden worden), beruht seine Altersgliederung auf mikro- und nannopaläontologischen Feststellungen. Fast die gesamte Kreide und ein Teil des Paleozäns*) ist vertreten. Der Unterflysch kommt allerdings in unserem Raum nur spärlich vor; Neokom scheint in Form einer Brekzie in der Umrahmung des Heubergenfensters vertreten zu sein, Gaultflysch tritt in Form dunkelgrauer bis schwarzer Tonschiefer mit dunklen Quarziten und Glaukonitquarziten und untergeordnet Brekzien auf. Im Cenoman folgt der mittel- bis grobkörnige Reiselberger Sandstein, der noch ins Turon reicht und durch „Obere bunte Schiefer“ von der ins untere Senon zu stellenden Zementmergelserie geschieden wird. Diese hat große Mächtigkeit; sie zeigt besonders den für den Flysch charakteristischen rhythmischen Wechsel von grauen schiefrigen Mergeln mit Kalksandsteinbänken. Nach Einschaltung der geringmächtigen „Obersten bunten Schiefer“ folgt die wieder sehr mächtige „Mürbsandsteinführende Serie“ des Obersenon bis Paleozän**), eine sehr wechselvolle Folge von glimmerreichen Mürbsandsteinen, Kalksandsteinen, Zementmergeln, Mergel- und Tonschiefern. Die Hauptmasse der Flyschgesteine unseres Kartenblattes gehört der Zementmergelserie und der Mürbsandsteinführenden Serie an.

Die Gesteine der Flyschdecke wurden in einem tiefen Meerestrog abgelagert; teilweise stellen sie den Absatz von weit in diesen Trog hineinreichenden Trübströmen (turbidity currents, daher Turbidite) dar. Auch untermeerische Gleitungen spielten bei ihrer Bildung örtlich eine gewisse Rolle.

1.4. Bau der Flyschdecke

Im Gebiet des Höglberges westlich der Saalach herrscht WSW-ENE-Streichen; an der Südostseite des Berges zieht ein Streifen der Zementmergelserie entlang, die Hauptmasse des Berges besteht aus Mürbsandsteinführender Serie. Nahe der Bahn unweit Niederstraß tritt noch ein kleines Vorkommen von Zementmergelserie aus der Quartärumschließung heraus. Auch der Lieferinger Hügel gehört ihr an. Östlich der Salzach herrscht im allgemeinen WNW-ESE-Streichen vor; der Gegensatz zum Streichen am Höglberg läßt eine größere Störung im Bereich des Salzachtales vermuten. Östlich Muntigl zieht ein schmaler Streifen Zementmergelserie am Hang des Hochgitzen hinauf, im Norden durch Oberste bunte Schiefer von der hangenden Mürbsandsteinführenden Serie getrennt, im Süden durch eine Störung gegen diese abgesetzt. Ein breiter Sattel wird durch das Tal zwischen Hochgitzen und Maria Plain Berg aufgeschlitzt; nördlich davon herrscht Nordfallen, südlich davon SSW-Fallen. Diese Sattelzone bedingt auch, wie erwähnt, das Hervorkommen von Helvetikum im Graben nordwestlich der Haltestelle Salzburg-Maria Plain; es wird von bunten Schiefen mit Linsen von Reiselberger Sandstein begleitet, daran schließen sich nach Norden Zementmergelserie,

*) PREY (1968) nach STRADNER

***) Nach M. STURM (unveröff. Diss. Wien 1968) westlich des Attersees auch Eozän

Oberste bunte Schiefer und Mürbsandsteinführende Serie; jenseits einer W-E-Störung, die wohl die Fortsetzung der am Südhang des Hochgitzens erwähnten ist, folgen nochmals ein gegen Hallwang ziehender Streifen Zementmergelserie, Oberste bunte Schiefer und in breiter Ausdehnung Mürbsandsteinführende Serie. Der ganze Hügel von Maria Plain wird aus dieser aufgebaut, dagegen tritt sie am Heuberg nur im nördlichen Teil und in einer Muldenzone im Südwesten stärker hervor; sonst überwiegt hier die Zementmergelserie. Der Heuberg (vgl. Abb. 1) weist engen Faltenbau und damit zusammenhängend häufig Steilstellung der Schichten auf; beherrschend ist die Sattelzone, die ihn östlich des Gipfels quert und in der das Helvetikum von tieferen Flyschanteilen (? Neokombrekzie, Gaultflysch, Reiselsberger Sandstein, Obere bunte Schiefer) umhüllt wird. An der Südseite des Berges folgen noch einige kleine Sättel, in denen Reiselsberger Sandstein und Obere bunte Schiefer zutage treten. Dunkle Gaultschiefer stehen ganz im Süden am Ufer des Alterbaches an.

2. Walserbergserie

Diese von PREY (1962, 1963) beschriebene und von ihm schon zu den Kalkalpen gestellte Zone findet sich beiderseits der Saalach nahe ihrem Knie südlich Hammerau. An ihrem rechten Prallhang südwestlich Käferheim beschrieb PREY eine Folge von grünlichgrauen, feinschichtigen, teilweise glaukonitischen Sandsteinbänken und grauen, grünlichgrauen, schwarzen und ziegelroten Mergelschiefern; die Mikrofauna weist auf tiefere Oberkreide bzw. Mittelkreide, weshalb er sich nach einigem Schwanken für die Auffassung als Cenomanrandschuppe der Kalkalpen entschied. G. WOLETZ (1967) hingegen vermutete Zugehörigkeit zum Unterostalpin oder höheren Pennin, auch OBERHAUSER (1968) plädierte für höheres Pennin, wogegen FREIMOSER (1972) aus dem bayrischen Anteil dieser Serie eine Probe mit Maastrichtfauna (höhere Oberkreide) erwähnt und geneigt ist, den Hauptteil der Gesteine des bayrischen Anteils mit der von ihm zwischen Bergen und der Saalach konstatierten „südlichen Aufbruchzone“, die tiefere Schichtglieder des Flysches und z. T. auch ultrahelvetische Buntmergel enthält, in Verbindung zu bringen. PREY (1978, S. 9) erwähnt das Vorkommen von Glaukophan (außer Chromit) und zieht deshalb einen Vergleich mit der Manin-Serie der Karpaten, die er ebenfalls als tief-kalkalpines Element auffaßt. Hier scheinen jedenfalls noch offene Probleme vorzuliegen, weshalb wir die Serie als eigene Einheit zwischen Flysch und Kalkalpen belassen. Ihre typischen Gesteine befinden sich jedenfalls am Ostufer der Saalach.

3. Kalkalpen

Von den nördlichen Kalkalpendecken ist die „tiefbajuvarische“ durch den Vorstoß des „Tirolikums“ vollständig, die nächstsüdliche „hochbajuvarische“ bis auf einen schmalen Randstreifen überwältigt worden. Auf dem Tirolikum ruhen die „juvavischen“ Einheiten auf. Die Kalkalpen sind zur Gänze aus einem nicht näher bekannten Gebiet südlich der Hohen Tauern herantransportiert worden; ihre Teildeckenbildung vollzog sich z. T. noch in ihrer südlichen Heimat, z. T. erst nach dem erwähnten Ferntransport.

3.1. Hochbajuvarikum (DEL-NEGRO, 1933; OSBERGER, 1952; DEL-NEGRO, 1957)

Es wurde in Spuren in der Tiefe der Salzburger Ebene durch eine Bohrung am Kuglhof östlich des Flughafens angetroffen (PREY, 1959), am Nordfuß des Kapuzinerberges von OSBERGER beschrieben (Neokommargel und -kalke mit Aptychen und einem Ammoniten), die breitere Fortsetzung findet sich unter dem Kühberg – Nocksteinzug. Da die Annahme OSBERGERS, daß hier noch bis nahe an den Bergfuß heran Flyschgesteine vorhanden seien, durch mikropaläontologische Untersuchungen PREY's 1959 widerlegt und die betreffenden Gesteine als Gosaukreide erwiesen wurden, was der Verfasser schon 1933 vermutete, kann infolge Verhüllung des Zwischenraumes durch Quartär die genaue Grenze zwischen Flysch und Kalkalpen nicht angegeben werden; die Südgrenze ist durch die hochragende Deckenstirn des Tirolikums gegeben, aber infolge Verschuppung teilweise verunklärt. Diese Verschuppung ergriff auch das gesamte Hochbajuvarikum vor der tirolischen Deckenstirn, sodaß auf der Karte 1 : 50.000 nicht alle Einzelheiten angegeben werden konnten.

3.1.1. Schichtfolge

Von den triadischen Schichtgliedern ist es beim Wettersteinkalk und Hauptdolomit nicht ausreichend zu klären, inwieweit sie dem Hochbajuvarikum angehören oder aus dem Tirolikum eingeschuppt wurden. Der ladinische Wettersteinkalk, ein heller Algenkalk, ist ein Riff- und Lagunensediment; lagunär der meist bräunlichgraue, norische Hauptdolomit. Der obernorische Plattenkalk, ein gebankter, meist grauer Kalk, ist ebenfalls im lagunären Seichtwasserbereich abgelagert worden. Kössener Schichten fehlen, der Lias ist durch roten, crinoidenreichen, auch Brachiopoden führenden Hierlatzkalk vertreten, der nach älterer Ansicht im Gefolge einer Heraushebung der Obertrias aus dem Meer und Bildung einer Karstoberfläche nach neuerlicher Absenkung auf dieser Fläche und in ihren Spalten sedimentiert wurde, nach JURGAN 1969 aber ohne vorausgehende Heraushebung infolge Absenkung, die mit Spaltenbildung verbunden war, entstand. Der oberjurassische Aptychenkalk, in dem ZINKE in einem Aufschluß südöstlich Gnißl einen *Perisphinctes* fand, ist hellgraubraun und z. T. hornsteinführend; seine Sedimentation erfolgte in einem tieferen Meeresteil. Das Neokom besteht aus graublauen Mergeln und mergeligem Aptychenkalk, zum andern Teil aus dunkleren sandigen Mergeln, die ein Seichterwerden des Meeres anzeigen. Auf Cenoman deuten seltene Funde exotischer Gerölle hin, doch könnten solche auch in der Gosau vorkommen. Diese weist Brekzien, graubraune und grau-blaue Sandsteine mit Kohlenschmitzen, Kalke, sandige Kalkmergel und verschiedenfarbige Mergel auf, vor allem ziegelrote Nierentaler Mergel, die bis ins Dan (Paleozän) reichen; mit ihnen in Verbindung findet man eine polymikte Brekzie, die an die Zwieselalmschichten des Gebietes bei Gosau erinnert und dem Grenzbereich Oberkreide-Paleozän angehört. Die Absatzbedingungen der Sandsteine deuten auf landnahes Flachwasser, die Mergel, vor allem die Nierentaler Mergel sind Bildungen eines ausgedehnten Meeres.

3.1.2. Bau

Die Schichten des hochbajuvarischen Streifens sind tektonisch stark mitgenommen; wie schon erwähnt, besteht intensive Verschuppung, die

Lagerung ist aber nicht einheitlich, zwar fallen sie grobenteils nach Süden unter die tirolische Deckenstirn ein, z. T. gibt es aber auch saigere Schichtstellung oder flaches Nordfallen. Die Verschuppung zeigt sich vor allem darin, daß Gosauschichten auch zwischen ältere Gesteine zwischengeschaltet sein können.

3.2. Tirolikum (DEL-NEGRO, 1950, 1957–62, 1970; KÜHNEL, 1962; PLÖCHINGER, 1955, 1959, 1973, 1974, 1975–77, 1976; M. SCHLAGER, 1957–62, 1965–69)

Das Tirolikum, auch Staufen-Höllengebirgsdecke genannt, bildet den steilen Stirnrand der Kalkalpen vom Staufen an, nach der Unterbrechung durch die Einwalmung des Salzburgerbeckens über die Stadtberge Festungs- und Kapuzinerberg zum Kühberg-Nocksteinzug; es nimmt rechts der Salzach das ganze Gebiet bis zum südlichen Kartenrand ein, soweit es nicht von jüngeren Ablagerungen bedeckt ist, links der Salzach bildet es die Umrahmung des Tiefjuvavikums.

3.2.1. Schichtfolge

Da die tirolische Decke während der Überschiebungsvorgänge infolge schräg nach Norden ansteigender Basisfläche ihre tieferen Schichtglieder zumeist verlor, finden sich diese nur in geringen Spuren am Nordrand. Das tiefste Element ist das in der Hauptsache noch permische, in geringerem Ausmaß skythische Haselgebirge, ein Sediment ganz flacher Meeresbecken mit starker Verdampfung, aus Ton mit Gips (anderwärts auch mit Salz) bestehend, das als Gleitmittel für die Deckenüberschiebung sehr geeignet war; spurenweise fand es sich an der Überschiebungslinie am Kapuziner- und Kühberg, ein größeres Vorkommen, das wohl an einer Störung emporgequollen ist, wurde am Ostfuß des Kapuzinerberges aufgedeckt. Werfener Schichten (Skyth) wurden hier nirgends festgestellt. Der anisische, oft fast schwarze, bituminöse, durch weiße Kalzitadern gekennzeichnete Gutensteiner Kalk, der in der langsam absinkenden Trias-Geosynklinale abgelagert wurde, ist am Ostende des Staufens gerade noch im westlichen Teil des Kartenblattes verzeichnet; sonst findet er sich auch in Spuren an der Überschiebungslinie, in der Hauptmasse ist er auch abgeschert worden. Dasselbe gilt vom anisoladinischen, hellen, als Lagunensediment gedeuteten Wettersteinkalk, der am Staufen (außerhalb des Kartenrandes) noch sehr mächtig ist; er findet sich im Osten nur in geringer Menge unter dem östlichen Nocksteinzug. Dort sind in seinem Hangenden karnische dunkelgraue Opponitzer Kalke mit *Lophamontis caprillis* (KLIPPSTEIN) und geringe Anteile toniger Lunzer Schichten in einem alten Steinbruch aufgeschlossen (OSBERGER, 1952); sie entsprechen einer Phase der Meeresregression mit nachfolgender neuerlicher Absenkung. Ein weiteres karnisches Vorkommen steht weiter östlich unweit des Gehöftes Au an.

Die Hauptmasse der Triasgesteine des Tirolikums im Kartenbereich besteht aus Hauptdolomit, Platten- bzw. Dachsteinkalk, Kössener Schichten und oberrhätischem Riffkalk. Der bräunlichgraue, manchmal auch hellere bituminöse, den Großteil des Nor repräsentierende Hauptdolomit, der erhebliche Mächtigkeit erreicht – die vollständige Mächtigkeit ist wegen der Abscherung an der Überschiebungsbasis schwer angebbbar, dürfte aber hier 800–1000 m kaum überschreiten – muß trotzdem als lagunäre Seichtwasserbildung gedeutet werden; die große Mächtigkeit ist durch

andauernde Absenkung im Bildungsgebiet zu erklären. Magnesiumzufuhr führte zur Dolomitisierung. Das Gestein ist teilweise gebankt, in anderen Bereichen ist die Schichtung kaum zu erkennen. Das dichte Kluftnetz, das den Dolomit durchzieht, bedingt starke Grusbildung. Fossilien sind selten, nur an der Ostseite des Rauchecks gegen das Wiestal hin sind in besonders bitumenreichen Partien Fischeschiefer eingelagert (VOGELTANZ, 1969*).

Der oberrhinische, hellgraue bis bräunlichgraue Plattenkalk, der hier vielfach durch Auftreten dicker Bänke und Megalodontenführung einem Hauptsteinkalk gleicht, dürfte rund 200 m mächtig sein; er geht aus dem Hauptdolomit ohne scharfe Grenze (mit Wechsellagerung) hervor, seine Absatzbedingungen waren ähnlich, nur hörte die Magnesiumzufuhr auf.

Auch nach oben gegen die nach alter Terminologie – die von paläontologischer Seite angezweifelt wurde, die wir aber aus lithologischen Gründen beibehalten wollen – „rhätischen“ Kössener Schichten ist die Grenze unscharf. Diese zeigen eine Wechsellagerung dunkelgrauer gebankter Mergelkalke mit braunen Sandsteinen und blaugrauen Mergeln, die zahlreiche Muscheln, darunter *Rhaetavicula contorta* (PORTLOCKI), *Gervilleia inflata* (SCHAFHÄUTL), *Cardita austriaca* (HAUER), aber auch Brachiopoden, Schnecken u. a. enthalten. Zwischengeschaltet sind Riffkalke (Lithodendronkalke) mit der Koralle *Thecosmilia clathrata* (EMMRICH). Diese Umstände sprechen für den Wechsel nicht allzu tiefer Mulden, in denen die Kalke und Mergel abgelagert wurden, mit Schwellen, auf denen die Riffe wuchsen. Eine Verbreiterung der Schwellenzonen führte schließlich zur Bildung des ausgedehnteren oberrhätischen Riffkalkes, der im Kartenbereich bei Adnet im Kirchenbruch und am Guggenberg auftritt; im Kirchenbruch von Adnet steckte darin eine dunkle mergelige Muschellumachelle (Anhäufung von Muschelschill mit *Avicula*, *Gervilleia* u.s.w.), die großenteils abgesprengt wurde (M. SCHLAGER, 1957; VOGELTANZ, 1965). Der Riffkalk ist hier von Zerrungsklüften durchsetzt, in deren Spalten buntes Unterliasmaterial eindrang; in ihrer Nachbarschaft sind auch die Korallenstöcke von diesem Material infiltriert worden, wodurch der sogen. „Tropfmarmor“ entstand (KIESLINGER, 1963; E. FLÜGEL und G. G. TIETZ, 1971**).

Die schon in der Zeit der Ablagerung der Kössener Schichten spürbare tektonische Unruhe, die zur Bildung von Schwellen und Mulden führte, verstärkte sich am Beginn der Juraformation, also im Lias. Die Plattformen der Triasgesteine zerbrachen, es bildeten sich einerseits Hochzonen, andererseits Becken, in die von den Hochzonen her untermeerische Gleitmassen (Olisthostrome) rutschten, während feineres Material in Trübeströmen herantransportiert wurde und zur Bildung von Turbiditen führte.

Der Salzburger Lias kann am besten in der Glaserbachklamm und bei Adnet studiert werden. Über die Glaserbachklamm erschien 1970 eine sehr detaillierte, auf jahrelangen Untersuchungen beruhende Arbeit von VORTISCH und im gleichen Jahr eine vor allem auch die Mikrofazies berücksichtigende Studie von BERNOULLI und JENKYNs. Besonders der Umstand, daß der tiefste Lias, das Hettangien, nicht im Liegenden der gan-

*) G. TICHY (1978) stellte im Hauptdolomit des Festungsberges (in Mergelschiefern) *Pseudocorbula alpina* (WINKLER) fest.

**) Im tirolischen Fenster N Berchtesgaden steht grauer Dachsteinkalk an (M. SCHLAGER, 1930).

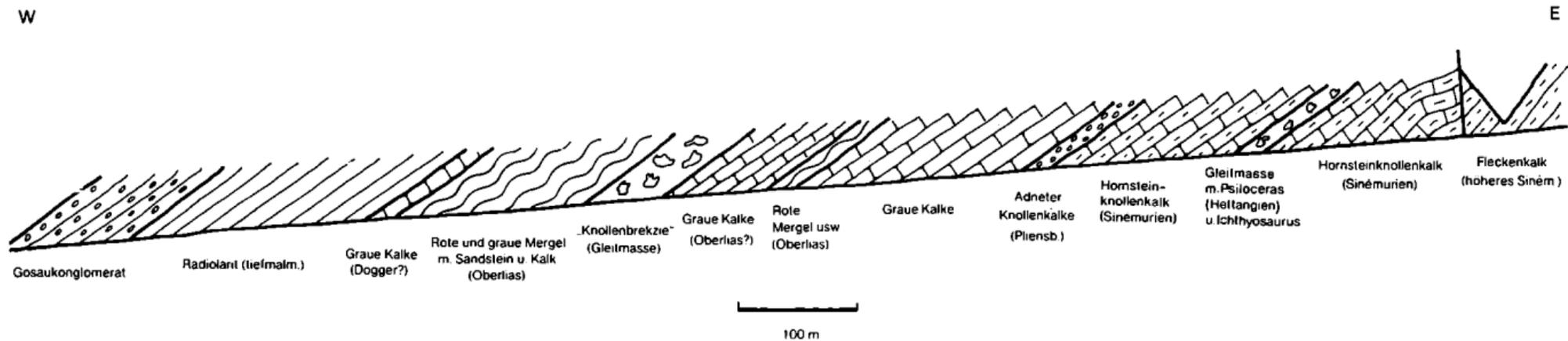


Abb. 2: Leicht schematisiertes Profil der Glaserbachklamm (DEL-NEGRO)

Anmerkung: Die „Gleitmasse mit Psiloceras . . .“ erreicht das Ufer etwa 50 bis 60 m westlich jener Stelle, unter welcher in der Skizze der entsprechende Textblock steht; die Lagerung ist mit Ausnahme des östlichsten Anteils flacher.

zen Schichtfolge, sondern erst im Hangenden eines mächtigen Pakets jüngerer Gesteine ansteht, hatte VORTISCH zu der Folgerung geführt, daß hier eine schichtparallele Überschiebung anzunehmen wäre; die beiden anderen Autoren hingegen erklärten die Anomalie durch Eingleiten eines Olisthostroms. Es erscheint zweckmäßig, das Profil von Osten bis Westen, so wie es heute aufgeschlossen ist, zu beschreiben, obwohl es nicht mit dem ältesten Lias beginnt. Es setzt mit einem steil nach SW fallenden Paket grauer Fleckenkalke ein, in dem FUGGER *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) und *Arnioceras ceratitoides* (QUENSTEDT), Ammoniten des Sinémurien, fand. Nach Westen folgen (durch eine Verwerfung getrennt) graue, plattige, ziemlich mächtige Hornsteinkalke des Sinémurien; an einer auf fallenden hohen Wand des rechten Ufers ist ihnen ein Paket riffkalkähnlicher, mächtiger Kalkklötze eingeschaltet, die bei der Bewegung zerbrachen und z. T. steilgestellt wurden; es setzt sich hinter der Wand mit wirr gelagerten, allerdings nicht mehr so groben Gesteinsbrocken fort und scheint – was infolge Verschüttung des Zwischenraumes nicht exakt feststellbar ist – das Bachufer mit einem Schichtkomplex zu erreichen, der im Liegenden dunkle Mergelschiefer mit Kalklagen, darüber einen fossilreichen dunkelgraublauen Kalk, eine Brekzienbank, einen spätigen Kalk und nochmals dunkle Mergelschiefer enthält.

Dieser Komplex lieferte zahlreiche Ammoniten der Gattung *Psiloceras* und ist damit als Hettangien einzustufen, im Liegenden und Hangenden aber stehen die Hornsteinknollenkalke des Sinémurien an. Nach BERNOULLI und JENKYNs handelt es sich um submarine Eingleitung älterer in jüngere Liassedimente. Dieser Komplex mit den *Psiloceraten* ist vor allem berühmt geworden durch die Funde von Ichthyosaurusresten, die z. T. KASTNER (1896), in viel größerem Ausmaß R. JANCÍK (1960–1978) barg. Weiter westlich werden die Hornsteinknollenkalke normal von roten, dünnplattigen Adneter Knollenkalken überlagert, die hier dem tieferen Mittellias angehören und zahlreiche Ammoniten, darunter als Leitfossil *Uptonia jamesoni* (SOWERBY) geliefert haben. Sie sind etwa 12 m mächtig. Darüber folgen wieder hellgraue Kalke, in die an einer Stelle rote Mergelschiefer, rotgrau gefleckte Kalke und eine rote Knollenbrekzie eingeschaltet sind; da in der Fortsetzung der Einschaltung schwarze Mergelschiefer und rotgraue Kalke mit Harpoceraten und Grammoceraten (det. VORTISCH) am linken oberen Talhang anstehen und weiter bachabwärts VORTISCH in grauen Kalken den Abdruck eines *Hildoceras* feststellte, muß hier schon Oberlias vorliegen. Ich möchte daher die etwa 15 m mächtige rote, im Hangenden graue Knollenbrekzie, die kurz vor der Einmündung des Lettenbaches den Talgrund erreicht, nicht wie BERNOULLI und JENKYNs in den Mittel-, sondern in den Oberlias stellen. Es handelt sich zweifellos um ein Olisthostrom*), in dem knollige Kalkbrocken in einer tonigen Grundmasse stecken, in der große Trümmer zerbrochener Kalkbänke in den verschiedensten Stellungen schwimmen; offenbar erfolgte die Eingleitung im Zustand der beginnenden Verfestigung, wobei die Kalkbänke schon verfestigt waren, die tonigeren Partien noch nicht. Über diesem Olisthostrom folgen dünnschichtige, meist rote, mitunter auch graue Mergel mit eingelagerten Kalken und Sandsteinen; besonders die roten Mergel sind typisch für den Oberlias und vertreten diesen in der Hauptsache im südlich anschließenden Gebiet. In diesem Gebiet steigt die Fa-

*) Nach Ausweis der Ammoniten des Unter- und Mittellias aus älteren Komponenten zusammengesetzt.

zies der roten Knollenkalke bis in das Sinémurien hinunter (Ammoniten in einem Steinbruch an der Straße nach St. Jakob) (KIESLINGER, 1963, nach Best. durch ZAPFE).

Im Raum Adnet (F. WÄHNER, 1903; M. SCHLAGER, 1957, 1966–1969, Karte 1:10.000, 1960; KIESLINGER, 1963; HUDSON und JENKYN, 1969; WENDT, 1971) ruht der Lias dem oberrätischen Riffkalk mit scharfer Diskontinuität auf, während dort, wo die Unterlage aus Kössener Beckenfazies besteht, ein allmählicher Übergang mit Farbwechsel von grau nach rot stattfindet. Die Basis des Lias über dem Riffkalk gehört nach Ausweis einer Schlotheimia noch dem Hettangien an. Darüber folgt eine Fe-Kruste, die aber auch in anderen Niveaus vorkommen kann, teils unmittelbar über dem Riffkalk, teils in höherer Position. Da die ursprüngliche Riffoberfläche ein Relief aufwies, lagern dem Rhät verschiedene Liaszonen auf; das gilt auch für das Gebiet der rhätischen Beckenfazies mit Kössener Schichten. Jedenfalls wird das Hettangien durch die braune Eisenkruste abgeschlossen; da sie Ammoniten aus mehreren Subzonen des oberen Hettangien enthält und die eine Seite der Ammonitengehäuse durch Subsolution (untermeerische Lösung) mehr oder weniger zerstört ist, kann sie als Kondensationshorizont aufgefaßt werden, in dem einst mächtigere Komplexe reduziert wurden. Die Kalke des Hettangien sind z. T. rot und dickbankig, z. T. rotgrauer „Schöllmarmor“, über den Kössener Schichten graue Hornsteinknollenkalke. Über dem Kondensationshorizont folgen die ammonitenreichen roten Adnetter Knollenkalke i. e. S., die hier das Sinémurien und das untere Pliensbachien umfassen, also tiefer ansetzen als in der Glaserbachklamm; sie erreichen etwa 15 m Mächtigkeit. In ihrem Hangenden folgt der „Scheck“, mit Ammoniten des Domérien, eine massige rote Knollenbrekzie, etwa 4–6 m mächtig, die sich von der des Glaserbachbereiches dadurch unterscheidet, daß in den Zwischenräumen zwischen den roten Kalkknollen weißer Kalzit eingebettet ist; auch hier schwimmen in der Grundmasse Bruchstücke von Kalkbänken in den verschiedensten Lagen. Nach HUDSON und JENKYN ist zwischen den Adnetter Knollenkalken und dem eigentlichen Scheck noch eine ganz ähnliche Partie dickbankiger konglomeratischer Kalke mit großen eckigen Blöcken eingeschaltet. Die Entstehung dieser Zwischenlage und des Scheck führen sie auf submarine Eingleitung von einem Schwellenbereich zurück; auch die Bildung des Kalzits könnte submarin erfolgt sein. WENDT schließt sich dieser Deutung im wesentlichen an; da er aber über dem Riffkalk das tiefere Hettangien (mit Psiloceras) vermißt, nimmt er für dieses Gebiet am Beginn des Lias Schwellenposition an, erst später wäre an die Stelle einer Schwelle ein Becken entstanden, in das Eingleitungen erfolgten.

Nach WÄHNER (1903) ist im Raum Adnet der Lias ziemlich vollständig vertreten: das Hettangien mit Psiloceras und Schlotheimia, das Sinémurien mit Arietites und Oxynotoceras, das Pliensbachien mit Aegoceras, das Domérien mit Amaltheus, das Toarcien mit Harpoceras usw.

Der Dogger ist in unserem Raum wahrscheinlich nicht oder höchstens mit einigen Metern Mächtigkeit vertreten. Im allgemeinen folgt über dem Oberlias z. T. schwarzgrüner, überwiegend aber rotbrauner Radiolarit, ein radiolarienreiches kieseliges, dünnplattiges Gestein, das in einem tieferen Meeresbecken zum Absatz gelangte. Er wird zu den Malmbasisschichten gestellt; ebenfalls zu diesen gehört im Bereich der Glaserbachklamm (am Hang südlich von ihr) ein rotgelb gefleckter, aptychenführender Mergelkalk sowie östlich unter dem Eberstein und Oberalmberg ein Komplex

von Kieselkalken und Mergelschiefen; SCHLAGER verwendet für den Radiolarit und die ihm auflagernden eben erwähnten Gesteine den Terminus „Tauglbodenschichten“, den er für die Malmbasisschichten des oberen Tauglgebietes (außerhalb der Karte) eingeführt hat. Aber während dort die Tauglbodenschichten etwa 300 m erreichen und durch Olisthostrome und Turbidite als Beckensedimente gekennzeichnet sind, erreichen sie im Bereich der Karte nur geringe Mächtigkeit.

Beherrschende Malmgesteine sind die dem höheren Oberjura (Kimmeridge-Tithon) angehörigen Oberalmer Kalke (*locus typicus* bei Oberalm). In der Normalfazies sind es graue, dünnbankige, sehr hornsteinreiche Mergelkalke, ziemlich mächtige Beckensedimente; in sie sind wiederholt bräunlichgraue, grobkörnige „Barmsteinkalke“ (nach der Nomenklatur von M. SCHLAGER, der sie mit dem Kalk der Barmsteine bei Hallein verglich, was aber nach FENNINGER und HOLZER, 1970/1972, nicht zutrifft) eingeschaltet. Diese meist massigen, gelegentlich aber auch geschichteten Zwischenlagen werden auf Schlammströme zurückgeführt, die das im Seichtwasser gebildete grobsandige Sediment in das tiefere Becken sedimentierten. Am Ostabbruch des Mühlsteins erreicht eine Barmsteinkalkbank, die dort wandbildend ist, bis zu 40 m Mächtigkeit. Am Mühlstein fand SCHLAGER innerhalb des Komplexes der Oberalmer Schichten noch einmal Radiolarite („Obere bunte Kieselschiefer“).

Westlich der Salzach bilden die Oberjuragesteine in der Hauptsache einen großen Bogen, der das Tiefjuvavikum umschließt und über den Zinken bis in die Nähe von Berchtesgaden hereinzieht. Im Liegenden sind es meist Barmsteinkalke (an den Barmsteinen selbst nach FENNINGER und HOLZER eher Tressensteinkalk), im Hangenden Oberalmer Hornsteinkalke; diese Aufeinanderfolge kann sich aber auch wiederholen. An mehreren Stellen, so am Guthratsberg, im Nordwesten des Rappoltsteins (wo der Oberjura in der Karte noch nicht eingetragen ist) und im Raum südlich Dürrnberg konnte PLOCHINGER (1976) hauptsächlich in basalen Barmsteinkalklagen, z. T. in mehrfacher zyklischer Wiederholung, die Einlagerung von zahlreichen oft recht großen Haselgebirgsschmitzen, auch roten Kalkstücken offenbar der Hallstätter Fazies feststellen; über die Folgerungen, die sich daraus ergeben, soll bei der Besprechung des Tiefjuvavikums berichtet werden.

Die Oberalmer Kalke gehen ohne scharfe Grenze in die Schrambachschichten*) des tieferen Neokom (Valendis) über; die Wende Jura/Kreide wird hauptsächlich durch das Aussetzen der Hornsteinführung angezeigt. Die Schrambachschichten sind hellgraue dünnplattige Mergelkalke und dünnschichtige Mergelschiefer, die vor allem Lamellaptychen führen. Durch Zunahme des Sandgehaltes – was auf allmähliches Herausheben aus dem tieferen Meeresbereich hindeutet – gehen aus dem Schrambachschichten die Roßfeldschichten hervor, sie gehören im wesentlichen ins Hauterive. Sie zerfallen selbst in eine untere Gruppe mit Mergeln, dünnbankigen Sandsteinen und grobbankigen, dunklen Kalksandsteinen, die schokoladebraun anwittern und sandige Mergelzwischenlagen aufweisen, und eine obere Gruppe mit dunklen Kieselkalken, Sandsteinen und Kalkmergeln. In dieser oberen Gruppe stecken Olisthostrome, deren Komponenten nach PICHLER, 1963, aus Geröllen der südlichen, sogen. „Berchtesgadener“ Fazies des Tirolikums und aus solchen der Hallstätter Fazies bestehen; zu ersteren gehören eckige, große Blöcke von Dach-

*) Benannt nach einem Bach nordwestlich Kuchl

steinkalk, die nur aus dem südlich anschließenden, damals also schon bloßliegenden Dachsteinkalkbereich des Hohen Göll stammen können, ferner Blöcke von Oberalmer Kalk und unteren Roßfeldschichten, wie sie am Nordabfall des Hohen Göll anstehen; zur Hallstätter Serie gehören Gerölle aus rotem Hallstätter Kalk, dunklem Hallstätter Dolomit, vereinzelt Brocken von Werfener Schichten und Fetzen von Haselgebirge. Ganz vereinzelt wurden auch kleine zentralalpine Komponenten festgestellt. Die Hallstätter und zentralalpinen Komponenten sind bedeutend kleiner als die aus dem nahen Tirolikum und ziemlich gut gerundet, was für Ferntransport spricht; daß auch dieser aus südlicher Richtung erfolgte, ist schon wegen der Verbindung mit den Dachsteinkalkblöcken usw. in ein und demselben Olisthostrom kaum zu bezweifeln, außerdem durch die Art der Einschichtung (PLÖCHINGER, 1977) erwiesen. Die Olisthostrome in den oberen Roßfeldschichten kündigen die von TOLLMANN „australpin“ genannte Phase der Gebirgsbildung an, die sich bald darauf durch das Eingleiten tiefjuvavischer Deckschollen auf die Unterkreideschichten (Roßfeldscholle, Ahornbüchse, Klingereck) dokumentierte*).

3.2.2. Bau des Tirolikums

Im Nordabschnitt des Tirolikums ist der aus Hauptdolomit und Plattenkalk aufgebaute Festungsberg von staffelförmig angeordneten Bewegungsflächen mit geringer Sprunghöhe durchzogen; dasselbe gilt vom gleich aufgebauten Kapuzinerberg, auf dem die Plattenkalke mit WSW-Fallen den besonders den Norden und Osten des Berges beherrschenden Hauptdolomit überlagern (PIPPAN, 1958, 1959). Zwischen Festungs- und Kapuzinerberg zieht eine größere Störung durch, die den Lauf der Salzach bedingt. Auch zwischen Kapuziner- und Kühberg ist eine ähnliche Störung anzunehmen. Auch letzterer besteht aus Hauptdolomit und Plattenkalk; dieser ist in mehrere nach Westen einfallende Schollen gegliedert, sodaß der Eindruck einer west-vergente Verschuppung entsteht (Zur Gaisberggruppe; DEL-NEGRO, 1957, 1959, 1961, 1962). Dazu kommen N-S-verlaufende Querstörungen.

Am Südhang des Kühberges, der weithin durch Schutt verhüllt ist, muß eine W-E-Störung die Trias von der grabenartig abgesenkten Gosau des Gersbachgebietes abtrennen. Der Obertriaskalk umgreift im Bereich der Gaisbergstraße die Moränen und die Gosau der Gersbergmulde; hier entdeckte G. FRASL ein durch Straßenerweiterung sichtbar gewordenes Vorkommen vermutlich oberliassischer Gesteine (z. T. rötliche Mergel), das wohl durch einen Bruch von Obertriaskalk getrennt ist. Am tirolischen Nordrand tritt der Hauptdolomit im ganzen Nocksteinzug, aber auch am Nordhang des Gaisberges dominierend auf; in der Nähe der Deckenstirn weist er starke Zerrüttung auf, die an der Gaisbergstraße auch noch den obernorischen Kalk betrifft (zahlreiche Harnische). Die Grenze zwischen Hauptdolomit und Plattenkalk, die z. T. störungsbedingt ist, steigt am Gaisbergwesthang steil empor, während sie am Ostkamm flach absinkt; der Gaisberg ist also asymmetrisch aufgewölbt. Diese Aufwölbung bedingt an der Südwestseite der Gaisbergkuppe das Auftreten mehrerer übereinander gestaffelter Flexuren. Der obernorische Kalk reicht an der Westseite des Berges bis zum Bergfuß hinunter; eine gerade verlaufende Störung trennt ihn von der abgesenkten Gosau des Gersbachbereiches.

*) Vgl. dazu jetzt FAUPL und TOLLMANN, 1979

Weitere Störungen durchziehen ihn in NW-SE-Richtung (an der Gaisbergstraße) und in N-S-Richtung (vom Gipfel südwärts).

Die südlich an den Plattenkalk anschließenden Kössener Schichten lassen sich am Bergfuß infolge Rutschungen nur undeutlich erkennen, verbreitern sich unterhalb der Gaisbergstraße, sind oberhalb der Straße durch Störungen gegen den Plattenkalk abgesetzt und ziehen als schmales Band in einer Steilrinne, wo sie invers gegen N einfallen, zur Zistelalm hinauf. Da der Plattenkalk hier gegen SW einfällt, muß auch hier zwischen beiden Formationen ein Bruch verlaufen. Die Kössener Schichten queren die Zistelalm – wie sich beim Bau des neuen Rundweges herausstellte, in größerer Ausdehnung als die Karte verzeichnet, die zuviel Moräne angibt – und biegen dann nach Süden um, wobei sie an Breite gewinnen; wegen ihrer leichten Ausräumbarkeit bedingen sie die Talung zwischen Rauchenbichl und Gurlspitze bzw. zwischen Mühlstein und Schwarzenberg.

Auch Hauptdolomit und Plattenkalk machen diese Umbiegung des Streichens mit; im Scharnier des Bogens kam es dabei zu Bruchvorgängen. Gurl- und Pitrachspitze sowie Schwarzenberg wurden von PLÖCHINGER (1959) aufgenommen; sie zeigen im allgemeinen Westfallen, sodaß die östlichen Partien von Hauptdolomit aufgebaut werden, während die Westhänge im allgemeinen aus Plattenkalk und auch noch Kössener Schichten bestehen. Störungen unterbrechen die Regelmäßigkeit, so kommt westlich unter dem Gipfel der Gurlspitze nochmals ein schmaler Streifen von Hauptdolomit zum Vorschein und im Nordwestteil des Schwarzenberges wölbt sich eine WNW-ESE-streichende Antiklinale auf, deren Kern von Hauptdolomit und Plattenkalk gebildet wird, welcher beiderseits von Kössener Schichten umrahmt wird; als schmaler Keil ziehen sich diese bis auf den Gipfelkamm hinauf. Auch westlich unter dem Gipfel nehmen die Kössener Schichten ein breites Areal ein, gegen Westen infolge von Bruchvorgängen an Hauptdolomit angrenzend, der hier bis zum Bergfuß reicht und ohne Zwischenschaltung von Plattenkalk direkt an die Rhätgesteine der Talung herantritt. Das ändert sich auch weiter südlich nicht (M. SCHLAGER, 1958–1961), wo der Hauptdolomit das Schatt-eck, das Raueck, die Hänge östlich des Wiestales und den Hochschneidberg mit durchschnittlichem Westfallen aufbaut und überall unmittelbar an die Rhätgesteine herantritt. Diese nehmen zwischen Eberstein-Oberalmberg einerseits, Hochschneidberg andererseits einen breiten Raum ein und reichen bis zum Guggenberg, wo sie durch eine SW-NE-Störung gegen Gesteine des Oberjura und der Unterkreide herausgehoben sind. Die Fortsetzung dieser Störung begrenzt den Riffkalk des Guggenberges gegen die jüngeren Gesteine. Das Rhät-Liasgebiet von Adnet wird ebenfalls durch mehrere Störungen zerstückelt und gegen das Adnetter Becken hin durch eine NW-Störung abgeschnitten.

Das Band der Kössener Schichten, das am Gaisbergwesthang zur Zistelalm hinaufzieht und dann nach Süden umbiegt, wird von einem Unterliasstreifen begleitet, der oberhalb der Judenbergalme aus grauen Hornsteinkalken besteht, die etwa 30° SSW-Fallen aufweisen; beim oberen Judenbergbauern liegen rötliche Arietenkalken vor, weiter oben bildet der hier wieder graue Unterliashornsteinkalk eine Rippe, die die Steilrinne mit den Kössener Schichten im Süden abschließt; der Kalk fällt wie die Kössener invers steil nach Norden ein. Im Süden trennt ihn eine Störung wenigstens streckenweise vom Gosaukonglomerat. Der Unterlias quert, wie der neue Rundweg gezeigt hat, ohne Unterbrechung die

Zistelalm (die Karte ist daher hier zu korrigieren) und zieht dann westlich der durch die Kössener Schichten bedingten Talung östlich unter dem Rauchenbühel in die Glasenbachklamm hinein. Über ihm liegt mit Transgressionskontakt das Gosaukonglomerat. In der Glasenbachklamm hingegen ist, wie schon beschrieben, der ganze Lias aufgeschlossen; die anfangs sehr steile Lagerung wird bald flacher, was zusammen mit der durch die Beckensedimentation bedingten übernormalen Mächtigkeit dazu führt, daß der Lias einen erheblichen Teil der Klammstrecke einnimmt. Erst unterhalb der Einmündung des von Süden kommenden Lettenbaches wird der Oberlias von Radiolarit überlagert, der mit etwa 30° nach NW einfällt; über ihn transgrediert das Gosaukonglomerat, dessen Transgressionsfläche also sehr verschiedene Juragesteine schneidet, was ein Ausdruck der vorgosauischen Gebirgsbildung und der darauffolgenden Abtragung ist.

Auf die Gosaugesteine wird in einem späteren Abschnitt eingegangen. Südlich der oberen Glasenbachklamm fällt der Mühlstein sehr steil zur Talung zwischen ihm und dem Schwarzenberg ab, was durch die wandbildende Platte des Barmsteinkalks verursacht wird; unter seinem Schutz liegen die Schichtköpfe der Juraschichten, die in der Glasenbachklamm weit auseinandergedrückt vorliegen, eng zusammengedrängt übereinander: in der Tiefe die Hornsteinkalke des Unterlias (z. T. in zwei durch eine Störung mit Auftreten von rotem Mittellias von einander getrennten Zügen), darüber rote Knollen- und Crinoidenkalk, örtlich noch einmal graue Kalke, die rote Knollenbrekzie (ihre Verbindung mit dem mächtigen Olisthostrom in der Klamm wird durch ein Vorkommen östlich Höhenwald angedeutet), darüber schwarze Tonschiefer und rote Mergelschiefer des Oberlias, nach Norden in rotgrau gefleckte Kalke mit *Lytoceras* übergehend, endlich dunkelgraugrüner und roter Radiolarit als Basis der Oberalmer Schichten. Eine ganz ähnliche Folge beschreibt SCHLAGER (1961) aus einem südlicheren Abschnitt der Mühlsteinostwand. Im Norden des Mühlsteins biegt der Radiolarit nach Westen um. Im unteren Lettenbach taucht unter dem Oberlias nochmals die rote Knollenbrekzie hervor. Im Oberlauf des Lettenbaches fand SCHLAGER (1961) schon inmitten des Gebietes der Oberalmer Schichten ein Fenster von Oberlias und Radiolarit.

Im Raum östlich Elsbethen – Haslach konnte eine Antiklinale festgestellt werden (DEL-NEGRO, 1957), deren Achse vom Tal steil aufwärts nach Osten, dann flacher nach ESE ansteigt. Sie wird beiderseits von Oberalmer Schichten und einem Band von Radiolarit umrahmt, die an der Nordseite der Antiklinale nach Norden, an ihrer Südseite nach Süden und Südwesten einfallen. Im Kern der Antiklinale sind Liasgesteine freigelegt: im Liegenden des Radiolarits die roten dünnschichtigen Oberliasmergel, darunter ringförmig die Knollenbrekzie und innerhalb dieses Ringes rote Kalke. Am Westende der Antiklinale biegt der sie im Süden begleitende Radiolarit scharf nach Süden um und zieht am Hang oberhalb des Kehlba-ches weiter. An dessen linkem Ufer steht zunächst ebenfalls Radiolarit an, der von roten Oberliasmergeln unterlagert wird. In der engen Schlucht des Kehlba-ches kommen in deren Liegendem infolge einer flachen Aufwölbung Knollenbrekzien, Adneter Kalk, rotgrau gefleckte Kalke mit *Arnioceras ceratitoides* sowie graue Hornsteinkalke des Unterlias zu-tage (vgl. VORTISCH, 1968).

Der westlich des Kehlba-ches aufragende Hügel von Zieglau – Gols bildet wieder eine Antiklinale, deren Achse NW-SE verläuft und nach beiden

Richtungen absinkt. Sie wird daher im NW und SE von Oberalmer Schichten und Radiolarit umwallt. Im Westen wird sie durch einen NW-Bruch mit gesenktem Westflügel zerschnitten. Der Kamm des Hügels besteht aus roten Liaskalken, die nach NE fallen und dort von roter Knollenbreckzie, die mit der im Kehlbach anstehenden in Verbindung steht, überlagert werden, während sie am Westhang von einer Übergangszone mit roten und grauen Kalken und darunter mächtigem hellgrauem Hornsteinkalk des Unterlias unterlagert werden. Westlich des erwähnten NW-Bruches folgt roter Crinoidenkalk. Parallel zu diesem Bruch ziehen noch einige eng gebündelte Störungen, zwischen denen Unter- bis Mittelliasgesteine in schmalen Streifen hindurchziehen. Die Hügel bei Haslach werden von roten Adneter Knollenkalken, die Ammoniten des Sinémurien geliefert haben, Knollenbreckzie, roten Oberlias-Mergelschiefern und Radiolarit im Liegenden des Oberalmer bzw. Barmsteinkalkes aufgebaut. Ein Bruch, dem Straße und Bahn folgen, trennt den aus letzteren Gesteinen bestehenden Grillberg ab.

Das Gebiet der Oberalmer Kalke des Mühlsteins wurde von SCHLAGER (1960, 1961) bearbeitet. Im Hangenden des Radiolarits fand er an der Ostwand rotgrau gefleckte Kalke und darüber den mächtigen wandbildenden Barmsteinkalk, in seinem Hangenden Oberalmer Kalke i.e.S., darüber nochmals Radiolarit („Obere bunte Kieselschiefer“), die den Berg ringförmig umschließen und häufig Kleinfaltung zeigen, dann wieder Barmsteinkalk, der den höchsten Teil des Plateaus und große Teile des Westhanges einnimmt, darüber weitere Kieselgesteine und schließlich Kalkmergel. Die Liasantiklinale östlich Elsbethen läßt sich auch in den Oberalmer Schichten, wenn auch abgeflacht, erkennen. Das Fallen des ganzen Malmpaketes ist mit geringen Abweichungen nach Westen gerichtet; durch Abgleiten und Zerreißen der Barmsteinkalktafel ist das Bergrutschgebiet der „Trockenen Klammern“ entstanden. Das ganze Gebiet ist von NW-SE- und W-E-Brüchen durchsetzt. Auch die Vorhügel des Mühlsteins zwischen St. Jakob und dem Salzachtal sind durch Nordwestbrüche in einzelne Staffeln zerlegt; in diesem Raum treten auch Faltungen auf.

Gegen Süden wird das eigentliche Mühlsteingebiet durch den W-E-verlaufenden Schönalmbruch von einem abgesenkten Gebiet getrennt, das bis zum Sattel von Tratten reicht (SCHLAGER, 1959); im hohen Nordflügel dieser Störung steigen die den Oberalmer Kalk unterlagernden Radiolarite und Liasgesteine von Osten bis zum Plateau der Schönalm hinauf. Der abgesenkte Südflügel besteht aus Oberalmer und Barmsteinkalken.

Südlich des Sattels von Tratten folgen die aus den gleichen Gesteinen aufgebauten westfallenden Pultschollen des Ebersteins und des Oberalmerberges, die ebenso wie am Mühlstein nach Osten steile Abhänge mit unterlagernden älteren Gesteinen aufweisen. Das ganze Gelände bis zum Salzachtal hin weist ein engmaschiges Bruchnetz auf; die meisten Brüche ziehen in NNW-Richtung und treffen in spitzem Winkel auf den Bergfuß; südlich des Oberalmerberges werden sie von zahlreichen dazu ungefähr im rechten Winkel verlaufenden Querbrüchen gekreuzt. Außerdem zeigten sich in diesem Raum Spuren tangentialer Pressung. Die verschmälerte Fortsetzung der Oberalmer Gesteine bildet den Sockel des Adneter Riedels.

Auch im Raum südöstlich Adnet bis über die Taugl hinaus bauen die Oberalmer und Barmsteinkalke das Gelände auf; auch hier zeigen sich die gleichen Bruchrichtungen. Östlich des Bruches, der den oberrhät-

schen Riffkalk des Guggenberges abschneidet, stehen sogar Schrambachschichten an; dieser Bruch hat also eine enorme Sprunghöhe.

Westlich des Salzachtales (PLÖCHINGER, 1955) ist von dieser Bruchtektonik kaum mehr etwas zu spüren. Am Guthratsberg bei Gartenau überwölben die Oberalmer Kalke sattelförmig ein Vorkommen tiefjuvavischen Haselgebirges (PLÖCHINGER, 1974), sind aber andererseits durch Bohrung auch in dessen Liegendem angetroffen worden. Weiter südlich bilden die Oberalmer und Barmsteinkalke (bzw. an den Barmsteinen selbst nach Grazer Auffassung „Tressensteinkalke“) den langen schmalen Zug über die Barmsteine und im Bogen über den Zinken bis in die Nähe von Berchtesgaden, der das in der „Dürrnberger Mulde“ (AMPFERER, 1936) liegende Tiefjuvavikum des Dürrnberg – Berchtesgadener Salzberges in steiler, z. T. überkippter Lagerung umschließt; da Oberalmer Kalke auch im Liegenden dieses Salinars durch Bohrung festgestellt sind und auch sonst im Bereich der Mulde gelegentlich z. T. fensterförmig auftreten, war die frühere Deutung naheliegend, daß die Oberalmer Kalke des erwähnten langen Bogens unter das Tiefjuvavikum einfallen, sie wurde aber durch PLÖCHINGER (1976) widerlegt. Darüber Näheres im Abschnitt Tiefjuvavikum.

Au die Oberalmer Kalke schließt sich im Norden des Neokom vom Raum südöstlich Schellenberg bis über St. Leonhard hinaus an. Es greift im Westen und im Norden örtlich noch über die Berchtesgadener Ache aus und bildet im ganzen eine Mulde mit Roßfeldschichten im Kern, allerdings mit stark wechselnden Fallwinkeln.

Der langgestreckte Zug der Oberalmer Kalke wird auch im Osten zunächst (bei Hallein) von einem schmalen Zug von Schrambachschichten begleitet, die z. T. überkippt lagern, dieser Streifen macht den Bogen der Oberalmer Schichten bis nach Bayern hinein mit; an ihn schließen sich die Roßfeldschichten an, die gegen die Salzach zu im Gebiet von der Tauglmündung nach Süden wieder von Schrambachschichten unterlagert werden. Sie bilden eine große Mulde mit „Oberen Roßfeldschichten“ im Kern. Diese Mulde liegt beträchtlich höher als die Dürrnberger Mulde; der diese beiden Mulden trennende Zinken zug darf aber nicht mehr als Antiklinale gedeutet werden.

Ein letzter Anteil des Tirolikums findet sich nördlich von Berchtesgaden an der Südseite des Gschirrkopfes als fensterförmiges Vorkommen zwischen dem Hochjuvavikum des Untersberges im Norden und dem Tiefjuvavikum von Berchtesgaden im Süden. Die Bausteine sind grauer Dachsteinkalk, wie er für die südliche („Berchtesgadener“) Fazies des Tirolikums charakteristisch ist, roter Liaskalk, Oberjurakalk und Neokomergel; das Gebiet bildet eine Aufwölbung, wodurch es zur Freilegung des Fensters kam (SCHLAGER, 1930).

3.3. Tiefjuvavikum (KÜHNEL, 1929; SCHLAGER, 1930; PETRASCHECK, 1945; PLÖCHINGER, 1955, 1974, 1975–1977, 1976; MEDWENITSCH, 1949, 1958, 1963; PICHLER, 1963; A. u. E. TOLLMANN, 1970; u. a.)

Es handelt sich um das Gebiet des Dürrnberges und des anschließenden Raumes über Berchtesgaden hinaus bis zur Kastensteinwand, ferner um die isolierten Deckschollen auf dem Roßfeld und bei Obersalzberg (Klingereck), um das Haselgebirgsvorkommen von Gartenau und höchstwahrscheinlich auch die Zlambachschichten der östlichen Untersberggräben.

3.3.1. Schichtfolge

An der Basis liegen im Hauptgebiet große Massen des permischen bis skythischen Haselgebirges. Dieses liegt als grauer, graugrüner oder bunter Ton mit Brocken von Gips, Anhydrit und Salz vor; in den gebänderten „Kernstrichen“ tritt reines und buntes fast reines Steinsalz in mächtigen Zügen auf. An der Oberfläche ist das Haselgebirge ausgelaugt. Großenteils ist es von Quartär bedeckt (Sign. 89 der Karte, irrtümlich unter das Hochjuvavikum eingereiht). Das Haselgebirge mit seinen Salzen entstand in seichten Verdampfungspfannen (zur Genese vgl. SCHAUBERGER, 1955). Das Haselgebirge enthält sowohl bei Gartenau als auch im Raum Dürrnberg – Berchtesgaden vielfach auch Brocken jüngerer Gesteins, die offenbar beim Transport hineingeraten sind.

Die mit dem Haselgebirge eng verbundenen, im Skyth abgelagerten, meist rotvioletten Werfener Schiefer sind ebenfalls Flachwasserbildungen; sie enthalten Sandsteinbänkchen und sind sehr glimmerreich, was auf Anlieferung aus einem kristallinen Kontinentalraum hinweist. Am Ostrand des Hahnrainkopfes (K. 1026 bei GEMERK) haben sie etwa 30 m Mächtigkeit.

Eine gelbbraune, zellig-löcherige Rauhwacke vermittelt den Übergang zum meist dunkelgrauen, in der Hauptsache dem Unteranis angehörenden, örtlich aber bis ins Oberanis, vielleicht sogar bis ins Ladin reichenden Hallstätter Dolomit, der im ganzen Gebiet weite Verbreitung hat. Er kommt auch in der Roßfeldscholle, am Klingereck, am Baderlehenkopf westlich Berchtesgaden und an der Kastensteinwand vor, wo er unter das Hochjuvavikum einfällt. Wo der Dolomit nur das Unteranis umfaßt, wird er von einem weißen, massigen, höchstens undeutlich gebankten Riffkalk überlagert, der nach seinem Vorkommen südlich des Zills als Zillkalk bezeichnet wird; er ist mittel- bis oberanisisch und besonders im Gebiet Brändlberg – Lercheck verbreitet. Am Lercheck wird er vom dunkelroten oberanisischen Lercheckkalk überlagert, der dem Schreyeralmkalk des Salzkammergutes entspricht; er ist geschichtet und enthält Ammoniten der Trinodosuszone. Am Nordwesthang des Brändlberges erwähnt PLÖCHINGER ein Vorkommen eines hornsteinreichen, knolligen Kalkes, der an Reiflinger Kalk erinnert. Er dürfte hier ebenfalls anisisch sein. In das Ladin aber gehört ein ganz dem weißen Zillkalk gleichender Kalk mit *Diplopora annulata* (SCHAFHÄUTL), den PLÖCHINGER nordwestlich Dürrnberg entdeckte.

Das Karn ist am Rudolfsköpfl SSE Dürrnberg durch schwarze Mergelschiefer („Halobienschiefer“) vertreten; diese hat außerdem MEDWENITSCH (1949) im Jakobbergstollen durch Fossilfunde belegen können (*Halobia rugosa* [GÜMBEL], *Carnites floridus* [WULFEN]).

Im übrigen sind aber Karn und Nor durch weitverbreitete bunte Ammonitenkalke repräsentiert, die als Beckenfazies im Bereich vor Riffen interpretiert werden. Die oberkarnische Subbulatuszone ist reichlich vertreten, u. a. in der besonderen Fazies der Draxlehnerkalke, meist ziegelroter dünnbankiger Knollenkalke, deren Typlokalität nordöstlich von Oberau liegt; auf österreichischem Gebiet findet er sich z. B. am Wallbrunnkopf. Oberkarnische Kalke in plattiger Fazies findet man in den unteren Wandpartien der Nordostwände des Rappoltsteins; dort gehen sie konkordant in ähnlich entwickelte norische Kalke über. Auch die Scholle westlich der Barmsteine konnte PICHLER auf Grund zahlreicher Fossilfunde in das Unternor stellen; im großen Steinbruch nördlich Zill fand er nahe der Ober-

kante eine Bank mit zahllosen Schalen von *Monotis salinaria* (SCHLOT-HEIM), die auch aus den Kalken nördlich des Schnitzhofes (südlich Schellenberg) belegt ist. Andere norische Kalke bauen das Ramsauköpfl unweit Dürrnberg auf.

Das stratigraphisch höchste Schichtglied der Hallstätter Serie sind die obernorisch-rhätisch-liassischen Zlambachschichten, graue Mergelkalke, dunkelgraue Mergel und mergelige Sandsteine. Am Steinbruch nördlich Zill ist ihre Auflagerung auf den bunten norischen Monotiskalken gut zu sehen; starke Verbreitung haben sie nördlich Dürrnberg. Außerdem findet man sie im Drachenlochgraben (auch Grünbachgraben genannt), im Weißbachtal und im Rothmanngraben am Ostfuß des Untersberges (PLÖCHINGER und OBERHAUSER, 1956); da an sie nach Osten Tithonkalke anschließen, an die sich das tirolische Neokom anschließt, glaubten die beiden Autoren zunächst die ganze Folge zum Tirolikum stellen zu sollen, aber es handelt sich um typische Zlambachschichten und die Tithonkalke sind durch ihre Cephalopoden den Acanthoscalken des Salzkammergutes vergleichbar, weshalb SCHLAGER (1961) diese Gesteine zum Tiefjuvavikum stellte; sie reihen sich damit dem Ring tiefjuvavischer Gesteine an, der die hochjuvavische Reiteralmdedecke auf allen Seiten (mit Unterbrechungen) umzieht. PLÖCHINGER (1963) bestätigte die Zugehörigkeit der rhätischen Zlambachschichten und der östlich anschließenden liassischen Mergel zur Hallstätter Serie, beließ aber die davon durch Haselgebirge getrennten Tithonkalke und Mergelschiefer beim Tirolikum, dessen Neokom unmittelbar auf diese (invers liegenden) Tithongesteine folgt.

3.3.2. Herkunft des Tiefjuvavikums, Alter der Bewegungen, Bau

Was die Herkunft des Tiefjuvavikums von Dürrnberg – Berchtesgaden betrifft, so standen sich jahrzehntelang zwei verschiedene Ansichten gegenüber: entweder handelt es sich um einen relativ autochthonen Salzdiapir, der von unten aufgequollen ist und die Hallstätter Dolomit- und Kalkschollen mit emporhob, aus einem der Hallstätter Kanäle stammend, die nach der heute wieder erneuerten Kanaltheorie der Hallstätter Vorkommen als schmale Becken mit verhältnismäßig geringmächtiger Sedimentation inmitten von großen Karbonatplattformen, die am Rand meist Riffgürtel besitzen, angenommen werden können; oder es handelt sich um ein von Süden herantransportiertes tektonisches Element, das vielleicht durch gravitative Eingleitung in die tirolische Dürrnberger Mulde geriet. Letztere Alternative ist wieder in zwei Teilannahmen aufzuspalten: in die Annahme zweier faziell verschiedener Hallstätter Decken, einer mit Kalkfazies und einer anderen mit Mergelfazies (wozu die Halobienschiefer und die Zlambachschichten gehören würden), wie sie MEDWENITSCH auf Grund seiner Untersuchungen in den Stollen und der dabei erzielten Fossilfunde postulierte, und in die Annahme einer einzigen Hallstätter tektonischen Einheit, die PLÖCHINGER, PICHLER und TOLLMANN vorziehen. Dafür scheint vor allem die Tatsache zu sprechen, daß Zlambachschichten an verschiedenen Stellen, so nördlich des Rappoltsteins, nördlich Zill und nahe der Mündung des Wolf-Dietrichstollens am rechten Ufer des Rainbaches die norischen Kalke anscheinend normal überlagern.

Für die Annahme eines Einschubes bzw. Eingleitens von Süden her spricht u. a. die Tatsache, daß die vom Wolf-Dietrichstollen abgeteufte Bohrung III in der Tiefe unter Haselgebirge und Werfener Schiefern auf

Oberjurakalk traf (W. E. PETRASCHECK, 1945). Dazu kommen einige kleine Fenster von Oberalmer Kalk inmitten des Tiefjuvavikums. Die herrschende Vorstellung war lange Zeit die von AMPFERER (1936) vorgetragene Meinung, daß im Bereich Roßfeld – Dürrnberg zwei verschiedenen hochgelegene Mulden des Tirolikums vorliegen (was ja zweifellos zutrifft) und daß auf der höheren Mulde die kleinen Deckschollen des Roßfeldbereiches, auf der tieferen das Salinar von Dürrnberg – Berchtesgaden – nach PETRASCHECK in Form einer langgestreckten, von SW nach NE aufsteigenden und nach unten sich verengenden Haselgebirgsmulde – mit den im Hangenden folgenden mittel- und obertriadischen Gesteinen aufruhen. Diese beiden Mulden sollten durch den als Antiklinale aufgefaßten Zug des Zinken voneinander getrennt sein; die Platznahme des Tiefjuvavikums wurde im ganzen Gebiet ins Neokom verlegt, dem ja die Roßfeldscholle, die Ahornbüchse und das Klingereck aufruhen; daß im Bereich der Bohrung III und auch sonst im Dürrnberger Gebiet der tirolische Untergrund oberjurassisch ist, wurde mit vorangegangener Abtragung des Neokoms erklärt. So auch noch die von DEL-NEGRO (1968) vertretene Meinung.

Seither bewies aber PLÖCHINGER, daß diese Vorstellungen revidiert werden müssen. Seine neuen Untersuchungen begannen am Guترatsberg im Tagbau der Gartenauer Zementwerke. Es zeigt sich dort (PLÖCHINGER, 1974), daß sich im Kern einer aus Oberalmer Schichten bestehenden Antiklinale ein langgestreckter Haselgebirgskörper befindet, der als Schlammstrombrekzie und Turbidit auftritt; also offensichtlich gravitativ transportiert wurde; in den hangenden Oberalmer Schichten stecken in mehrfacher zyklischer Wiederholung Brekzien mit Komponenten aus Haselgebirge. Eine später hier niedergebrachte Bohrung bewies, daß auch im Liegenden des Haselgebirgskörpers wieder Oberalmer Schichten anstehen. Das Haselgebirge, in dem eine triadisch-liassische Einschaltung durchörtert wurde, ist also offenbar mit dieser zusammen intramalmisch, während der Sedimentation der Oberalmer Schichten, eingeglimt.

Die Ausdehnung dieser Untersuchungen auf die große Dürrnberger tiefjuvavische Einheit zeigte, daß auch hier analoge Verhältnisse herrschen (PLÖCHINGER, 1976). Besonders schön konnte dies am neuen Güterweg, der zum Gehöft Stocker südlich Dürrnberg hinaufzieht, gezeigt werden. Der etwa 100 m lange Aufschluß beginnt an der dem Haselgebirge zugekehrten Seite mit Barmsteinkalken, die bis halbmetergroße Haselgebirgstonflatschen und verschiedene auch rote Kalkgerölle (offenbar Hallstätter Kalke) enthalten; nach oben geht der Barmsteinkalk in normalen Oberalmer Kalk über, der Sohlmarken (die die Unterseite der Schichten belegen) an den gegen NNW, also gegen das Tiefjuvavikum schauenden Schichtflächen aufweist. Nach oben zeigt sich wiederholter zyklischer Wechsel zwischen Oberalmer Kalken und Barmsteinkalk-Zwischenlagen. Eine zweite Stelle befindet sich bei der Säge westlich unter der Raspenhöhe; auch hier stecken im Barmsteinkalk Haselgebirgstonflatschen, außerdem Brocken von Werfener Sandstein. Der Aufschluß befindet sich unmittelbar an der Grenze gegen die Hallstätter Masse von Dürrnberg. Die dritte Belegstelle fand PLÖCHINGER im Nordwesten des Rappoltsteins; hier streichen (in der Karte noch nicht angegebene) Oberalmer Kalke mit WSW-Fallen durch, die z. T. direkt dem Hallstätter Kalk des Rappoltsteins aufgelagert sind und in deren Barmsteinkalk-Zwischenlagen wieder zahlreiche Haselgebirgseinschlüsse stecken. Auch westlich des Zinken auf der bayrischen Seite des langen Oberalmer Strei-

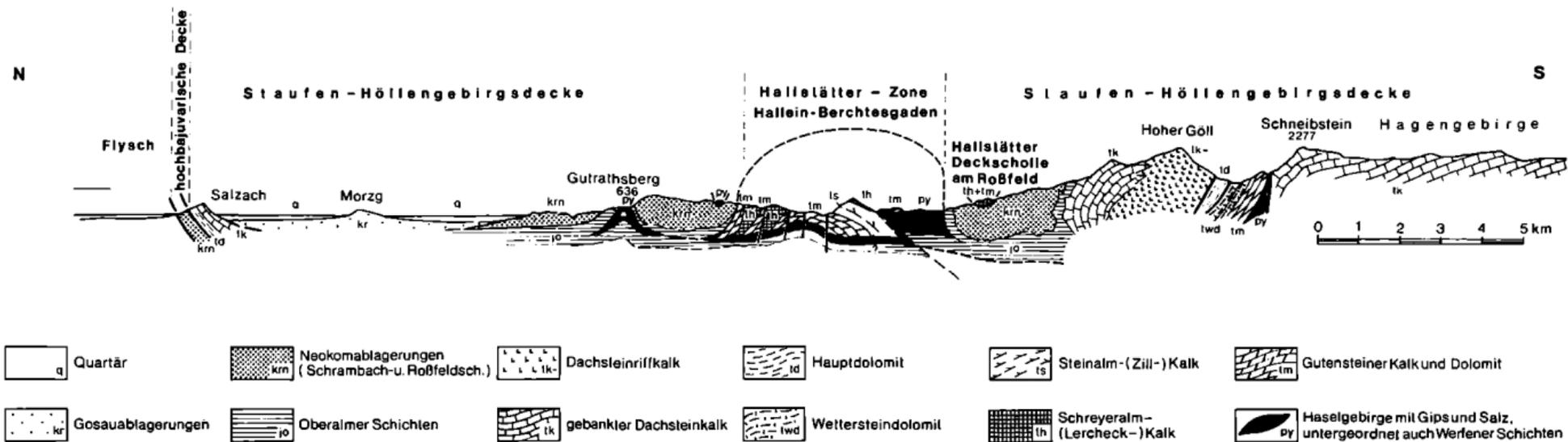


Abb. 3: Profil durch die Nördlichen Kalkalpen im Bereich des Kartenblattes (B. PLÖCHINGER)

fens fand PLOCHINGER (1977) ähnliche Verhältnisse wie im Aufschluß am Weg zum Stockerbauern an der Ostseite des Zinken. Alle diese Beobachtungen sprechen auch hier für intramalmisches Eingleiten; PLOCHINGER stellt sich vor, daß irgendwo im Süden ein mächtiger Salzdiapir bestand, von dem in mehreren Etappen, großenteils schon während des Oberjura, zum kleineren Teil postneokom Haselgebirge und Hallstätter Gesteine nach Norden abglitten. Ersteres würde für die große Dürrnberg – Berchtesgadener Scholle und für die bei Gartenau gelten, letzteres für die „Nachzügler“ auf dem Roßfeld (einschließlich Klingereck) und im Bereich Götschen; übrigens scheint es auch in der großen Dürrnberger Scholle zum mindesten noch postneokome Nachbewegungen gegeben zu haben, da an der Straße von Schellenberg zum Zill Hallstätter Gesteine eindeutig von Neokom unterlagert werden.

Alle diese Vorgänge vollzogen sich noch in der Zeit, in der die Nördlichen Kalkalpen südlich der Hohen Tauern lagen.

Was den Innenbau der Dürrnberger Scholle betrifft, so wird er hauptsächlich durch NNE-verlaufende Störungslinien bestimmt, durch die einzelnen Dolomit- und Kalkschollen voneinander abgesetzt werden. Im Osten fallen die Gesteine gegen die östlich anschließenden Oberalmer Kalke ein, sodaß hier ein schmaler Streifen von Zlambachschichten zwischen Hallstätter und Oberalmer Kalken eingeklemmt ist; im Westen fällt das Tiefjuvavikum – z. B. in den Gräben des Untersberg-Ostfußes – unter das Hochjuvavikum ein. Auch an der Kastensteinwand bei Bischofswiesen werden die Hallstätter Gesteine (Dolomit und Zillkalk) von Werfener Schiefer der hochjuvavischen Untersbergbasis überlagert*).

3.4. Hochjuvavikum

Als Hochjuvavikum werden die Kalkstöcke der Reiteralme, des Lattengebirges und des Untersberges bezeichnet; es haben sich dafür auch die Bezeichnungen Reiteralmecke oder Berchtesgadener Schubmasse eingebürgert. Auf dem Kartenblatt gehören hierher ein Teil des Lattengebirges und der gesamte Untersberg. Ersteres wurde von LEBLING (1911), letzteres von M. SCHLAGER (1930, 1961–1964, 1966) kartiert.

3.4.1. Schichtfolge

Basal findet sich auch hier Haselgebirge, besonders am Ostfuß des Untersberges, allerdings in viel geringerer Ausdehnung und Mächtigkeit als im tiefjuvavischen Gebiet. Darüber folgen die skythischen Werfener Schiefer, ebenfalls am Ostfuß des Untersberges, ferner im Norden des Gschirrkopfes und über der Kastensteinwand. Ihre typische tonig-sandige, glimmerreiche Fazies als rötliche Schiefer geht nach oben in kalkige Lagen über.

Im Anis kam es auch hier zur Absenkung; der Übergang Skyth – Anis ist als dunkler, bituminöser, geschichteter Reichenhaller Dolomit ausgebildet, der besonders am Gschirrkopf, wo er ohne Zwischenschaltung von Werfener Schiefer auf den tirolischen Gesteinen liegt, reichlich Hornstein führt. Die Karte verzeichnet ihn hier nicht, wohl aber am Ostfuß der Kneifelspitze. Der Gschirrkopf ist im übrigen aus dunklen anisischen Dolomiten und Kalken des Gutensteiner Typus aufgebaut; den anisischen

*) Der Vollständigkeit halber sei noch das zum Reichenhaller Tiefjuvavikum gehörige Haselgebirge nördlich Großmain erwähnt.

Dolomiten ist auch ein kleines Vorkommen fossilführender Reiflinger Kalke, dunkler Hornsteinkalke, eingelagert (in der Signarentabelle irr-tümlich zum Tirolikum gestellt).

Über den anisischen Schichten folgt der mächtige Komplex des unteren, das Ladin und einen Teil des Karn umfassenden Ramsaudolomits, eines weißen, von zahlreichen Klüften durchsetzten und zum grusigen Zerfall neigenden Dolomits, der im ganzen Bereich der Salzburger Kalkhochalpen den Wettersteinkalk und -dolomit der Kalkvor-alpen vertritt und wie dieser in einem Lagunenbereich sedimentiert wurde, seine große Mächtigkeit daher nur der fort-dauernden Absenkung verdankt.

Er ist im ganzen Bereich des östlichen Untersberges unter den Steilwänden weit verbreitet, baut auch die Kneifelspitze auf, umzieht die Rauhenköpfe bis zum Tal der Bischofwiesener Ache und baut auch den größten Teil des im Kartenbereich gelegenen östlichen Lattengebirges auf.

Über ihm folgt das schmale Band der karnischen Carditaschichten, das meist aus geschichteten Dolomiten im Liegenden, tonig-sandigen Gesteinen in der Mitte und einem zweiten Paket geschichteter Dolomite bzw. Oolithkalke besteht; seine Ausbildung hängt mit einer verbreiteten Meeresregression zusammen. Nach deren Abklingen setzt wieder die langsame Absenkung ein; es entstand zunächst der unternorische obere Ramsaudolomit oder Dachsteindolomit, der aber im Zehnkasergebiet höher ins Niveau des Dachsteinkalkes hinaufreicht, und darüber nach einem Übergangshorizont mit Wechsellagerung von Dolomit und Kalk, wie er sich z. B. im Lattengebirge in einem westöstlich verlaufenden Streifen nahe dem Kartenrand sowie in einem nordsüdlich verlaufenden Streifen östlich des Toten Manns findet, der meist als norisch-rhätisch eingestufte Dachsteinkalk, der trotz seiner Ablagerung im Seichtwasser infolge der wieder voll einsetzenden Absenkung wieder große Mächtigkeit erreicht*).

Meist ist er als gut gebankter, megalodontenführende, im riffnahen Lagunenbereich sedimentierter Kalk entwickelt; hauptsächlich in den östlichen Teilen des Untersberges treten auch Riffkalke auf. Der Dachsteinkalk des Hochjuvavikums weicht wegen seiner hellen, manchmal rosaroten, überwiegend aber weißen Färbung vom grauen Dachsteinkalk des Tirolikums ab; diese Varietät des Dachsteinkalkes wird als Reiteralmkalk bezeichnet.

Der Lias ist durch Hierlatzkalk (Crinoidenkalk) vertreten; dieser greift vielfach in Taschen und Spalten des Reiteralmkalkes ein, was früher einhellig mit vorangegangener Heraushebung und Verkarstung des Dachsteinkalkes und neuerlich einsetzender mariner Transgression erklärt wurde; JURGAN (1969) leugnete aber eine Heraushebung über den Meeresspiegel und ließ die Spalten submarin entstehen. Mächtige Hierlatzkalkvorkommen sind im Großen Brunntal am Ostrand der großen Plassenkalkmasse und an deren Südrand erhalten geblieben.

Der oberjurassische Plassenkalk, der einen erheblichen Teil der Nordhänge des Untersberges und einen Streifen vom Hirschangerkopf nach Nordwesten einnimmt, ist ein helles, fast weißes, in Seichtwasserzonen am Rande von Becken abgelagertes Sediment des höheren Malm (Kimmeridge – Tithon); charakteristische Fossilien sind vor allem Nerineen und andere Gastropoden. An seiner Basis östlich der Klingeralm sieht man Konglomerate aus mäßig gerundetem, z. T. blockgroßem Reiteralm-

*) Nach SCHLAGER (1930) ist wegen der Störungen eine genauere Abschätzung der Mächtigkeit nicht möglich.

kalk, grauen Kalken und verschiedenen Crinoidenkalken als Komponenten in einem bunten Bindemittel, Zeugen der transgressiven Auflagerung des Plassenkalkes auf älteren Gesteinen (womit auch die Schichtlücke zwischen Hierlatzkalk und Plassenkalk zusammenhängt). Auch die bunte Konglomeratbrekzie im Grasstreifen östlich unter dem Hirschangerkopf, die auch Quarzkörner enthält, gehört zu diesen Basalbildungen des Plassenkalkes (SCHLAGER, 1966, im Gegensatz zu 1930). Die dem Untersberg im Norden und Westen transgressiv aufruhende Gosau-Eozänserie soll in späterem Zusammenhang besprochen werden.

3.4.2. Herkunft, Alter der Bewegungen, Bau des Hochjuvavikums

Da das Hochjuvavikum seiner Stratigraphie nach als ausgesprochener Fremdkörper in seiner Umgebung liegt, ist relative Autochthonie hier auszuschließen. Herkunft aus einem nicht näher zu bestimmenden südlichen Teilgebiet des nordalpinen Ablagerungsraumes ist wahrscheinlich und wird durch die seit langem bekannten Deckschollen auf dem Steirernen Meer, die faziell eher zum Hoch- als zum Tiefjuvavikum passen, nahegelegt.

Da die oben kurz angedeutete transgressive Auflagerung der Gosaukreide am Nordfuß des Untersberges durch verschiedene Zwischenvorkommen mit der Gosautransgression auf dem tirolischen Gaisberg in Verbindung steht, muß die Platznahme der Reiteraldecke vorgosauisch erfolgt sein, aber postneokom, da im Gschirrkopfenster und am Ostfuß des Untersberges bei Schellenberg tirolisches Neokom unter das Hochjuvavikum einfällt. Auch diese vorgosauische Bewegung dürfte noch südlich der Hohen Tauern erfolgt sein, da der Ferntransport der Kalkalpen über die Hohen Tauern wahrscheinlich erst während der höheren Gosaukreide begann.

Am Nordhang des Untersberges herrscht Nord- bis Nordwestfallen sowohl der Reiteral- als auch der Plassenkalke; auch im Untersbergplateau herrscht in der Regel Nordwestfallen, dagegen im Gebiet der Zehnkaser und der Rauhenköpfe mittleres bis steiles Westfallen. Kleinere und größere Brüche, die meisten in NW-Richtung, durchsetzen den Untersberg, begrenzen den Plassenkalk im Westen und Osten und bedingen zusammen mit dem Westfallen den Abbruch gegen die tief eingesenkten Oberkreide- und Eozängesteine der Hallthurm-Nierental-Senke. Auch das Carditaband unter den Untersbergostwänden wird durch die Brüche zerhackt. Besonders im Gebiet der Rauhenköpfe herrschen W-E-Brüche vor; auch SSW-NNE-Störungen kommen vor.

Im Lattengebirge sind die Lagerungsverhältnisse und die Brüche infolge des vorherrschenden Ramsaudolomits schwer zu erkennen; klar ist nur, daß das Eozän des Eisenrichtersteins südlich Hallthurm durch einen Bruch mit großer Sprunghöhe vom Ramsaudolomit abgesetzt ist und daß sich diese Störung weit nach Süden im Tal des Frechenbaches fortsetzt, wo infolge einer Gabelung der Störungslinie noch einmal Eozän mitten im Gebiet des Ramsaudolomits nördlich Loipl vorkommt und an den beiderseitigen Bruchrändern Haselgebirge hervorgequollen ist.

3.5. Gosaukreide, Paleozän und Eozän des kalkalpinen Bereichs

Die tektonische Skizze faßt diese Formationen als eigene Einheit auf, weil sie nicht an ein bestimmtes tektonisches Element gebunden sind;

die Gosaukreide ruht zwei großtektonischen Einheiten, dem Tirolikum und dem Hochjuvavikum, auf.

3.5.1. Schichtfolge

Die Gosaukreide gehört in das Senon und gliedert sich von unten nach oben in das Coniac, Santon, Campan und Maastricht (das Dan wird heute zum Paleozän gestellt).

Das tiefste Sediment ist das basale Gosaukonglomerat, das nach der vorgosauischen Gebirgsbildung entstand. Es ist besonders schön im unteren Abschnitt der Glaserbachklamm aufgeschlossen und gehört dem tieferen Coniac an. Es hat meist rotes, manchmal auch graues Bindemittel und grobe, gerade in der Glaserbachklamm Blockgröße erreichende Komponenten vorwiegend aus jurassischen Gesteinen, unter denen die wegen ihres Kieselgehaltes weniger verwitterten Radiolarittrümmer besonders auffallen. Südlich der Glaserbachklamm findet man auch Gerölle aus Reiteralmkalk, was auf die vorgosauische Annäherung der Reiteralmdecke hinweist.

Das Konglomerat, das am Gaisberg etwa 400 m Mächtigkeit erreicht, enthält besonders in den höheren Partien Einlagerungen von Sandstein und rötlich-gelben, bräunlichen oder grauen Mergeln. In diesen Einlagerungen finden sich häufig Pflanzen, Kohlen und Süßwasserschnecken. Daraus ergibt sich, daß das Konglomerat hier die fluviatile Ausfüllung eines Senkungsbeckens oder die Bildung eines marinen Deltabereiches darstellt; wo besonders große Blöcke darin stecken, muß die Anlieferung durch Wildbäche erfolgt sein. Heute findet man das Gosaukonglomerat an den Rändern der Gersbachmulde, im südlichen Gaisberg- bzw. Rauchenbühlgebiet und über die untere Glaserbachklamm hinweg bis zum Hengstberg, wobei die Transgressionsfläche Juraschichten vom Unterlias bis zu Oberalmer Schichten übergreift; ferner bildet es die Vorhügel des Hengstberges bis nahe an die Salzach heran, jenseits der Salzach eine kleine Erhebung des südöstlichen Hellbrunner Berges sowie den Sockel dieses Berges, auch am südöstlich des Morzger Hügels wurde spärliches Gosaukonglomerat gefunden, ebenso am nordöstlichen Glanegger Hügel in der typischen roten Ausbildung, während an der Südostecke dieses Hügels graue Konglomerate und Brekzien mit überwiegend aus dem Tirolikum stammenden Komponenten anstehen. Unweit davon findet sich auf dem Hochjuvavikum transgredierende Brekzie, diesmal nur aus Komponenten der Untersberggesteine zusammengesetzt*).

Auch nordöstlich Fürstenbrunn ist die Transgression von Gosaubrekzie und -sandstein auf der Untersbergtrias zu sehen. Da der Zusammenhang zwischen Glanegg und dem Morzger Hügel auch durch die Identität der über dem Konglomerat folgenden Glanegger Schichten auf beiden Hügeln trotz der dazwischenliegenden Lücke (in der die Gosaugesteine in der Tiefe liegen) gesichert ist, kann von einem kontinuierlichen Übergang der Gosauüberlagerung vom Tirolikum des Gaisberges über die Bindeglieder Hellbrunn – Morzg – Glanegg bis auf das Hochjuvavikum des Untersberges gesprochen werden; somit ist die vorgosauische Platznahme des Hochjuvavikums innerhalb des Tirolikums – die gelegentlich bezweifelt wurde – erwiesen, wie in Ergänzung des vorangegangenen Kapitels nochmals ausdrücklich betont sei.

*) Im Liegenden dieser Brekzie schaltet sich vielfach Bauxit ein.

Noch während des unteren Coniac bildete sich in unserem Raum ein Meeresbecken (ähnlich wie im Gebiet von Gosau oder im Wolfgangseebereich), in dem die Glanegger Schichten zur Ablagerung gelangten. Die Datierung beruht auf dem Fund von Ammoniten, darunter *Mortoniceras serrato-marginatum* (REDTENBACHER) (BRINKMANN, 1935) am locus typicus, dem Glanegger Hügel. Hier beginnen die Glanegger Schichten mit dem Absatz von Kalksandsteinen, die nach oben in graue, etwas sandige Mergel übergehen. Diese Mergel reichen über das obere Coniac bis ins Santon hinauf (OBERHAUSER, 1963). Die Serie setzt sich nach Südwesten im Glanriedel bis zum Glanbach fort; auf der anderen Seite findet sie sich in gleicher Ausbildung auf dem Morzger Hügel. Die verschiedenfarbigen Mergel am Gersbach, deren Mikrofauna OBERHAUSER (1963) bestimmte, gehören danach ins Coniac und Santon, sind also zeitgleich mit den Glanegger Mergeln und können mit ihnen parallelisiert werden; sie stehen in Verbindung mit mergeligen Sandsteinen, Kalkmergeln und Kalken. Auch bei den Glanegger Mergeln ist also der Zusammenhang zwischen den Ablagerungen am Nordfuß des Untersberges und dem Gaisberggebiet gegeben. Zu den Glanegger Schichten sind wahrscheinlich auch die Gosaugesteine im Gebiet der Salzburger Stadtberge (am Ost- und Südfuß des Kapuzinerberges, am Süd- und Westfuß des Festungsberges, am Südfuß des Mönchsberges, am Sattel von Bucklreut und am südlichen Sockel des Rainberges) zu stellen.

Am Nordfuß des Untersberges transgrediert auf dem Plassenkalk der „Untersberger Marmor“ mit einer Basalbrekzie, die nach oben in eine überwiegend aus Plassenkalk-, aber auch Reiteralmkalk-Komponenten bestehende Feinbrekzie bzw. ein Konglomerat übergeht (KIESLINGER, 1963). Die Mächtigkeit des Marmors beträgt nach SCHLAGER (1957) 35–40 m.

Die Makrofauna des Untersberger Marmors besteht großenteils aus Rudisten. Weiter westlich entsprechen ihm Rudistenkalke, die dort auf Reiteralmkalk transgredieren und am Nordwesthang des Untersberges in einzelnen Vorkommen weit hinaufreichen. Man findet sie auch am Fuß des Lattengebirges; hier und bei Wolfschwang (Wolfwangen) stellt sie HERM (1962) ins Obersanton. Unter den Rudisten des Untersbergmarmors wurden besonders die Hippuriten zur Altersbestimmung herangezogen; danach wäre der Untersbergmarmor im Santon gebildet worden, also wäre die Transgression hier später erfolgt als weiter östlich. Dem steht entgegen, daß im Hangenden des Marmors normal folgende graue Mergel (mit Inoceramen) nach OBERHAUSER ihrer Mikrofauna wegen ins untere Coniac gehören würden, was dann auch für ihre Unterlage, den Untersberger Marmor, gelten müßte (SCHLAGER, 1964). Die Transgression des Untersbergmarmors wäre, wenn dies zutrifft, etwa gleich alt wie bei Glanegg, der Untersbergmarmor wäre nur eine lokale Sonderfazies des Gosaukonglomerats. Da aber die erwähnten grauen Mergel ohne Winkeldiskordanz von bunten Nierentaler Mergeln überlagert werden, die hier nach SCHLAGER (1957) auf Grund mikropaläontologischer Untersuchungen von HAGN bereits dem Dan angehören, müßte in diesem Gebiet westlich Fürstenbrunn eine gewaltige Schichtlücke angenommen werden, die vom höheren Coniac über das Santon und Campan bis zum Maastricht reichen würde. Hier bleiben noch ungelöste Probleme bestehen; auch die Annahme von Brüchen hilft kaum weiter.

Weiter westlich im Eitelgraben südlich des W. H. Wegscheid zeigt sich im Hangenden des Reiteralmkalkes ein Profil, das mit Rudistenkalken

beginnt, über graue Mergel zu den roten Nierentaler Mergeln weiterführt, die von Eozän überlagert werden. Den nächsten Graben östlich des Bruchhäusls beschrieben PLÖCHINGER und OBERHAUSER (1957); hier stehen durchaus Nierentaler Mergel an, die hauptsächlich dem Campan, vielleicht auch noch dem tieferen Maastricht angehören. Im Bereich des Nierentales (südöstlich Hallthurm), nach dem die Nierentaler Schichten benannt sind, finden sich über dem auf dem Nierentalkopf transgredierenden Gosaukonglomerat Rudistenkalke, graue Mergel des Campan und meist rote Nierentaler Mergel des höheren Campan und des Maastricht (PLÖCHINGER und OBERHAUSER, 1957). Die Nierentaler Mergel wurden zur

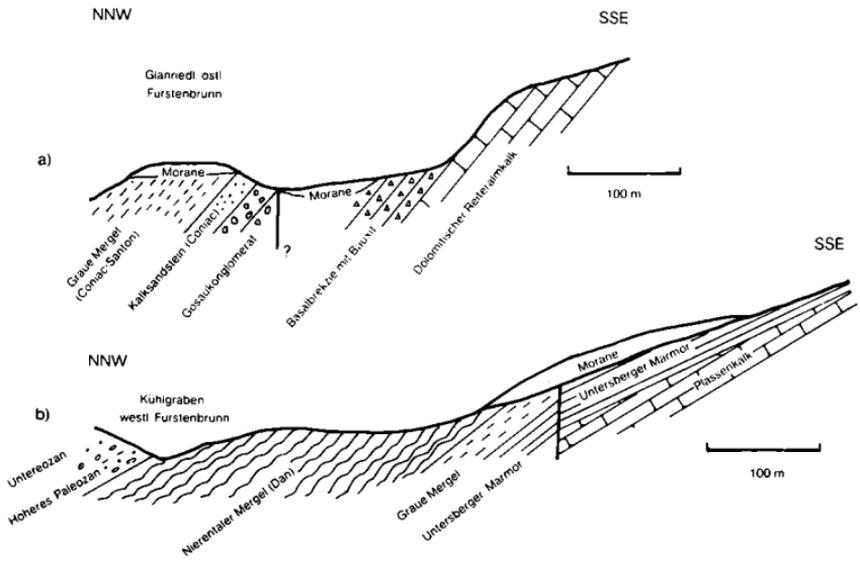


Abb. 4: Profile vom Nordfuß des Untersberges (nach M. SCHLAGER, 1957)

Zeit der größten Verbreitung des Gosaumeeres abgelagert. Sie umspannen nach dem Gesagten das Campan, Maastricht und westlich Fürstenbrunn das Dan, reichen also hier noch ins Paleozän hinein.

Über ihnen transgrediert hier (im Kühlgraben) das höhere Paleozän mit Wechsellagen von Mergelknollen bzw. eckigen Kalktrümmern, grauen Mergeln und gegen das Hangende Sandstein. Darüber folgt das Eozän, das im ganzen nördlichen Vorgelände des Untersberges aus einer mächtigen Wechsellagerung von grauen Mergeln mit Sandsteinbänken besteht. Auch Konglomerat- und Brekzienlagen sind eingeschaltet. SCHLAGER (1962) erwähnt eine häufige rhythmische Folge Konglomerat bzw. Brekzie – Sandstein – Tonmergel; die rasch wechselnde Fazies und die Einschaltung kohligter Reste lassen ihn auf ein seichtes küstennahes Meer schließen. An Fossilien finden sich Nummuliten und andere Foraminiferen.

Im Raum Hallthurm und südlich davon (Eisenrichterstein, Gebiet des Nierentales) ist das Eozän durch den obereozänen Korallenkalk repräsentiert. Ganz im Süden, im oberen Frechengraben, finden sich nochmals eozäne Mergel, Sandsteine und Korallenkalke.

Zur Oberkreide des Gebietes um den Untersberg vgl. HERM (1962), zum Alttertiär vgl. HILLEBRANDT (1962).

3.5.2. Bau der Oberkreide-Alttertiär-Schichten

Im Gebiet des Gersbaches ist die Gosau grabenförmig an Brüchen in die Obertrias eingesenkt. Randlich zieht den Brüchen Gosaukonglomerat entlang; wohl an Parallelbrüchen ist gegen dieses die Mergelzone am Gersbach tiefergelegt.

Durch die südlich anschließende Obertrias (in der zwei kleine Gosaukonglomeratstreifen an W-E-Brüchen eingeklemmt sind) von der Gersbachmulde getrennt ist die große Konglomeratplatte des südlichen Gaisberg-Rauchenbühel-Hengstberg-Bereiches; hier herrscht im allgemeinen um 35° NW-Fallen. Größere Brüche sind kaum zu erkennen, aber viele Klüfte durchsetzen das Konglomerat. Südöstlich Hellbrunn herrscht ebenfalls NW-Fallen, am Morzger Hügel Nordfallen, am Glanegger Hügel im nördlichen Teil NW-Fallen, sonst Westfallen, das aber am Glanriedl wieder in NNW-Fallen umbiegt. Im Gebiet des Untersbergmarmors ist Nordfallen zu beobachten, das nach Norden zu in den Vorhügeln immer flacher wird; dort wird das Nordfallen in den östlichen Teilen des Eozäns durch NW-Fallen abgelöst. Der Ostrand des Eozäns ist hier wohl durch die Fortsetzung der N-S-Störung bedingt, die im Großen Brunntal den Plassenkalk abschneidet. Im Raum östlich Großmain gibt es stark wechselnde Fallrichtungen; südlich davon bildet das Eozän eine Synklinale mit fast nordsüdlich streichender Achse. Das tief nach Süden reichende Band der Jungschichten ist grabenförmig, beiderseits von Brüchen begrenzt, zwischen Untersberg und Lattengebirge versenkt (wobei ein Weststau des Untersberges mitspielen dürfte); im Nierental greifen die Gosau- und Eozängesteine in das Gebiet des Untersberges ein, am oberen Frechenbach in das des Lattengebirges (hier auch beiderseits von Brüchen begrenzt, wogegen die Nierentalgosau wenigstens im Westen im Transgressivverband mit der Trias des Nierentalkopfes steht).

Im großen und ganzen bilden die Oberkreide- und Eozängesteine eine Mulde, gegen die sie vom Gaisberg nach Westen, vom Untersberg nach Norden einfallen. Ihre Fortsetzung nach Westen liegt außerhalb der Karte im Raum Reichenhall und auf den Höhen des Lattengebirges und der Reiteralm.

Die mächtige, an der Oberfläche nur teilweise sichtbare, aber im Untergrund des Salzburger Beckens durch Bohrung nachgewiesene Ausfüllung mit jungen, leicht ausräumbaren Sedimenten – in einer 1961 in mitten des Beckens niedergebrachten Bohrung wurde von 95–291 m Tiefe ein Gosaukomplex angetroffen (HELL, 1963) – spielte bei der Entstehung des Salzburger Beckens eine wichtige Rolle. Dazu kommt eine besonders aus der Lage der tirolischen Überschiebungsfläche ablesbare Quereinwalmung: diese liegt im Westen nördlich des Staufens in 1100 m, bei Stauffeneck am Ostfuß des Staufens in ungefähr 500 m Höhe, sinkt in der Bohrung beim Kugelhof südlich Maxglan auf 260,90 m Tiefe im Bohrprofil, also etwa 170 m Meereshöhe ab (in dieser Tiefe wurde die Basis der tirolischen Überschiebungsfläche mit gipsführendem Haselgebirge und Gutensteiner Dolomit auf bajuvarischem Neokom angetroffen, PREY, 1959), steigt am Kapuzinerberg auf rund 460 m, am Nordhang des Kühberges auf 550 m, beim Nockstein auf etwa 800 m. In dieser Einwalmung lag die Mulde mit den Gosau- und Eozängesteinen; schon die fluviatile

Ausräumung mußte hier verhältnismäßig leichtes Spiel haben. Im Salzachtal südlich des breiten Beckens dürften auch Bruchvorgänge, wie sie im Gebiet von Elsbethen südwärts beschrieben wurden, die erste tektonische Anlage mitbedingt und der Salzach den Weg ins Becken gewiesen haben; PIPPAN (1957) wies darauf hin, daß die tektonische Zerrüttung der Gesteine durch netzartig auftretende Brüche, wie sie SCHLAGER östlich des Tales aufzeigen konnte und wie sie wohl auch im Talbereich selbst noch angenommen werden dürfen, die Ausräumung erleichterte. Auch die Disparität der Talflanken bei Hallein – im Westen steile bis überkippte Lagerung der Jura- und Unterkreidgesteine, im Osten flache Lagerung mit Bruchtektonik – mag eine Rolle gespielt haben.

Zur fluviatilen Ausräumung trat aber noch die glaziale, auf die im folgenden Kapitel einzugehen ist.

4. Quartär

In mindestens vier Eiszeiten – Günz-, Mindel-, Riß- und Würmeiszeit – war das Salzburger Becken das Stammbecken des Salzachgletschers, in dem die Glazialerosion weit wirksamer als in den fächerförmig von ihm ausstrahlenden Zweigbecken sein konnte. Sie darf allerdings nicht überschätzt werden, da die Eisoberfläche im Bereich von Salzburg nie weit über 1000 m Meereshöhe erreicht haben dürfte (ungefähr so hoch reichen Moränenreste auf der Zistelalm, die allerdings nicht so ausgedehnt sind, wie sie die Karte verzeichnet). Wichtig ist, daß die Glazialerosion nicht überall gleich wirksam war; sie ließ Aufragungen des Untergrundes und der Ablagerungen aus den Zwischeneiszeiten bestehen und war nach Ausweis der Bohrungen, die den Felsuntergrund in sehr verschiedener Tiefe erreichten, auch unterhalb der heutigen Salzburger Ebene sehr ungleichmäßig. Sie scheint, wie schon GÖTZINGER (1963) und ihm folgend PIPPAN annahmen, bestimmte Erosionsgassen bevorzugt zu haben; die Hauptmasse des Eises dürfte westlich um die Stadtberge herumgeflossen sein, worauf besonders die tiefe Lage des Felsuntergrundes in der Kugelhofbohrung hinweist. Wie groß das Ausmaß der Glazialerosion beurteilt werden soll, hängt davon ab, in welcher Höhenlage man den präglazialen Talboden annimmt; darüber bestehen aber keine einhelligen Meinungen, sodaß die Frage kaum zu beantworten ist.

4.1. Die interglazialen Ablagerungen

Jeweils nach dem Abschmelzen der Gletscher bildeten sich große, von den weit draußen im Vorland liegenden Endmoränen bis in den Raum von Golling reichende Seen, deren Spiegelhöhe durch die Höhe der Endmoränen bestimmt wurde. In diese Seen, denen allerdings infolge raschen Zerschneidens der Endmoränen keine lange Dauer beschieden war, schüttete die Salzach Deltaschotter, deren Reste, soweit sie nicht durch die später neuerlich vordringenden Gletscher und durch fluviatile Erosion beseitigt wurden, uns heute in verfestigtem Zustand als interglaziale Nagelfluh erhalten sind. Der Höhenlage und dem Verfestigungsstatus nach kann die Deltanagelfluh des Mönchs- und Rainberges sowie des Hellbrunner Berges am ehesten dem beginnenden Mindel-Riß-Interglazial zugerechnet werden; ihre Schüttung erfolgte in einen See, dessen Spiegelhöhe über 523 m (Höhe des Hellbrunner Berges) gelegen haben muß, was mit den Mindelmoränen im Vorland gut harmonisiert. Vor allem

deshalb haben sich die meisten Autoren für die erwähnte zeitliche Einstufung ausgesprochen, mit Ausnahme von PIPPAN, die das Argument der Höhenlage mit Rücksicht auf die Möglichkeit glazialisostatischer Bewegungen als nicht ausreichend erachtet und auch den Verfestigungsgrad als zu unsicheren Datierungsfaktor wertet.

Am Nordfuß des Mönchsberges konnte während des letzten Krieges in Luftschutzztollen über Flysch Grundmoräne mit großen Kalk- und Gosaukonglomeratblöcken, darüber Seeton, Sand, Wechsellagerung von Sand mit Geröllen und schließlich die Deltanagelfluh festgestellt werden. (STUMMER, 1941; DEL-NEGRO, 1966). Auch in einem kurzfristig 1961 vorhandenen Aufschluß in der Augustinergasse, die dem Nordfuß des Mönchsberges entlangzieht, wurde gelbbraunlicher Bänderton sichtbar, der flach nach SE, also unter die Nagelfluh einfiel, daher mit dem ungefähr gleichsinnig einfallenden Bänderton im Luftschutzztollen verglichen werden kann; dagegen dürften blaugraue Tone, die vom Berg weg nach Nordwesten in etwas höherer Lage einfielen, jüngeren Alters sein (DEL-NEGRO, 1966). Das gleiche gilt von einem 1976 an der Stiege gegenüber dem Augustiner Kloster aufgeschlossenen Ton mit Schieferkohle darüber; W. KLAUS stellte dieses Vorkommen nach brieflicher Mitteilung an G. TICHY vermutungsweise in das Frühwürm*).

Die Nagelfluhgerölle des Mönchs- und Rainberges sind überwiegend kalkalpin, doch sind Kristallingerölle ebenfalls reichlich vorhanden. Die Verteilung entspricht etwa der in den heutigen Salzachsottern. Das im Norden nach NW, im Süden nach W und WSW gerichtete, zwischen 10 und 30 (PIPPAN) schwankende Einfallen entspricht einer Aufschüttung aus der Lücke zwischen Festungs- und Kapuzinerberg heraus. PIPPAN (1958) stellte fest, daß die Abfolge der Schichtbänke nach Korngröße und Mächtigkeit unregelmäßig ist, wobei die größeren Schichten mit Korn bis zu Kopfgröße überwiegen; sie sind im allgemeinen mächtiger als die feineren, wenn man von einer bis zu 4 m mächtigen Sandeinlagerung unter der Richterhöhe absieht. Die größten Lagen gehen auf schwere Hochwässer zurück. Die Verfestigung ist an den Außenwänden stärker als innen, bei groben Bänken stärker als bei feinen, die daher stärker auswitterten, was zur Bildung von Hohlkehlen führte. Der Mönchsberg wird von zahlreichen Klüften durchsetzt, die sich besonders beim Bau der Kavernengarage Mönchsberg-Nord (HORNINGER, 1976) störend bemerkbar machten. HORNINGER bringt die Klufthäufung in diesem Bereich mit Setzungserscheinungen im Streifen der tirolischen Überschiebung infolge Lösungsvorgängen bei Evaporiten, wie sie sich nach PREY (1959) in der Kugelhofbohrung an der Basis der tirolischen Überschiebung fanden, in Zusammenhang. Aus solchen Setzungserscheinungen erklärt HORNINGER auch die Bildung der „Mönchsberg-Seehöhle“, die bei den Garagenbauarbeiten aufgefunden wurde; unter ihr wurde Grundmoräne erbohrt.

Auch der Rainberg, der ein Teil des gleichen Deltas wie der Mönchsberg ist, wird von Grundmoräne unterlagert (CRAMMER 1903). Im Rainbergsteinbruch beschrieb STUMMER (1941) einen in die Nagelfluh gelangten glazial geglätteten Block von Gosaukonglomerat.

Das Delta des Hellbrunner Berges, das dem Gosausockel aufruht, fällt im östlichen und nördlichen Teil nach NNW, im südlichen nach Westen

*) Die mittlerweile durch V. RAJNER (Arsenal Wien) durchgeführte Altersbestimmung, die $35\,400 \pm 4100$ BP ergab, bestätigte dies (freundliche Mitteilung von G. TICHY).

und Südwesten. Die Zusammensetzung entspricht auch hier der der Salzachsotter. Das nächstsüdliche Vorkommen ist das von Urstein bei Puch (K. 448); hier handelt es sich aber um horizontal geschichtete Schotter, die jünger als die bisher beschriebenen Schotter – nach herrschender Auffassung Riß-Würm-interglazial – sein dürften, da sonst der Gegensatz zum nicht allzu weit abliegenden Hellbrunner Berg kaum zu erklären wäre.

Umstritten ist das große Vorkommen horizontal geschichteter Nagelfluh auf dem Adneter Riedel. Sein Westfuß ist Seetonen aufgelagert. PENCK, STUMMER, SCHLAGER und DEL-NEGRO vertraten die Ansicht, daß der höhere Teil der Nagelfluh im Gebiet des Heuberges, der stärker verfestigt ist, und an der Ostseite in 525–530 m Höhe den Oberalmer Kalken aufgelagert ist, zu den Mindel-Riß-interglazialen Ablagerungen gehört, während die tieferen Anteile, in denen im Graben südlich Mayerhof ein Block älterer Nagelfluh in Schräglage eingesedimentiert ist, dem Riß-Würm-Interglazial angehören würden. PIPPAN (1957, 1960, 1963) hingegen möchte – vor allem unter Berufung auf die Tatsache, daß auf der Westseite die tiefere Nagelfluh mit ihrem starken Kristallinanteil höher hinaufreicht, als PENCK wußte, sodaß bei Steinhaus zwischen der Nagelfluh des Heuberges und der tieferen Nagelfluh nur ein schmaler Zwischenraum von etwa 5 m Höhenabstand übrigbleibt – die gesamte Nagelfluh des Adneter Riedels in das Riß-Würm-Interglazial stellen. Östlich Mayerhof fand DEL-NEGRO (1966) im Liegenden der Heubergnagelfluh eine Tonlinse mit pflanzenführender Schieferkohle, die W. KLAUS als interglazial interpretierte, ohne aber eine Zuweisung zu einem bestimmten Interglazial vornehmen zu wollen. An der Straße beim Süden des Adneter Riedels sind Deltaschotter aufgeschlossen, die bis 495 m hinaufreichen und von Deckschottern überlagert werden. Es handelt sich hier um eine lokale Bildung, ein altes Taugldelta, worauf die Komponenten (fast ausschließlich Gerölle aus Oberalmer Kalk) hinweisen.

Weiter südlich befindet sich ein isolierter Hügel, der von der Taugl umflossen wird (K. 513) und basal Seetone aufweist, darüber Schotter mit sandigen Einlagerungen, an der Südostseite noch einmal ein Tonband mit Pflanzenresten und darüber grobe, meist lokale, nicht stark verfestigte Schotter, die jedenfalls auch zu den Riß-Würm-Bildungen gehören (DEL-NEGRO, 1966, nach gemeinsamer Begehung mit SCHLAGER). Nördlich von Adnet fand SCHLAGER (1958) Seetone, die mit etwa 10° nach Westen und WSW einfallen und teilweise in Grundmoräne übergehen, darüber eine Nagelfluh aus lokalen Komponenten, die er als interglazialen Schwemmkegel aus dem Wiestal deutete, während die Tone in einem Eisstausee beim Rückzug des Rißgletschers entstanden sein könnten.

Beiderseits, besonders nördlich der Glasenbachklamm (Aufnahmegebiet DEL-NEGRO) und weiter östlich, wie schon lange bekannt, die Nord-Süd-Strecke der Schlucht querend befindet sich eine horizontale, gut verfestigte, neben kalkalpinen auch Kristallinkomponenten aufweisende Nagelfluh; da es sich um eine seitliche Talverbauung handelt, ist ihr Alter kaum feststellbar. Dasselbe gilt von der etwa 600 m hoch gelegenen, kristallinreichen, horizontalen Nagelfluh des Holzecks und südwestlich davon (nördlich des Untersberges, Aufnahmegebiet SCHLAGER). Wohl aber dürfte die horizontal geschichtete Nagelfluh des Walsberges (455–470 m) und ein Vorkommen bei der Kirche von Wals (446 m) in die Riß-Würm-Zwischeneiszeit gehören.

Das horizontal geschichtete Konglomerat nordöstlich Großgmain (SEEFELDNER, 1957), das 550 m erreicht, und ein Vorkommen im östlichen Kirchholz dürften eher Mindel-Riß-Bildungen sein. Schwer einstuftbar ist die Nagelfluh der Schlucht der unteren Bischofswiesener Ache westlich Berchtesgaden sowie die beiden Vorkommen, die am nordwestlichen Kartenrand südwestlich und nordwestlich Weng gerade noch erfaßt sind.

Wohl schon zum Frühwürm gehören Schotter im Gebiet von Söllheim und Hallwang, die Seetone (mit Moräne- und Schotterlagen darin) unterlagern (Aufnahmsgebiet PREY).

4.2. Altmoränen

Sichere Altmoränen sind innerhalb des Kartenblattes nicht vorhanden; höchstens die hochgelegenen Moränenreste bei der Zistelalm und zwei breite, abgeflachte Wälle südöstlich und östlich des Nocksteins (Endmoränen eines aus dem Tal zwischen Rauchenbühel und Gurlspitze über den Gaisbergostkamm vorstoßenden Seitenastes des Salzachgletschers) könnten hypothetisch hier angeführt werden.

4.3. Jungmoränen

Die meisten Moränen unseres Gebietes sind Grundmoränen, Ufermoränen und Rückzugswälle der Würmeiszeit. Im Gebiet östlich und nordöstlich Adnet sowie in der Talung zwischen Oberalmberg, Eberstein, Mühlstein und Rauchenbühel einerseits, Schwarzenberg und Gurlspitze andererseits handelt es sich um Moränen des erwähnten Seitenastes des Salzachgletschers; im Süden spielten auch Anteile des aus dem Lammertal kommenden Zuflusses mit, worauf Blöcke aus den im Raum zwischen Lammertal und Gosau vorkommenden Zwieselalmschichten hinweisen (SCHLAGER, 1951). Auch in den Quertälern zwischen Schwarzenberg und Gurlspitze sowie beiderseits der Glaserbachklamm sind Jungmoränen weit verbreitet. Auf dem Plateau des Mühlsteins gehen die Erratika nach SCHLAGER (1960, 1961) bis fast 1050 m hinauf. Auf den Westhängen gegen das Salzachtal sind meist nur kleinere Reste von Grundmoränen erhalten, erst in der Gosaumulde des Gersbaches finden sie weite Verbreitung (hier floß ein Eisstrom in nordöstlicher Richtung, wie die heute nicht mehr sichtbaren Schrammen am Gletscherschliff neben der Gaisbergstraße bewiesen). Bedeutender war der Zweiggletscher zwischen Nockstein und Heuberg, der sich im Osten verbreitern konnte; seine Ufermoränen verlaufen im Süden über Koppl, im Norden auf dem östlichen Heuberggrücken. Ein Rückzugshalt ist beiderseits Pesteig zu erkennen. Auf der anderen Seite des Heuberges floß das Eis zu den Zweigbecken des Kraiwiesener Gebiets und des Wallersees; Ufer- und Rückzugsmoränen des Kraiwiesener Eisstroms sind wieder am östlichen Heuberg zu sehen. Die Moränen östlich und nördlich des Hochgitzten gehören dem Zweiggletscher der Trumer Seen an.

Links der Salzach treten die Grundmoränen des Salzachgletschers mit denen des Berchtesgadener Gletschers in Verbindung. Letzterer hinterließ außerdem verbreitete Grundmoränen und Rückzugswälle um Berchtesgaden und Grundmoränen in den östlichen Teilen des Untersbergvorlandes. Ein anderer Ast des Berchtesgadener Gletschers, der über den Hirschbichl auch Zufluß vom oberen Saalachgebiet mit Kristallinkomponenten erhielt, zog über den Raum von Bischofswiesen bzw. Loipl und über den Sattel von Hallthurm gegen Norden, dann im Anschluß an den

Saalachgletscher gegen Nordosten, wo er im Vorgelände des Untersberges Rückzugsmoränen hinterließ (SCHLAGER, 1951). Im östlichen Kirchholz liegen drumlinisierte Grundmoränen des Saalachgletschers vor. Dessen Moränen lassen sich talauswärts ins Gebiet südlich der Högel verfolgen, wo er sich teilte; ein Ast zog westlich der Högel weiter, der andere vereinigte sich mit dem Salzachgletscher, umfloß den Högelberg und bildete zusammen mit dem Salzachgletscher die Grundmoränenlandschaft des nordwestlichen Kartenanteils mit ihren nach WNW und NW orientierten Drumlins, die über einem Sockel von Schottern (aus der Zeit des vorstoßenden Eises) aus Grundmoräne bestehen und durch das darüber hinweggehende Eis Stromlinienform erhalten haben.

4.4. Eiszerfall, Spätglazial und Holozän

Erscheinungen des Eiszerfalls im östlichen Randgebiet des Saalachgletschers fand SEEFELDNER (1957) in Form ausgedehnter Kames südlich Marzoll, eines der Straße weiter südlich entlangziehenden, heute weitgehend abgebauten Os sowie in Form von Deltaschüttungen in Eisrandseen, deren Spiegelhöhe in 540 und 530 m Seehöhe lag. Verbreitete Kame stellte auch SCHLAGER nördlich des Untersberges, hier wohl vom Zerfall des westlichen Eisstroms aus dem Berchtesgadener Land stammend fest.

Im Zungenbecken des Salzachgletschers entstand nach dessen Rückzug ein großer Eissee, dessen ursprüngliche Höhe WEINBERGER (1955) mit 465 m berechnete. Im Zusammenhang mit der Zerschneidung der Würmendmoränen wurde der See stufenweise abgesenkt; ein kleines Delta östlich Lengfelden mit Oberkante bei 440 m entspricht einer diese Absenkungsphasen. Die Sedimente des Sees wurden am besten durch Bohrungen der Stieglbrauerei bekannt (HELL, 1959; PREY, 1959); unter den später abgelagerten Schottern der Salzburger Ebene traf man zuerst auf Sande, dann auf mächtige Seetone und -schluffe mit feinen Sandschichten, eine Lage Feinsand und darunter wieder mächtige Seetone, die in der Kugelhofbohrung bis in die Tiefe von 224,30 m, also etwa 206 m Seehöhe reichen und von Grundmoräne unterlagert werden. Während HELL wegen der zwischengelagerten Sandschicht an Ablagerungen zweier verschiedenzeitlicher Schmelzwasserseen dachte, ist nach PREY der ganze Komplex die Ablagerung in einem nach dem Abschmelzen des Würmeises entstandenen, sehr kurzlebigen See, der wegen des Fehlens von Diatomeen noch in Eisnähe angenommen werden muß.

Über die Ablagerungen dieses Sees haben Salzach und Saalach die Schotter der Salzburger Ebene geschüttet, die SEEFELDNER als „Friedhofsterrasse“ bezeichnete, da auf ihr der Kommunalfriedhof liegt. Diese Schotter, die beiderseits der Salzach und Saalach und im Dreieck zwischen ihnen weite Verbreitung haben, werden über 10 m mächtig. Sie gehören nach Ausweis der von PIPPAN (1967) mitgeteilten Kryoturbationserscheinungen dem Spätglazial an. Eine genauere zeitliche Einstufung versuchte SEEFELDNER (1957) mittels Zurückverfolgung von Terrassenresten längs der Saalach bis in die Gegend des Steinpasses, wo er einen Zusammenhang der entsprechenden Terrasse mit Lokalmoränen eines aus dem Sonntagshorngebiet vorstoßenden schlernzeitlichen Gletschers feststellen zu können glaubte. Dieser Zusammenhang besteht aber nach HEUBERGER (1972) nicht; beim Steinpaß liegt nur – wovon sich auch Verf.

überzeugen konnte*) – sehr kristallinreiche Grundmoräne des Saalachgletschers vor. Auch an anderen Stellen, wo analoge Zusammenhänge vermutet worden waren, konnte HEUBERGER (der das Schlernstadium überhaupt nicht anerkennt) ihr Nichtvorhandensein zeigen. Die Altersbestimmung der Friedhofterrasse steht also noch aus.

Das gilt auch für die nach einem Eintiefungsprozeß aufgeschüttete etwas tiefere „Hammerauterrasse“ (benannt nach dem links der Saalach gelegenen Ort). Auch bei dieser konnte PIPPAN Kryoturbationen finden.

Mit späteiszeitlichen Vorstößen von Lokalgletschern muß im Gebiet des Untersberges gerechnet werden. Einen solchen Vorstoß konnte SCHLAGER (1951) unter dem Schoßtal am Nordfuß des Untersberges nachweisen: er beschrieb dort ein kleines Moränenamphitheater, an dessen Westrand der äußerste Wall der Lokalmoränen einen von Blöcken grauen tirolischen Dachsteinkalkes gekrönten Ufermoränenwall des über Hallthurm geflossenen Berchtesgadener Würmgletschers abschneidet; die Zunge des vorstoßenden Lokalgletschers hat sich also auf den schon bestehenden Rückzugswall des Spätwürmgletschers gelegt. Der Zeitpunkt muß freilich auch hier offen bleiben.

Auch ein höherer Wall im Schoßtal, Lokalmoränen südlich der Zehnkaiser und weitere am Osthang des Untersberges sind zeitlich noch nicht eingestuft.

Auf der Friedhofterrasse entstand zwischen den großen Schwemmkegeln der Saalach und der Salzach das große Moor von Leopoldskron, dessen basale, den Schottern aufruhende Teile nach FIRBAS (1923) in den Übergang Präboreal-Boreal, also in den Beginn der postglazialen Wärmezeit zu stellen sind. Auch andere Moore wie das Schallmoos, das Söllheimer Moor und die Moore im nordwestlichen Kartenanteil liegen auf der Friedhofterrasse oder korrespondieren mit deren Höhenlage. Älteren Datums dagegen ist das höher gelegene Moor des Walserberges, das nach W. KLAUS (1967) die ganze Folge von der Böllingschwankung über die Ältere Dryaszeit, die Allerödschwankung und die Jüngere Dryaszeit bis ins Postglazial erkennen läßt. Im Postglazial kam es neben der Moorbildung zur Zerschneidung auch noch der Hammerauterrasse und zur Bildung der holozänen Alluvialterrasse (Schotter mit sandigen und lehmigen Auböden), ferner zu Bergstürzen wie dem von der Abtswaldhöhe südlich Hallein, dessen Streubereich als Tomalandschaft bis nahe Vigaun reicht, zu Rutschungen und zur Bildung von Bachschwemmkegeln.

Über die drei Terrassen (Friedhofs-, Hammerau- und Alluvialterrasse) arbeitete am genauesten PIPPAN (1957–1965, 1967, 1969). In einer von ihr freundlicherweise zur Verfügung gestellten Zusammenfassung stellt sie fest, daß die Flächen der spätglazialen Terrassen an Prallhängen stark reduziert, an Gleithängen breit entwickelt sind. An rezenten Prallstellen sind die Terrassenabfälle meist hoch, besonders die der Friedhofterrasse an Stellen, wo die Hammerauterrasse wegerodiert wurde, und scharf geschnitten; mit zunehmender Entfernung vom Fluß werden die Stufen niedriger und die Kanten verwaschen. Schwer verfolgbar sind die Terrassenstufen an den Mündungen von Seitenbächen, die Schwemmkegel ins Tal geschüttet haben. Die älteren Terrassen haben im allgemeinen etwas flachere Hangneigungen, was auf allmähliche Abtragung durch Gleitung und Bodenkriechen zurückgeht. Die Schotter der Terrassen entsprechen großenteils den heutigen Salzachsottern; sie führen daher auch Kristal-

*) Vgl. DEL-NEGRO (1978)

lin, im Saalachgebiet auch Gerölle aus der Grauwackenzone. Die Zubringerschwemmkegel weisen überwiegend kalkalpines, im Norden auch Flyschmaterial auf. Die Schotter sind horizontal- bis kreuzgeschichtet, gut gerundet, vorwiegend mittel- bis grobkörnig, sandreich und nicht verfestigt. Unterschiede bestehen bezüglich der Bodenmächtigkeit, die bei den spätglazialen Terrassen größere Werte als bei der Alluvialterrasse erreicht. Die Oberflächen der spätglazialen Terrassen sind ebener als die der Alluvialterrasse, die durch Schwellen und Mulden bzw. Altwasserrinnen gegliedert ist.

Literaturverzeichnis

- AMPFERER, O.: Die geologische Bedeutung der Halleiner Tiefbohrung. – *Jahrb. Geol. B.-A.* **86**, 89–114, Wien 1936.
- BERNOULLI, D. & JENKYN, H. C.: A jurassic Basin: The Glaserbach Gorge, Salzburg, Austria. – *Verh. Geol. B.-A.* **1970**, 504–531, Wien 1970.
- BRANDECKER, H.: Hydrogeologie des Salzburger Beckens. – *Steir. Beitr. z. Hydrogeol.* **26**, 5–39, Graz 1974.
- BRINKMANN, R.: Die Ammoniten der Gosau und des Flysch in den Nördlichen Ostalpen. – *Mitt. Geol. Staatsinst., Hamburg*, **15**, 1–14, Hamburg 1935.
- CRAMMER, H.: Das Alter, die Entstehung und Zerstörung der Salzburger Nagelfluh. – *N. Jb. Min. Beil.* **16**, 325–334, Stuttgart 1903.
- DEL-NEGRO, W.: Beobachtungen in der Flyschzone und am Kalkalpenrand zwischen Kampenwand und Traunsee. – *Verh. Geol. B.-A.* **1933**, 117–125, Wien 1933.
- DEL-NEGRO, W.: Geologie von Salzburg. – Innsbruck: Wagner 1950, 348 S.
- DEL-NEGRO, W.: Bericht über Kartierungsarbeiten in der Gaisberggruppe 1:25.000. – *Verh. Geol. B.-A.* **1957**, 41–47, Wien 1957.
- DEL-NEGRO, W.: Ergänzungen zur Kartierung der Gaisberggruppe 1:25.000. – *Verh. Geol. B.-A.* **1958**, 228–229, Wien 1958.
- DEL-NEGRO, W.: Ergänzungen zur Kartierung der Gaisberggruppe 1:25.000. – *Verh. Geol. B.-A.* **1959**, A 42–A 44, Wien 1959.
- DEL-NEGRO, W.: Zur Herkunft der Hallstätter Gesteine in den Salzburger Kalkalpen. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1968**, 45–53, Wien 1968.
- DEL-NEGRO, W.: Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen, Salzburg. – 2. Aufl., *Geol. B.-A.*, Wien 1970, 101 S (Bundesländerserie).
- DEL-NEGRO, W.: Abriss der Geologie von Österreich. – *Geol. B.-A.*, Wien 1977, 138 S (Bundesländerserie).
- DEL-NEGRO, W.: Zur Diskussion des Spätglazials im Salzburger Bereich. – In: Beiträge zur Quartär- u. Landschaftsforschung (Fink-Festschrift), 83–87, Wien: Hirt 1978.
- EBERS, W., WEINBERGER, L. & DEL-NEGRO, W.: Der pleistozäne Salzachvorlandgletscher. – *Veröff. Ges. Bayer. Landeskunde* **19–22**, 216 S., München 1966.
- FAUPL, P. & TOLLMANN, A.: Die Roßfeldschichten: Ein Beispiel für Sedimentation im Bereich einer tektonisch aktiven Tiefseerinne aus der kalkalpinen Unterkreide. – *Geol. Rdschau* **68**, 93–120, Stuttgart 1979.
- FENNINGER, A. und HOLZER, H. L.: Fazies und Paläogeographie des oberostalpinen Malm. – *Mitt. Geol. Ges. Wien* **63** (1970), 52–141, Wien 1972.
- FIRBAS, F.: Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. – *Lotos* **71**, 187–242, Prag 1923.
- FLÜGEL, E. & TIETZ, G. G.: Über die Ursachen der Buntfärbung in Oberrät-Riffkalken (Adnet, Salzburg). – *N. Jb. Geol. Pal. Abh.* **139**, 29–42, Stuttgart 1971.
- FLÜGEL, H. & FENNINGER, A.: Die Lithogenese der Oberalmer Schichten und der mikritischen Plassen-Kalke (Tithonium, Nördliche Kalkalpen). – *N. Jb. Geol. Pal. Abh.* **123**, 249–280, Stuttgart 1966.
- FREIMOSER, M.: Zur Stratigraphie, Sedimentpetrographie und Faziesentwicklung der südostbayerischen Flyschzone und des Ultrahelvetikums zwischen Bergen/Obb. u. Salzburg. – *Geol. Bavar.* **66**, 7–91, München 1972.

- FUGGER, E.: Das Salzburger Vorland. – Jb. Geol. R.-A. **49**, 287–428, Wien 1900.
- FUGGER, E.: Die Gaisberggruppe. – Jb. Geol. R.-A. **56**, 213–259, Wien 1906.
- FUGGER, E.: Die Salzburger Ebene und der Untersberg. – Jb. Geol. R.-A. **57**, 455–524, Wien 1907.
- GÖTZINGER, G.: Aufnahmebericht über Blatt Salzburg (4850). – Verh. Geol. B.-A. **1930**, 1–7, Wien 1930.
- GÖTZINGER, G.: Aufnahmebericht über Blatt Salzburg (4850). – Verh. Geol. B.-A. **1931**, 1–4, Wien 1931.
- GÖTZINGER, G.: Aufnahmebericht 1938 über Blatt Salzburg (4850). – Verh. Reichsst. Bodenf. **1939**, 1–5, Wien 1939.
- GÜNTHER, W. & TICHY, G.: Bauxitbergbau in Salzburg. – Mitt. Ges. Salzburger Landesk. **118**, Salzburg 1979 (im Druck).
- GÜNTHER, W. & TICHY, G.: Mangan Berg- und Schurfbau im Bundesland Salzburg. – Mitt. Ges. Salzburger Landesk. **119**, Salzburg 1979 (im Druck).
- GÜNTHER, W. & TICHY, G.: Kohlevorkommen und -schurfbau im Bundesland Salzburg. – Mitt. Ges. Salzburger Landesk. **119**, Salzburg 1979 (im Druck).
- GÜNTHER, W. & TICHY, G.: Die Ölschieferschurfbau im Bundesland Salzburg. – Mitt. Ges. Salzburger Landesk. **119**, Salzburg 1979 (im Druck).
- HAHN, F. F.: Grundzüge des Baues der Nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. – Mitt. Geol. Ges. Wien **6**, 238–357, 374–501, Wien 1913.
- HELL, M.: Wie tief ist das Salzburger Becken? – Mitt. Ges. Salzburger Landesk. **99**, 178–184, Salzburg 1959.
- HELL, M.: Tiefbohrung inmitten des Salzburger Beckens durchfährt Grundgebirge. – Mitt. Ges. Salzburger Landesk. **103**, 135–140, Salzburg 1963.
- HERM, D.: Die Schichten der Oberkreide (untere, mittlere und obere Gosau) im Becken von Reichenhall. – Z. Deutsch. Geol. Ges. **113**, 320–338, Hannover 1962.
- HEUBERGER, H.: Die Salzburger „Friedhofterrasse“ – eine Schliernterrasse? – Z. Gletscherk. Glazialgeol. **8**, 237–251, Innsbruck 1972.
- HILLEBRANDT, A. v.: Das Alttertiär im Becken von Reichenhall und Salzburg. – Z. Deutsch. Geol. Ges. **113**, 339–358, Hannover 1962.
- HORNINGER, G.: Geologische Erfahrungen vom Bau der Kavernengaragen Mönchsberg Nord (Salzburg). – Rock Mechan. Suppl. **5**, 3–28, Wien 1976.
- HUDSON, D. J. & JENKYN, H. C.: Conglomerates in the Adnet Limestone of Adnet (Austria) and the origin of the "Scheck". – N. Jb. Geol. Pal. Mh. **1969**, 552–558, Stuttgart 1969.
- JURGAN, H.: Sedimentologie des Lias der Berchtesgadener Kalkalpen. – Geol. Rdschau **58**, 464–501, Stuttgart 1969.
- KIESLINGER, A.: Die nutzbaren Gesteine Salzburgs. – Salzburg Bergland-Buch 1963., 435 S. (Mitt. Ges. Salzburger Landeskunde; 4. Ergänzungsbd.)
- KLAUS, W.: Mikroporenstratigraphie der ostalpinen Salzberge. – Verh. Geol. B.-A. **1953**, 161–175, Wien 1953.
- KLAUS, W.: Zur pollenanalytischen Datierung von Quartärsedimenten im Stadtgebiet von Wien. – Verh. Geol. B.-A. **1962**, 20–38, Wien 1962.
- KLAUS, W.: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte Salzburgs. Das Torfmoor am Walsberg. – Verh. Geol. B.-A. **1967**, 200–212, Wien 1967.
- KÜHN, O.: Zur Stratigraphie und Tektonik der Gosauschichten. – Sitz. Ber. Öst. Akad. math.-naturw. Kl. Abt. I **156**, 181–200, Wien 1947.
- KÜHNEL, J.: Geologie des Berchtesgadener Salzberges. – N. Jb. Min. Beil. B. **61**, 447–559, Stuttgart 1929.
- LEBLING, C.: Geologische Beschreibung des Lattengebirges im Berchtesgadener Land. – Geogn. Jahresh. **24**, 33–102, München 1911.
- MEDWENITSCH, W.: Fossilfund im Halleiner Salzberg. – Berg- u. hütt. Mh. **94**, 65–66, Wien 1949.
- MEDWENITSCH, W.: Zur Geologie des Halleiner Salzberges. – Mitt. Geol. Ges. Wien **51** (1958), 197–218, Wien 1960.
- MEDWENITSCH, W.: Halleiner Salzberg (Dürrnberg). – Verh. Geol. B.-A., Sonderh. F. **67–81**, Wien 1963.
- MEDWENITSCH, W.: Probleme der alpinen Salzlagerstätten. – Z. Deutsch. Geol. Ges. **115**, 863–866, Hannover 1966.

- OBERHAUSER, R.: Die Kreide im ostalpinen Raum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht. – Jb. Geol. B.-A. **106**, 1–88, Wien 1963.
- OSBERGER, R.: Der Flysch-Kalkalpenrand zwischen der Salzach und dem Fuschlsee. – Sitz. Ber. Öst. Ak. Wiss. math.-naturw. Kl. Abt. I **161**, 785–801, Wien 1952.
- PENCK, A.: Die interglazialen Seen von Salzburg. – Z. Gletscherk. **4**, 81–95, Berlin 1910.
- PETRASCHECK, W. E.: Der tektonische Bau des Hallein-Dürrenberger Salzberges. – Jb. Geol. B.-A. **90** (1945), 3–20, Wien 1947.
- PICHLER, H.: Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Roßfeld und Markt Schellenberg im Berchtesgadener Land. – Geol. Jb. Beih. **48**, 129–204, Hannover 1963.
- PIPPAN, TH.: Bericht 1956 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Hallein (94/1) und Untersberg (93/2), 1:25.000. – Verh. Geol. B.-A. **1957**, 52–56, Wien 1957.
- PIPPAN, TH.: Bericht 1957 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Hallein 94/1 und Untersberg 93/2, 1:25.000 und dem Stadtplan Salzburg 1:10.000. – Verh. Geol. B.-A. **1958**, 232–240, Wien 1958.
- PIPPAN, TH.: Bericht 1958 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Hallein 94/1 und Untersberg 93/2, 1:25.000 und dem Stadtplan Salzburg 1:10.000. – Verh. Geol. B.-A. **1959**, A 49–A 56, Wien 1959.
- PIPPAN, TH.: Bericht 1959 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Salzburg 63/4 und Ebenau 64/3, 1:25.000. – Verh. Geol. B.-A. **1960**, A 55–A 61, Wien 1960.
- PIPPAN, TH.: Bericht 1960 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Salzburg 63/4, Untersberg 93/2 und Hallein 94/1, 1:25.000. – Verh. Geol. B.-A. **1961**, A 43–A 48, Wien 1961.
- PIPPAN, TH.: Bericht 1961 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Salzburg 63/4, Untersberg 93/2 und Hallein 94/1, 1:25.000 und dem Stadtplan 1:10.000. – Verh. Geol. B.-A. **1962**, A 43–A 46, Wien 1962.
- PIPPAN, TH.: The late glacial terraces and remnants of interglacial sedimentation in the Salzburg basin. – 6. Inquakongr. 265–272, Lodz 1963.
- PIPPAN, TH.: Die Stadterrassen von Salzburg. – Mitt. Öst. Geogr. Ges. **109**, 115–128, Wien 1967.
- PIPPAN, TH.: The present state of glaciomorphological research in the Pleistocene Salzach glacial area. – 8. Inquakongr., 99–103, Paris 1969.
- PLÖCHINGER, B.: Zur Geologie des Kalkalpenabschnittes vom Torrener Joch zum Ostfuß des Untersberges; die Göllmasse und die Hallstätter Zone. – Jb. Geol. B.-A. **98**, 93–144, Wien 1955.
- PLÖCHINGER, B.: Bericht 1958 über Aufnahmen auf Blatt Ebenau (64/3) und Blatt Thalgau (64/4). – Verh. Geol. B.-A. **1959**, A 60–A 62, Wien 1959.
- PLÖCHINGER, B.: Exkursion in den Grünbachgraben am Untersberg-Ostfuß (Salzburg). – In: Exkursionsführer für 8. Europ. Mikropaläont. Koll. in Österreich. – Verh. Geol. B.-A., Sdheft F, 57–69, Wien 1963.
- PLÖCHINGER, B.: Erläuterungen zur geologischen Karte des Wolfgangseegebietes (Salzburg, Oberösterreich). – Geol. B.-A. 92 S., Wien 1973.
- PLÖCHINGER, B.: Gravitativ transportiertes permisches Haselgebirge in den Oberalmer Schichten (Tithonium, Salzburg). – Verh. Geol. B.-A. **1974**, 71–88, Wien 1974.
- PLÖCHINGER, B.: Blatt 94, Hallein, Geologische Aufnahme. – Verh. Geol. B.-A. **1975**, A 63–A 64, Wien 1975.
- PLÖCHINGER, B.: Die Oberalmer Schichten und die Platznahme der Hallstätter Masse in der Zone Hallein-Berchtesgaden. – N. Jb. Geol. Pal. Abh. **151**, 304–324, Stuttgart 1976.
- PLÖCHINGER, B.: Bericht 1975 über geologische Aufnahmen in der Rahmenzone des Halleiner Salinargebietes auf Blatt 94, Hallein. – Verh. Geol. B.-A. **1976**, A 111–112, Wien 1976.
- PLÖCHINGER, B.: Bericht 1976 über Revisionen in der Rahmenzone des Halleiner Salinars auf Blatt 93, Berchtesgaden. – Verh. Geol. B.-A. **1977**, A 84–85, Wien 1977.
- PLÖCHINGER, B. & OBERHAUSER, R.: Ein bemerkenswertes Profil mit rhätischliassischen Mergeln am Untersberg-Ostfuß. – Verh. Geol. B.-A. **1956**, 275–283, Wien 1956.

- PLÖCHINGER, B. & OBERHAUSER, R.: Die Nierentaler Schichten am Untersberg bei Salzburg. – Verh. Geol. B.-A. **1957**, 67–114, Wien 1957.
- PREY, S.: Der obersenone Muntigler Flysch als Äquivalent der Mürrsandsteinführenden Oberkreide. – Verh. Geol. B.-A. **1952**, 92–101, Wien 1952.
- PREY, S.: Zwei Tiefbohrungen der Stieglbrauerei in Salzburg. – Verh. Geol. B.-A. **1959**, 216–224, Wien 1959.
- PREY, S.: Bericht (1958) über geologische Aufnahmen im Flyschanteil der Umgebungskarte (1:25.000) von Salzburg. – Verh. Geol. B.-A. **1959**, A 63–A 64, Wien 1959.
- PREY, S.: Bericht (1959) über geologische Aufnahmen im Flyschanteil der Umgebungskarte (1:25.000) von Salzburg. – Verh. Geol. B.-A. **1960**, A 63–A 64, Wien 1960.
- PREY, S.: Bericht 1960 über geologische Aufnahmen im Flyschanteil der Umgebungskarte (1:25.000) von Salzburg. – Verh. Geol. B.-A. **1961**, A 54–55, Wien 1961.
- PREY, S.: Bericht 1961 über geologische Aufnahmen im Flyschanteil der Umgebungskarte (1:25.000) von Salzburg. – Verh. Geol. B.-A. **1962**, A 50–A 52, Wien 1962.
- PREY, S.: Flysch und Helvetikum in Salzburg und Oberösterreich. – Z. Deutsch. Geol. Ges., **113**, 282–292, Hannover 1962.
- PREY, S.: Bericht 1962 über geologische Aufnahmen im Flyschanteil der Umgebungskarte (1:25.000) von Salzburg. – Verh. Geol. B.-A. **1963**, A 41–A 42, Wien 1963.
- PREY, S.: Bericht 1967 über geologische Aufnahmen im Flyschanteil der Umgebungskarte von Salzburg. – Verh. Geol. B.-A. **1968**, A 41–A 42, Wien 1968.
- PREY, S.: Rekonstruktionsversuch der alpidischen Entwicklung der Ostalpen. – Mitt. Österr. Geol. Ges. **69** (1976), S. 1–25, Wien 1978.
- SCHAUBERGER, O.: Die stratigraphische Aufgliederung des alpinen Salzgebirges. – Berg- u. hüttenmänn. Mh. **94**, 46–56, Wien 1949.
- SCHAUBERGER, O.: Zur Genese des alpinen Salzgebirges. – Z. Deutsch. Geol. Ges., **105**, 736–751, Hannover 1955.
- SCHLAGER, M.: Zur Geologie des Unterberges. – Verh. Geol. B.-A., 245–255, Wien 1930.
- SCHLAGER, M.: Neuere Erfahrungen über die Lokalvergletscherung des Untersberg- und Tauglgebietes. – Mitt. naturwiss. Arb. Gem. Haus d. Nat. Salzburg **2**, 18–25, Salzburg 1951.
- SCHLAGER, M.: Exkursion zum Untersbergfuß und nach Adnet. – Mitt. naturwiss. Arb. Gem. Haus d. Nat. Salzburg, **8**, 19–25, Salzburg 1957.
- SCHLAGER, M.: Bericht über geologische Arbeiten 1956. – Verh. Geol. B.-A. **1957**, 64–74, Wien 1957.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1957 über geologische Aufnahmen auf Blatt Hallein (94). – Verh. Geol. B.-A. **1958**, 252–259, Wien 1958.
- SCHLAGER, M.: Kleine Studie über das Adnetter Becken. – In: Festschrift d. naturwiss. Arbeitsgem. Haus d. Natur in Salzburg zum 70. Gebtg. v. E. P. TRATZ, 12–17, Salzburg 1958.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1958 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Hallein (94) und Salzburg (63). – Verh. Geol. B.-A. **1959**, A 70–A 80, Wien 1959.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1959 über geologische Arbeiten auf den Blättern Hallein (94) und Straßwalchen (64). – Verh. Geol. B.-A. **1960**, A 71–A 78, Wien 1960.
- SCHLAGER, M.: Geologische Karte von Adnet und Umgebung 1:10.000. – Geol. B.-A., Wien 1960.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1960 über geologische Arbeiten auf Blatt Straßwalchen. – Verh. Geol. B.-A. **1961**, A 61–A 67, Wien 1961.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1960 über geologische Arbeiten auf Blatt 93 (Berchtesgaden). – Verh. Geol. B.-A. **1961**, A 67–A 70, Wien 1961.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1961 über geologische Arbeiten auf den Blättern 63 (Salzburg) und 93 (Berchtesgaden). – Verh. Geol. B.-A. **1962**, A 60–A 67, Wien 1962.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1962 über geologische Arbeiten auf Blatt 93 (Berchtesgaden). – Verh. Geol. B.-A. **1963**, A 47–A 50, Wien 1963.

- SCHLAGER, M.: Bericht 1963 über geologische Arbeiten auf Blatt Berchtesgaden (93). – Verh. Geol. B.-A. **1964**, A 39–A 40, Wien 1964.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1964 über geologische Arbeiten auf den Blättern Straßwalchen (64) und Hallein (94). – Verh. Geol. B.-A. **1965**, A 43–A 47, Wien 1965.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1965 über geologische Arbeiten auf den Blättern Berchtesgaden (93) und Hallein (94). – Verh. Geol. B.-A. **1966**, A 50–A 54, Wien 1966.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1966 über geologische Arbeiten auf Blatt Hallein (94). – Verh. Geol. B.-A. **1967**, A 39–A 42, Wien 1967.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1967 über geologische Arbeiten auf Blatt Hallein (94). – Verh. Geol. B.-A. **1968**, A 55–A 58, Wien 1968.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1968 über geologische Arbeiten auf den Blättern Hallein (94) und Straßwalchen (64). – Verh. Geol. B.-A. **1969**, A 61–A 67, Wien 1969.
- SCHWARZACHER, W.: Neue Ammonitenfunde aus dem Flysch von Muntigl bei Salzburg. – Ber. Reichsanst. Bodenf. **1943**, 157–160, Wien 1943.
- SEEFELDNER, E.: Entstehung und Alter der Salzburger Ebene. – Mitt. Ges. Salzburg Landesk. **94**, 202–208, Salzburg 1954.
- SEEFELDNER, E.: Bericht über die Kartierung des Pleistozäns an der SW-Ecke des Kartenblattes „Salzburg-Umgebung“. – Verh. Geol. B.-A. **1957**, 77–79, Wien 1957.
- SEEFELDNER, E.: Salzburg und seine Landschaften. – Salzburg: Bergland-Buch 1961, 574 S.
- STUMMER, E.: Die interglazialen Seen von Salzburg. – Verh. Geol. B.-A. **1936**, 101–107, Wien 1936.
- STUMMER, E.: Die interglazialen Ablagerungen in den Zungenbecken der diluvialen Salzach- und Saalachgletscher. – Jb. Geol. B.-A. **88**, 195–206, Wien 1938.
- STUMMER, E.: Zum interglazialen Alter des Mönchs- und Rainberges in Salzburg. – Ber. Reichsanst. Bodenf. **1941**, 95–99, Wien 1941.
- TICHY, G.: Interstadales Kohle-Vorkommen aus dem Früh-Würm von Mülln (Stadt Salzburg, Österreich). – Z. Gletscherk. Glazialgeol., Innsbruck (im Druck).
- TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. – Wien: Deuticke 1976, 580 S. (TOLLMANN, A.: Monographie der Nördlichen Kalkalpen; 2.).
- TOLLMANN, A.: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. – Wien: Deuticke 1976, 449 S. (TOLLMANN, A.: Monographie der Nördlichen Kalkalpen; 3.).
- TOLLMANN, A. & TOLLMANN, E.: Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Westabschnitt der Hallstätter Zone in den Ostalpen. – Geol. et Palaeont. **4**, 87–145, Marburg 1970.
- VOGELTANZ, R.: Bericht über Großsprengungen im Wimberg- und Kirchenbruch (Adnet). – Veröff. Haus d. Nat. Salzbg., **1965**, 44–49, Salzburg 1965.
- VOGELTANZ, R.: Fischfunde aus der Salzburger Obertrias. – Der Aufschluß **20**, 96–99, Heidelberg 1969.
- VORTISCH, W.: Einiges über die Juraformation von Salzburg. – N. Jb. Geol. Pal. Mh. **1956**, 106–109, Stuttgart 1956.
- VORTISCH, W.: Ist der Überschiebungsbau in den rhätischen und jurassischen Gesteinen der nordöstlichen Alpen zweifelhaft? – N. Jb. Geol. Pal. Mh. **1963**, 358–369, Stuttgart 1963.
- VORTISCH, W.: Die Jura-Serie der Kehlbachschlucht (Salzburg, Österreich). – N. Jb. Geol. Pal. Abh. **131**, 252–262, Stuttgart 1968.
- VORTISCH, W.: Die Geologie des Glaserbachtals südlich von Salzburg. – Geol. et Palaeont. **4**, 147–166, Marburg 1970.
- WÄHNER, F.: Exkursion nach Adnet und auf den Schafberg. – Comptes-rendu IX. Congr. Géol. Int. Vienne 1903, 20 S., Wien: Hollinek 1903.
- WEINBERGER, L. (mit Beitr. v. LENDL, E.): Eiszeitformen im Salzburger Vorland. – Salzburg-Atlas, 21–23, Salzburg Müller, 1955.
- WENDT, J.: Die Typokalität der Adnetter Schichten (Lias, Österreich). – Ann. Inst. Geol. publ. Hung. **54**, 105–116, Budapest 1971.
- WOLETZ, G.: Schwermineeralvergesellschaftungen aus ostalpinen Sedimentationsbecken der Kreidezeit. – Geol. Rdschau **56**, 308–320, Stuttgart 1967.