

Erläuternde Beschreibung des Nordteiles der Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg, 1 : 50.000. — Flyschzone, Walserbergserie, Gosau im Nordrand der Kalkalpen und Quartär

Von SIEGMUND PREY

Mit 2 Abbildungen

Schlüsselwörter
Flysch
Ultrahelvetikum
Walserbergserie
Gosau
Quartär
Helvetikum-Fenster

Österreichische Karte 1 : 50000.
Blätter 63, 64

Echte Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg (1 : 50.000) sind bisher nicht zustande gekommen. Die soeben erschienenen Erläuterungen von W. DEL NEGRO (1979) sind nur kurz gehalten, sodaß die hier vorgelegten Erläuterungen als Ergänzung mit einigen Begründungen benützbar sind. Nachdem auch die für die Karten der Geologischen Bundesanstalt vorgesehenen kurzen Erläuterungen nicht die Möglichkeit geboten hätten, das bei der Kartierung erarbeitete Material in größerem Umfange vorzulegen, wird dieses ungefähr in der Form publiziert, wie es für große Erläuterungen vorgesehen gewesen wäre. Damit die Publikation auch als echte Erläuterung benützbar wird, sind die betreffenden Ziffer-Signaturen der Karte beigefügt. Eine Profilerie möge die Beschreibung unterstützen.

INHALT

Einleitung	283
Die Schichtfolge des Flysches	273
1. Unterkreideflysch (33)	283
2. Der Reiselsberger Sandstein (32)	285
3. Obere Bunte Schiefer (31)	286
4. Die Zementmergelserie (30)	287
Fraglicher Flysch bei Mülln	289
5. Oberste Bunte Schiefer (29)	289
6. Mürbsandsteinführende Oberkreide und Alttertiär (28)	290
Allgemeines über den Flysch	294
Das Helvetikum (Nord-Ultrahelvetikum speziell)	295
Die Schichten des Nordultrahelvetikums im Kartenraum (27)	295
Mergel des Coniac-Santons	295
Mergel des Paleozäns	296
Nummuliten-Lithothamnienkalk. Eozän (26)	296
Der Bau der Flyschzone im Raume der Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg	298

Anschrift des Verfassers: Dr. SIEGMUND PREY, Eckpergasse 39, A-1180 Wien.

Der Südrand der Flyschzone	298
Die Antiklinale des Heuberges mit dem Helvetikum-Fenster	300
Das Helvetikum-Fenster von Lengfelden	301
Der Plainbergzug	302
Der Lieferinger und Müllner Hügel	303
Die Falten des nordöstlichen Heuberges	303
Die Synklinale von Maria Sorg	304
Die Antiklinale westlich Hallwang und bei Hintergitzen	304
Die Muldenzone von Hochgitzen — Elixhausen — Fischachtal	305
Die Höglberge	305
Literatur zur Flyschzone	306
Die Walserbergserie (34)	308
Literatur zur Walserbergserie	312
Beitrag zur Kenntnis der Gosauschichten der Hochbajuvarischen Einheit am Nordrand der Kalkalpen	312
Die tieferen Gosauschichten (43)	313
Die höheren Gosauschichten (39)	313
Mikrofaunen aus Gosauergeln aus dem Tirolikum im Stadtgebiet von Salzburg (43)	315
Anhang: Zwei Proben von Gosauschichten von der Nordausfahrt der Mönchsberggarage	315
Literatur zu den besprochenen Gosauschichten	316
Das Quartär im Bereich der Flyschzone und des Nordrandes der Kalkalpen (5—25)	316
Literatur zum Quartär	322

Zusammenfassung

Anstelle der nicht zustandegekommenen großen Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg (1 : 50.000) wird hier eine ausführlichere Erläuterung zum Nordteil dieses Blattes angeboten, die sowohl Flysch und Ultrahelvetikum, als auch die Walserbergserie, einen Beitrag zur Kenntnis der Gosauschichten vom Nordrand der Kalkalpen, sowie einige Angaben über das Quartär dieses Raumes aus der Sicht des Autors umfaßt. Die beigegefügtten entsprechenden Ziffer-Signaturen der Karte sollen die Benützung als Erläuterung erleichtern.

Den größten Raum nimmt die Flyschzone ein, von der Unterkreideflysch, Reiselberger Sandstein, Obere Bunte Schiefer, Zementmergelserie (einschließlich des fraglichen Flyschs von Mülln), Oberste Bunte Schiefer und schließlich Mürbsandsteinführende Oberkreide und Alttertiär beschrieben werden. U. a. sind hier eingehendere Angaben über Muntigl zusammengestellt. Die Entstehung des Flysches wird auch hier kurz erläutert.

Was das Helvetikum i. w. S. betrifft, werden die als Ultrahelvetikum aufgefaßten Mergel der Oberkreide und des Paleozäns, sowie die Nummuliten-Lithothamnienkalke des Hochsteins am Heuberg beschrieben.

In tektonisch charakterisierbare Abschnitte gegliedert, wird der Bau der Flyschzone im Kartenraum dargestellt unter Berücksichtigung des Faltenbaues, von Störungen und der interessanten Helvetikum-Fenster vom Heuberg und von Lengfelden.

Die Walserbergserie wird einer eingehenderen Beschreibung unterzogen, maßgebende Faunen angeführt, sowie Unsicherheiten besprochen.

Im Nordrand der Kalkalpen wurden verschiedene, zuerst als Flysch angesehene Schichten durch Faunen, Schwerminerale und Gesteinscharakter als hochbajuvarische Gosauschichten des Senons bis Paleozäns erkannt. Hierher gehören auch zwei Proben von der Nordausfahrt der Mönchsberggarage. Zum Tirolikum gehören Gosauergel vom Rainberg und vom Südfuß des Kapuzinerberges.

Eine oft ausgedehnte quartäre Bedeckung wurde mitkartiert und Beobachtungen werden mitgeteilt, die die Einstufung von Schottern und Staubeckensedimenten, aber auch einige große Findlinge und Toteiswannen betreffen.

Einleitung

Die Flyschzone erreicht in diesem Raume die beachtliche Breite von 17—18 Kilometern. Sie verschmälert sich gegen Osten auf etwa 10 km, nach Westen aber sehr stark bis zu einem kurzen Aussetzen.

Auf Blatt Salzburg (1 : 50.000 von G. GÖTZINGER, 1955) ist der Flysch nicht gegliedert worden. Das wurde für den im Titel genannten Kartenraum nun nachgeholt. Neben dem österreichischen Raum wurde auch ein bayerischer Anteil übersichtsmäßig berücksichtigt. Leider steht von G. GÖTZINGER zwar eine Reihe von Aufnahmeberichten, aber keine Erläuterung zur Verfügung. Von älteren Arbeiten sind insbesondere die von E. FUGGER (1899) und E. FUGGER & C. KASTNER (1885) zu nennen, die vor allem die berühmten Inoceramenfunde von Muntigl und Bergheim veröfflichten. Über weitere Fossilfunde dieser für Flyschverhältnisse ungewöhnlich reichen Fundstellen berichten R. BRINKMANN (1935), E. KRAUS (1942) und W. SCHWARZACHER (1943). Ferner sind zu erwähnen: J. BÖHM, TH. FUCHS, O. KÜHN, J. LORENZ v. LIBURNAU, C. M. PAUL und W. SZAJNOCHA.

Über Muntigl siehe auch S. PREY (1952).

Eine erste Gliederung des Flysches liegt von M. RICHTER & G. MÜLLER-DEILE (1940) vor, die, abgesehen von einigen kleineren Korrekturen, eine Grundlage darstellt. Viele gute Beobachtungen findet man bei E. KRAUS (1932, 1942); die Deutung des Heubergfensters als ostalpine Deckscholle ist schon längst richtiggestellt, ebenso wie einige Schichtestufungen. Neuere Darstellungen der Flyschzone bei Salzburg stammen von W. DEL NEGRO (1950, 1960, 1970), wobei die jüngere Fassung naturgemäß die modernere ist.

Ein wesentlicher Grundzug im Bau auch dieses Teiles der Flyschzone ist die Existenz zweier, zwar altersmäßig ungefähr übereinstimmender, aber faziell grundverschiedener Baueinheiten, nämlich der tieferen Einheit des Helvetikums und Ultrahelvetikums, die deckenförmig auf der Vorlandmolasse liegt, und der darübergeschobenen Decke des Rhenodanubischen Flysches. Beide erfordern deshalb eine getrennte Darstellung der Schichtfolgen.

In das Literaturverzeichnis sind auch nicht zitierte, aber das Gebiet betreffende Publikationen aufgenommen.

Die Schichtenfolge des Flysches

1. Unterkreideflysch (Sign. 33 der Karte)

Gesteinsbestand: Schwarze und grügraue mitunter etwas mergelige Schiefertone, dunkle Sandkalke bis Kalksandsteine, dunkelgrüne Glaukonitquarzite, öfter mit Breccienlagen an der Basis.

Die Tonschiefer mit selten geringem Kalkgehalt, sind tiefschwarz bis dunkelgrau, mitunter in Lagen auch braunschwarz, anderseits hellgrüngrau. Nicht selten sind schwarze kieselige Tonsteinbänkchen eingelagert. Für die tieferen Teile des Profils sind auch graue Mergel, sowie dichte graue Mergelkalke mit Chondriten und dunklen Flecken bezeichnend.

Sandsteine und Quarzite zeigen mehr minder deutliche Flyschmerkmale, wie gradierte Schichtung (*graded bedding*) mit gröberen Basallagen, die mitunter auch Breccien sind, Laminierung, Kreuz- oder Wulstschichtung (*convolute bedding*). Teilungsflächen können mit Glimmerblättchen bestreut sein. Die Unterseiten zeigen oft Sohlmarken, wie Strömungsmarken oder Lebensspuren.

Einerseits gibt es dunkelgraue Sandkalke bis Kalksandsteine mit kalkigem, seltener stärker kieseligem Bindemittel. Komponenten sind vorherrschend Quarz,

Feldspäte, Karbonatgesteine und Glimmer. Manche erhalten durch feinen Echinoder-
mengrus ein feinspätiges Glitzern. Die auffallenden Glaukonitquarzite bis Glaukonit-
sandsteine mit ausschließlich oder vorherrschend kieseligem Bindemittel erhalten
ihre Farbe vor allem durch den grünen Glaukonit. Die glasige Beschaffenheit und
die Farbe war Anlaß für den Namen „Ölquarzit“. Die brecciösen Basallagen haben
ebenfalls meist glaukonitquarzitische Bindemittel und pflegen aus verschiedenen
Kalken, schwarzen und grünen Schiefertonsplitterchen, etwas Quarz und Phyllit-
stückchen zu bestehen. Die Kalkkomponenten nehmen in der Regel nach oben
bis zum völligen Verschwinden zugunsten von Quarz ab. Hell gefärbte kalkige
Breccien sind mehr für die tieferen Profileile charakteristisch (vgl. F. ABERER &
E. BRAUMÜLLER, 1958).

Speziell zu erwähnen ist eine Breccie im Nordhang des Heubergsattels (ENE
Heuberggipfel), westlich der Stelle, wo die Forststraße den Sattel erreicht, im unteren
Teil einer Geländerippe mit einer schmalen Grenzschneise. Die tektonisch stark
zertrümmerte Breccienbank ist grau und besteht aus eckigen oder schlecht ge-
rundeten dunkelgrauen, oft ockergelb anwitternden Kalken, sowie graugrünen und
dunkelgrauen Tonschieferscherben in sandig-kalkigem Bindemittel. Es kommt
neocomes Alter in Betracht.

Die Sprödigkeit der Kalksandsteine und Quarzite ist der Anlaß für eine oft intensive
Klüftung. Durch Auswitterung des Kluftkalzits erhalten die Stücke eine charakteristi-
sche rissige Oberfläche. Auch Manganruß oder kleine Kalzitrasen wurden in solchen
Klüften beobachtet.

Die Bankmächtigkeiten schwanken sehr zwischen wenigen Zentimetern und über
1 m; als häufigen Durchschnitt kann man 30–50 cm angeben.

Das Gesteinsmaterial zeigt fast immer Zeichen enormer tektonischer Beanspru-
chung, die durch die Rolle als tektonischer Gleithorizont hinreichend erklärbar ist.
Ehemals harte Schiefer können zu feinblättrigen, oft sogar plastischen teigartigen
Massen, die schwarz und grün geflammt zu sein pflegen, verformt sein. Die Hart-
gesteinsbänke sind häufig zerrissen, zu unregelmäßigen Körpern deformiert und
bisweilen von gestriemten Harnischen überzogen.

Die Mikrofaunen sind i. A. ärmlich, aber nichtsdestoweniger charakteristisch.
Meist bestehen sie aus Sandschalern, darunter milchigweißen bis grünlichen Recur-
voiden, sowie häufig pyritisierten Radiolarien. Vorkommen von *Plectorecurvoides*
alternans NOTH und *Reophax minuta* TAPPAN sprechen für Mittelkreide. Aber es
gibt auch Proben, in denen Globigeriniden, wie *Hedbergella infracretacea* (GLÄSSNER)
und *Globigerinella* sp. vorkommen; in einer Probe wird oberstes Alb durch *Globo-*
truncana (*Thalmaninella*) *ticinensis* GANDOLFI bewiesen.

Am Heubergsattel wurden, nordöstlich an das Helvetikum anschließend,
ca. 3 m Gaultquarzit, 2 m bräunlichgraue und 1 m dunkelgraue härtere, ein wenig
feinglimmerige Tonmergel untersucht. Die reichere Unterkreidefauna: *Hedbergella*
infracretacea (GLÄSSNER), *Anomalina lorneiana* GAND., Lenticulinen, *Epistomina*
cf. *colomi* DUBOURDIEUX & SIGAL, *Bigennerina complanata* (REUSS), *Clavulinoides*
gaultinus (MOROSOWA), *Trocholina* sp., rotalide Formen, reichlich Radiolarien,
Inoceramensplitter, sowie kleine sechsspitzige Körperchen (Spongienskelett-
elemente?).

Daraus ergibt sich generell ein Alb-Alter. Ältere Schichtglieder sind zwar sicherlich
vorhanden, aber in unserem Gebiete nicht bewiesen.

Megafaunen (z. B. Aptychen) wurden in diesem Raume nicht gefunden, sind aber
aus anderen Vorkommen bekannt (S. PREY, 1950, 1957; F. ABERER & E. BRAU-
MÜLLER, 1958).

Die Mächtigkeit des Unterkreideflysches kann infolge der besonders starken tektonischen Beanspruchung nicht abgeschätzt werden, könnte aber einige hundert Meter betragen haben.

Vorkommen von Gaultflysch im Kartenraum: Im Rahmen des Heubergfensters, im Südhang des unteren Alterbachtals, Blöcke in der Rutschmasse nördlich Heuberg; am Südrand der Flyschzone nordöstlich Piding könnte etwas Gault vorhanden sein (vgl. S. 298).

Die Tongesteine des Gaultflysches verwittern sehr leicht und verursachen daher sanftere Hänge, die außerdem durch erhöhte Rutsch tendenz ausgezeichnet sind.

2. Der Reiselsberger Sandstein (Sign. 32 der Karte)

Charaktergestein ist ein fein- bis mittelkörniger glimmerführender Sandstein von grauer bis bläulichgrauer Farbe und brauner Anwitterung. Hauptbestandteile sind Quarz, Feldspäte, Muskowit, Biotit (z. T. zersetzt), wenig Kalke und Dolomite, in der Regel keinerlei Fossilien, ferner Fragmente von Gneisen, Phylliten und Myloniten. Dazu kommen etwas Granat, Glaukonit und stellenweise Pflanzenhäcksel. Die sandig-glimmerig-mergelige Matrix begünstigt eine charakteristische mürbe Verwitterung (Mürbsandstein). Die Mehrzahl der Glimmer liegt ungefähr in der Schichtung.

Im Aufschluß sind die Sandsteine massig, gelegentlich aber auch grobschieferig und dann glimmerreicher. Eine Bankteilung ist öfter zu sehen, doch sieht man dazwischen nur selten zumeist grünliche Schiefer tonlagen.

Zum Reiselsberger Sandstein gehört auch ein Vorkommen, das schlecht aufgeschlossen im Graben E Schwandt (E Heuberg) südlich vom Helvetikum ansteht. Es handelt sich um graue, z. T. glimmerige, meist auch feinsandige Tonmergelschiefer, die in feinkörnige mürbe Mergelsandsteine mit größeren Glimmerschuppen und Splintern von hellgrauen Tonmergeln und dunkelgrauen Tonschiefern übergehen. Spärlich sind grünlichgraue Schieferlagen eingeschaltet. Als Seltenheit treten zarte Fucoiden auf.

Das Schwermineralspektrum des Reiselsberger Sandsteins ist nach G. WOLETZ (1954) vor allem durch viel Granat neben Apatit gekennzeichnet. Biotit und Chlorit sind charakteristisch.

Brauchbare Mikrofaunen sind in den Zwischenlagen der normalen Reiselsberger Sandsteine nicht zu erhoffen, höchstens Radiolarien oder vereinzelte uncharakteristische Sandschaler.

Hingegen haben die grauen Tonmergel der Reiselsberger-Begleitschichten E Schwandt eine Mikrofauna des oberen Cenomans geliefert: *Globotruncana (Rotalipora) appenninica* RENZ, *Gl. (Rotalipora) reicheli* MORNOD, *Gl. stephani* GAND., Hedbergellen, *Globorotalites michelinianus* (D'ORB.), Lenticulinen u. a. Eine zweite Probe hatte eine ärmliche Mikrofauna mit Hedbergellen, vereinzelt *Schackoia cenomana* (SCHACKO) und wenigen zweikieligen Globotruncanen.

Leider fehlen im Verbandsgebiet dieser als Obercenoman bis Unterturon erwiesenen Gesteine echte Reiselsberger Sandsteine. Für die Einstufung der Reiselsberger Sandsteine sind Befunde anderer Lokalitäten maßgebend, z. B. bei Oberaschau östlich vom Mondsee. Dort liegen unter den Sandsteinen mergelige Tonschiefer mit Rotaliporen und über ihnen bunte Schiefer, die bereits (spärlich) zweikielige Globotruncanen enthalten. Wenig westlich liegen Sandsteinkörper in bunten Schiefer tonen mit *Plectrorecurvoides alternans* NOTH. Das sind also alles Hinweise auf höheres Cenoman bis Unterturon.

Auch hier kann die ursprüngliche Mächtigkeit kaum abgeschätzt werden, weil auch dieses Schichtglied in den Reibungsteppich der Flyschdecke einbezogen zu sein pflegt. Deshalb messen die heutigen Vorkommen nur nach Metern. Ursprünglich mögen es gegen hundert Meter gewesen sein.

Vorkommen von Reiselsberger Sandstein sind also selten und klein: Im Rahmen des Heubergfensters, im Tälchen 400 m NW Bahnstation Maria Plain. Die Linsen im Schieferzug östlich Langwied sind schwer zu finden. Blöcke kommen in der Rutschmasse nördlich Heuberg vor. Im Bayerischen Anteil kommen eventuell Sandsteinlinsen am Südrand des Flysches NNW Bichlbruck (vgl. S. 309) in Betracht.

3. Obere Bunte Schiefer (Sign. 31 der Karte)

Die Schichten bestehen aus bunten Tonschiefern, die bisweilen etwas mergelig sind, mit dünnen feinkörnigen Sandkalkbänkchen.

Genauer beschrieben sind die Schiefertone und Tonmergel lagenweise wechselnd graugrün bis grüngrau oder rotbraun bis violettbraun, untergeordnet auch grau. Das Mengenverhältnis der Grün- und Rotanteile variiert von rein bis überwiegend graugrün bis zu überwiegend bis rein rot. Mergellagen von grauer Farbe kommen vor, vorzugsweise am Übergang in die hangende Zementmergelerde. Ganz selten wurden auch kieselige Tonsteinbänkchen beobachtet. In ebenfalls wechselnder Dichte sind in die Schiefer dünne graue Bänkchen sehr feinkörniger Sandkalke und Kalksandsteine (Siltsteine) von durchschnittlich 1–10 cm, gelegentlich aber bis 30 cm Mächtigkeit eingeschaltet. Sie sind entweder kompakt, mit einer nur im Mikroskop deutlichen Schichtung, oder aber mehr minder deutlich geschichtet bis laminiert, wobei im oberen Teil öfter Strömungsrippelschichtung auftritt. Die Bankunterseiten sind öfter mit kleinen Sohlmarken (z. T. Lebensspuren) bedeckt.

Unter dem Einfluß tektonischer Durchbewegung entstanden in den Kalksandsteinbänkchen oft zahlreiche Kalzitklüfte, die den Platten bei Anwitterung ein kennzeichnendes rissiges Aussehen verleihen. Der Wechsel von Schiefern und dünnen Hartgesteinslagen begünstigt die örtlich sogar ziemlich intensive Faltung; die Schiefer sind häufig ausgewalzt, feinblättrig bis teigartig geworden und umschließen Fragmente der Hartgesteinsbänke.

Die infolge eines Überganges unscharfe Grenze der Oberen bunten Schiefer gegen die hangende Zementmergelerde wurde etwa dort gezogen, wo die roten Farben verschwunden sind und die Mergel deutlich zu überwiegen beginnen.

Die Mikrofaunen der Oberen bunten Schiefer sind einigermaßen charakteristisch. Unter den ziemlich kleinwüchsigen agglutinierenden Foraminiferen spielen Dendrophryen und Recurvoiden die Hauptrolle neben einigen einfachen Astrorhizidea. In vielen Fällen kommt, wenn auch spärlich, *Globotruncana lappareni* BOLLÉ vor.

Das Alter, das sich aus diesen Faunen nicht exakt bestimmen läßt, ist hauptsächlich als Coniac anzunehmen.

Als ursprüngliche Mächtigkeit kann man einige Zehnermeter veranschlagen, jedoch ist sie immer entweder tektonisch reduziert, oder durch Faltung vergrößert.

Haupt-Verbreitungsgebiete dieser Oberen Bunten Schiefer sind die Umrahmung des Helvetikum-Fensters im Heuberggebiet etwa zwischen Braunwies und Schwandt, östlich Matzing, im Graben WSW Zilling, östlich Langwied und im Graben 400 m NW Bahnstation Maria Plain. Im bayerischen Anteil des Blattes konnte der Verfasser diese Schichten bisher nicht beobachten.

Die bunten Schiefer verwittern ziemlich leicht und neigen daher zur Bildung sanfterer Hänge und zu Rutschungen, besonders, wenn sie tektonisch stärker be-

anspricht sind. Oft kann man ihre Anwesenheit an der Häufung dünner rissiger Platten erkennen. Für die Kartierung sind sie ein guter Leithorizont.

4. Die Zementmergelserie (Sign. 30 der Karte)

Die Zementmergelserie ist eines der wichtigsten Bauglieder der Flyschzone im Raume der Karte. Es wechsellagern Mergelschiefer mit feinkörnigen Sandkalken und Kalksandsteinen, die durch die helle Anwitterung im Aufschluß zumeist einen hellen Gesamteindruck vermitteln. Glimmerige Mürbsandsteine fehlen.

Nach der neuen Fassung des Begriffes „Kahlenberger Schichten“ (G. GÖTZINGER & H. BECKER, 1932) im Wienerwald durch R. GRILL (1962) und S. PREY (1962) schien dieser Name auch als Synonym für „Zementmergelserie“ dienen zu können. Nach noch jüngeren Erkenntnissen wären nur die tieferen Kahlenberger Schichten gesteinsmäßig äquivalent, weil die Höheren Kahlenberger Schichten mit ihrer Mürbsandsteinführung schon im Campan beginnen (S. PREY, 1974). Daher ist heute die Gleichsetzung der Zementmergelserie mit den Kahlenberger Schichten wiederum nicht mehr passend.

Im Gesteinsbestand sind einerseits hell- bis mittelgraue, häufig weißlich anwitternde, mehr minder gut schiefrige, in ganz frischen Aufschlüssen jedoch dunkler grau gefärbte Mergel bezeichnend. Der Tongehalt wechselt, bisweilen ist ein Siltgehalt zu bemerken. Kompaktere Mergelsteinbänke können eingelagert sein. Charakteristisch sind die zarten besenähnlichen Fucoiden, sowie mäßig breite Chondriten als Grabspuren, ferner die mäanderartigen Helminthoideen als Freßspuren. Den Abschluß der pelitischen Sedimentlagen bilden häufig geringmächtige graugrüne mergelige Schiefer-tonlagen, die die psammitischen Bänke zu unterlagern pflegen; in höheren Lagen der Schichtfolge kommen auch dunkelgraue Tonmergel-lagen vor.

In die Mergelschiefer sind zahlreiche harte, unter dem Hammerschlag klingende Sandkalk- und Kalksandsteinbänke von bläulichgrauer Farbe eingelagert, die bräunlich bis braun verwittern. Unten scharf begrenzt, gehen die Bänke nach oben bisweilen in Mergelschiefer über. Kennzeichnend, aber durchaus nicht immer erkennbar, ist gradierte Schichtung mit der Abfolge von gröber unten bis fein oben. Zumeist beobachtet man einen bis wenige Zentimeter mächtigen gröberen Basalteil, oder auch nur einen Schleier gröberen Sandes, der dann vor allem die Sohlmarken ausfüllt. Korngrößen von 1–2 mm und größere Hellglimmerblättchen treten meist nur in hohen Teilen der Zementmergelserie auf. Darüber folgt ein feinkörnigerer, nach oben sich weiter verfeinernder Teil der Bank mit im frischen Bruch oft undeutlicher, bei Anwitterung oder unterm Mikroskop aber deutlicherer Wulst-schichtung und ganz oben bisweilen ein leicht schrägschichtiger und laminiertes Teil. Feinstsandige Mergelsteinbänke können mitunter schöne Wulstschichtung zeigen und geben sich dadurch auch als Turbidite zu erkennen. Manche massige Bänke werden oft nur von wenigen spärlich glimmerbelegten schaligen Flächen durchsetzt. An den Bankunterseiten sind, allerdings nicht sehr häufig, Sohlmarken, meist Strömungsmarken und auch Lebensspuren vorhanden, deren Größe in einer gewissen Relation zur Bankmächtigkeit steht.

Selten kommen schwache Verkieselungserscheinungen in Mergeln und Sandkalken vor, Hornsteinknauern nur vereinzelt (z. B. Straße W Schwaig, Höglberge).

Die Kalksandsteine bestehen größtenteils aus detritischem Kalk und auch Kleinfossilien, dazu kommen Quarz, Feldspäte, Glimmerblättchen und kleine Gesteinsfragmente, wie Granitgneis, Mylonite, Oberjurakalke (z. T. mit Calpionellen), selten

Glimmerschiefer und Phyllite, Quarzporphyr, Quarzit, ferner Splitter von Schiefer-tonen und Tonmergeln. Dazu kommen Kleinfossilien, wie kleine Hedbergellen, allenfalls auch zweikielige Globotruncanen, rotalide Foraminiferen, Schwammnadeln (die in feinkörnigeren Teilen der Bänke oft angehäuft sind und als Lieferanten der Kieselsäure der Hornsteine in Frage kommen), Echinodermen-, Bryozoen- und Lithothamnienfragmente. Es gibt sowohl fossilarme, dann aber auch meist an nicht-kalkigen Bestandteilen reichere, als auch kalk- und fossilreiche Typen. Pyrit ist häufig, stellenweise auch Glaukonit; kohligler Pflanzenhäcksel ist hingegen selten. Das Bindemittel pflegt kalkig zu sein. Häufig wurde ein starkes Anwachsen des Kalkgehaltes mit zunehmender Feinheit festgestellt.

Das — hier nicht speziell untersuchte — Schwermineralspektrum pflegt durch Zirkon, begleitet von \pm viel Granat und Turmalin, sowie gelegentlich Staurolith charakterisiert zu werden (G. WOLETZ, 1963).

Es ist also die sich hundertfach wiederholende rhythmische Sedimentation für die Flyschbildungen bezeichnend. Die Beobachtung der Gradierung und Sohlmarken versetzt den Geologen in die Lage, aufrechte oder überkippte Lagerung der Schichten zu erkennen und damit die Tektonik aufzulösen.

Kalzitadern sind, je nach Beanspruchung, häufig. Die Schichtfolge ist gut, wenn auch — nach bekannten Regeln — wegen der Bankdicken nicht so eng, wie etwa die bunten Schiefer gefaltet. Im Extremfall tritt Boudinierung und oft ein Dunklerwerden der Gesteinsfarbe ein.

Der Schichtstoß der Zementmergelschicht zeigt eine unscharfe Gliederung. Aus den liegenden bunten Schiefen geht durch Verschwinden der roten Farben und Überhandnehmen der Mergel ein dünnbankiger unterer Abschnitt hervor, der reich an Mergelbänken, aber ärmer an Kalksandsteinbänken ist. Darüber folgt ein mergelreiches, weniger dünnbankiges Paket. Gegen das Hangende rücken die Kalksandsteinbänke immer enger zusammen, sodaß in einem durchschnittlichen Gesteinstypus zuerst etwa 0,4—1 m mächtige Bänke von 0,5—1 m Mergelschiefer getrennt werden. Im höchsten Teil sind die Bänke noch mächtiger und die Schieferlagen geringer, Feinbreccienlagen und graue Tonmergelschieferlagen werden häufiger. Leider sind ungestörte Profile im Kartenraum kaum zu finden. In groben Zügen erkennt man die bayerische Gliederung in Piesenkopfschichten, Zementmergelschicht und Hällritzer Serie wieder.

Alle untersuchten Proben haben Mikrofaunen mit mehr minder charakteristischen Zügen geliefert. Es dominieren unter den Foraminiferen die Dendrophryen und Psamosiphonellen, begleitet von einer meist geringen Anzahl von Glomospiren, Recurvoiden und kleinen Trochaminoiden, ferner auch Ammodiscen, Reophaciden, Placentaminen u. a. In einigen Proben wurden einige Exemplare von *Globotruncana* ex gr. *lapparenti* BOLLI, in ganz wenigen vereinzelt kümmerliche Rzehakinen gefunden. Fast immer sind Radiolarien anwesend. Limonitstengel kommen häufig, Fischzähne selten vor. Gewisse Mergel können aber auch nur Limonitstengel und -Kugeln enthalten. Die Faunen pflegen ziemlich kleinwüchsig zu sein, wenn auch insbesondere im höchsten Teil der Schichtfolge eine Größenzunahme vor allem der Dendrophryen festgestellt werden kann.

Im Gebiet des Grabens SSE Esch wurde auf einem losen Stück aus tiefer Zementmergelschicht ein Teil eines Inoceramen-Abdruckes gefunden.

Der stratigraphische Umfang der Zementmergelschicht kann nach der Stellung im Profil, der Anwesenheit zweikieliger Globotruncanen, sowie der ersten kümmerlichen Rzehakinen als hauptsächlich Santon bis Campan angegeben werden.

Die Mächtigkeit der Zementmergelserie dürfte annähernd 300—500 m betragen.

Wichtigste Verbreitungsgebiete der Zementmergelserie sind: ENE Gnigl, der Heuberg, die Gegend S und W Zilling, WSW Berg, ein Streifen zwischen Viehausen und Hallwang und der südöstlichste Rand der Höglberge (Bayern).

Die Gesteine der Zementmergelserie treten wegen der festeren Beschaffenheit der Mergel und der harten Kalksandsteinbänke in der Landschaft morphologisch deutlich hervor und neigen zur Bildung steilerer Hänge. Das beste Beispiel dafür ist der Heuberg.

Fraglicher Flysch bei Mülln

Durch den roten Punktaufdruck von der Zementmergelserie unterschieden wurde der fragliche Flysch von Mülln. Nachdem er heute nirgends zugänglich ist, ist eine stratigraphische Einstufung nicht gut möglich. Es ist aber wahrscheinlich, daß es sich wirklich um Flysch handelt.

Er wurde beim Bau des Luftschutztollens im Nordteil des Mönchsberges als flacher Buckel unter Moräne, Bänderton, Sand und Nagelfluh angefahren. E. STUMMER (1947) beschreibt diesen Flysch als „harten, kaum mit dem geologischen Hammer angreifbaren Sandstein“, der mit weichen Mergeln und Kalkmergeln wechsellagert. W. DEL NEGRO (in E. EBERS et al. 1966) nennt gestörte, steil einfallende Flyschsandsteine, Flyschmergel und -Mergelkalke. Demnach sind zwar Bunte Schiefer auszuschließen, aber es kann nicht sicher entschieden werden, ob Zementmergelserie oder Mürbsandsteinführende Oberkreide ansteht (vgl. S. 300).

5. Oberste Bunte Schiefer (Sign. 29 der Karte)

Im Gesteinsbestand aus bunten Schiefertönen mit dünnen kalkigen Siltsteinbänkchen gleichen die Obersten Bunten Schiefer weitgehend den Oberen. Oft ist die Lage im Profil, aber auch die Mikrofauna für die Zuordnung entscheidend.

Der Gesteinsbestand ist folgender: Rotbraune, braunrote bis violette, sowie graugrüne, mitunter dunkler gefleckte, nur ausnahmsweise mergelige Schiefertöne. Gelegentlich gibt es dünne grünliche oder graue Mergelschiefer- oder Mergelsteinlagen, die Fucoiden führen können. Die in wechselnder Dichte eingeschalteten feinkörnigen Kalksandsteinbänkchen von durchschnittlich etwa 2—20 cm Mächtigkeit gleichen weitgehend denen der anderen bunten Schiefer. Man kann höchstens im Vergleich zu den letzteren eine gewisse Zunahme der nichtkalkigen Komponenten und des Glimmergehaltes feststellen. Sie sind kompakt, meist aber feingeschichtet, z. T. mit Strömungsrippelschichtung, manchmal sogar auch Wulstschichtung und kleinen Sohlmarken an den Unterseiten.

Die Obersten Bunten Schiefer sind mit der liegenden Zementmergelserie durch einen raschen Übergang verbunden. Ein solcher Übergang, in die Mürbsandsteinführende Oberkreide, wie er z. B. an der Fischach aufgeschlossen war, vollzieht sich einerseits durch Verschwinden der roten Farben, andererseits durch Überhandnehmen der grauen Tonmergellagen (mit einigen Fucoiden-führenden Mergellagen) und dunkelgrauer Tonschiefer. Die Kalksandsteinbänkchen werden vorerst noch nicht über 15 cm mächtig und zeigen Schichtung und z. T. Wulstschichtung. Erste Lagen von glimmerigen Sandschiefern mit Sohlmarken treten auf. Die Mikrofauna ist noch ähnlich derjenigen der Obersten Bunten Schiefer.

Gegenüber tektonischer Beanspruchung verhalten sich die Obersten Bunten Schiefer nicht anders als die anderen bunten Schiefer.

Eine ein klein wenig andere Zusammensetzung der Mikrofaunen erlaubte in der Regel eine Unterscheidung von den Oberen Bunten Schiefern. Es herrschen teil-

weise auch ziemlich großwüchsige Dendrophryen und Psammosiphonellen. Dazu kommen oft schon größere Trochamminoiden, oft auch einige z. T. große Exemplare von *Hormosina ovulum* GRZYB., während die (in den Oberen Bunten Schiefern häufigen) Recurviten immer selten sind und bisweilen auch fehlen. Die Begleitfauna besteht aus Ammodiscen und Glomospiren, Reophaciden u. ä. Ein größerer Teil der Proben enthielt überdies seltene und (mit einer Ausnahme) kümmerliche kleine Rzehakinen, wie sie auch vereinzelt in der hohen Zementmergelserie beobachtet wurden. Radiolarien sind eher selten.

Der Charakter und die Entwicklung der Mikrofaunen zeigt über die bunten Schiefer mit ihrer geänderten Gesteinsausbildung hinweg keine Unterbrechung.

Für die Einstufung kommt Obercampan, bzw. die Wende Campan—Maastricht in Frage.

Die Mächtigkeit dürfte kaum mehr als 40 m betragen. Meist muß man mit Anschoppung oder Ausdünnung infolge tektonischer Vorgänge rechnen. Im südlichsten Teil der hier beschriebenen Flyschzone (SW Heuberg) fehlen sie, wie auch in anderen südlichsten Gebieten der Flyschzone.

Haupt-Verbreitungsgebiete sind: Die Hänge östlich des Bergvorsprunges SW Heubergsattel, W Berg, das Fischachtal W Hallwang, Hintergitzen.

6. Mürbsandsteinführende Oberkreide und Alttertiär (Sign. 28 der Karte)

Diese ist das zweite wichtige Bauglied unserer Flyschzone und besitzt die flächenmäßig größte Verbreitung im Raume des Kartenblattes. Sie besteht aus einer vielfältigen bankigen Wechsellagerung von meist grauen bis schwarzen Mergeln bis Tonschiefern mit kalkigen oder mergeligen, mehr feinkörnigen, sowie etwas größeren glimmerigen mürb verwitternden Sandsteinbänken. Fucoiden- und Helminthoideen. mergel kommen vor. Der Gesamteindruck der Schichten im Aufschluß pflegt wesentlich dunkler zu sein, als bei der Zementmergelserie.

Der hierhergehörige „Muntigler Flysch“ schien E. v. MOJSISOVICZ (1890) der Typus des Salzburger Flysches zu sein. Dieser Name kann aber nicht als Synonym für unseren gebraucht werden, weil MOJSISOVICZ auch die anderen Schichtglieder mit einschloß. Hingegen könnte man den durch R. GRILL (1962) und S. PREY (1962) neu gefaßten Begriff „Altlenzbacher Schichten“ (G. GÖTZINGER & H. BECKER, 1932) benützen: daher ist er in der Legende noch nebenbei angeführt.

Gesteinsbestand: Die Tonschiefer sind dunkelgrau bis schwarz, selten auch grünlich- oder bräunlichgrau und gehen oft in dunkelgraue, bei Verwitterung etwas heller ausbleichende, mehr minder gut schiefrige Mergel über. Mergelsteinbänke kommen vor. Stellenweise häufig sind zarte, aber auch breite Fucoiden (Chondriten), letztere in gewissem Maße charakteristisch; die Helminthoideen sind weniger häufig zu finden.

Feinkörnige Sandkalke und Kalksandsteine gleichen solchen aus der Zementmergelserie. Es gibt auch mergelig gebundene, ein klein wenig gröbere Sandsteine, die meist besser geschichtet und etwas reicher an Glimmer und Pflanzenhäcksel sind, mit Wulstschichtung, Strömungsrippelschichtung, Laminierung u. ä. Beide Typen mit meist guter Gradiertes Schichtung können an der Basis 10—30 cm mächtig werdende Feinbreccienlagen zeigen, in denen einzelne Komponenten bis 2—3 mm groß werden können. Im Hangenteil der Bänke erfolgt über einem laminierten Teil öfter ein Übergang in die hangenden Mergel. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal gegenüber der Zementmergelserie ist die Anwesenheit der z. T. unge-schichteten und unsortierten gröberen, größere Glimmerblättchen und Pflanzen-

häcksel führenden, mergelig gebundenen Mürbsandsteine. In den feinkörnigeren Sandsteinen selten, aber in den Mürbsandsteinen häufig sind verschieden große Scherben von schwarzen, grauen oder grüngrauen Schiefertonen und Tonmergeln („Tonbrockensandstein“). Es kommt aber auch vor, daß die Mürbsandsteine in an Glimmer und Pflanzenhäcksel reiche Sandschiefer und diese bisweilen in die hangenden Mergelschiefer übergehen.

Die immer scharfen Unterseiten der Sandsteinbänke sind häufig mit bisweilen recht groben Sohlmarken bedeckt, wie z. B. Strömungsmarken, Schleifmarken, aber auch Lebensspuren, wobei die Größe oft in sichtlicher Abhängigkeit von der Mächtigkeit der Bank steht.

In den kalkig bis mergelig gebundenen Sandsteinen wurden öfter auch Gleiterscheinungen beobachtet. Die Gleitungen ereigneten sich kurz nach der Ablagerung der Bänke, als sie noch wenig verfestigt waren. Dabei wurden, meist im Liegenden, Schiefer eingewalzt, oder der Sandstein in linsen- oder walzenförmige Körper zerlegt oder auch gefaltet. Die gröbere Basallage scheint dabei oft stabiler gewesen zu sein und blieb stehen, während die höheren Teile der damals noch schlickigen Sandschicht geglitten sind. So konnte es mehrmals zu einer Anhäufung im Betrage eines Mehrfachen der ursprünglichen Mächtigkeit kommen. Dabei konnten noch außer den durch den sandbringenden Suspensionsstrom mitgebrachten und aus dem Untergrund losgerissenen Schiefertonscherben auch noch Schieferschollen eingeknetet werden. Solche oft auch morphologisch etwas hervortretende Bänke findet man häufig im Plainbergzug und in den nördlichen Ausläufern der Höglberge.

Die Zusammensetzung der Sandsteine kann etwa folgendermaßen gekennzeichnet werden: Quarz, Gangquarz und Mylonit, Kalifeldspat, Plagioklas (öfter zersetzt), Muskowit, Biotit, ferner Fragmente von Granitgneis, Biotitgneis, Glimmerschiefer und Granatglimmerschiefer, Serizit- und Chloritserizitphyllit, Quarzporphyr, Quarzit, dichte Kalke (z. T. Oberjura mit Calpionellen), Kalke mit Spongiennadeln, glaukonitführende Flyschsandkalke, feinkristalline Kalke, vereinzelt Dolomit, Schiefertonbröckchen. Ferner Granat, Staurolith, Zirkon, Turmalin, Glaukonit und Pyrit. An Fossilresten wurden beobachtet: Echinodermen, Bryozoen-, Lithothamnien- und Orbitoidenfragmente, Schwammnadeln, diverse Foraminiferen, sowie — besonders erwähnenswert — umgelagerte Bruchstücke von Orbitolinen.

Mit der Verfeinerung des Kornes nehmen Kalkgehalt und Kleinfossilien zu, während die nichtkalkigen Bestandteile abzunehmen pflegen. Die Mürbsandsteine haben grundsätzlich ähnliche Zusammensetzung, nur treten Kalke als Komponenten und Kalk gegenüber einem mergeligen Bindemittel stark zurück.

Bei Verwitterung färben sich die Sandsteine, insbesondere die mehr feinkörnigen mergeligen eher braun, während die Mürbsandsteine ein bräunliches Grau annehmen.

Die angeführten Gesteine wechsellagern in verschiedenen Kombinationen. So gibt es Abschnitte der Schichtfolge, in denen z. B. nur wenige Mürbsandsteine vorkommen. Im tieferen Teil existiert sogar ein mehrere Zehnermeter mächtiges Schichtpaket, das fast wie Zementmergelserie aussieht. Andere Abschnitte sind durch Einlagerung zahlreicher Mürbsandsteinbänke in eine aus Kalksandsteinbänken und Schieferlagen bestehende Schichtfolge gekennzeichnet. In den Tonmergeln und Tonschiefern zwischen den mächtigeren Kalksandstein- und Mürbsandsteinbänken liegen häufig auch einige dünne Bänke. Auch gibt es wiederum schieferreiche Komplexe, so auch der von der Oberkreide ins Alttertiär reichende nordnordwestlich vom Bahnhof Hallwang-Elixhausen, oder der im Weißbach NW Hochgitzten.

Bezüglich der Mikrofaunen sind die vorliegenden Proben unterschiedlicher, als etwa in der Zementmergelserie.

Sehr kennzeichnend sind teilweise großwüchsige Faunen aus agglutinierenden Foraminiferen. Charakteristisch und meist auch häufig sind teilweise große Dendrophryen und große Trochamminoiden, begleitet von Ammodisciden, Reophaciden (u. a. große Exemplare von *Reophax pilulifera* BRADY), Saccamminiden, z. T. großwüchsig *Hormosina ovulum* GRZYB., seltener Haplophragmoiden und gelegentlich auch große Recurvoiden. Wenn vorhanden ist *Rzehakina epigona* (RZEHAK) bezeichnend und leitend für den Zeitraum Obersenon—Untereozän.

Nicht allzu selten sind Proben, in denen vereinzelt Globotruncanen, sowie auch Hedbergellen und kleine Eponiden vorkommen. Speziell beobachtet wurden: *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Gl. arca* (CUSHM.), *Gl. conica* WHITE, *Gl. stuarti* (de LAPP.), einmal sogar *Gl. contusa* (CUSHM.). Eine ein wenig reichere Fauna mit *Globotruncana stuarti* (LAPP.), *Gl. contusa* (CUSHM.), *Gl. lapparenti lapparenti* BOLLI, *Hedbergella infracretacea* (GLAESSNER), *Gümbelina* sp. und *Pseudotextularia varians* RZEHAK aus dem Prallhang der Fischach westlich Höllgraben ist eine Ausnahme. Soweit Leitformen vorhanden sind, sprechen sie für Maastricht.

Eine arme Sandschalerfauna, begleitet von oft deformierten Globigerinen ex gr. *triloculinoides* beweist das Vorhandensein von Paleozän, was durch Nannofloren (H. STRADNER) bestätigt wird (z. B. Weißbach, SW vom Heustadel nahe dem Blattrand NW Hochgitzen).

Nicht selten kommt es vor, daß die Sandschalerfaunen ziemlich ärmlich werden, ja daß Foraminiferen ganz fehlen. Dann sind die auch in anderen Flyschproben vorkommenden Limonit-(Pyrit-)Stengel, meist in Begleitung von pyritisierten Radiolarien allein vorhanden. Unter den Pyritstengeln kommen bisweilen auch welche vor, die quergeieft und für unser Schichtglied charakteristisch sind. Selten wurden in Proben auch *Coccolithus* und *Triceratium* gefunden. Fischzähne, Seeigelstacheln oder kohlige Pflanzenreste können den Probeninhalt bereichern.

In Dünnschliffen wurden rotalide Foraminiferen, Hedbergellen, Globotruncanen, Milioliden, ferner zerbrochene Orbitoiden (*Lepidorbitoides* sp.), Echinodermenreste, Bryozoen, Lithothamnien, Splitter von Molluskenschalen (z. B. Inoceramen), Schwammnadeln u. a. registriert.

Die von H. STRADNER untersuchten Nannofloren sind mittelmäßig bis gut erhalten. Von den Proben waren etwa zwei Drittel nannofossilführend. In den cretaci-schen herrschen *Coccolithus barnesae* BLACK, *Cribrosphaerella ehrenbergi* DEFLANDRE, *Arkhangelskiella parca* STRADNER, *A. cymbiformis* VEKSHINA, *Mikula staurophora* (GARD.), die für höhere Oberkreide sprechen und einige andere. Eine Probe vom Autobahneinschnitt bei Nußdorf, ca. 100 m SW Nordende, enthielt auch umgelagerte Formen der tieferen bis mittleren Kreide (*Lucianorhabdus maleformis* REINHARDT).

Im Graben ENE Hochgitzen, sowie im Seitengraben nördlich Oed (Blattrand bei Hallwang) wurde von H. STRADNER eine Nannoflora des Dan-Mont bestimmt: erstere mit *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER) HAY & MOHLER, *Markalius inversus* (DEFLANDRE) BRAMLETTE & MARTINI, *Thoracosphaera* cf. *operculata* BRAMLETTE & MARTINI, *Coccolithus crassus* BRAMLETTE & SULLIVAN, *Zygodolithus concinnus* MARTINI, letztere mit *Cyclococcolithus* cf. *gammation* (BRAMLETTE & SULLIVAN) MARTINI, *Thoracosphaera saxea* STRADNER, sowie beide mit umgelagerten Kreideformen. Im Weißbach (NW Hochgitzen) südwestlich vom Heustadel — die Probe wurde schon eben erwähnt — ist mittleres Paleozän (Thanet) nachgewiesen: *Coccolithus crassus* BRAMLETTE & SULLIVAN, *Fasciculithus involutus* BR. & SULL. und *Heliolithus riedeli* BRAMLETTE & SULLIVAN. Schließlich ist im Weißbach etwa westlich vom Heustadel (Blattrand) höheres Paleozän (Ilerd) durch *Cocco-*

lithus crassus BR. & SULL., *C. helis* STRADNER, *Discoaster helianthus* MARTINI, *D. diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN und *D. barbadiensis* TAN SIN HOK bestimmt.

Einer der wenigen — altbekannten — Fundpunkte von Megafauna ist der aufgelassene Steinbruch bei Muntigl *) und der heute kaum mehr kenntliche Steinbruch bei Bergheim *). E. FUGGER & C. KASTNER (1885) und E. FUGGER (1899) beschrieben aus Muntigl *Inoceramus salisburgensis* F. & K. und *I. monticuli* F. & K., große Formen, die in größerer Anzahl gefunden wurden und sich heute im Haus der Natur in Salzburg befinden. Ferner fand man kleine Austern, glatte Anomien, sowie einige Problematica. D. STUR (1889) erwähnt bereits einen evoluten Cephalopoden, sowie einen unbestimmbaren Ammoniten. E. KRAUS (1942) fand Ammoniten, die von BEURLEN als *Hamites* sp. ex aff. *zinkei* KÜHN, bzw. als *Ancyloceras* (?) oder *Anisoceras* (?) bestimmt wurden. W. SCHWARZACHER (1943) schlug für den *Hamites* den Namen *Hamites fuggeri* (var. *Ham. zinkei* ?) vor.

Die Inoceramen von Muntigl und Bergheim aus dem Haus der Natur in Salzburg wurden neuerdings von O. SEITZ (1970) revidiert. Die Nomenklatur verfeinernd spricht er von folgenden Formen: *Inoceramus (Trochoceramus) monticuli* F. & K., *I. (Tr.)* cf. *monticuli* F. & K., *I. (Tr.)* sp. indet., *I. (Platyoceramus) salisburgensis* F. & K., *I. (Pl.)* aff. *cycloides* WEGN., *I. (Pl.?)* sp. indet. und *I. (Cordiceramus?)* aff. *haenleinii* G. MÜLL.

Das Alter darf man demnach nach teilweise gelungener Überprüfung durch Nannoplankton als Ober Campan bis Maastricht angeben. In Bergheim konnte ein *Pachydiscus neubergicus* HAUER (R. BRINKMANN 1935) zur Einstufung ins Obersenon (Atur-Stufe nach O. KÜHN, 1959) dienen.

G. GÖTZINGER (1939) erwähnt aus Autobahnaufschlüssen bei Pebering Koprolithen mit Inoceramensplitterchen in Mergeln.

Auch pflanzliche Fossilien (Sporen) aus Muntigl, die von J. BENDECK OLIVELLA (1968) unter Anleitung von W. KLAUS bearbeitet wurden, bestätigen eine Einstufung ins Obersenon. Nach Mitteilung von W. KLAUS sind auch umgelagerte Sporen aus Obertrias, höherem Jura und Unterkreide vorhanden. Früher hatte E. HOFMANN (1948—49) erstmals Pollen, Sporen und Cuticularreste aus dem Steinbruch Muntigl beschrieben und sah im Vorkommen von „Mangrovepflanzen“ eine Stütze für die von O. ABEL (1925, 1927) aufgestellte — vom heutigen Kenntnisstand aus nicht aufrecht zu erhaltende — Hypothese, daß der Flysch in einem Mangrovegebiet entstanden sei.

In Kombination mit Erfahrungen aus anderen Teilen der Flyschzone (S. PREY, 1950) ist die Schichtfolge also ins Maastricht-Paleozän einzustufen.

Beim Schlämmen verschiedener Proben aus der mürbsandsteinführenden Maastricht-Alttertiärserie des Kartengebietes wurden in ein wenig sandigen Lagen der Schiefertone nicht selten nußähnlich aussehende Früchte (Characeen?) gefunden; andere kohlige Pflanzenreste sind nicht selten.

Im Anhang müssen noch verschiedene Lebensspuren Erwähnung finden, wie Fucoiden, bzw. Chondriten und seltener Helminthoideen, sowie Fährten an Bankunterseiten. G. GÖTZINGER (1935) fand neben Fährten und Lebensspuren auch Palaeodictyon am Hochgitzten.

Die Mächtigkeit von Mürbsandsteinführender Oberkreide und Alttertiär muß als sehr beträchtlich eingeschätzt werden, und zwar im Nordteil bis zu 2000 m, im Südteil etwas weniger.

*) Beide Steinbrüche sind in der Karte irrtümlich als in Betrieb befindlich eingetragen!

Die Haupt-Verbreitungsgebiete liegen im Gebiet Muntigl—Itzling—NE Hallwang, in dessen Fortsetzung südlich Pebering, im südwestlichen Heuberggebiete und in den Höglbergen.

Damit endet die Schichtfolge. Jüngere, insbesondere eozäne Anteile wurden in diesem Teil der Flyschzone bisher nicht nachgewiesen.

Allgemeines über den Flysch

Früher gab es kaum eine Diskussion darüber, daß der Flysch eine Ablagerung seichten Wassers sei. Beredter Ausdruck dafür ist die Mangrovethorie O. AEELS (1925, 1927). Bei wachsendem Kenntnisstand tauchten aber neue Probleme auf. So hat schon M. GLÄSSNER (1937) z. B. die aus agglutinierenden Foraminiferen bestehenden Faunen (wie sie in den Flyschschiefern vorzugsweise vorzukommen pflegen) im Kaukasus als Kaltwasserfaunen gedeutet. M. VAŠIČEK (1953) spricht bereits von der Tiefseeeatur des Flysches! Eine Erklärung des Flysches als Seichtwasserbildung würde tausendfach periodisch wechselnde Meeresströmungen oder ruckweise Hebungen des Landes, ferner ein dem Sedimentzuwachs entsprechendes Sinken des Meeresbodens erfordern, was angesichts der auffallenden Gleichmäßigkeit der Bänke über große Flächen und des Fehlens von durch Gezeitenströmungen bedingten Erosionsformen sehr an Wahrscheinlichkeit verliert.

Zahlreiche bezeichnende Merkmale der Flyschablagerungen, wie z. B. Gradierte Schichtung, die auf oft scharfe Strömungen hinweisenden Strömungs- und Schleifmarken, die durch Turbulenz erzeugten Formen der Schichtung, sowie das Vorkommen von Fossilien des Flachwasserbereiches in Sandsteinen neben Faunen in den zwischenliegenden Schiefern, die als Tiefseefaunen gedeutet werden müssen, führten PH. H. KUENEN, z. T. mit MIGLIORINI und CAROZZI, um das Jahr 1950 zur Theorie der *turbidity currents*. Sie besagt, daß in Küstennähe am Schelfrand labil angehäuften Sedimentmaterial, ausgelöst etwa durch Erdbeben, abgleitet, sich dabei im Meerwasser in eine Suspension verwandelt und als solche mit hoher Geschwindigkeit über die Kontinentallänge in die Tiefsee abfließt, wo dann die gradierten Sedimente über große Flächen ausgebreitet werden (vgl. Zusammenstellung bei S. PREY, 1970). Beobachtungen in heutigen Meeren sprechen sehr für diese Theorie.

Diesem Bildungsmechanismus zufolge wäre der Absatz der Sandsteinbänke ein sehr rasch ablaufender Vorgang, während die Pelite dazwischen sehr langsam und in verhältnismäßig langen Zeiträumen gebildet worden wären.

Dem Verfasser erscheint diese Theorie — wie er auch schon in anderen Publikationen bekannt hat — zur Erklärung der verschiedenartigen Erscheinungen des Flysches bestens geeignet (in der Arbeit über Muntigl, 1952, wurde noch die Seichtwasserentstehung vorausgesetzt, was hiemit widerrufen wird!).

Spezielle Absatzbedingungen müssen für die Mürlsandsteinbänke vorausgesetzt werden. Sie scheinen durch besonders dichte Suspensionen gebildet worden zu sein, in denen eine Saigerung nach Korngrößen weitgehend unmöglich war. Sie fallen daher in die Erscheinungsformen der „Fluxoturbidite“ (ST. DZULYNSKI et al., 1959).

Die im Bodensediment durch die Strömung ausgewaschenen und dann durch den Sand der Sandsteinbank ausgegossenen Sohlmarken lassen öfter auf die Strömungsrichtung schließen, die erfahrungsgemäß vorwiegend in der Längsrichtung des Troges liegt, aber auch durch Wirbelbildungen mitunter beträchtlich davon abweichen kann. Für eine genauere Aussage fehlen aber die Beobachtungen, was noch nachzuholen wäre. Auch über die Lage des Liefergebietes der Sedimentmassen wissen wir noch zuwenig, zumal unser Flysch eine wurzellose Decke ist. Nur über die dort

einst vorhandenen Gesteine geben die Komponenten der Sandsteine einige Auskunft: Auf einem ausgedehnten Kristallinen Sockel dürften Reste einer permotriadischen Decke mit Quarzporphyr, Quarziten, Dolomiten und Keuper (Sporen!), ferner Oberjura- und Unterkreidegebiete bestanden haben. Gebiete, wie sie heute westlich der Westalpen gelegen sind, haben einen geologischen Aufbau, der zum Vergleich in Betracht kommt, wenn man annimmt, daß die Mergel des tieferen Juras zu wenig erhaltungsfähig sind, um in den Flysch gelangen zu können.

Die tiefsten Teile des Flyschtroges lagen nicht immer an der selben Stelle. Nach der größeren Mächtigkeit der Zementmergelerde im Süden zu schließen, ist das Trogtiefste im Maastricht schon weiter nach Norden abgewandert gewesen. Die tiefsten Serien sind zu stark gestört, um gute paläogeographische Aussagen zu erlauben.

Das Helvetikum (Nord-Ultrahelvetikum speziell)

Das Verdienst, das Helvetikum (s. l.) auch in der östlichen Flyschzone nachgewiesen zu haben, gebührt M. RICHTER & G. MÜLLER-DEILE (1940). Vorher verband man es mit der Flyschserie, oder sah es als „Nieréntaler Schichten“ an. Heute ist es vollkommen klar, daß diese Schichten als Ultrahelvetikum mit dem Helvetikum in Verbindung gebracht werden müssen und daher ins tektonisch Liegende der Flyschdecke gehören.

Die Bezeichnung „Helvetikum“ ist von RICHTER & MÜLLER-DEILE übernommen und wird hier im weitesten Sinne gebraucht. Speziell aber trägt es in unserem Raume die Charakterzüge des Ultrahelvetikums, genauer des Nord-Ultrahelvetikums gemäß, doch mit einer kleinen Abwandlung, der Bezeichnung in Bayern (H. HAGN, 1960). Ferner bin ich bereit, nach Diskussionen mit HAGN dem bayerischen Brauch zu folgen und halte es für sinnvoll, auch für dieses Nordultrahelvetikum mit seinen bunten Farben den Namen „Buntmergelerde“ zu verwenden, obwohl ich früher diesen Namen auf die südultrahelvetischen Schichtfolgen beschränkt hatte (S. PREY, 1952, 1953).

Im Gegensatz zur mächtigen und sandreichen Flyschfazies ist das Helvetikum s. l. unseres Raumes in einer geringmächtigen Foraminiferenzfazies, ähnlich dem Globigerinenschlamm der heutigen Meere, ausgebildet, ein Merkmal, das praktisch immer eine eindeutige Unterscheidung vom Flysch erlaubt (S. PREY 1950, 1962). Es umfaßt insgesamt, ähnlich wie der Flysch, einen Zeitraum von der hohen Unterkreide bis ins Eozän.

Das Helvetikum ist, soweit es auf unserer Karte aufscheint, keineswegs mit vollständigem Schichtbestand erhalten. Im Rahmen dieser Erläuterung werden deshalb nur die im Kartengebiet vertretenen Schichtglieder beschrieben. Die allgemeine Gliederung möge man z. B. bei S. PREY (1962) nachlesen.

Die Schichten des Nord-Ultrahelvetikums im Kartenraum (Sign. 27 der Karte)

Die Schichten sind vorwiegend graue bis grünliche, oder braun- bis ziegelrote, selten dunkelgraue Mergel, sowie darin Nummuliten- und Lithothamnienkalk. Oft erhalten die Mergel durch die zahlreichen Foraminiferen ein feinsandiges Aussehen. Die Faunen sind durch Schlamm in der Regel gut zu gewinnen. Der Kalkgehalt verursacht bei der häufig starken tektonischen Beanspruchung zahlreiche faserige oder plättchenförmige Kalzitbildungen, die durch anhaftende gefärbte Sedimentreste verwittertes Helvetikum leicht im Boden verraten.

Die Mergel des Coniac-Santons sind grünlichweiß, hellgrünlichgrau und

braunrot gefärbt. Die Faunen bestehen zum Großteil aus Globotruncanen ex gr. *lapparenti* BOLLI, begleitet von *Hedbergella infracretacea* (GLÄSSNER), Globigerinellen, Gumbelinen, wenigen Lenticulinen und rotaliden Formen, sowie spärlich agglutinierenden Foraminiferen. Infolge tektonischer Beanspruchung sind die Faunen öfter nicht sehr gut erhalten. Selten wurden Inoceramensplitter beobachtet. Die Mergel des Campan sind meist hellgrau und z. T. ein wenig dunkler gefleckt. Die reichen Faunen bestehen aus vielen Globotruncanen: *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, ferner *Gl. lapparenti coronata* BOLLI, *Gl. angusticarinata* GAND., *Gl. lapparenti tricarinata* (QUEREAU), *Gl. concavata* BROTZEN, *Gl. arca* (CUSHM.), *Gl. fornicata* PLUMMER, *Gl. elevata* BROTZEN; dazu kommen *Pseudotextularia elegans* RZEHAk neben reichlich Hedbergellen, Globigerinellen und Gumbelinen, *Ventilabrella eggeri* CUSHM. und andere Kalk- und einige Sandschaler. Auch bunte Mergel mit ähnlichen Faunen gehören ins Untercampan.

Im Anhang soll hier ein roter Mergel des Untermaastrichts besprochen werden, dessen Zugehörigkeit zum Helvetikum aber nicht mit Sicherheit behauptet werden kann. Er wurde nämlich nur in Blöcken in Moränen südlich des Heubergfensters gefunden und könnte auch zu den kalkalpinen Nierentaler Schichten gehören. Die Fauna ist der eben beschriebenen zwar ähnlich, doch sind *Pseudotextularia varians* RZEHAk, *Rugoglobigerina petaloidea* GAND., *Reussella szajnochae* (GRZYB.) und *Neoflabellina interpunctata* (v. d. MARCK) besonders anzuführen.

Damit schließt der im Kartengebiet erhaltene Teil der sonst oft vollständigeren Kreideschichtfolge des Helvetikums.

Mergel des Paleozäns sind dunkelgrau und weich. Die Fauna ist ziemlich reich: zahlreiche Tertiär-Globigerinen, begleitet von u. a. *Globorotalia (Truncorotalia) marginodentata* SUBB., *Glob. (Truncorotalia) aequa* CUSHM. & RENZ, ferner Lenticulinen, rotaliden Formen, *Nuttalides trümpii* (NUTTALL), grob agglutinierten Sandschaler, (Recurvoiden, *Plectina apicularis* CUSHM., *Placentamina placenta* (GRZYB.), Rhabdamminen, Ammodiscen, Glomospiren, *Spiroplectammina dentata* (ALTH) und *Rzehakina epigona* (RZEHAk).

Ein Block von der Größe eines kleineren Koffers, der im Bereich der Paleozänmergel gelegen war, ist ein hellgrauer Lithothamnienkalk. Er ist vermutlich untereoän.

Die Mächtigkeiten der Kreide-Paleozän-Folge sind wegen der enormen Störung und schlechten Aufgeschlossenheit nicht abschätzbar. Das erhaltene ist sehr wenig mächtig. Nach Erfahrungen in anderen Gebieten sind aber die ursprünglichen Mächtigkeiten der Schichtglieder auch höchstens nach Zehnermetern einzuschätzen.

Haupt-Verbreitungsgebiete der Mergel des Helvetikums sind das Fenster am Heubergsattel und das Tal von Lengfelden, wo welche im Graben 400 m NW Bahnstation Maria Plain aufgeschlossen und in der Bohrung Lengfelden (ESE des Ortes) angetroffen worden sind. In der großen Rutschmasse nördlich vom Heuberg-Gipfel kommen öfter Blöcke von Mergeln des Helvetikums vor.

Nummuliten- und Lithothamnienkalk. Eozän (Sign. 26 der Karte)

Einziges Vorkommen ist der altbekannte Felsen des Hochsteins, östlich vom Heuberg.

Bei steiler Schichtstellung stehen von Nordosten nach Südwesten, bzw. vom Liegenden ins Hangende folgende Gesteine an: ca. 6 m hellgrauer Lithothamnien-schuttkalk, ca. 5 m rötlichbrauner Nummulitenkalk und ca. 1 m braungrauer weicher Nummulitenmergel. Um den Felsen herum ist nichts aufgeschlossen.

Die folgende Beschreibung ist auszugsweise einem Bericht von Herrn Dr. R. VOGELTANZ (Salzburg) entnommen, für den ihm herzlich gedankt wird. Näheres auch in R. VOGELTANZ (1965, 1970).

Der Lithothamnienkalk besteht aus zahlreichen Fossilbruchstücken (Biogenen), darunter Korallen, Molluskenschalen, Lithothamnien, ferner unbestimmbaren Resten biogener Herkunft, deren Grenze gegen die aus kristallinem Kalkspat (Sparit) bestehende Grundmasse oft durch Umkristallisation verwischt sind. Kleine Erz-Ooide und Glaukonitkörner sind besonders gegen das Hangende zu eingestreut. Kalzitklüfte sind häufig.

Am Übergang zum Nummulitenkalk sind plötzlich häufig zerbrochene große Quarzkörner eingeschüttet worden, der Lithothamnienkalk wurde in Trümmer (Intraklaste) aufgelöst, die in ein Kalkspatzement eingebettet sind. Schließlich kommen große nicht zerbrochene Großforaminiferen (hauptsächlich Nummuliten), sowie schwach vererzte Fossiltrümmer, Erz-Ooide und Glaukonitkörner hinzu. Der Sortierungsgrad ist (nach H. FÜCHTBAUER, 1959) „mittelmäßig“.

Im Nummulitenkalk liegen dicht gepackt hauptsächlich Biogene (Großforaminiferen, Echinidenplatten, Schalenbruchstücke, andere Fossilfragmente), sowie runde Erz-Ooide und Glaukonitkörner in einem Mörtel aus feinem Fossil-detritus. Stellenweise ist leichte Umkristallisation eingetreten. Das Gestein ist als mittelmäßig bis schlecht sortiert zu bezeichnen. Quarzkörner fehlen hier wieder. Kalzitklüfte sind häufig.

Dieser Nummulitenkalk kann mit den Liegendbereichen der Roterzschichten von St. Pankraz (N Salzburg) verglichen werden, abgesehen vom Fehlen der Quarzkörner und der viel geringeren Zerbrechung der Komponenten am Hochstein.

Im Hangenden wird der Nummulitenkalk rasch blättrig und geht in Nummulitenmergel über. In einer detritischen feinkörnigen Masse liegen einige kleine Fragmente des Nummulitenkalkes, ferner braun vererzte Biogene, wie zahlreiche Nummuliten, dazu Echinidenplatten, diverse Schalenbruchstücke und Fossilfragmente.

Der Verfasser kann hinzufügen, daß von den Nummulitenmergeln zwei Schlammproben vorliegen, die sehr viele Nummuliten, dazu einige Asterozyclinen, Discozyclinen, Operculinen, aber auch wenige Kleinforaminiferen enthalten. Unter diesen findet sich *Globigerina* ex gr. *triloculinoides* PLUMMER, *Globorotalia* (*Turborotalia*) *densa* (CUSHM.), *Gl. sp.*, *Rotalia papillosa* (TERQUEM), *Marginulinopsis* cf. *decorata* (REUSS), Milioliden. Ostracoden, Bryozoen und Seeigelstacheln sind vorhanden. Die Fossilien sind oft mit Brauneisenstein überkrustet. Im Aufschluß wurden auch beobachtet: Pecten, Terebratula, bis 2 cm große Nummuliten, Assilinen, *Tubulostium spirulaeum*, eine flache Einzelkoralle und Krabben-Reste (R. VOGELTANZ, 1965: *Xanthopsis hispidiformis* SCHLOTH.).

Schließlich weist VOGELTANZ darauf hin, daß alle Kalke in flachem Meer abgelagert worden sind und daß an der Grenze zwischen Lithothamnien- und Nummulitenkalk kleine Aufarbeitungen, sowie eine kurzfristige Zulieferung von Quarzkörnern vom Lande her erfolgt ist. Im Nummulitenmergel sind sogar typische Fossilien der Strandfazies vorhanden.

Die Mächtigkeiten sind am Anfang des Abschnittes angeführt.

Verbreitung: Am Hochstein ESE vom Heubergsattel an der östlichen Kehre des Forstweges zu diesem. Die Umgebung ist bewachsener Schutt und Rutschgelände.

Wie schon angedeutet bestehen zweifellos Beziehungen zum Eozän am Nordrand der Flyschzone nördlich von Salzburg (F. TRAUB, 1953; F. ABERER & E. BRAUMÜLLER,

1958; R. VOGELTANZ, 1970). Es gibt aber auch Abweichungen; vor allem die Mächtigkeit ist viel geringer.

Der Bau der Flyschzone im Raume der Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg (1 : 50.000)

Auf die grundsätzliche Teilung in zwei Decken, die nach Fazies und Mächtigkeit gänzlich verschieden sind, nämlich die Decke des Ultrahelvetikums und darüber die Flyschdecke, wurde bereits oft hingewiesen; auch daß beide Decken zur Gänze ortsfremd und auf die Molasse des Alpenvorlandes überschoben sind, was durch geophysikalische Untersuchungen und einige Bohrungen bewiesen ist. Und im Süden sind alle drei von den Nördlichen Kalkalpen überschoben worden. Beweise dafür sind die Flyschfenster innerhalb der Kalkalpen (Brettl, Windischgarsten und, am nächsten gelegen, Wolfgangsee), sowie die Bohrung Urmannsau I und allerneuestens die Bohrung Berndorf der ÖMV AG (Niederösterreich), die auch die liegende Molasse durchteuften (A. RUTTNER, 1960; S. PREY et al., 1959; B. PLÖCHINGER & S. PREY, 1968; B. PLÖCHINGER, 1964; A. KRÖLL & G. WESSELY, 1967). Den größeren Teil der Flyschzone mögen die Kalkalpen vor sich her geschoben und zusammengestaucht haben.

Das Helvetikum s. l., das sicherlich bereits vor und während der Überschiebung durch den Flysch gefaltet worden ist, wurde mit diesem noch gemeinsam gefaltet und geschuppt. Dadurch entstanden die Strukturen der tektonischen Fenster von Helvetikum in der Flyschzone, die oft langgestreckt sind und daher gerne als „Streifenfenster“ bezeichnet werden. Eine Gliederung der Flyschdecke in Teildecken, wie sie E. KRAUS (1942) für wahrscheinlich hielt, konnte hingegen nicht nachgewiesen werden, auch nicht in benachbarten Teilen der Flyschzone (in Übereinstimmung mit früheren Autoren, z. B. B. M. RICHTER & G. MÜLLER-DELE). Querstörungen, die meist NNE—NE gerichtet sind, kommen mehrfach vor. Allerdings dürften viele unter Quartär verborgen sein; langgestreckte moränenverklebte Streifen sind in dieser Hinsicht oft verdächtig.

In Abschnitte gegliedert soll nun eine kurze Beschreibung des Baues folgen. Die Profiserie (Abb. 1) soll die Beschreibung unterstützen.

Der Südrand der Flyschzone

Im Westen ist der Südrand in der Gegend südwestlich Hammerau besser zu sehen, sonst von Quartär zugedeckt. Meist ist Zementmergelserie im Süden hochgebogen; SW Grünau jedoch ist eine zwischenliegende Scholle von Mürbsandstein-führender Oberkreide zu erkennen. Am Rand zur kalkalpinen Walserbergserie gibt es noch einen Reibungssteppich, in dem auch Schollen von Reiselsberger Sandstein und Gault vorzukommen scheinen, wenn sie auch etwas anders aussehen und deswegen auch zur Walserbergserie gehören könnten.

Im Ostteil des Gebietes liegt die Flysch-Kalkalpengrenze im Bereich des Altbachtales bei Gnigl, wenn auch diese selbst durch einen Moränenstreifen verdeckt wird. Im genannten Tal ist stark zermalmter Gaultflysch aufgestaut worden, an den im Norden enggepreßte Zementmergelserie anschließt. Die Grenze ist wegen Sackungen nicht sichtbar. Die Beschaffenheit des Südflügels ist der Moräne wegen unbekannt. Ist er überhaupt vorhanden, oder durch die Kalkalpen amputiert?

Die Angabe von Helvetikum unter der Stirn der Kalkalpen durch R. OSBERGER (1952) scheint auf einem Irrtum zu beruhen. Sind die harten Fleckenkalke mit den

Ammoniten nicht vielleicht doch Neocom? Helvetikum sind sie sicher nicht! Die „Flyschmergel“ der Rutschung bei Guggental sind Gosauschichten (S. PREY, 1959).
 Im Norden schließt hier eine 600–700 m breite Synklinale mit Mürsandstein-führender Oberkreide an, die über den Südwestausläufer des Heuberges ins Alter-

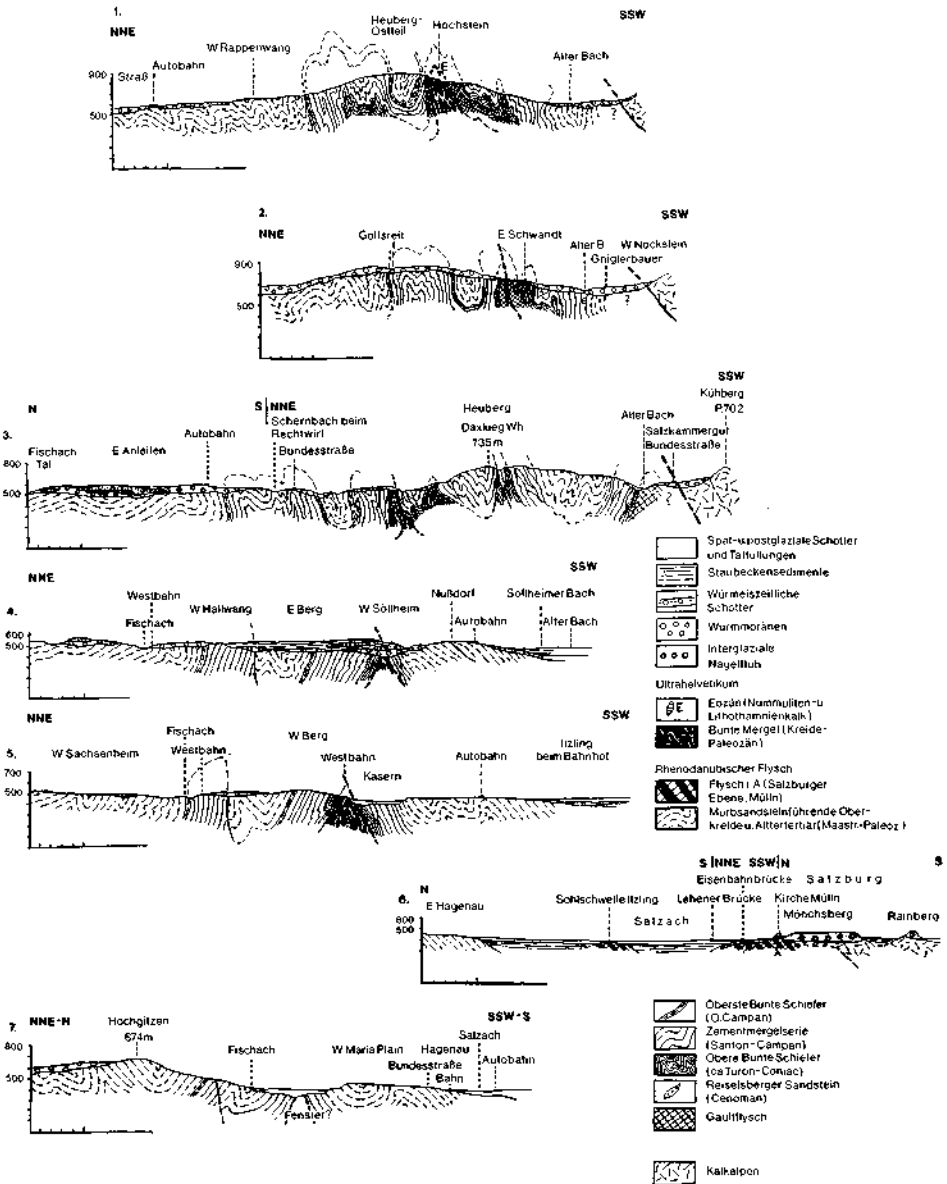


Abb. 1. Profilerie durch die Flyschzone der Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg

bachtal zieht und dort ebenfalls unter Moräne verschwindet. Oberste bunte Schiefer wurden hier nirgends beobachtet. Es entsteht allgemein der Eindruck, daß die Kalkalpenüberschiebung die Flyschfalten in spitzem Winkel abschneidet.

Eine vergleichbare Lage hat jener Flysch, der nach Angabe von Dr. H. BRANDECKER in Bohrungen für die Eisenbahnbrücke in Lehen (Salzburg) angetroffen wurde und der auf Grund der Angabe von glimmerreichem Sandstein und Mergelschiefern mit einiger Wahrscheinlichkeit als Mürbsandsteinführende Oberkreide agnosziert werden kann. Das ermöglicht einen gewissen, aber keineswegs sicheren Rückschluß auf den von R. STUMMER (1947) und W. DEL NEGRO (E. EBERS et al., 1966) aus dem Luftschutzstollen in Mülln erwähnten Flysch, der ja heute leider nirgends mehr sichtbar ist.

Die Antiklinale des Heuberges mit dem Helvetikum-Fenster

Das altbekannte Eozän am Heuberg spielt eine wichtige Rolle in der Deutung der Tektonik der Flyschzone. Seit M. RICHTER & G. MÜLLER-DEILE (1940) hat sich die Deutung als Fenster gefestigt; leider aber ist dieses an falscher Stelle in der Karte eingezeichnet. Von einem von Gaultflysch umrahmten Helvetikum-Fenster sprach W. DEL NEGRO (1950); eine Bestätigung gab R. OSBERGER (1952). Im Zuge der Neuaufnahme wurden weitere Fakten für die Fensteratur zusammengetragen (S. PREY, 1959, 1960, 1964; W. DEL NEGRO 1960).

Die Antiklinale des Heuberges (899 m) hebt sich steil und meist auch morphologisch deutlich sichtbar aus der südlicheren Muldenzone. Schichten der Zementmergelserie sind — wie z. B. an den Straßen bei Daxlueg gut beobachtet werden kann — stark gefaltet und zu einer mächtigen Masse zusammengeschoppt. Sie wird gegliedert durch enggepreßte steile Antiklinalen mit Bunten Schiefeln, wie z. B. E Langwied oder E Forsthaus. Der wenig nördlicher gelegene Moränenstreifen könnte eine ähnliche Auffaltung verbergen. Am Ostende, in den Rinnen W Schwandt tauchen die Kerne dieser Antiklinalen ostwärts auf und vereinigen sich; sie bestehen aus Oberen Bunten Schiefeln mit Linsen von Reiselsberger Sandstein und kleinen Einfaltungen von mergelreicher basaler Zementmergelserie. Im Nordosten beim engeren Fensterbereich erscheint auch noch Gaultflysch. Ein geringmächtiger Ausläufer davon zieht am Nordfuß des Heuberggipfels nach WNW in die großen Rutschmassen hinein um jenseits als kleine Vorkommen von Bunten Schiefeln und Linsen von Reiselsberger Sandstein im Graben E Braunwies und an der Straße nach Daxlueg fortzusetzen.

Der Kern des Fensters ist von Gaultflysch umgeben; im Norden und Süden ist die stratigraphische Reihung der Schichtglieder: Gaultflysch, spärlich Linsen von Reiselsberger Sandstein, Obere bunte Schiefer, Zementmergelserie trotz der Tektonisierung deutlich zu erkennen. Die Aufschlüsse sind aber sehr schlecht und oft muß man aus Rutsch-Material auf das Anstehende schließen. Aufschlüsse am Forstweg waren sehr nützlich (Abb. 2).

In der Kernzone des Fensters liegt im Gaultflysch das mit ihm aufgefaltete und hochgeschuppte Ultrahelvetikum mit seinen Mergeln und dem Eozän des Hochsteins. Im Nordwesten verschwindet es unterhalb vom Heubergsattel in den Rutschmassen*). Nach Ost-südosten setzt es in winzig kleine, aber wegen ihrer Wichtigkeit in der Karte ungeheuer übertrieben dargestellte Vorkommen in den Gräben bei Schwandt fort,

*) Die Darstellung in der topographischen Karte ist hier unrichtig. Der Bach E Braunwies kommt von weiter östlich her aus den Mulden unterhalb vom Heuberggipfel, fließt aber zuerst hinter einer sanften Bodenwelle nach Westen.

ehe es mitsamt den begleitenden Gesteinen unter den Moränen unsichtbar wird. Daß der Hochstein in einer Umgebung von Helvetikum-Mergeln ansteht, war in sehr dürftigen Aufschlüssen zu sehen. Die Paleozänmergel z. B. waren seinerzeit am Rande eines alten Weges westlich vom Hochstein aufgeschlossen. Dieser Weg weiter oben, sowie die Anschnitte des Forstweges am Heubergsattel boten Aufschlüsse in bunten Kreidemergeln des Ultrahelvetikums, die allerdings heute wieder weitgehend verfallen sind. Südlich vom Hochstein sind obersechene ultrahelvetische Mergel abgerutscht und haben eine inzwischen wieder zugewachsene Rutschzunge gebildet. Auch die das Fenster begleitenden Flyschgesteine waren am Forstweg öfter aufgeschlossen, doch sind auch diese Aufschlüsse heute verfallen, so auch derjenige im Gaultflysch an der westlichen Kehre des Forstweges. Eine Beschreibung derselben findet man im Exkursionsführer (S. PREY, 1964). Mit Änderungen der Aufschlußverhältnisse muß man also jederzeit rechnen.

Die weiteren Hänge westlich vom Hochstein sind mit Moräne bedeckt, die fast ausschließlich aus Geschieben von Zementmergelserie besteht. Bei Verschwinden der Kalke täuschen die Lesesteine im aufschlußlosen Gelände ein Anstehen der Zementmergelserie vor.

Den äußeren Nordflügel der Fensterantiklinale bildet ein tektonisch stark reduzierter Zug von Zementmergelserie, dahinter folgen im Nordwesthang stärker angeschoppte Oberste bunte Schiefer, die mit den beiderseitigen Flyschserien etwas verschuppt sind, und schließlich Mürbsandsteinführende Oberkreide, alles in steiler Stellung.

Trotz der starken Störungen ist also die ursprüngliche, bilaterale Anordnung der Schichtglieder der Antiklinale mit dem Helvetikum im Kern noch gut kenntlich. Eine, wenn auch unter Quartär begrabene und durch Störungen versetzte Fortsetzung muß das Helvetikum in der Talung Kasern—Lengfelden sein.

Das Helvetikum-Fenster von Lengfelden

Der einzige aufgefundene Oberflächenaufschluß befindet sich im kleinen Graben 400 m NW Bahnstation Maria Plain, etwa 70 m nördlich der Eisenbahn. Er zeigt ein kleines Stückchen des nördlichen Fensterrahmens. Von Süden nach Norden stehen hier an: Zuerst ziegelrote und grünlichgraue Mergel des Campans und anschließend graue, schwach fleckige Mergel des Obersanton-Untercampans, alle meist stark zerschert und reich an Kluftkalzit. Den nördlichen Fensterrahmen bilden sodann Flyschgesteine, und zwar Obere bunte Schiefer mit zwei geringmächtigen (in der Karte stark übertriebenen) Linsen von Reiselsberger Sandstein (bis 2 m). Die Schiefer fallen steil oder mäßig steil gegen Norden und sind gefaltet. Der Kontakt gegen die nördlich anschließende Zementmergelserie, die ebenfalls gefaltet ist und meist steil gegen Norden einfällt, ist ein tektonischer.

Weitere Kenntnisse über dieses Helvetikum-Fenster brachte die im Jahre 1948 gebohrte Bohrung Lengfelden 1 (G. GÖTZINGER, 1949) und die 1950—51 niedergebrachte Bohrung Lengfelden 2, die vermutete Kohlenlager untersuchen sollten (G. GÖTZINGER, 1953); beide sind südöstlich des Ortes in die Karte eingetragen. Sie liegen in dem hier über 500 m breiten Talboden im Quartär. Die erstere erreichte unter geringem Quartär und Flysch bei 83,70 m Tiefe rotbraune und graue Mergel in vielfachem Wechsel, von denen die roten (Probe aus 85 m Tiefe) eine Campanfauna, die grauen (Probe aus 140 m Tiefe) aber eine Santonfauna erbrachten. Die zweite Bohrung durchteufte unter geringem Quartär zunächst Flysch, vermutlich Zementmergelserie mit einer roten Einschaltung bei 81,55—83,95 m und erreichte dann bei 138,10 m Tiefe das Helvetikum. Proben liegen von hier leider keine vor.

Das Einfallen ist in beiden Bohrungen vorwiegend steil. Wenn die Überschiebungsbahnen so steil stünden, wie die Schichten, könnte man ein bis 250 m breites Helvetikum-Fenster unter dem Talgrund vermuten. Jedenfalls erklärt es die Anlage des Tales. Daß hier eine antiklinale Struktur vorliegt, hat schon G. GÖTZINGER (1955) betont.

Weiters ist ein Teil des Nordrahmens des Fensters am Ufer der Fischach unmittelbar bei Lengfelden aufgeschlossen (oberhalb der Straßenbrücke), und zwar der Übergang der offenbar den Rahmen bildenden Zementmergelserie in die Obersten bunten Schiefer. Vom Südrahmen ist im Plainbergzug nur Mürbsandsteinführende Oberkreide sichtbar, doch dürften die kleinen Vorkommen von Zementmergelserie

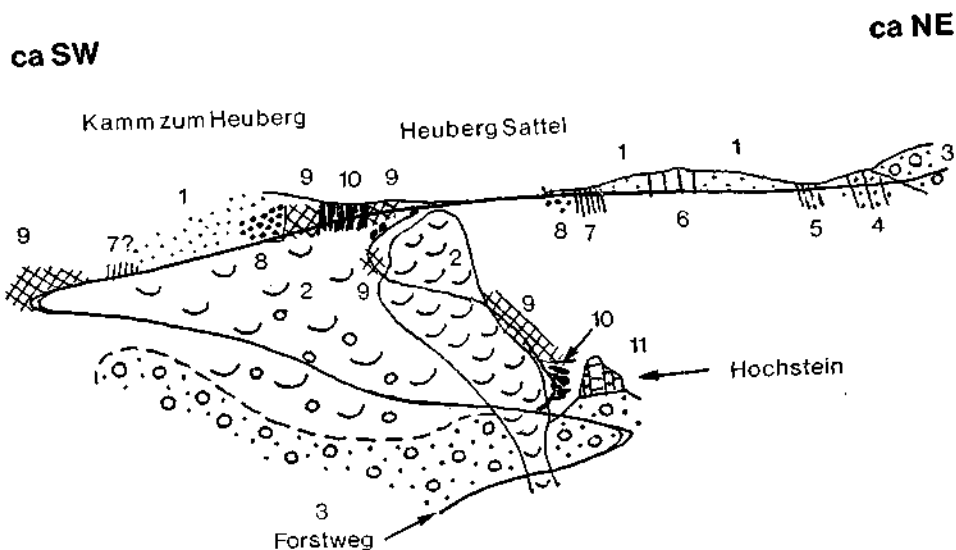


Abb. 2: Das Profil durch das Heubergfenster am Forstweg ENE Heuberg. Profillänge ca 300 m

Legende: 1 = Schutt; 2 = Rutschung; 3 = Moräne (fast nur Geschiebe aus Zementmergelserie); 4 = Mürbsandsteinführende Oberkreide; 5 = Oberste Bunte Schiefer; 6 = Zementmergelserie; 7 = Obere Bunte Schiefer; 8 = Reizelsberger Sandstein; 9 = Gaultflysch; 10 = Ultrahelvetikum; 11 = Eozän des Hochsteins

bei Söllheim auch dem Südrahmen zuzuordnen sein. Nachdem die beiden Seiten des Söllheimer Tales nicht gut zusammenpassen, muß man annehmen, daß die gegen den Heuberg zielende Ostfortsetzung des Lengfeldener Fensters an einer Querstörung um schätzungsweise 400 m gegen NE versetzt ist.

Der Plainbergzug

Der Plainbergzug schließt im Süden an das Helvetikum-Fenster von Lengfelden an und wird fast zur Gänze aus Mürbsandsteinführender Oberkreide aufgebaut. Alttertiär konnte hier bisher nicht nachgewiesen werden. Die Zementmergelserie tritt lediglich bei Söllheim aus der quartären Bedeckung heraus. Unter Berücksichtigung der eben erwähnten Querstörung im Söllheimer Tal kann die Mürbsandsteinführende Oberkreide bei Braunwies als Ostende dieser Synklinale aufge-

faßt werden. Wieweit sie sich auch mit der südwestlichen Heubergantiklinale verbindet, ist völlig unsicher.

Im Plainbergzug lassen sich bei vorherrschend ESE—WNW gerichtetem Streichen Falten mit größerer Amplitude ablesen. Die hier häufiger vorkommenden, durch synsedimentäre Gleitvorgänge zu größerer Mächtigkeit angeschwollenen Kalksandsteinbänke treten auch morphologisch etwas hervor. Aufschlüsse, die diese Strukturen zeigen, sind in der Karte mit Steinbruchszeichen kenntlich gemacht (vor allem östlich der Eisenbahn).

Die Morphologie verrät auch eine Anzahl von NNE streichenden Querstörungen, weil die eiszeitlichen Gletscher dort kleine Furchen ausgeschürft haben. Die auffallendsten liegen in der Gegend von Kasern und östlich Maria Plain.

Der Lieferinger und Müllner Hügel

Der Lieferinger Hügel besteht aus Zementmergelserie, die an der Autobahn komplizierter gefaltet und zerschert ist. Die Grenze gegen die Mürbsandsteinführende Oberkreide scheint bei Hagenau durchzuziehen, wo nach Angabe von Herrn Dr. H. BRANDECKER in Baugruben auch bunte Schiefer angetroffen worden sind.

Das Nordende des Mönchsberges bei Mülln ruht auf einem Flyschbuckel. Im ehemaligen Luftschutzstollen hat E. STUMMER (1947) unter pleistozänen Schichten anstehenden Flysch erwähnt, der auch von W. DEL NEGRO (in E. EBERS et al., 1966, S. 193) beschrieben wurde. Der Stollen ist längst nicht mehr zugänglich und die von Augenzeugen gegebene Beschreibung zu mangelhaft, um eine präzise Einstufung dieses Flysches vornehmen zu können. In neuerer Zeit gibt es aber einen Hinweis, daß es sich doch, wie vermutet, um Mürbsandsteinführende Oberkreide gehandelt haben könnte: Bei Bohrungen bei der Eisenbahnbrücke Lehen wurde in geringer Tiefe Flysch erreicht, von dem Herr Dr. BRANDECKER das Vorkommen von glimmerreichem Sandstein und Mergeln angibt. Solche Sandsteine kann man als kennzeichnendes Element der Mürbsandsteinführenden Oberkreide ansehen. Unter diesen Umständen wäre es sinnvoller gewesen, deren Farbe für das Müllner Vorkommen zu nehmen.

Angesichts der völligen Isolierung dieser Vorkommen müssen Überlegungen über Verbindungen zu anderen Vorkommen problematisch bleiben.

Die Falten des nordöstlichen Heuberges

Im Nordosten grenzt das Fenster des Heuberges mit einem schmalen Zug von Zementmergelserie im Nordrahmen unter Anzeichen stärkerer tektonischer Störungen an eine höchstens 300 m breite Synklinale mit Mürbsandsteinführender Oberkreide, die SE Matzing den Heubergkamm überschreitet und in der Gegend von Schwaighofen unter ausgedehnten Moränen verschwindet. Aufschlüsse zeigen eine steile bis senkrechte Schichtstellung. Die Westfortsetzung im Gebiet W Matzing und — durch die Querstörung versetzt — am Schernbach NNE Reindlmühle zielt in die Gegend WNW Berg. Zwischen Zementmergelserie und Mürbsandsteinführender Oberkreide kommen östlich vom Heubergsattel auch Oberste bunte Schiefer vor (Abb. 2).

Nur mehr in den Nordwesthängen des nordöstlichen Heuberges südöstlich Esch wird die auf die Synklinale folgende Antiklinale sichtbar. Sie besteht aus stark gefalteter Zementmergelserie mit steilen Auffaltungen von (nach der Fauna) Oberen bunten Schiefen. Die eine der Auffaltungen ist so stark an den Südrand gerückt, daß ESE Matzing für den Südflügel kaum mehr ein Raum bleibt. In der unmittelbaren Umgebung der Bunten Schiefer steht mergelreiche basale Zementmergelserie

an. Die zweite schmale Auffaltung liegt in der 1 km SE Esch am Waldrand beginnenden Rinne bei ca. 770 m Höhe. In den tieferen Hangteilen konnten deutlich Falten mit senkrechten Achsen registriert werden. Die Breite der Antiklinale erreicht höchstens 700 m.

In nordwestlicher Richtung zeichnet sich eine Fortsetzung westlich Esch (Schernbach) und westlich Zilling ab, wo stark gefaltete (oft mergelreiche) Zementmergelserie und Auffaltungen von Oberen bunten Schiefern auf einen gleichartigen tektonischen Stil hinweisen. Sogar die Falten mit senkrechten Achsen sind im Schernbachtal vorhanden und gut zu sehen.

Die Grenze gegen die wiederum nordöstlich folgende Synklinale von Rappengewang steht ebenfalls steil und wird durch eine schmale Rutschmulde markiert, unter der sich Oberste bunte Schiefer verbergen dürften. Die Schichten der Mürbsandsteinführenden Oberkreide sind in Falten gelegt; Streichen und Fallen sind uneinheitlich. In der Rinne E Rechlwirt sind ebenfalls Oberste bunte Schiefer aufgeschlossen gewesen, die mit Mürbsandsteinführender Oberkreide verspießt sind.

Nordöstlich Rappengewang taucht das Felsgerüst des Heuberges unter die ausgedehnten Moränen der Nordostecke des Blattes unter, ohne hier noch einmal sichtbar zu werden. Jedenfalls aber müssen wir damit rechnen, daß diese Mürbsandsteinführende Oberkreide nur ein kleiner Teil einer breiten Mulde ist, denn im benachbarten Fischachgebiet ist sie wesentlich breiter, als die auf der Karte dargestellten zwei Kilometer.

Die Synklinale von Maria Sorg

Als Fortsetzung der Synklinale südöstlich Matzing taucht Mürbsandsteinführende Oberkreide WNW Berg aus dem Quartär auf und läßt sich, unterbrochen durch moränenerfüllte Senken, bis in die tieferen Südhänge des Hochgitzens verfolgen. W—WSW Berg bildet, wie schon erwähnt, Zementmergelserie den sichtbaren Rahmen des gleich südlich gelegenen Helvetikum-Fensters von Lengfelden. Die Obersten bunten Schiefer an der Grenze werden einige hundert Meter mächtig. Die Schichtstellung ist allgemein ziemlich steil bis sogar senkrecht.

Die im Fischachtal südwestlich Maria Sorg angesetzt gewesene Tiefbohrung Lengfelden, die etwa 200 m nördlich vom Südrand der Mürbsandsteinführenden Oberkreide entfernt stand, verblieb bis zur Endteufe von 847,10 m in denselben Schichten, was die beträchtliche Tiefe dieser Mulde erraten läßt. Am Südfuß des Hochgitzens herrscht meist steiles NNW-Fallen.

Die Nordbegrenzung dieser Mulde ist, wie Aufschlüsse belegt haben, überall eine steilstehende tektonische Störung ohne bunte Schiefer.

Die Antiklinalzone westlich Hallwang und bei Hintergitzen

Es handelt sich hier nicht um eine Antiklinale, sondern um eine Hochzone oder eine halbe Antiklinale, denn die Zementmergelserie, die sie westlich Hallwang und bei Hintergitzen aufbaut, bildet ein WNW—W streichendes, wenig gestörtes steilstehendes Schichtpaket, dessen älteste Teile im Süden und dessen jüngste Teile im Norden gelegen sind. Daß der Südflügel fehlt, ergab die Beobachtung der Schichtlagen insbesondere längs der Westbahn und im Graben bei Hintergitzen. Die Obersten bunten Schiefer sind daher in einer Mächtigkeit bis zu hundert Meter nur im Norden vorhanden.

Nordwestlich Maria Sorg kann eine Querstörung vermutet werden, an der der östliche Zug von Zementmergelserie gegen Westen endet. Erst wieder südwestlich Schwabgitzten setzt der nach Westen breiter werdende westliche Zug von Zement-

mergelerde wieder ein, wie schon angedeutet im Süden durch die Störung und im Norden durch Oberste bunte Schiefer begrenzt. Im Norden liegt also die konkordante Fortsetzung der Schichtfolge. Man kann die Struktur vielleicht als eine Zerrungserscheinung deuten, wobei der Südfügel abgesunken wäre.

Der Hügel von Muntigl ist deutlich durch Störungszonen vom Hochgitzten abgetrennt. Daher ist es nicht sicher, aber immerhin möglich, daß er zur Muldenzone von Maria Sorg gehört. Auf die Berühmtheit der immerhin schon stark verfallenen Steinbrüche wurde im stratigraphischen Teil hingewiesen.

Die Muldenzone von Hochgitzten—Elixhausen—Fischachthal

Als das größte Verbreitungsgebiet von Mürbsandsteinführender Oberkreide und Alttertiär im Kartenraum baut sie den Nordteil des Gebietes auf und reicht bis weit darüber hinaus. Die Muldenzone ist am Ostrand des Salzachtales rund 2,5 km breit. Die ohnedies schon mächtigen Schichtkomplexe sind auch noch gefaltet. Der Muldenkern dürfte ungefähr durch die nachgewiesenen Alttertiärpunkte gekennzeichnet werden und verläuft etwa von NE Siggerwiesen in die Gegend NE Hochgitzten und findet sich wieder im Seitengraben des Fischachtales NW der Bahnstation Hallwang—Elixhausen. In manchen Teilen unterstreichen öfter geringe Einfallswinkel die Muldenposition. Die ganze Muldenzone verschwindet im Bereich des Fischachtales und nordöstlich Reicherting unter weit verbreiteten Moränen und Schottern; das Vorkommen von Rappenwang kann man auch noch dazurechnen. Sonst wurden ihre Gesteine im ganzen nordöstlichsten Kartenblatt-raum nicht mehr beobachtet.

Die Höglberge

Die auf bayerischem Gebiet gelegenen Höglberge bestehen nur am Südostrand aus Zementmergelerde, die steilsteht und etwa ENE—WSW streicht. Bisweilen erkennt man die Existenz enger Falten. Im Nordwesten schließt an diese, ohne daß Oberste bunte Schiefer beobachtet worden wären, ein großes Areal aus Mürbsandsteinführender Oberkreide an. Bei der Überarbeitung wurden aber nur wenige Stichproben, und diese nur auf Foraminiferen untersucht. M. FREIMOSER (1973) konnte inzwischen auch paleozäne Anteile dieser Flyschserie nachweisen. Im Raume des Kartenblattes erreicht die Mulde etwa 4 km Breite, wobei der Gegenfügel durch das kleine, von Quartär umgebene Vorkommen von Zementmergelerde südlich und westlich Niederstraß bezeichnet wird. Die Strukturen wurden nicht im Einzelnen studiert. Bemerkenswert ist aber die Beobachtung, daß im Nordteil, genauso wie im Plainbergzug, durch synsedimentäre Gleiterscheinungen wesentlich mächtiger gewordene etwas mergelige Kalksandsteinbänke vorkommen.

Ein am Nordrand der Muldenzone schon von G. GÖTZINGER registriertes Vorkommen von Mürbsandstein wurde bei Thundorf eingetragen. Es ist heute so gut wie nicht mehr zu sehen und mit Schotter verschüttet. Es ist aber durchaus möglich, daß es sich bei dem Mürbsandstein überhaupt nur um einen Riesenblock in der Moräne handelt.

Die ganzen Gesteinszüge streichen generell gegen Ostnordosten. Da die in dieser Richtung östlich der Salzach gelegenen Strukturen im Flysch gegen Westnordwesten, z. T. sogar gegen Nordwesten streichen, kann man auch darin einen Hinweis auf Störungen im Untergrund des Salzburger Beckens erblicken.

In der Nordwestecke des Kartenblattes sind quartäre Ablagerungen ausgebreitet, insbesondere Moränen des Salzachgletschers, in denen keine Flyschaufschlüsse bekannt sind.

Literatur zur Flyschzone

- ABEL, O.: Ein Lösungsversuch des Flyschproblems. — Anz. Öst. Akad. Wiss., **62**, S. 248—251, Wien 1925.
- ABEL, O.: Fossile Mangrovesümpfe. — Palaeont. Zeitschr. **8**, S. 224—245, Stuttgart 1927.
- ABERER, F. & BRAUMÜLLER, E.: Über Helvetikum und Flysch im Raume nördlich Salzburg. — Mitt. Geol. Ges., **49**, S. 1—40, Wien 1958.
- BENDECK OLIVELLA, J.: A palynological Contribution of the Stratigraphy of Flysch from Muntigl, near Salzburg. — Verh. G. B.-A., S. A 86—87, Wien 1968.
- BÖHM, J.: Flysch des Fürberges, Sulzberges, Teisenberges und von Muntigl mit den Nierentalschichten. — Verh. G. R.-A., S. 241—242, Wien 1890.
- BRINKMANN, R.: Die Ammoniten der Gosau und des Flysch in den nördlichen Ostalpen. — Mitt. Geol. Staatsinst., **H. 15**, S. 1—14, Hamburg 1935.
- DEL NEGRO, W.: Geologie von Salzburg. — Univ. Verl. Wagner, 348 S., Innsbruck 1950.
- DEL NEGRO, W.: Salzburg. — Bundesländerserie, G. B.-A., 56 S., Wien 1960.
- DEL NEGRO, W.: Neue Vorstellungen über den Bau der Ostalpen. — Jb. G. B.-A., **105**, S. 1—18, Wien 1962.
- DEL NEGRO, W.: Stand und Probleme der geologischen Erforschung des Landes Salzburg. — Die naturw. Erforsch. d. Landes Salzburg. E. P. Tratz z. 75. Geburtstag. S. 7—23, Salzburg 1964.
- DEL NEGRO, W.: Salzburg. — 2. Aufl. Bundesländerserie, G. B.-A., S. 101, Wien 1970.
- DEL NEGRO, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg, 1: 50.000. — G. B.-A., Wien 1979.
- DOBLHOFF, J. (D. J.-ff.): Die jüngsten Funde im Flysch von Bergheim und Muntigl. — Mitt. Ges. Salz. Landeskunde, **33**, S. 219—235, Salzburg 1893.
- DZULYNSKI, ST., KSIAZKIEWICZ, M. & KUENEN, PH. H.: Turbidites in Flysch of the Polish Carpathian Mountains. — Bull. Geol. Soc. of Amerika, **70**, S. 1089—1118, New York 1959.
- EBERS, E., WEINBERGER, L. & DEL NEGRO, W.: Der pleistozäne Salzachvorlandgletscher. — Ges. Bayer. Landeskunde, 217 S, München 1966.
- FREIMOSER, M.: Zur Stratigraphie, Sedimentpetrographie und Faziesentwicklung der Südostbayerischen Flyschzone und des Ultrahelvetikums zwischen Bergen/Obb. und Salzburg. — Geologica Bavarica, **66**, S. 7—91, München 1973.
- FUCHS, TH.: Kritische Besprechung einiger im Verlaufe der letzten Jahre erschienenen Arbeiten über Fucoiden. — Jb. G. R.-A., **54**, S. 359—388, Wien 1904.
- FÜCHTBAUER, H.: Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. — Erdöl u. Kohle, **12**, S. 605—613, Hamburg 1959.
- FUGGER, E.: Das Salzburger Vorland. — Jb. G. R.-A., **49**, S. 287—428, Wien 1899.
- FUGGER, E. & KASTNER, C.: Naturwissenschaftliche Studien und Beobachtungen aus und über Salzburg. — 131 S., Salzburg 1885.
- GLÄSSNER, M. F.: Studien über Foraminiferen aus der Kreide und im Tertiär des Kaukasus, 1. — Probl. Palaeont., **2—3**, S. 349—408, Moskau 1937.
- GÖTZINGER, G.: Aufnahmsberichte über Blatt Salzburg (4850). — Verh. G. B.-A., 1930, 1931, 1934—1939, 1950, 1951, 1953, 1955.
- GÖTZINGER, G.: Ein neues Erdölvorkommen in der Umgebung von Salzburg. — Zeitschr. Int. Ver. Bohringenieur u. Bohrtechniker, Nr. 24, S. 190—191, Wien 1924.
- GÖTZINGER, G.: Bericht (1948) über kohlengeologische, erdölgeologische und sonstige praktische Arbeiten im Bereich der Blätter Salzburg, Mattighofen, Tittmoning und Gmunden. — Verh. G. B.-A., S. 42—45, Wien 1949.
- GÖTZINGER, G.: Geologische Karte 1: 50.000, Blatt 63 (Salzburg). — G. B.-A., Wien 1955.
- GÖTZINGER, G. & BECKER, H.: Zur geologischen Gliederung des Wienerwaldflysches (Neue Fossilfunde). — Jb. G. B.-A., **82**, S. 343—396, Wien 1932.
- GRILL, R.: Beobachtungen an Großaufschlüssen im Flysch des Wienerwaldes. — Verh. G. B.-A., S. 249—257, Wien 1962.
- HAGN, H.: Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen

- zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. — *Geologica Bavarica*, Nr. 44, 208 S., München 1960.
- HOFMANN, E.: Das Flyschproblem im Lichte der Pollenanalyse. — *Phyton*, Vol. I, 1 S., Horn 1948/49.
- KIESLINGER, A.: Die nutzbaren Gesteine Salzburgs. — Verl. Bergland-Buch, 435 S., Salzburg/Stuttgart 1963.
- KRAUS, E.: Der bayerisch-österreichische Flysch. — *Abh. bayer. Oberbergamt*, 82 S., München 1932.
- KRAUS, E.: Neue Wege der nordalpinen Flyschforschung. Der nordalpine Kreideflysch, Teil II. — *N. Jb. Min. usw.*, Beil.-Bd. 87, Abt. B, 243 S., Stuttgart 1942.
- KRÖLL, A. & WESSELY, G.: Neue Erkenntnisse über Molasse, Flysch und Kalkalpen auf Grund der Ergebnisse der Bohrung Urmannsau 1. — *Erdöl-Erdgas-Zeitschr.*, Jg. 83, S. 342–353, Wien–Hamburg 1967.
- KUENEN, PH. H. & MIGLIORINI, D. I.: Turbidity Currents as a Cause of Graded Bedding. — *Journ. of Geol.*, 58, S. 91–127, Chicago 1950.
- KÜHN, O. & ZINKE, G.: Die helvetische Kreide von Mattsee. — *N. Jb. Min. usw.*, Beil.-Bd. 81, Abt. B, S. 327–346, Stuttgart 1939.
- LORENZ v. LIBURNAU, J.: Eine fossile Halimeda aus dem Flysch von Muntigl (monticulus) bei Salzburg. — *Sitzber. Öst. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl.*, 100, 4 S., Wien 1897.
- MOJSTISOVICS, E. v.: Jahresbericht. — *Verh. G. R.-A.*, Wien 1890.
- MÜLLER-DEILE, G.: Flyschbreccien in den Ostalpen und ihre paläogeographische Auswertung. — *N. Jb. Min. usw.*, Beil.-Bd. 84, Abt. B, S. 330–378, Stuttgart 1940.
- OBERHAUSER, R.: Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht. — *Jb. G. B.-A.*, 106, S. 115–145, Wien 1963.
- OSBERGER, R.: Der Flysch-Kalkalpenrand zwischen Salzach und dem Fuschlsee. — *Sitzber. Öst. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl.*, Abt. I, 161, S. 785–801, Wien 1952.
- PAUL, C. M.: Erster Aufnahmebericht aus der alpinen Sandsteinzone. — *Verh. G. R.-A.*, S. 311–313, Wien 1896.
- PLÖCHINGER, B.: Die tektonischen Fenster von St. Gilgen und Strobl am Wolfgangsee (Salzburg, Österreich). — *Jb. G. B.-A.*, 107, Wien 1964, S. 11–69.
- PLÖCHINGER, B. & PREY, S.: Profile durch die Windischgarstener Störungzone im Raume Windischgarsten–St. Gallen. — *Jb. G. B.-A.*, 111, S. 175–211, Wien 1968.
- PREY, S.: Geologie der Flyschzone im Gebiete des Pernecker Kogels westlich Kirchdorf a. d. Krems (Oberösterreich). — *Jb. G. B.-A.*, 94, S. 93–165, Wien 1950.
- PREY, S.: Der obersezone Muntigler Flysch als Äquivalent der Mürsandsteinführenden Oberkreide. — *Verh. G. B.-A.*, S. 92–101, Wien 1952.
- PREY, S.: Aufnahmebericht (1951). — *Verh. G. B.-A.*, S. 41–45, Wien 1952.
- PREY, S.: Flysch, Klippenzone und Kalkalpenrand im Almtal bei Scharnstein und Grünau (OÖ.). — *Jb. G. B.-A.*, 96, S. 301–343, Wien 1953.
- PREY, S.: Ergebnisse der bisherigen Forschungen über das Molassefenster von Rogatsboden (NÖ.). — *Jb. G. B.-A.*, 100, S. 299–358, Wien 1957.
- PREY, S.: Berichte über geologische Aufnahmen im Flyschanteil der Umgebungskarte von Salzburg. — *Verh. G. B.-A.*, Wien 1959–63, 1968.
- PREY, S.: Flysch und Helvetikum in Salzburg und Oberösterreich. — *Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.*, 113, S. 282–292, Hannover 1962.
- PREY, S.: Neue Gesichtspunkte zur Gliederung des Wienerwaldflysches. — *Verh. G. B.-A.*, S. 258–262, Wien 1962.
- PREY, S.: Helvetikum-Fenster des Heuberges in der Flyschzone bei Salzburg. — *Exkursion III/2, Erdöl Oberösterreichs, Flyschfenster der Nördlichen Kalkalpen. Mitt. Geol. Ges.* 57, H. 1, S. 264–267, Wien 1964.
- PREY, S.: Zur Entstehung des Flysches der Ostalpen im Sinne der Theorie der turbidity currents. — *Sitzber. Öst. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl.*, Jg. 1970, S. 190–200, Wien 1970.

- PREY, S.: Die Flyschzone des Wienerwaldes. — In: B. PLÖCHINGER & S. PREY, Der Wienerwald. Samml. Geol. Führer, 59. Gebr. Borntraeger, S. 1—57, Berlin—Stuttgart 1974.
- PREY, S., RUTTNER, A. & WOLETZ, G.: Das Flyschfenster von Windischgarsten innerhalb der Kalkalpen Oberösterreichs. — Verh. G. B.-A., S. 201—216, Wien 1959.
- RICHTER, M. & MÜLLER-DEILE, G.: Zur Geologie der östlichen Flyschzone zwischen Bergen (OBB.) und der Enns (Oberdonau). — Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., 92, S. 416—430, 1 Taf., Berlin 1940.
- RUTTNER, A.: Das Flyschfenster von Brettl am Nordrand der niederösterreichischen Kalkalpen. — Verh. G. B.-A., S. 227—236, Wien 1960.
- SCHWARZACHER, W.: Neue Ammonitenfunde aus dem Flysch von Muntigl bei Salzburg. — Ber. Reichsamt. f. Bodenforsch., S. 157—160, Wien 1943.
- SEITZ, O.: Über einige Inoceramen aus der Oberen Kreide. 2. Die Muntigler Inoceramenfauna und ihre Verbreitung im Ober-Campan und Maastricht. — Beih. Geol. Jb., 141 S., 28 Taf., Hannover 1970.
- STUMMER, E.: Der Aufbau des Salzburger Zungenbeckens. — Mitt. Ver. Salz. Landeskunde, 86—87, S. 81—92, Salzburg 1947.
- STUR, D.: Eine flüchtige, die Inoceramenschichten des Wiener Sandsteins betreffende Studienreise nach Italien. — Jb. G. R.-A., 39, S. 439—450, Wien 1889.
- SZAJNOCHA, WL.: Z wycieczek geologicznych. — Czasopis. tow. przyrodników im. Kopernika. „Kosmos“, S. 487—498, Lwów 1898.
- TRAUB, F.: Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg nördlich Salzburg. — Geologica Bavarica, Nr. 15, S. 1—38, München 1953.
- VÁŠŤŮEK, M.: Conditions of the Origin of Tegel, Schlier and Flysch and the Problems of their Stratigraphy. — Sborn. Ustf. Ustavu geol. 20, S. 417—468, Praha 1953.
- VOGELTANZ, R.: Einige eozäne Dekapoden vom Alpennordrand und aus Ägypten. — N. Jb. Geol. Palaeont., Mh., 1, S. 41—54, Stuttgart 1965.
- VOGELTANZ, R.: Beitrag zur Kenntnis der fossilen Crustacea. Dekapoda aus dem Eozän des Südhelvetikums von Salzburg. — N. Jb. Geol. Palaeont., Abh. 130, S. 78—105, Stuttgart 1968.
- VOGELTANZ, R.: Sedimentologie und Paläogeographie eines eozänen Sublitorals im Helvetikum von Salzburg (Österreich). — Verh. G. B.-A., S. 373—451, Wien 1970.
- WOLETZ, G.: Schwermineralanalysen von Gesteinen aus Helvetikum, Flysch und Gosau (Jahresbericht). — Verh. G. B.-A., S. 151—152, Wien 1954.
- WOLETZ, G.: Charakteristische Abfolgen der Schwermineralgehalte in Kreide und Alttertiärschichten der nördlichen Ostalpen. — Jb. G. B.-A., 106, S. 89—119, Wien 1963.
- WOLETZ, G.: Schwermineralvergesellschaftungen aus ostalpinen Sedimentationsbecken der Kreidezeit. — Geol. Rundschau, 56, S. 308—320, Stuttgart 1967.

Die Walserbergserie

(Sign. 34 der Karte)

Diese Walserbergserie wurde im Zuge der Neuaufnahme des Blattes Salzburg entdeckt und vom Flysch, in den sie G. GÖTZINGER (1955) einbezogen hatte, abgetrennt (S. PREY, 1962, 1963). Ihre Sandsteine, Mergel und Tonschiefer sind in keiner Weise mit den altersmäßig äquivalenten Flyschserien des Rhenodanubischen Flysches, nämlich dem schwarzen glaukonitquarzitischen Gault und dem Reiselsberger Sandstein vergleichbar. Vor allem der von G. WOLETZ (1967) im Schwermineralspektrum festgestellte Chromit-(Chromspinell-)Gehalt rechtfertigt die Abtrennung vom Flysch und unterstreicht die Affinität zu randkalkalpinen Einheiten („Randcenoman“). Der stratigraphische Umfang ist hauptsächlich Alb bis Turon.

Die Schichtfolge besteht aus — gelegentlich auch bunten — Tonmergeln und Schiefertönen mit teilweise glaukonitführenden Sandsteinbänken, die nur schwache Flyschmerkmale zeigen.

Graue, grünlichgraue, dunkelgraue, oder auch grünlichweiße und mit diesen zusammen ziegelrote Farben kennzeichnen die häufig stark schluffigen Tonmergel und Schiefertone. Sie neigen stark zu Rutschungen, wie z. B. am östlichen Saalach-Ufer SW Käferheim. Die Farben wechseln oft in dünnen Lagen. Nicht sicher dazugehörig sind schwarze und grüne Schiefertone mit Sandschalerfaunen, aber ohne Einlagerungen von Quarziten (darüber wird noch zu sprechen sein).

Eingelagert sind kalkig bis tonmergelig gebundene graue, hellbräunlich verwitternde, in der Mehrzahl feinkörnige Sandsteinbänke von häufig um 1 m schwankender, bisweilen auch 2 m übersteigender Mächtigkeit. Gradierung ist zumeist nur schwach oder fehlt; Sohlmarken sind, wenn vorhanden, ebenfalls meist wenig ausgeprägt. Manche Bänke bestehen aus einem kalkreicheren und einem tonmergelreicheren Teil, oben mit einer laminierten Zone, die aus einer Wechsellagerung von ton- und mergelreicheren Lagen besteht. Manche Bänke verraten durch ihre grüne Farbe einen größeren Glaukonitgehalt. Die kalkreicheren Gesteine sind in der Regel reicher an Mikrofossilien, wie Hedbergellen, rotaliden Foraminiferen, *Plectina sp.*, *Textularia (?) sp.*, Schalenbruchstücken und Echinodermenresten. Ferner wurden auch Anhäufungen von Spongiennadeln beobachtet, die Anlaß zu schwachen Verkieselungen gegeben haben. Je tonreicher die Sandsteine sind, desto leichter verwittern sie mürbe.

Die seltenen, meist ziemlich mürben Grobsandsteine, die als Basallagen gradierter Bänke zu deuten sind, zeigen die Zusammensetzung der eckigen bis gerundeten und maximal wenige Millimeter großen Komponenten am besten: Quarz (u. a. auch mylonitische Gangquarze), Mikroklin, Plagioklas, Muskowit, etwas Biotit, Gneise und Glimmerschiefer (Quarz, Feldspat, Muskowit, Biotit), Serizitphyllite (z. T. mit staubigem kohligem Pigment), Amphibolit, Tonschiefer, dichte Kalke mit Fossilspuren oder Ooiden, feinkristalliner Kalk und Dolomit. An Fossilresten mögen erwähnt werden: Schalenbruchstücke, darunter skulpturierte Bivalvenschalen, Bryozoen und Foraminiferen (zweikielige Globotruncanen, Robulus, Eponides, Nodosaria u. a.). Ein Brocken feinkörnigen Sandsteins wurde in noch wenig verfestigtem Zustand aufgearbeitet.

Die Sandsteine des Hügels von Hammerau sind hellgrau bis hellbräunlich, fein- bis mäßig feinkörnig und glaukonitführend. Oft zeigen sie eine feine Schichtung, wobei die größeren Partien zumeist auch ein wenig Glimmer führen. Einige Schichtflächen sind mit etwas Glimmer und Pflanzenhäcksel belegt. Die Bänke zeigen eine Andeutung von Gradierung und werden durch dünne blaßgrünliche schluffige Mergelagen getrennt. Selten kommen Fucoiden vor.

Diese Sandsteine bestehen aus Quarz, Feldspat, Muskowit, Biotit, sporadisch Turmalin, ferner diversen Kalken, Mergeln und Tonschiefern, sowie zahlreichen Fossilresten, wie Schalenfragmenten, Echinodermenresten, Bryozoen, vereinzelt Orbitolinenbruchstücken und Foraminiferen (u. a. auch zweikieligen Globotruncanen).

Bei ihnen besteht zugegebenermaßen eine größere Ähnlichkeit zur Zementmergelschicht des Rhenodanubischen Flysches, doch müßte man irgendwelche mir nicht bekannte bleichende Faktoren für das geänderte Aussehen verantwortlich machen.

Im Graben nordnordwestlich Bichlbruck gibt es in der Walserbergserie auch glimmerführende Mürbsandsteine, die dem Reiselsberger Sandstein ähnlich sind und auch ein ähnliches Schwermineralspektrum mit viel Granat, Apatit, Muskowit und Biotit zeigten (G. WOLETZ). Daß, wie hier, auch sonst im Reiselsberger Sandstein in geringen Mengen Chromit vorkommen kann, war zur Zeit der damaligen Untersuchungen nicht bekannt. Die in ihrer Nähe anstehenden schwarzen und graugrünen Schiefertone könnte man gut auch in den Flysch stellen, doch fehlen anscheinend die

Quarzite, die bei heftiger tektonischer Beanspruchung eher übrigbleiben, als spurlos zu verschwinden. Die geringe Verbreitung der letztgenannten Gesteine macht das Problem aber nicht gravierend.

Aber sonst, insbesondere bei den Sandsteinen des rechten Saalachufer, sind die Schwermineralgesellschaften der Walsbergserie durchaus charakteristisch und interessant (G. WOLETZ, 1967). Im Gegensatz zum Flysch ist fast immer Chromit (Chromspinell) vorhanden, begleitet von Zirkon, meist weniger Granat, Turmalin, Rutil, Apatit und in einigen Proben Staurolith, Chloritoid und Glaukophan. Ähnliche Vergesellschaftungen sind nach G. WOLETZ (1967) erst wieder aus der Kreide der Maniner Serie der Westkarpaten bekannt, die ich auch heute noch als zu denjenigen Decken der Zentralkarpaten gehörig betrachte, die unseren Nördlichen Kalkalpen entsprechen.

Die Mikrofaunen sprechen für ein Alter von Alb bis Turon. Ein wenig jüngere Anteile können nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Einerseits gibt es reine, manchmal auch sehr ärmliche Sandschalerfaunen mit Ammodiscen, Recurvoiden und kleinen Trochaminoiden, selten auch Dendrophryen—Psammosiphonellen. Vereinzelt kommt *Trochammina globigeriniformis* (PARKER & JONES), *Dorothia filiformis* BERTH., *Uvigerinamina jankoi* MAJZON und in fünf Proben *Plectorecurvodes alternans* NOTH vor. Diese Faunen sprechen also für Mittelkreide. Andererseits kommen in anderen Proben zu den Sandschalern noch einige wenige Kalkschaler hinzu, wie z. B. *Rotalipora appenninica* (RENZ). In einer reicheren Probe waren neben *Plectorecurvodes alternans* NOTH noch *Rotalipora* ex gr. *appenninica* (RENZ), *Hedbergella infracretacea* (GLÄSSNER), *Globigerinella aequilateralis* (BRADY) und *Schackoia cenomana* (SCHACKO) vertreten.

Schließlich gibt es eine Gruppe von Proben mit *Globotruncana lapparenti* lapparenti BOLLI, mitunter auch *Globotruncana lapparenti coronata* BOLLI, vereinzelt Gümbelinen, großen Lenticulinen und — als Turon-Hinweis — *Globotruncana stephani* GAND. Aus wenigen Sandschalern, Globotruncanen der lapparenti-Gruppe und z. T. Schwammresten besteht eine Fauna vom Westende des Hammerauer Hügels.

Eine Fauna aus Mergeln, die im Gerinne NNW Bichlbruck nordwestlich der Straße gewonnen wurde, enthält häufig *Hedbergella infracretacea* (GLÄSSNER) und Gümbelinen, wenige zweikielige Globotruncanen und einige rotalide Formen. Diese Fauna könnte eventuell auch jünger sein als Turon. Auf alle Fälle ist sie keine Flyschfauna! Der Aufschluß wurde bei einer späteren Begehung nicht mehr gefunden.

In den Proben sind fast immer einige Radiolarien, bisweilen auch Fischzähne anwesend.

Eine Schichtgliederung ist infolge tektonischer Störungen und schlechter Anschlüsse noch nicht befriedigend gelungen. Allerdings ließen sich vor allem zwei Gesteinskomplexe unterscheiden: einerseits einen mit reichlich oft glaukonitführenden Sandsteinen und grauen, grüngrauen, schwarzen, selten auch giftgrünen Mergeln, also meist grauen und grünlichen Farben, andererseits einen mit grünlichweißen und ziegel-, braun- oder grauroten weichen, oft auch teigartigen Mergeln mit wenigen meist grünlichen feinkörnigen, nur selten grobkörnigen Sandsteinen. Während der erstere Komplex öfter Plectorecurvoiden und einmal *Rotalipora appenninica* (RENZ) führt, wurden im bunten Komplex Faunen mit *Globotruncana stephani* GAND. und zweikieligen Globotruncanen gewonnen und dieser scheint daher der jüngere zu sein. Er ist auch derjenige, der zu starken Rutschungen neigt. Beide Komplexe sind hauptsächlich am rechten Saalachufer zu finden, während einst vorhandene Aufschlüsse am gegenüberliegenden linken Ufer verschwunden sind.

Dazu kämen als dritter Komplex die Mergel mit einigen Sandsteinbänken im Graben von Bichlbruck mit ihrer ganz und gar nicht flyschartigen Kalkschalerfauna. Über die Zugehörigkeit der im obersten Teil dieses Gerinnes anstehenden Gesteine kann man diskutieren.

Die Mächtigkeit ist in keiner Weise befriedigend abzuschätzen, weil die Schichten vielfach gefaltet, zerrissen und zerschert, die Sandsteinbänke oft in verschiedenen Richtungen verstellt sind. Einige hundert Meter müßte man als Minimum veranschlagen.

Verbreitung: Bisher mit Sicherheit nur im Saalachgebiet im Walsberg und wahrscheinlich bei Hammerau. Vermutlich gehören aber auch Einzelfunde hierher, wie einer in bunten mergeligen Schiefertönen am Fußweg östlich der Kehre der Bundesstraße bei Gnigl (Zufallsfund) und im Steinbruch bei Neuhaus (siehe Anhang!).

Bemerkungen zum Bau: Die starke Zerschierung kann man unmittelbar beobachten und dabei intensive Faltung vermuten. Es ist aber nicht klar, ob die häufigen Abweichungen von dem generell S oder SSE gerichteten Einfallen auf Schleppungen an Querstörungen (denen das Saalachtal folgen könnte) oder Faltungen mit stärker geneigten Achsen zurückzuführen sind. Wahrscheinlich ist beides der Fall, denn kleine Querstörungen können z. B. 50 m südlich vom Wehende am rechten Flußufer unmittelbar beobachtet werden, wo sie Sandsteinbänke quer durchtrennen und durch eingepreßte Schiefer geschlossen sind. Auch Boudinage ist gelegentlich zu erkennen. Besonders heftige Störungen begleiten den Nordrand.

Die ursprüngliche Unterlage dieser Sedimente ist nirgends aufgeschlossen, sicherlich nicht an der tektonischen Nordgrenze. Die Südgrenze ist völlig von Quartär verhüllt. Jenseits der zu vermutenden bedeutenden Störung steht kalkalpines Alttertiär an und zwar hellgrauer Globigerinenmergel im Abhang zur Saalach-Au bei Buchenhof.

Anhang: Mögliche Fortsetzungen der Walsbergserie gegen Osten.

Ein vergänglicher Aufschluß östlich Gnigl bei der Abzweigung eines steiler aufwärts führenden Weges von dem horizontalen Weg, der von der Schleife der Salzkammergutstraße nach Osten führt, legte stark verrutschte oder überhaupt als Rutschmasse hier liegende ziegelrote und grünlichgraue Tonmergelschiefer bloß, die mit Rutschmaterial und Stückchen eines grünlichgrauen feinkörnigen und feinschichtigen Sandsteins vermischt waren. Die Färbung erinnert an die Walsbergserie, ein Vergleich mit Rhenodanubischem Flysch scheidet aus. Die Fauna ist eine ärmliche Sandschalerfauna mit Glomospiren, Ammodiscen, Recurvoiden, sowie *Plectorecurvoides alternans* NOTH, *Praeglobotruncana debriensis* (PLUMMER) und Hedbergellen in jeweils ganz wenigen Exemplaren, ferner einem Exemplar von *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI. Nicht nur das Gestein, sondern auch die Fauna spricht für Walsbergserie. Der Aufschluß wurde nur wegen seiner Dürftigkeit, Verrutschung und Vergänglichkeit nicht in die Karte aufgenommen.

Im Steinbruch bei Neuhaus liegt eine Probe von roten teigartigen Schiefen nördlich der kalkalpiner Gesteine vor, doch auch das war ein äußerst dürftiger Aufschluß. Die Fauna mit Ammodiscen, Recurvoiden, kleinen Trochaminoiden, *Trochammina globigeriniformis* (P. & J.), *Globotruncana stephani* GAND. und *G. lapparenti lapparenti* BOLLI paßt ebenfalls in die Walsbergserie.

Noch ein paar Worte zu der zwischen der Aufnahme und dieser Publikation erschienenen Stellungnahme von M. FREIMOSER (1973). Was das Alter der am rechten Saalachufer anstehenden Gesteine betrifft, dürften die Faunen das Mittelkreidealter

hinreichend belegen. Wenn im südlichsten Teil auch Maastricht auftritt, dann könnte das auch mit einer Verspießung mit bayuvarischer Gosau erklärt werden, wie sie in der Basis des Nocksteinzuges bekannt ist (Nierentaler Schichten) und im nächsten Kapitel beschrieben wird. Daß diese Gesteine kein Rhenodanubischer Flysch sind, steht meines Erachtens fest, was auch für die erwähnte Fauna von Bichlbruck gilt. Die Beziehungen zur Maninserie der Westkarpaten (G. WOLETZ, 1967) bestärkt mich nebst dem Chromitgehalt in der Annahme eines randkalkalpinen Elementes, weil ich diese Maninserie immer noch als ein tektonisches Element betrachte, das mit den tiefen Einheiten der den Kalkalpen äquivalenten zentralkarpatischen Decken betrachte. Ferner sind mir bunte Mergel, wie sie in der Walserbergserie auftreten, z. B. aus Grönuau bekannt und diejenigen mit der planktonischen Cenomanfauna aus der Gegend südlich der Mauer des Lainzer Tiergartens in Wien (H. KÜPPER, 1965) sind sicher kein Flysch; auch diese halte ich für randkalkalpin (S. PREY, 1975). Ferner scheinen mir die südwestlich davon anstehenden Sandsteine auch eine gewisse Ähnlichkeit zur Walserbergserie zu haben. Übrigens ist der Chromitgehalt im Reislberger Sandstein und in den Kaumberger Schichten gering und könnte mit dem gleichhalten Pikritvulkanismus in Zusammenhang stehen.

Soweit einige Gedanken zur Walserbergserie. Wenn man sie aber ins Penninikum oder Unterostalpin stellen will (G. WOLETZ, 1967; R. OBERHAUSER, 1968), so ist das in gewissem Maße Geschmacksache. Der Vorschlag von W. DEL NEGRO (1970), sie als eigene Einheit zwischen Flysch und Kalkalpen einzufügen, vermag die Zeit der Unklarheit zu überbrücken.

Literatur zur Walserbergserie

- DEL NEGRO, W.: Salzburg. — 2. Aufl., Bundesländerserie, G. B.-A., 101 S., Wien 1970.
- DEL NEGRO, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg, 1: 50.000. — G. B.-A., 41 S., Wien 1979.
- FREIMOSER, M.: Zur Stratigraphie, Sedimentpetrographie und Faziesentwicklung der Südostbayerischen Flyschzone und des Ultrahelvetikums zwischen Bergen/Obb. und Salzburg. — *Geologica Bavarica*, 56, S. 7—91, München 1973.
- GÖTZINGER, G.: Aufnahmebericht 1938 über Blatt Salzburg (4850). — Verh. Zweigst. Wien, Reichsamt Bodenforsch., 5 S., Wien 1939.
- GÖTZINGER, G.: Geologische Karte 1: 50.000, Blatt 63 (Salzburg). — G. B.-A., Wien 1955.
- KÜPPER, H.: Geologie von Wien. — Verl. Brüder Hollinek, Wien und Gebr. Borntraeger, 194 S., Berlin 1965.
- OBERHAUSER, R.: Beiträge zur Kenntnis der Tektonik und Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum. — *Jb. G. B.-A.*, 111, S. 115—145, Wien 1968.
- PREY, S.: Berichte über geologische Aufnahmen im Flyschanteil der Umgebungskarte von Salzburg. — Verh. G. B.-A., Wien 1962 und 1963.
- PREY, S.: Neue Forschungsergebnisse über Bau und Stellung der Klippenzone des Lainzer Tiergartens in Wien (Österreich). — Verh. G. B.-A., S. 1—25, Wien 1975.
- WOLETZ, G.: Schwermineralvergesellschaftungen aus ostalpinen Sedimentationsbecken der Kreidezeit. — *Geol. Rundschau*, 56, S. 308—320, Stuttgart 1967.
- WOLETZ, G.: Schwermineralanalysen von Kreidesandsteinen aus den westlichen Karpaten (Bericht 1966). — Verh. G. B.-A., S. A 65, Wien 1967.

Beitrag zur Kenntnis der Gosauschichten der Hochbajuvarischen Einheit am Nordrand der Kalkalpen

Es handelt sich um Kreidgesteine, die unter der tirolischen Überschiebung vorkommen. Sie wurden früher zumeist als Flysch angesehen, wie etwa von W. DEL NEGRO (1933), später von R. OSBERGER (1952) und von DEL NEGRO (1950) unter

Berufung auf OSBERGER. Die Zugehörigkeit zur kalkalpinen Kreide wurde erstmals von S. PREY (1959) festgehalten und W. DEL NEGRO (1960) hat dem bereits Rechnung getragen.

R. OSBERGERS (1952) Entdeckung von wahrscheinlichem Helvetikum unterhalb des Kühberges konnte nicht bestätigt werden. Die möglicherweise gemeinten Mergelkalke, aus denen er die Funde von Maastricht-Ammoniten meldet, scheinen uns gänzlich Helvetikum-fremd zu sein. Helvetikum habe ich hier überhaupt nirgends gesehen. Wenn die Ammoniten richtig bestimmt sind, dann müßte man sie eher als Beweis für Gosauschichten ansehen, doch pflegen die Maastrichtgesteine dieses Alters bunt zu sein (Nierentaler Schichten).

Für die Zuordnung dieser unter der tirolischen Überschiebung liegenden, aus Trias, Jura und Gosauschichten bestehenden schwächtigen Randeinheit zum Hochbajuvarikum im Sinne eines Teiles des Reichraminger-Lunzer Deckensystems war nur die Überlegung maßgebend, daß dieses Deckensystem in der Regel Gosauschichten trägt, während im Ternberger-Frankenfelder Deckensystem zumeist Alb-Unterturonschichten bezeichnend sind und daß unter dieser Einheit noch Schollen von Neocomkalk vorkommen, die mit dem letzteren System in Beziehung gebracht werden können.

Die tieferen Gosauschichten (Sign. 43 der Karte)

Die Serien bestehen aus nicht bunten Schiefermergeln mit flyschähnlichen Sandsteinbänken. Es besteht zwar eine gewisse Ähnlichkeit mit der Walsbergserie, aber die Mikrofaunen sprechen für Gosau. Und diese, sowie der Chromitgehalt sprechen wieder gegen Rhenodanubischen Flysch.

Grünlichgraue, graue bis bräunlich-dunkelgraue, meist ein wenig feinstsandige schieferige Mergel wechsellagern mit höchstens wenige Dezimeter mächtigen grauen mergeligen oder kalkigen Sandsteinbänken. Wenn sie Glaukonit führen, wird ihre Farbe grünlich. Die Sandsteinbänke haben gelegentlich Sohlmarken, meist Lebensspuren, und erhalten dadurch eine Andeutung von Flyschcharakter. Glimmerige Sandsteine in dickeren Bänken, die sich aber von Flyschsandsteinen deutlich unterscheiden, stehen westlich Guggental an. Konglomerate wurden nicht beobachtet.

Chromit neben Granat, Zirkon u. e. a. (G. WOLETZ) im Schwermineralspektrum begründet neben anderem die Zuteilung zur kalkalpinen Gosau.

Auch die Mikrofaunen entsprechen ganz solchen der tieferen Gosauschichten und unterscheiden sich wesentlich von Flyschfaunen. Sie belegen den Zeitraum Coniac-Santon: vorherrschend *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, dazu *G. lapparenti coronata* BOLLI, *Hedbergella infracretacea* (GLÄSSNER), *Stensiöina exsculpta* (REUSS), *Verneuilina bronni* REUSS, *Marssonella oxycona* (REUSS), *Höglundina* cf. *favosoides* (EGGER), einige andere Kalk- und Sandschaler, sowie Inoceramenprismen.

Die Mächtigkeit ist unbestimmt. Der unter der Tirolischen Überschiebung erhalten gebliebene, tektonisch stark gestörte Teil ist ganz geringmächtig. Im Aufschluß bei Kohlhub sind die Schichten gefaltet.

Vorkommen: Relativ gute Aufschlüsse gab es in der westlichen Nische der Rutschung bei Kohlhub, schlechte im Steinbruch bei Neuhaus und spärliche westlich Guggental.

Die höheren Gosauschichten (Sign. 39 der Karte)

Meist bunte Tonmergel wechsellagern mit dünnen Sandstein- und meist feinkörnigeren Breccienbänken.

Die manchmal ein wenig feinsandigen Tonmergel und Mergel sind grüngrau, graugrün, rotbraun bis ziegelrot, mitunter auch schokoladebraun gefärbt.

Mit den Mergeln wechsellagern meist dünne Bänke von grauen feinkörnigen bis mäßig feinkörnigen, häufig geschichteten, mitunter ein wenig glimmerführenden Sandsteinen, die oft mürb verwittern. Kalkig gebundene und daher widerstandsfähigere Sandsteine zeigen öfter Flyscherscheinungen wie Sohlmarken, Lamination, ab und zu auch Wulstschichtung (*convolut bedding*).

Die Grobsandsteine bestehen aus z. T. bunten Kalken, Dolomit- und Quarzkörnern, sowie Tonmergelfragmenten in einer feinsandig-kalkigen Matrix, in die Schmitzen von grünlichen oder dunkelbraungrauen, meist feinsandigen Tonmergeln eingelagert sind. Kleine Glimmerblättchen, kohlige Pflanzenhäcksel und Anhäufungen von Pyrit sind nicht selten. Ein Fischzahn fand sich unter den in der Regel 1–2 mm, gelegentlich aber bis über 1 cm großen Komponenten. Man kann annehmen, daß die groben Sandsteine z. T. zu gradierten Bänken gehören.

Es besteht ohne Zweifel eine Ähnlichkeit mit Sandsteinen der Nierentaler Schichten, z. B. von Laussa oder Windischgarsten. Leider war kein anstehender Schichtverband aufgeschlossen gewesen, nur verrutschtes Material.

Unter den Schwermineralen sind vor allem Chromit neben Granat und Zirkon bemerkenswert (G. WOLETZ).

Mikrofaunen: Es gibt einerseits Faunen des Obersenons, andererseits des Dan-Paleozäns.

Mikrofaunen des Obersenons, aus roten Mergeln gewonnen, sind gekennzeichnet durch *Globotruncana elevata* (BROTZEN), *Gl. arca* (CUSHMAN), *Gl. lapparenti lapparenti* BOLLI, *Hedbergella infracretacea* (GLÄSSNER), *Globigerinella messinae* BRONNIMANN, *Pseudotextularia elegans* (RZEHAK), *Gümbelina globulosa* (EHRENBERG), rotalide Foraminiferen, sowie einige, z. T. große Sandschaler (*Ammodiscus*, *Recurvoiden*, Trochamminoiden u. a.). Es gibt aber auch fast reine Sandschalerfaunen mit nur wenigen Kalkschalern (z. B. *Globorotalites michelinianus* (d'ORB.), *Pullenia* sp., *Pseudotextularia elegans* (RZEHAK)). Ziemlich große Trochamminoiden kommen hier vor.

Im Vorkommen im Graben 500 m östlich Guggental liegen zwischen Trias-Juragesteinen bläulichgraue feinsandige, schwach feinglimmerige Mergel, die stellenweise auch einige meist dünne Sandsteinbänke umschließen. Die obersenone Mikrofauna enthält bemerkenswerte Elemente, wie u. a. *Hedbergella infracretacea* (GLÄSSNER), Gümbelinen, *Rugoglobigerina petaloidea* GANDOLFI, *Biglobigerinella algeriana* TEN DAM & SIGAL, Globotruncanen ex gr. *lapparenti* BOLLI, *Gl. arca* (CUSHMAN), *Gl. elevata* (BROTZEN), *Pseudotextularia elegans* (RZEHAK) neben anderen Kalkschalern. Die kleinwüchsige Fauna läßt sich gut mit solchen aus den Nierentaler Schichten der Gegend von Windischgarsten vergleichen.

Einer der feinkörnigen Sandsteine erwies sich als reich an Foraminiferen: zwei- und einkielige Globotruncanen, *Globotruncana contusa* (CUSHMAN), Hedbergellen, Gümbelinen und Pseudotextularien; Splitterchen von Inoceramenschalen waren vorhanden.

Aus roten, oder roten und graugrünen Tonmergeln stammen Mikrofaunen, die ins Dan-Paleozän eingestuft werden müssen. Hervorzuheben sind *Globigerina pseudobulloides* PLUMMER, *Gl. triloculinoides* PLUMMER, *Globorotalia inconstans* (SUBBOTINA), *Gl. edita* (SUBB.), *Gl. varianta* (SUBB.), *Gl. compressa* (PLUMMER), *Textularia excolata* CUSHMAN nebst einigen anderen Kalk- und Sandschalern. In wechselnder Menge fanden sich aber auch Globotruncanen (meist zweikielig) und Gümbelinen, die als umgelagert angesehen werden müssen.

Was die Mächtigkeit betrifft, müssen die heutigen Vorkommen als mit rein tektonischem Zuschnitt erhalten gebliebene Reste gewertet werden, die einer einst wohl mächtigeren Sedimentdecke angehören dürften.

Vorkommen: Die Nierentaler Schichten sind nur an wenigen Stellen zu sehen gewesen. Viele Vorkommen sind sicherlich unter Schutt und Moränen verborgen. Das beste Vorkommen befand sich zur Zeit der Aufnahme in der östlichen Nische der Rutschung bei Kohlhub, wo man auch in der Rutschmasse auf die roten und grünen Mergel stoßen kann, so auch im westlichen Teil. Die erwähnten grauen Nierentaler Schichten stehen im Graben 500 m östlich Guggental fast 300 m von der alten Straße talweinwärts schon am Fuße der steileren Gehänge an.

Mikrofaunen aus Gosauergeln aus dem Tirolikum im Stadtgebiet von Salzburg (Sign. 43 der Karte)

Die Proben stammen von verschiedenen Bearbeitern der Karte.

1. Zwei Proben von grauen sandigen Gosauergeln wurden vom Verfasser gemeinsam mit Herrn Prof. W. DEL NEGRO im Gebiet des Rainberges gesammelt. Die eine vom Eingang des Luftschutzzollens zeigt öfter Fossilsplitter und auf der Halde wurden seinerzeit viele Fossilien gefunden. Die Mikrofauna ist arm an Foraminiferen wie Milioliden, selten *Marssonella oxycona* (REUSS), *Eponides* sp., *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI; häufig hingegen sind Kleingastropoden, seltener Radiolarien, Bivalvenreste, Bryozoen und Spongiennadeln. Die andere wurde im Straßengraben der Schwimmschulstraße unmittelbar südlich des Sattels von Bucklreuth gesammelt. Die sehr arme Fauna ist der vorigen ähnlich: Radiolarien, Ammodiscen, Milioliden, *Gavellinella* sp. Spongiennadeln, Bivalvensplitter, kohlige Pflanzenreste, Charazoen (?)-Früchte und Pyritstengel.

2. Drei Proben wurden von Frau Prof. TH. PIPPAN gesammelt. Eine Probe aus der Pausingerstraße am Südfuß des Kapuzinerberges erbrachte eine reiche Santon-Fauna: *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Gl. lapparenti angusticarinata* GANDOLFI, *Gl. concavata* (BROTZEN), *Hedbergella infracretacea* (GLÄSSNER), *Globigerinella aspera* (EHRENBERG), *Gl. messinae* BRONNIMANN, *Gümbelina globulosa* EHRENBERG, *G. aff. carinata* CUSHMAN, *G. costulata* CUSHM., *Pseudotextularia elegans* (RZEHA), *Globorotalites michelinianus* (d'ORB.), andere Kalkschaler, Seeigelstacheln und Ostracoden. Die anderen zwei Proben aus einem Brunnen am Nordostende der Pausingerstraße werden charakterisiert vor allem durch *Globotruncanen* ex gr. *lapparenti* BOLLI, *Hedbergella infracretacea* (GLÄSSNER), Gümbelinen, fallweise *Globigerinella aspera* (EHRENBERG), *Ventilabrella* sp., *Marssonella oxycona* (REUSS) und andere.

Anhang: Zwei Proben von Gosauschichten von der Nordausfahrt der Mönchsberggarage

In allerletzter Zeit erhielt der Verfasser von Herrn Prof. G. HORNINGER zwei Proben von Aufgrabungen beim Bau der Nordausfahrt der unterirdischen Mönchsberggarage. Es sind Gosauergel, die an der Oberfläche sonst nirgends aufgeschlossen waren und daher in der Karte auch nicht eingetragen sind.

Die erste Probe, 3 m westlich vom Stollenportal am 3. 4. 1975 gesammelt, ist ein grauer Mergel mit einer mäßig reichen Kalkschalerfauna, in der *Globotruncanen* hervortreten (*Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Gl. lapparenti angusticarinata* GANDOLFI, *Gl. ventricosa carinata* DALBIEZ, dazu wenig Hedbergellen, *Globigerinella aspera* (EHRENBERG), *Planoglobulina* sp. *Stensiöina exsculpta*

(REUSS), Lenticulinen, rotalide Formen, *Marssonella oxycona* (REUSS), fast keine Sandschaler, selten Ostracoden. Das Alter ist Santon.

Das Gestein der zweiten Probe aus der Nordeinfahrt, gesammelt am 20. 2. 1975, ist ein lebhaft roter Mergel vom Typus der Nierentaler Schichten. Die ärmliche Fauna mit zweikieligen Globotruncanen, *Hedbergella infracretacea* (GLÄSSNER), *Globigerinella aspera* (EHRENBERG), *Ventilabrella* sp., sowie wenigen anderen Kalk- und Sandschalern erlaubt keine genaue Alterseinstufung, doch ist Senon wahrscheinlich.

Die erste Probe gehört in jenen Komplex der Gosauschichten, der im Obersanton die Vertiefung des Meeres einleitet. Von vielleicht ähnlichen Faunen des Helvetikums unterscheidet sie sich durch die durchschnittlich geringere Größe der Formen. Auch das Gestein ist etwas anders, insbesondere viel weniger kalkreich, als gleichalte Mergel des Ultrahelvetikums. Die rote Probe ist im Vergleich zu solchen des Helvetikums viel toniger, die Ärmlichkeit und Kleinwüchsigkeit der Fauna unterscheidet diese wesentlich von solchen des Ultrahelvetikums, während vergleichbare Faunen in den Nierentaler Schichten vorkommen. Der Lage nach müssen sie sehr nahe am Kalkalpenrand liegen und gehören somit auch zu den Gosauvorkommen am Nordrand der Kalkalpen.

Die Gesamtsituation ist in G. HORNINGER (1975) dargestellt.

Literatur zu den besprochenen Gosauschichten

- DEL NEGRO, W.: Beobachtungen in der Flyschzone und am Kalkalpenrand zwischen Kampenwand und Traunsee. — Verh. G. B.-A., Wien 1933.
- DEL NEGRO, W.: Geologie von Salzburg. — Univ. Verl. Wagner, 348 S., Innsbruck 1950.
- DEL NEGRO, W.: Salzburg. — Bundesländerserie, G. B.-A., Wien 1960.
- DEL NEGRO, W.: Salzburg. — Bundesländerserie, Verh. G. B.-A., 101 S., Wien 1970.
- HORNINGER, G.: Baugeologische Ergebnisse bei Erkundungsarbeiten im Mönchsberg, Salzburg. — Verh. G. B.-A., S. 75—129, Wien 1975.
- OSBERGER, R.: Der Flysch-Kalkalpenrand zwischen der Salzach und dem Fuschlsee. — Sitzber. Öst. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl., Abt. 1, 161, S. 785—801, Wien 1952.
- PIPPAN, TH.: Ergänzende Mitteilungen zur Kartierung auf dem Stadtplan von Salzburg. — Verh. G. B.-A., S. 32—33, Wien 1964.
- PREY, S.: Bericht (1958) über geologische Aufnahmen im Flyschanteil der Umgebungskarte von Salzburg. — Verh. G. B.-A., S. A 63—64, Wien 1959.

Das Quartär im Bereich der Flyschzone und des Nordrandes der Kalkalpen

Große Flächen der Flyschzone werden von pleistozänen und holozänen Ablagerungen bedeckt, die auch in die nördlichsten Teile der Kalkalpen hineinreichen. Es handelt sich fast ausschließlich um Ablagerungen der letzten Eiszeit bis heute.

Die Moränen und Schotter der Höchststände des Würmgletschers liegen größtenteils außerhalb dieses Kartenblattes — an der Salzach noch 34 km nordwestlich des Kartenrandes, die der älteren Vergletscherungen noch weiter entfernt.

Im Kartenbereich liegen nur Mittel- und Randmoränen am Heuberg und am Kalkalpenrand. Am verbreitetsten sind Grundmoränen. In Stamm- und Zweigbecken des Salzachgletschers liegen Seeschluffe und -Sande. Sammeladern der zentripetalen Entwässerung der Zungenbecken sind vor allem Alterbach, Fischach, Sur und ein kleines Stück der Stoisser Ache. Sie werden, ebenso wie die Salzach von jüngeren Schwemmschuttablagerungen begleitet.

Nach den grundlegenden Forschungen von A. PENCK (A. PENCK & E. BRÜCKNER,

1901—1909) ist die jüngere Erforschung des Salzachgletschers an die Namen G. GÖTZINGER (1930 ff.), E. SEEFELDNER (1929), E. STUMMER (1941, 1947), ferner W. DEL NEGRO (1950, 1967, 1970), L. WEINBERGER (1955) und TH. PIPPAN (1957 ff., 1960, 1963) geknüpft. Die umfassendste Abhandlung der letzten Jahre darüber stammt von E. EBERS, L. WEINBERGER & W. DEL NEGRO (1966).

Im Vordergrund sollen Bemerkungen stehen, in denen der Verfasser Abweichungen von den Meinungen der genannten Forscher zu begründen versucht.

Zum Untergrund der hauptsächlich verbreiteten Würmablagerungen gehören wenige Vorkommen älterer Moränen und Nagelfluhen, sowie Seeschluffe.

Ältere Moränen im Kartenraum (Sign. 25 der Karte) gibt es bei Mülln (E. STUMMER, 1947, W. DEL NEGRO, 1966, 1967), wo Mindelmoräne den Flysch unter der Mönchsberg-nagelfluh überzieht und unter der Nagelfluh am Walserberg, die leider irrtümlich die Signatur für „Ältere Seetone“ erhielt und für die W. DEL NEGRO (1967) Riß-Alter vermutet. Sicher ist hingegen der flach liegende Bänderton über der Mindel-Moräne, der über Sande in die hangende mindel-riß-interglaziale Mönchsberg-Nagelfluh übergeht. (Sign. 24 der Karte).

Von den interglazialen Nagelfluhvorkommen werden die vom Mönchsberg und Rainberg, sowie von Tiefental auf der Karte W und NW Nieder Straß, Bayern) von W. DEL NEGRO (1967), fußend auf A. PENCK (1910) und E. STUMMER (1936, 1938, 1941, 1947) ins Mindel-Riß-Interglazial, diejenigen vom Walserberg und bei der Kirche Wals ins Riß-Würm-Interglazial gestellt. Auf die abweichende Deutung der Schotter bei Reicherting durch den Verfasser wird noch später eingegangen.

Von den Würmablagerungen sind die Moränen am weitesten verbreitet.

Seiten- und Mittelmoränen liegen vielfach an den Rändern der würmeiszeitlichen Zungenbecken. In der Gegend von Koppl liegt der Südrand des Guggentaler Zweiges des Salzachgletschers. Weit außen liegt der Randwall 300 m ESE Gaisbergau, der sich an die Nordhänge des Klausberges anlehnt. Es scheint sich das Eis bald nach seiner Bildung ein wenig zurückgezogen zu haben unter Hinterlassung einiger Toteiskörper. Gleichhalt dürften die Moränen im Winkel südöstlich vom Nockstein sein. Diese wurden von W. DEL NEGRO (in E. EBERS et al., 1966) als rißeiszeitlich angesehen, die geringe Verwitterung und das Fehlen von mächtigeren Bodenbildungen veranlaßten den Verfasser aber, sie ins Würm zu stellen (S. PREY 1960); deshalb auch die Signatur 12 in der Karte. Der nächste Gletscherstand schüttete die vom Ostende des Nocksteinzuges ausgehenden Wälle, an denen Koppl liegt. Der Zwischenraum wurde mit Staubeckenablagerungen gefüllt, auf denen sich größere Moore angesiedelt haben.

Der südlich des genannten äußeren Walles gelegene zweite Wall gehört hingegen zu dem aus dem Wiestal und dem Klausbach von Süden kommenden Gletscherast.

Die Mittelmoränen zwischen dem Guggentaler und dem Unzing-Kraiwiesener Gletscherzweig setzen am östlichen Heuberggipfel in etwa 860 m Höhe an. Eine höchste Wallzone in der Mitte wird beiderseits von tiefer gestaffelten Wällen und Randterrassen begleitet, die mit dem Einsinken der Gletscherzunge zusammenhängen. Es muß betont werden, daß keinerlei Anzeichen dafür gefunden werden konnten, daß die höchsten Wälle rißeiszeitlich wären, wie W. DEL NEGRO früher vermutete (S. PREY, 1960). Der Hauptgipfel des Heuberges und die Westkante des östlichen Nebengipfels ragten noch aus dem Eis und wurden beiderseits zugeschliffen.

Am Nordrand des Guggentaler Zungenbeckens ziehen zwei Wallzüge nach Ostnordosten. Der dritte Wall (bzw. Moränenterrasse) biegt von Sommeregg kommend

bei Pa ben wang allmählich nach Süden ab und markiert einen um etwa 4 km kürzeren Gletscherstand, zu dem auch der Wall bei Unterkoppl gehört.

Die Füllung des Beckens besteht aus Grundmoränen, aber auch gelegentlich gewaschenen Schottern und Staubeckenschluffen. An einigen Stellen werden Wasseransammlungen durch Delta-Schrägschichtungen dokumentiert. Die Materialverschiedenheiten können zu Quellen Anlaß geben. Der Plainfeldbach hat sich in solchen Ablagerungen einen Abfluß nach Norden in das Zungenbecken des Traungletschers gesucht.

Von den gelegentlich vorkommenden sehr großen Findlingen sei nur der Kalkblock im Graben am Blattrand ENE Weimanschwandt und die großen Blöcke (meist Gosaukonglomerat) im Alterbachtal erwähnt. G. GÖTZINGER (1942) weist auf diese, sowie auf einige andere Blöcke am Südhang des Heuberges und unterhalb vom Nocksteinzug hin.

Die südlichen Randwälle des Unzing-Kraiwiesener Gletscherzweiges beginnen westlich Gottsreit und ziehen, meist verdoppelt und ein wenig gestaffelt gegen Ostnordosten, etwas tiefer ein zweiter und in Bruchstücken und terrassenartig beim Reiterhauser und südlich Viertler ein dritter. Nordwestlich Straß (bzw. SW Eugendorf) liegt ein Wallstück mit großen Blöcken auf Schottern (Rückzugswall, Kames-Rücken ?); der NE gerichtete Wall könnte ein Drumlin sein. Ein Wall eines verkürzten Gletscherstandes ist östlich Esch erhalten geblieben.

Auch hier sind große Flächen des Zungenbeckens mit Grundmoränen bedeckt. Einer der größten Findlinge liegt bei Knützing („Webersteine“; G. GÖTZINGER 1942, E. STUMMER, 1942); der in mehrere Trümmer zerfallene Block von Gosaukonglomerat dürfte schätzungsweise über 60 m³ Inhalt haben. G. GÖTZINGER (1942) erwähnt auch aus dem Gebiete nördlich vom Heuberg eine Anzahl größerer Moränenblöcke, von denen einige beim Bau der Autobahn ausgegraben, aber zumeist zerstört worden sind (Hallwang, Pebering).

Das Grundmoränengebiet dieses Beckens grenzt etwa an der Linie südlich Reicherting—Hallwang—Söllheim im Norden und Westen an Schotter (Sign. 21) und Staubeckenablagerungen (Sign. 20). Die teils horizontal, teils schräg- oder kreuzgeschichteten Schotter mit sandigem oder lehmig-sandigem Bindemittel und meist gut gerundeten, etwa faust- bis kopfgroß werdenden Geschieben stammen aus den Kalkalpen und z. T. aus der Flyschzone. Letztere Gerölle sind oft schlecht gerundet, entsprechend dem viel kürzeren Transportweg. Ein Anteil von zentralalpines Material ist immer vorhanden. Gekritzte Geschiebe wurden nicht beobachtet, doch sind immer wieder besonders große Blöcke eingestreut. Wo mergelige Gletschertrübe als Bindemittel vorhanden ist, kann es zu lokalen Verfestigungen kommen. Oft genügt auch eine geringe Menge von den Geröllen weggelösten Kalkes, um die Schotter schwach zu verkitten.

Während in den eine Rinne füllenden Schottern bei Kasern zentralalpines Material wenig auffällt, ist es in der Gegend nordöstlich von Hallwang reichlich vertreten neben mesozoischen Kalken aus den Kalkalpen, Flysch- und Gosaugesteinen. Ganz ähnlich zusammengesetzt sind die verfestigten Schotter bei Reicherting. Speziell an zentralalpinen Geröllen wurden festgestellt: Quarz, Quarzknuern (meist aus Phylliten), weiße bis apfelgrüne Quarzite und Quarzitschiefer (aus den Radstädter Tauern?), Gneise, Grünschiefer, Amphibolite; dazu kommen Werfener Quarzite, Sandsteine und Mergel aus Gosau und Flysch, sowie Radiolarite und Hornsteine neben der Hauptmasse an mesozoischen Kalken. Diese Schotter sind bei Einleiten nicht, oder nur lokal schwach verfestigt, bei Reicherting jedoch stark verbacken und im Gebiet von Höllgraben nur stellenweise verfestigt, doch

so, daß in bestimmten Lagen eine Steingewinnung möglich war. Im Rücken nordwestlich der Eisenbahnstation Hallwang—Elixhausen liegt über lockeren Schottern eine als sanfte Stufe hervortretende verbackene Kappe. Ebenfalls schwach verfestigt ist das SE Berg in die Staubeckenablagerungen eingreifende Schotterband.

Hier gibt es aber Diskrepanzen zwischen der Auffassung des Verfassers und anderer Forscher. Sie werden nämlich vom Verfasser alle als würmzeitlich aufgefaßt. Hingegen hält W. DEL NEGRO (in E. EBERS et al., 1966) die Schotter von Reicherting für rißeiszeitlich, was durch die Situation durchaus nahegelegt wird. Man kann aber diese Schotter kaum von den unverfestigten der Umgebung und jenen abtrennen, die in die moränennahen Staubeckenablagerungen der Gegend von Berg und Einleiten verzahrend eingreifen. Während also die Schotter von Reicherting, die in der Schottergrube von Einleiten von oben in unverfestigte Schotter übergehen, als älter angesehen werden, werden die anderen, die in viel zu geringer Verbreitung dargestellt werden, von L. WEINBERGER (1955) und W. DEL NEGRO (in EBERS et al., 1966) als spätglaziale Deltas oder Randterrassen gedeutet. In den genannten Darstellungen kommt jedoch die Verbindung dieser Schotter mit der Schotterlage an der Autobahn bei Söllheim nicht zum Ausdruck, die wiederum von W. DEL NEGRO (in E. EBERS et al., 1966; DEL NEGRO, 1967) als mögliche Laufener Schotter gedeutet werden. Zur Begründung führt er Pollenfunde aus der Seetonlage in ihrem Liegenden an, die interstadiales Alter nicht ausschließen.

Die Probe dieser Seesedimente führt nach Aussage von E. SITTE-LÜRZER nach W. DEL NEGRO (in E. EBERS et al., 1966; DEL NEGRO, 1967) „Baumpollen“ Pinus, Picea, Betula u. a.), die für ein zumindest interstadiales Alter sprechen würden. SITTE-LÜRZER stellt aber fest, daß auch eine umgelagerte Flora möglich ist. In Anbetracht der Verbindung der Staubeckensedimente mit Moränenlagen ENE Berg und an der Autobahn und des Auskeilens der Schotter in diesen scheint es dem Verfasser doch wahrscheinlicher zu sein, daß die Pollen (vielleicht sogar rezent?) umgelagert und die Sedimente gletschernaher Bildungen der späteren Würmeiszeit, bzw. die Schotter keine echten Laufener Schotter sind. Es dürfte sich um Ablagerungen zwischen den Gletscherzungen handeln. Die Moränenlage im Hangenden der Seeschluffe muß nicht eine selbständige Moränendecke sein, sondern kann auch zum Komplex gehören.

Der Verband von Staubeckensedimenten und Moränenschotterlagen wird randlich von der Grundmoräne der Söllheimer Talung überlappt, wie man aus der Angabe eines Bauern über Brunnen schließen kann. Übrigens gibt es an der Trasse der ehemaligen Ischler Bahn westlich Fichtelmühle eine Partie konglomerierten Schotters, die G. GÖRZINGER (1939) als Äquivalent der Mönchsbergnagelfluh in Erwägung zog. Eine Beziehung zur verfestigten Schotterlage in den Seeschluffen ist aber viel wahrscheinlicher.

Die Situation sieht also eher so aus, als wären die Schotter und Seeschluffe moränennahe Bildungen im Zwickel zwischen den schon ein wenig zurückgezogenen Gletscherzungen des Unzing-Kraiwiesener und des Wallersee-Zweiges des Salzachgletschers im Schutze der Flyschhügel des Plainbergzuges.

Westlich von diesem Areal konnten eigentlich nur Grundmoränen festgestellt werden, die einerseits störungsbedingte Rinnen im Flyschrelief ausfüllen, nördlich vom Hochgitzen aber einen ausgeprägten Wall bilden, der aber sicherlich eher ein Drumlin-Rücken (L. WEINBERGER, 1955, W. DEL NEGRO, in E. EBERS et al., 1966) als eine Mittelmoräne ist. Nur ganz im Süden bei Lengfelden schalten sich See-

schlufschmitzen ein und am Rande des Beckens liegen die schon von G. GÖTZINGER (1934) genannten spätglazialen Deltaschotter.

Die meist drumlinisierten Grundmoränen des bayerischen Anteils der Karte mit ihren moorigen, seetongefüllten Furchen dazwischen sind nach G. GÖTZINGER (1955) gezeichnet. Die Moränen am Südfuß der Höglberge und in kleinen Fleckchen in ihnen bieten nichts besonderes.

Von G. GÖTZINGER (1955) wurde ein Vorkommen von Sanden bei Eschlberg südwestlich von Freilassing als Molasse ausgeschieden. Es sind braune unruhig geschichtete, örtlich in Linsen schwach verfestigte und stellenweise kleine aufbereitete Seeschluffscherven enthaltende sicherlich fluvioglaziale Sande, die viel eher in die Zerfallszeit der Gletscher gehören (Sign. 22 der Karte).

Ein paar Worte noch zu den Toteislöchern (Sign. 18 der Karte). Ein Gebiet mit solchen durch Abschmelzen von Toteis entstandenen Wannen liegt in der Gegend von Koppl. Vielleicht müßte man sogar das ganze Seeschluff- und Moorbecken westlich Koppl als Toteisloch ansprechen. Die beiden südöstlich Aschau eingetragenen Wannen wurden von W. DEL NEGRO (in E. EBERS et al., 1966) als Endmoränen eines aus dem Süden überfließenden Gletscherastes gedeutet, scheinen dem Verfasser aber als Toteiswannen besser interpretiert zu sein. Die Toteiswannen beim Viertler ESE Kalham sind wenig ansehnlich. Ein aufmerksamer Beobachter wird vermutlich noch mehr Gebilde dieser Art finden. G. GÖTZINGER (1942) weist auf das in der Karte vergessene Toteisloch unter dem Nordabfall des Nocksteinzuges, etwa 800 m östlich Guggental hin.

Was die Füllungen von Becken mit Seeschluffen betrifft, so sind diejenigen des Beckens westlich Koppl mit der älteren Signatur 20 versehen. Dagegen sind die Seetone der spätglazialen Beckenfüllungen, wie sie im Becken von Langwied und stellenweise an der Sur im Westteil des Blattes aufgeschlossen sind, mit der Signatur 6 gekennzeichnet. Die in großer Verbreitung und Mächtigkeit im Salzburger Becken bekannten Seeablagerungen sind hingegen an der Oberfläche so gut wie nie aufgeschlossen.

Jünger als die Seetonfüllungen sind die spätglazialen Schotter, die bekanntermaßen in zwei Terrassen, der höheren Friedhofs- und der tieferen Hammerauterrasse die Salzach begleiten und in der Umgebung von Salzburg und Freilassing große Flächen einnehmen. Abseits davon wäre der Schwemmkegel an der Fischach bei Lengfelden und ein kleines Terrassenfeld W Mühlau am nördlichen Blattrand zu nennen. Der erstere zeigt, wie schon G. GÖTZINGER (1934) angibt, eine grobbankige Schrägschichtung und wird von ihm als Schüttung in einen See mit einer Spiegelhöhe von ca. 445 m gedeutet. Bei einem Besuch im Jahre 1960 (S. PREY, 1961) ließen die schlechten Aufschlußverhältnisse diese Schichtung nicht erkennen, die aber später wieder gut zu sehen war. Die an kalkalpinem Material reichen Schotter erweisen sich durch das Vorkommen gekritzter Geschiebe als interessant. Das Gebilde entspricht der Friedhofterrassen und wird auch von Resten der Hammerauterrasse begleitet. Im Winkel östlich des Schwemmkegels kam pelitisches Material zum Absatz und gab Anlaß zu Moorbildungen.

Nun noch einige Angaben über die Moore im Bereich der Flyschzone, zusammengestellt nach eigenen Beobachtungen und der Literatur (H. SCHREIBER, 1913).

Eine Gruppe von Mooren liegt bei Koppl (nach SCHREIBER das Eutermoor, das Guggentaler Moor und das Weißbachmoor). Sie ist über 0,5 km² groß und wird durch die Bäche zerschnitten, in denen die gebänderten Seeablagerungen und im Norden Material eines Bachschwemmkegels zum Vorschein kommt. Die heute noch vorhandenen Abbauwände des schon weitgehend abgebauten Torfs

sind zwar eingesunken, aber noch bis ca. 2,5 m hoch. Im oberen Moostorf ist oft viel Wollgrastorf eingelagert, im tieferen Teil meist ein holzreicher Horizont. H. SCHREIBER (1913) erwähnt vom nördlichen und westlichen Moor Dopplerit.

Ostnordöstlich Koppl liegt am Blattrand das Zaunermoos, von dem H. SCHREIBER 3 m Torfmächtigkeit angibt. Drainagegräben südlich vom Teich zeigten in neuester Zeit 1–2 m Torf, meist mit Wurzeln und Holz, der aber nach Süden rasch dünner wird.

Im Habacher Moos (am Blattrand bei Weilmannschwandt) gibt SCHREIBER 2 m Torf an; im Schwaighofer Waasenmoos (NW Pesteig) ist der Torf gänzlich ausgestochen, seine ursprüngliche Mächtigkeit unbekannt. Für das in den Randmoränen am Heuberg liegende Gottsreiter Moor werden 3 m Torf angegeben.

Das Loidhartinger Moor im Norden des Blattes scheint durchschnittlich nicht mächtig zu sein. Ein noch betriebener Torfstich schließt 1,5 m stärker zersetzten Torf mit viel Holz über Moräne auf. Für das kleine Reichertinger Moos gibt SCHREIBER 2 m Mächtigkeit an.

Die Moore bei Kasern (Farnermoos im Osten, Grafen- oder Plainermoos im Norden und Radeck Moos im Westen) wurden seinerzeit stark abgebaut, die Torfmächtigkeit ist unbekannt. Im Südteil des Grafenmooses wurde beim Bau der neuen Straße südwestlich Kasern, südlich des noch erkennbaren Hochmoorkernes Torf beobachtet, der von 45 cm im Norden gegen Süden auskeilt. Die Torfschicht liegt auf Schlick und wird noch von 20 cm Schlick bedeckt. Der liegende Schlick geht in den Torf über, der Holz und Koniferenzapfen führt. Bei der Brücke über den regulierten Bach war beim Bau bis 2 m Torf aufgeschlossen, darunter Schluff, in den Schilfwurzeln tief hinabreichenden. SCHREIBER gibt übrigens eine Lettenschicht in 1 m Tiefe an.

Das kleine Moor NNW Langwied (Nußdorfer Moos) zeigt heute noch Reste aufgelassener Torfstiche mit ca. 1 m hohen Wänden. Der Untergrund ist grauer Letten. Im Talgrund südlich davon sieht man heutzutage dünne anmoorige Überzüge über schlickigen Sedimenten, die gegen Süden allmählich auskeilen. Östlich der Eisenbahn bei Itzling wurde in der Aufgrabung für ein großes Abflußrohr 1 m Schilftorf mit etwas Holz und Wurzeln über schluffigen Ablagerungen beobachtet. Gegen Norden schalten sich mehrere Schlickbänder in den Torf ein, die wohl eine Folge von Überschwemmungen des Söllheimer Baches sind.

Ausgedehnte Moore befinden sich in den Senken im Moränengebiet im Nordwestteil des Blattes, darunter das Adelstettener Moor mit einer Fläche von ca. 2 km² und das Peracher Moor, das etwas mehr als 0,5 km² groß ist. Kleine Moore gibt es auch in den Höglbergen.

Von besonderem Interesse ist hingegen das Moor am Walserberg, das von W. KLAUS (1967) untersucht worden ist. Das in einer Wanne in Würmmoränen ohne nennenswerte Zuflüsse gelegene und daher von der postglazialen Verschotterung verschont gebliebene Moor erwies sich als sehr geeignet, die spät- bis postglaziale Floren- und Klimageschichte des Raumes zu erforschen. Das ist ein großer Vorteil gegenüber dem ebenfalls gut untersuchten Leopoldskroner Moor, das nur die nachschlernzeitliche Geschichte dokumentiert.

Im Walserberg Moor liegen über Moränenschottern ca. 0,70 m Feinsedimente mit wenig Grobdetritus und darüber insgesamt 4,10 m Torf, unten beginnend mit 0,4 m Braunmoostorf, darüber 2,10 m Ried- und Riedmoostorf, dann 0,2 m Bruchwald-Holztorf („Älterer Waldtorf“), 1,15 m Moostorf („Älterer Moostorf“), 0,10 m Holzhorizont in einer Eriophorum-Schicht („Jüngerer Waldtorf“) und schließlich 0,25 m Moostorf („Jüngerer Moostorf“), der oben stark verwittert und erdig ist. Das

für die Geschichte des Spät- und Postglazials interessante Profil beginnt bereits in den liegenden Feinsedimenten in 4,80 m Tiefe mit einer Datierung als Ende der Bölling-Schwankung (ca. 10.400 v. Chr.). Über Ältere Dryas, Alleröd, Jüngere Dryas und Präboreal reicht es bis ins Boreal (ca. 6.800 v. Chr.), dessen Basis in 2,50 m Tiefe gelegen ist. Die jüngeren Schichtglieder sind ohne Probleme.

Weiters ist das Vorkommen umgelagerter Pollen in Feinsedimenten interessant, und zwar von Haselgebirge, jüngerem Mesozoikum und Tertiär bis Interglazial in bestimmter Abfolge. Aus dieser Folge kann man auch eine zeitliche Korrelation mit den Sedimenten des spätglazialen Salzburger Sees versuchen. In den Bohrungen der Stieglbrauerei (S. PREY, 1959) reicht demnach der untere Anteil bis etwa 77 m Tiefe bis zum Ende der Bölling-Schwankung; darüber ist die Basis der älteren Dryaszeit nachweisbar. Das unterstreicht deutlich die relative Kurzlebigkeit dieses großen Salzburger Sees.

Literatur zum Quartär

- DEL NEGRO, W.: Geologie von Salzburg. — Univ.-Verl. Wagner, 348 S., 43 Fig., 16 Abb., Innsbruck 1950.
- DEL NEGRO, W.: Stand und Probleme der geologischen Erforschung des Landes Salzburg. — Die naturw. Erforsch. d. Landes Salzburg, Gew. E. P. Tratz z. 75. Geburtstag. S. 7—24, Salzburg 1964.
- DEL NEGRO, W.: Moderne Forschungen über den Salzachvorlandgletscher. — Mitt. Öst. Geogr. Ges., 109, S. 20—30, Wien 1967.
- DEL NEGRO, W.: Salzburg. — 2. Aufl. Bundesländerserie, G. B.-A., 101 S., Wien 1970.
- DEL NEGRO, W.: Abriß der Geologie von Österreich. — Bundesländerserie, G. B.-A. 138 S., Wien 1977.
- DEL NEGRO, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg, 1 : 50.000. — G. B.-A., 41 S., Wien 1979.
- EBERS, E., WEINBERGER, L. & DEL NEGRO, W.: Der pleistozäne Salzachvorlandgletscher. — Ges. Bayer. Landeskunde, H. 19—22, 216 S., 1 Karte, München 1966.
- GÖTZINGER, G.: Aufnahmsberichte über Blatt Salzburg (4850). — Verh. G. B.-A., Wien 1930, 1931, 1934—1939, 1950, 1951, 1953, 1955.
- GÖTZINGER, G.: Neue bemerkenswerte Zeugen und Naturdenkmale der Eiszeit im Berchtesgadener-, Saalbach- und Traungletschergebiete. — Ber. Reichamt Bodenforsch., S. 141—178, Wien 1942.
- GÖTZINGER, G.: Geologische Karte I : 50.000, Blatt 63 (Salzburg). — G. B.-A., Wien 1955.
- HORNINGER, G.: Baugeologische Ergebnisse bei Erkundungsarbeiten im Mönchsberg, Salzburg. — Verh. G. B.-A., S. 75—129, Wien 1975.
- KLAUS, W.: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte Salzburgs. Das Torfmoor am Walserberg. — Verh. G. B.-A., S. 200—212, Wien 1967.
- PENCK, A.: Die interglazialen Seen von Salzburg. — Zeitschr. f. Gletscherk., S. 81—95, Innsbruck 1910.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E.: Die Alpen im Eiszeitalter, I. Band. — Verl. Tauchnitz, Leipzig 1909.
- PIPPAN, TH.: Aufnahmsberichte über Salzburg. — Verh. G. B.-A., Wien 1957—1965.
- PIPPAN, TH.: Geologische Kartierungen im Salzaachtal. — Mitt. Haus d. Natur, S. 19—34, Salzburg 1960.
- PIPPAN, TH.: The late glacial Terraces and remnants of interglacial sedimentation in the Salzburg basin. — Ber. 6. Inqua-Kongr., S. 265—272, Lodz 1963.
- PIPPAN, TH.: Die Stadtterrassen von Salzburg. — Mitt. Öst. Geogr. Ges., 109, S. 116—128, 1 Karte, Wien 1967.
- PIPPAN, TH.: Slope studies in the Flysch Zone and the Tertiary Hills of the Pleistocene Salzach glacier in Salzburg and Upper Austria. — L'évolution des versants. Université de Liège, 40, S. 201—214, Liège 1967.

- PIPPAN, TH.: The present state of glaciomorphological research in the Pleistocene Salzach glacier area. — VIII. Congr. Inqua, Paris 1969, S. 99—103.
- PREY, S.: Berichte über geologische Aufnahmen im Flyschanteil der Umgebungskarte von Salzburg. — Verh. G. B.-A., Wien 1960—1963, 1968.
- PREY, S.: Zwei Tiefbohrungen der Stieglbrauerei in Salzburg. — Verh. G. B.-A., S. 216—223, Wien 1959.
- SCHREIBER, H.: Die Moore Salzburgs in naturwissenschaftlicher, geschichtlicher, landwirtschaftlicher und technischer Beziehung. — Verl. Deutsch-Öst. Moorver., 271 S., 1 Karte, Staab 1913.
- SEEFELDNER, E.: Salzburg, Alpen und Vorland. — Samml. geogr. Führer, III., Berlin 1929.
- SEEFELDNER, E.: Entstehung und Alter der Salzburger Ebene. — Mitt. Ges. Salzbg. Landeskunde, 94, S. 202—208, Salzburg 1954.
- STUMMER, E.: Die interglazialen Seen von Salzburg. — Verh. G. B.-A., S. 101—107, Wien 1936.
- STUMMER, E.: Die interglazialen Ablagerungen in den Zungenbecken der diluvialen Salzach- und Saalachgletscher. — Verh. G. B.-A., S. 195—206, Wien 1938.
- STUMMER, E.: Zum interglazialen Alter des Mönchs- und Rainberges in Salzburg. — Ber. Reichsamt f. Bodenforsch., S. 95—99., Wien 1941.
- STUMMER, E.: Glazialwirkung in Zweigbecken des Salzachgletschers. — Ber. Reichsamt f. Bodenforsch., S. 189—200, Wien 1942.
- STUMMER, E.: Der Aufbau des Salzburger Zungenbeckens. — Mitt. Ges. Salzbg. Landeskunde, S. 81—92, Salzburg 1947.
- WEINBERGER, L.: Exkursion durch das österreichische Salzachgletschergebiet usw. — In: Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. G. B.-A., Sonderheft D, S. 7—34, Wien 1955.