

## Das Tertiär in Österreich

Mit 1 stratigraphischen Tabelle

Von Robert Janoschek \*)

### INHALT

	Seite
I. Einleitung . . . . .	319
II. Die Tertiärgebiete in Österreich . . . . .	322
1. Das Alttertiär im Bereich der Gosauvorkommen . . . . .	322
a) Reichenhall und Salzburg . . . . .	322
b) Gosau . . . . .	323
c) Gams . . . . .	223
d) Grünbach und Neue Welt . . . . .	324
e) Gießhübler Mulde . . . . .	325
f) Krappfeld . . . . .	325
g) Obereozän am E-Rand der Alpen . . . . .	326
2. Die Flyschzone . . . . .	326
3. Das Helvetikum . . . . .	328
a) Vorarlberg . . . . .	329
b) Nördlich Salzburg . . . . .	329
c) Buntmergelserie in Ober- und Niederösterreich . . . . .	330
4. Das Alttertiär im Unterinntal . . . . .	331
5. Die Molassezone . . . . .	331
a) Vorarlberg . . . . .	332
b) Oberösterreich und Salzburg . . . . .	333
c) Niederösterreich südlich der Donau . . . . .	336
d) Niederösterreich nördlich der Donau . . . . .	337
e) Waschbergzone . . . . .	338
6. Das Inneralpine Wiener Becken . . . . .	340
a) Burdigalisch-helvetischer Zyklus . . . . .	341
b) Tortonisch-jungpliozäner Zyklus . . . . .	342
7. Das Jungtertiär an der Ost- und Südabdachung der Zentralalpen . . . . .	345
a) Becken von Eisenstadt und Gebiet östlich des Neusiedler Sees . . . . .	345
b) Brennberger Hügelland und Landseer Bucht . . . . .	346
c) Steirisches Becken . . . . .	346
d) Lavanttaler Becken . . . . .	349
e) Klagenfurter Becken . . . . .	350
8. Die jungtertiären Süßwasserablagerungen in den Alpen . . . . .	351
III. Ausblick . . . . .	353
IV. Ausgewählte Literatur . . . . .	355

### I. Einleitung

Tertiäre Ablagerungen sind in Österreich weit verbreitet und bedecken etwa 28 Prozent der Gesamtfläche des Bundesgebietes. Ehemals besaßen sie aber eine noch größere Ausdehnung. Als weiche, lockere Bil-

\*) Anschrift des Verfassers: Dr. R. Janoschek, Wien XIII, Lainzer Straße 80.

dungen sind sie, insbesondere während des Pleistozäns, stärker der Abtragung zum Opfer gefallen als die Gesteine der älteren Formationen.

Die tertiären Sedimente Österreichs sind reich gegliedert und umfassen alle Epochen und Stufen vom ältesten Paleozän bis zum jüngsten Pliozän. Sie liegen in den verschiedensten geologischen Einheiten:

In den Gosauvorkommen innerhalb der Alpen und im Helvetikum am N-Rand der Alpen reicht die Schichtenfolge bis ins Alttertiär.

Im Osten Österreichs sind sie am Aufbau der Flyschzone und der Waschbergzone maßgeblich beteiligt.

Die Molassezone Österreichs, als letzter Rest der alpinen Geosynklinale wird zur Gänze von tertiären Sedimenten eingenommen.

Tertiäre Sedimente füllen die jüngeren Einbruchsbecken: Das Inneralpine Wiener Becken, die tertiären Buchten am Alpenostrand, das Steirische Becken, das Lavanttaler und Klagenfurter Becken.

Ferner gibt es innerhalb der Alpen eine Anzahl von Tertiärvorkommen wie z. B. im Inntal und in der Norischen Senke.

Schließlich sind auch innerhalb der Böhmisches Masse einzelne Gebiete von limnisch-fluviatilen Tertiärablagerungen eingenommen.

Wegen seines Fossilreichtums und seiner reichen faziellen Gliederung hat das Tertiär Österreichs schon frühzeitig die Aufmerksamkeit der Geologen und Paläontologen auf sich gelenkt. Es ist daher nicht verwunderlich, daß bei der Gliederung des Jungtertiärs Österreich eine wesentliche Rolle gespielt hat und eine Reihe von stratigraphischen Begriffen international gebraucht werden, die von österreichischen Forschern erstmalig aufgestellt wurden, wie z. B. Neogen von M. HOERNES, Sarmat von E. SUESS, oder es wurden Namen für ein spezielles Schichtpaket in Österreich geprägt, wie Pannon von L. ROTH von TELEGD, Vindobonien von C. DEPERET und viele andere.

In den beiden letzten Jahrzehnten konnte die Gliederung des Tertiärs durch exakte Bearbeitung seines Fossilinhaltes, durch die Unterteilung von Arten in Unterarten und die damit verbundene Aufstellung von morphogenetischen Entwicklungsreihen wesentlich verfeinert werden. Dies wurde besonders durch beachtliche Fortschritte der Mikropaläontologie, bei den Foraminiferen und den Ostrakoden sowie bei den Nannofossilien und den Pollen erreicht. Schließlich hat auch die Untersuchung des Schwermineralgehaltes der klastischen Sedimente wertvolle Dienste geleistet.

Die tertiären Ablagerungen Österreichs sind von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Sie enthalten große Erdöl- und Erdgaslagerstätten sowie

auch kleinere Kohlenlagerstätten, die einen großen Teil des Energiebedarfes unseres Landes decken. Der Aufschluß dieser Lagerstätten, vor allem die regionalen geophysikalischen Untersuchungen und die zahlreichen Tiefbohrungen haben zum heutigen Stand unserer Kenntnis über die Gliederung und den Aufbau der Tertiärbecken wesentlich beigetragen. Schließlich werden die tertiären Sedimente als Bausteine und Baumaterial verwendet.

Trotz der intensiven Forschung und ständigen Verfeinerung der Untersuchungsmethoden sind aber noch viele Fragen ungeklärt, insbesondere was die exakte Alterseinstufung einzelner Schichtglieder, ihre genaue Abgrenzung gegen das Liegende und Hangende und ihre Parallelisierung mit Ablagerungen anderer Becken anbelangt. Die Ursache hierfür liegt nicht allein am Mangel geeigneter Leitfossilien in den tertiären Schichten im Vergleich zu den älteren Formationen. Im Tertiär umfassen die einzelnen Schichtglieder der faziell sehr reich gegliederten Sedimente meist einen viel kürzeren Zeitraum als in den älteren Formationen. Hiezu kommt noch, daß die tertiären Sedimente vielfach in einzelnen abgesonderten Becken abgelagert wurden, die faziell und damit auch faunistisch eine Sonderentwicklung durchgemacht haben. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn es nicht ohne weiteres möglich ist, die einzelnen Schichtglieder der österreichischen Tertiärbecken mit jenen in den benachbarten Ländern zu korrelieren.

Bevor nun auf den Bau der einzelnen Tertiärgebiete eingegangen wird, sei es gestattet, darauf hinzuweisen, daß in diesem Rahmen bei keinem der einzelnen Tertiärvorkommen auf nähere Details ihres geologischen Aufbaues und ihrer Erforschungsgeschichte eingegangen werden kann. Es ist leider auch nicht möglich, den Anteil der vielen Forscher in Österreich und der befreundeten benachbarten Länder an der Erschließung der einzelnen Gebiete entsprechend zu würdigen und hervorzuheben. Ich kann lediglich versuchen, einen allgemeinen Überblick über den gegenwärtigen Stand der Kenntnis zu geben und auf die noch ungeklärten Probleme hinweisen. Bei der Beschaffung der einschlägigen Literatur, durch die Überlassung noch nicht veröffentlichter Manuskripte und mannigfache Ratschläge haben mir wertvolle Hilfe geleistet: F. ABERER, E. BRAUMÜLLER, R. GRILL, W. JANOSCHEK, H. KOLLMANN, K. KOLLMANN, R. OBERHAUSER, A. PAPP, B. PLÖCHINGER, F. STEININGER und U. WILLE. Hiefür möchte ich meinen herzlichsten Dank aussprechen.

## II. Die Tertiärgebiete in Österreich

### 1. Das Alttertiär im Bereich der Gosauvorkommen

Noch vor wenigen Jahrzehnten war die Kenntnis vom Vorhandensein alttertiärer Schichten in den Alpen, abgesehen von der Flyschzone und dem Helvetikum, nur auf einzelne Vorkommen beschränkt. Durch genaue geologische Aufnahmen, insbesondere durch detaillierte mikropaläontologische Untersuchungen konnte jedoch festgestellt werden, daß im Bereich der größeren Gosauvorkommen vielfach eine geschlossene Schichtenfolge vorhanden ist, die vom Senon, in einzelnen Teilgebieten sogar von der höheren Unterkreide oder vom Cenoman, bis in das Eozän reicht (R. OBERHAUSER, 1963). Auf die tertiäre Schichtenfolge einiger dieser Becken, welche bisher eingehender untersucht wurden, wird nun näher eingegangen.

#### a) Reichenhall und Salzburg

Eine Reihe von Forschern, vor allem H. HAGN (1952), R. OBERHAUSER (1957), A. PAPP (1959 a), B. PLÖCHINGER (1957), M. SCHLAGER (1957), und schließlich A. v. HILLEBRANDT (1962 a) hat sich mit den tertiären Ablagerungen im Raume von Reichenhall und Salzburg beschäftigt. Auf Grund eingehender mikropaläontologischer Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, daß am N- und W-Fuße des Untersberges auf den Schichten des Maastricht in Nierentaler Fazies konkordant und ohne Sedimentationslücke paleozäne Sedimente in gleicher Fazies liegen. A. v. HILLEBRANDT hat dieselben mit Hilfe der planktonischen Foraminiferen in sieben Faunenzonen (A—G) gegliedert und die einzelnen Zonen den verschiedenen Stufen des Paleozäns zugeordnet.

Zwischen dem Paleozän und dem untersten Eozän trat im Gebiet von Reichenhall und Salzburg eine Sedimentationsunterbrechung ein, während welcher ein Teil des Paleozäns wieder abgetragen wurde.

Das Eozän ist im Gegensatz zum Paleozän faziell reich gegliedert. Während im N des Gebietes mergelige Sedimente vorherrschen, kam es im S zur Ausbildung organogener Kalke und zur Ablagerung litoraler Sedimente. A. v. HILLEBRANDT hat drei Fazieszonen unterschieden. Das geschlossenste Profil liegt an der E-Seite des Untersberges. Das Eozän erreicht hier ohne größere tektonische Störungen eine maximale Mächtigkeit von 1200 m. Die basalen Schichten werden vielfach von Aufbereitungslagen, Sandsteinbänken und einzelnen Kalklagen und Mergeln aufgebaut. Darauf folgt eine Serie von vielen hundert Meter Mergeln. Im Hangenden liegt eine Serie von etwa 200 m mächtigen Sandsteinen. Mit Hilfe der planktonischen Foraminiferen war es möglich, diese Schichtenfolge in 6 Faunenhorizonte (A—F) zu gliedern und den einzelnen Stufen des Eozäns vom Cuisien bis zum Ledien zuzuordnen.

### b) Gosau

Das Alttertiär im Bereich des Beckens von Gosau wurde von O. GANSS und H. C. G. KNIPSCHER (1954) entdeckt, von K. KÜPPER (1956) näher überprüft und zuletzt im Detail von U. WILLE (unveröffentlichte Dissertation) untersucht. Gegenüber dem Alttertiär von Reichenhall und Salzburg zeigt es nur eine geringe flächenmäßige Ausdehnung und ist nicht vollständig entwickelt oder aufgeschlossen.

Das Paleozän ist im Verbreitungsgebiet von Gosau in der Fazies der erstmalig von O. KÜHN (1930) beschriebenen Zwieselalmschichten ausgebildet, das sind grobe Konglomerate mit Quarzen und Phylliten und hellgraue bis rötliche Mergel und Sandsteine mit Phyllitkomponenten mit einer z. T. reichen, hochpelagischen Mikrofauna. Die Zwieselalmschichten gehen im unteren Obermaastricht (O. GANSS und H. C. G. KNIPSCHER, 1954 sowie K. KÜPPER, 1956) lückenlos aus den Schichten in Nierntaler Fazies hervor und sind von diesen lithologisch nur durch die Einstreueung des phyllitischen Materials zu unterscheiden. In ihrem paleozänen Anteil sind nur das Thanet und Ilerd nachgewiesen. Das seinerzeit mit Lithothamnien belegte Danien und das tiefere Paleozän konnten mikropaläontologisch bisher nicht erfaßt werden.

In einem kleinen Teilbereich des Gosauer Gebietes konnte U. WILLE auch Untereozän nachweisen. Es handelt sich um hellgrünlichgraue bis weiße, glimmerführende, aber phyllitfreie Mergel und Sandsteine mit Arten von Globigerinen, Truncorotalien und Turborotalien, die für höheres Untereozän sprechen. Das tiefere Untereozän ist sehr wahrscheinlich infolge von Brüchen nicht aufgeschlossen. Es liegen keinerlei Hinweise für eine Schichtlücke oder eine größere Diskordanz zwischen den Zwieselalmschichten und dem Untereozän vor.

### c) Gams

Die tertiären Ablagerungen im Bereich des Gosauvorkommens von Gams wurden erstmalig von C. A. WICHER und F. BETTENSTAEDT (1956) beschrieben. In letzter Zeit wurden sie von H. KOLLMANN (1963) im Detail kartiert und vor allem mikropaläontologisch neu untersucht und gegliedert. Die tertiären Sedimente sind auf den flächenmäßig bedeutend größeren östlichen Teil der Gams, auch Hintere Gams genannt, beschränkt. Diese ist von der Vorderen Gams durch einen Horst aus älteren mesozoischen Sedimenten getrennt. Auch hier ist die Kreide-Tertiär-Grenze nur mikropaläontologisch erfaßt. Der aus hellgrauen und rotbraunen, teilweise sandigen Mergeln aufgebaute höhere Mergelkomplex reicht nach H. KOLLMANN vom Obercampan bis in das Thanet. In der

Gams ist das Dan charakterisiert durch das Einsetzen von Globigerinen, daneben finden sich aber auch noch Globotruncanen. Im Becken von Gams ist das gesamte Paleozän vertreten und erreicht eine Mächtigkeit von etwa 500 m. Das Paleozän I und II besteht aus grauen Mergeln in einer Mächtigkeit von 10—20 m, das Paleozän III, welches die Hauptmasse dieser Stufe vertritt, wird von Breccien und Sandsteinen mit vereinzelt Mergellagen aufgebaut. Das grobklastische Material der Breccien besteht aus Phyllit, Quarz und Kalken. Diese Schichtserie entspricht petrographisch vollkommen den Zwieselalmschichten, wird aber wegen der noch nicht eindeutig festgelegten Einstufung derselben in der Typuslokalität von H. KOLLMANN als Breccien-Sandsteinkomplex bezeichnet. Das Eozän der Hinteren Gams wird aus graugrünen Mergeln aufgebaut und vertritt nur das Cuisien. \*)

#### d) Grünbach und die Neue Welt

Die Gosaumulde von Grünbach und der Neuen Welt am SW-Rande des Inneralpinen Wiener Beckens wurde in den letzten Jahren von B. PLÖCHINGER (1961) neu aufgenommen. Im Bereiche der Ortschaft Zweiersdorf liegen über Inoceramenmergeln zunächst ca. 10 m mächtige, weiche Mergel mit einer vorwiegend aus Sandschalern bestehenden Foraminiferenfauna, welche von R. OBERHAUSER in das Dan gestellt wird. Darüber folgen gut geschichtete graue Mergel, welche, im Gegensatz zu den Inoceramenmergeln, einen großen Reichtum an Glimmer und Kohlenhäcksel aufweisen und an den Schichtflächen dreigliederige Gastropodenfährten erkennen lassen. Durch die mikropaläontologischen Untersuchungen von R. OBERHAUSER konnte nachgewiesen werden, daß dieselben in das Paleozän zu stellen sind. Diese Mergel führen neben aufgearbeiteten obersten Formen u. a. reichlich Globigerinen, die für das tertiäre Alter maßgebend sind. Die eingeschalteten Sandsteinlagen enthalten z. T. Inoceramenbruchstücke und Korallen oberkretazischen Alters, die in dieselben umgelagert sind. Mergelkalklinsen führen auch Bryozoen, ästelige Lithothamnien und Großforaminiferen (*Miscellanea* nach A. PAPP.)

Diese als Zweiersdorfer Schichten bezeichneten Ablagerungen erreichen eine Mächtigkeit von 250 m und liegen ohne beobachtbare Diskordanz auf den Inoceramenmergeln. Die Gosauschichten wurden zusammen mit einer tertiären Auflagerung in postpaleozäner Zeit tief eingemuldet.

\*) Die von H. KOLLMANN (1963) in das Cuis eingestuftten graugrünen Mergel mit *Globorotalia rex* MARTIN sind auf Grund einer neueren Arbeit von A. v. HILLEBRANDT (1962) in das Ilerdien (oberes Paleozän) zu stellen, da in einem Profil des Mont-Perdu-Gebietes (Spanien) Planktonfaunen der rex-Zone mit Großforaminiferen dieser Stufe gemeinsam auftreten. Erst die dort darüberliegenden Faunen entsprechen der marinen Phase des Cuis. Für diesen Hinweis möchte ich Herrn Dr. H. KOLLMANN herzlichst danken.

### e) Gießhübler Mulde

Auch im Bereich des Gosauvorkommens der Gießhübler Mulde zwischen Perchtoldsdorf und Sittendorf wurden in letzter Zeit alttertiäre Schichten nachgewiesen.

An der Basis liegt ein ca. 20 m mächtiges Paket grauer bis bräunlich-grauer, aber auch rötlich gefärbter Mergel mit großwüchsigen Globigerinen und Sandschalern, welche mit flyschähnlichen Sandsteinen wechselagern. Es ist der auch vom Grünbacher Bereich bekannte „Sandschalerhorizont“, den R. OBERHAUSER in das Dan stellt (B. PLÖCHINGER, 1964).

Darüber folgen etwa 100 m mächtige, rote bis grünlichgraue, schiefrig-blätterige Mergel mit exotikareichen Feinbrekzienlagen und mit bis metermächtigen, flyschähnlichen Sandsteinzwischenlagen. Das Alter wurde von R. OBERHAUSER vor allem durch paleozäne Globigerinen nachgewiesen. Diese Schichten weichen faziell von den Zweiersdorfer Schichten (Dan + Paleozän) der Grünbacher Gosaumulde ab und werden daher als Gießhübler Schichten benannt.

Im Bereich der tieferen zentralen Einheiten der Alpen gibt es gleichfalls einzelne Vorkommen alttertiärer Schichten.

An der S- und SW-Seite des Rätikons liegt im Bereich der unterostalpinen Falknis- und Sulzfluhdecken ein tektonischer Wechsel von Sulzfluhkalk mit oberkretazischen Couches rouges und bunten Globorotalien-schiefern des Paleogens vor (R. OBERHAUSER 1959, 1963).

### f) Krappfeld

Ein weiteres bemerkenswertes Vorkommen von Alttertiär liegt mitten in den Zentralalpen nördlich von Klagenfurt im Bereich des Gosauvorkommens von Krappfeld. Über diese Vorkommen wurde schon im Jahre 1821 von KARSTEN berichtet. Es hat wegen seines Fossilreichtums immer wieder die Aufmerksamkeit der Geologen und Paläontologen auf sich gelenkt. Zuletzt wurde die Oberkreide und das Eozän des Krappfeldes monographisch von J. E. van HINTE (1962) bearbeitet.

J. van HINTE unterscheidet zwei Schichtkomplexe, die oberkretazische Krappfeld-Gruppe und die alttertiäre Guttaring-Gruppe. Am Sonnberg und am Dobranberg bei der Ortschaft Guttaring liegen diskordant auf den Ablagerungen der Kreide, z. T. sogar direkt auf den paläozoischen Phylliten die alttertiären Schichten.

An der Basis liegt der fossilleere Speckbauer Rote Ton, für welchen ein paleozänes Alter wahrscheinlich gemacht wird. Darüber folgt die Höhwirt- bzw. die Sittenbergfolge. Diese wird aufgebaut aus Kohlenflözen,

die zum Teil bis 1960 abgebaut wurden, ferner aus Kiesen und Konglomeraten, Sandsteinen, Mergeln, Tonen und Kalksteinen, zum Teil reich fossilführend. Das jüngste Schichtglied bilden die Nummulitenschichten, bestehend aus Mergeln und Kalksteinen und schwarzen kalkigen Sandsteinen mit Kohlenstreu. Diese jüngsten Schichten sind gleichfalls sehr fossilreich, vor allem an Nummuliten, Assilinen, Discocyclusen etc. Vorwiegend mit Hilfe der Großforaminiferen konnten die über dem Speckbauer Roten Ton liegenden Schichten in das untere und mittlere Eozän eingestuft werden.

### g) Obereozän am E-Rand der Alpen

Am E-Rand der Alpen sind z. T. schon seit langer Zeit vereinzelt Obereozänvorkommen bekannt, die vorwiegend aus Sandsteinen und rötlichen Kalken, z. T. Nummuliten führend, aufgebaut werden. Die Verbreitung solcher Schichten ist bekannt geworden von Kirchberg am Wechsel, von Wimpassing am Leithagebirge und von Willendorf an der Schneebergbahn (O. KÜHN, 1957). Die hochmarine Entwicklung dieser einzelnen, engbegrenzten Vorkommen zeigt, daß das Obereozän ehemals eine weite Verbreitung gehabt haben muß (A. PAPP, 1958). In diesem Zusammenhang sei auch auf das Vorkommen von Eozängeröllen in den helvetischen Schichten am Alpenostrand, so z. B. in den oberen Auwaldschottern hingewiesen.

## 2. Die Flyschzone

Eine weitere tektonische Einheit der Ostalpen, an deren Aufbau alttertiäre Schichten einen wesentlichen Anteil haben, bildet die Flyschzone in Niederösterreich. Im Westen ist Alttertiär in derselben bisher noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden, jedoch könnte in Vorarlberg nach F. BETTENSTAEDT (1958) die Bleichhorn-Serie der Sigiswanger Decke noch in das Paleozän hineinreichen.

Die Flyschzone in der weiteren Umgebung von Wien ist alpin gefaltet und in mehrere Teildecken gegliedert, in welchen das Alttertiär in verschiedener Fazies ausgebildet ist.

Im Bereich der nördlichsten, der Greifensteiner Teildecke ist das Alttertiär vorwiegend als Greifensteiner Sandstein ausgebildet, z. T. mit *Rzehakina epigona* führenden bunten Schiefern an der Basis.

Innerhalb der Mittelzone, der Kahlenberger Teildecke, ist das Alttertiär durch Bunte Schiefer und die Gablitzer Schichten vertreten, während in der Laaber Teildecke dasselbe hauptsächlich durch die Laaber Schichten aufgebaut wird, welche z. T. aus dichten kieseligen Sandsteinen, dem ehemaligen Glaukoniteozän K. FRIEDLS (1920) und Mergelschiefern bestehen.



Im Inneralpinen Wiener Becken, nördlich der Donau, wurde bei der Erschließung der Erdöllagerstätten durch zahlreiche Tiefbohrungen alttertiärer Flysch erbohrt. Dieser weist eine von den gleichaltrigen Schichten des Wiener Waldes abweichende Ausbildung auf. Seit E. VERT wurden 2 Schichtserien unterschieden und zwar die tiefere Glaukonitsandsteinserie mit eingeschalteten Bunten Tonen und der Steinberg-Flysch. Diese Serien sind mit dem Ciezkowicer Sandstein bzw. den Zliner Schichten der Maguradecke der Mährischen Karpaten zu vergleichen. (G. GÖTZINGER, 1944; E. BRAUMÜLLER, 1947 und B. TRZESNIOWSKI, 1947). Nach den neuesten mikropaläontologischen Untersuchungen von I. KÜPPER (1961) reicht diese Schichtfolge vom Paleozän bis in das untere Eozän.

Der Flysch galt bisher als äußerst fossilarm und nur von verhältnismäßig wenigen Fundpunkten wurden Makrofossilien oder Großforaminiferen bekannt. Erst in den letzten Jahren konnte durch exakte mikropaläontologische Untersuchungen der Foraminiferen sowie auch durch die Untersuchung der Nannofloren durch H. STRADNER (1961) eine genauere Einstufung der einzelnen bisher vorwiegend petrographisch unterschiedenen Schichtglieder vorgenommen werden. Es zeigt sich, daß das mittlere und z. T. auch das untere Eozän im Alttertiär des Flysches reichlich vertreten sind, während das mittlere und vor allem das tiefere Paleozän noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnten.

Auch die schweremineralogischen Untersuchungen von G. WOLETZ (1951, 1963) haben bei der Einstufung der einzelnen Flyschsandsteine wertvolle Dienste geleistet. Während nämlich der Kreideflysch durch eine Granatvornacht gekennzeichnet ist, ist der Eozänflysch durch eine Zirkonvornacht charakterisiert.

Über die Petrologie der Flyschsedimente, ihre Absatzbedingungen sowie überhaupt über den Begriff Flysch und Flyschzone wurde in den letzten Jahren viel gearbeitet. Auf Anregung von H. KÜPPER hat eine Arbeitsgruppe von Wiener Forschern im Wiener Wald und zu Vergleichszwecken auch bei Triest und in Istrien eingehende petrographische, schweremineralogische, mikropaläontologische und ökologische Untersuchungen durchgeführt, um die Ablagerungsbedingungen der Flyschsedimente und vor allem auch die Tiefe der Becken, in welchen sie abgelagert wurden, zu klären. In den Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt (1962) wurde über die Ergebnisse dieser Untersuchungen von den einzelnen Forschern berichtet. Ich möchte hier nur auf wenige Punkte hinweisen, die für die Behandlung der Frage „Was ist Flysch“ von Bedeutung sind, eine Frage, die von den der Materie ferner stehenden Forschern immer wieder gestellt wird.

Nach H. WIESENER (1962 a, b) ist Flysch eine zeitlich gebundene Lithofazies. Die typische Flyschfazies ist in den oberkretazischen Kahlenberger und Altlenzbacher Schichten entwickelt, für welche die von Ph. H. KUENEN sowie von seinen Mitarbeitern und Schülern vertretene Theorie der Trübestrome (turbidity currents) weitgehendst angewendet werden kann. Im Hangenden dieser Serien verliert sich aber der Flyschcharakter allmählich. Die gleichmäßig entwickelten Greifensteiner Sandsteine sowie die Glaukonitsandsteine und Mergel der Laaber Schichten weisen auf eine andere Entstehung hin. Es ist daher notwendig, zwischen Flyschfazies und dem wesentlich weiter gefaßten Begriff der ostalpinen Flyschzone zu unterscheiden. Der klassische „Wiener Sandstein“ umfaßt sowohl die kretazischen als auch die alttertiären Schichtglieder der Flyschzone (H. KÜPPER, 1962).

F. BENTZ (1959) hat in einer leider wenig gelesenen Zeitschrift in einem kurzen, aber klaren Aufsatz auf die unterschiedliche Lage der Ablagerungsräume von Flysch und Molasse im alpinen Orogen und die dadurch bedingte verschiedene fazielle Ausbildung hingewiesen.

Die Flyschsedimente wurden in einer tektonisch labilen Randzone der jungen Deckengebirge unter rein marinen Bedingungen abgelagert. Die Molasse dagegen ist das Endprodukt einer Bewegungsphase. Ihre Sedimente wurden vor dem Orogen, auf seiner Außenseite auf ständig sinkendem Boden abgelagert, sie sind Seichtwasserablagerungen und umfassen außer marinen auch Brack-, Süßwasser- und Kontinentalablagerungen.

A. SEILACHER (1954) hat darauf hingewiesen, daß sich die Flysch- und Molassesedimente auch in der Art ihrer fossilen Lebensspuren voneinander unterscheiden. In den vorwiegend in tieferen Wässern abgelagerten Flyschsedimenten herrschen die Weide- und Grabspuren, während Ruhespuren fehlen, das verhältnismäßig häufige Auftreten von Ruhespuren in den Molassesedimenten weist auf eine Ablagerung im seichten Wasser hin.

### 3. Das Helvetikum

Die nördlichste und äußerste tektonische Einheit der Alpen bildet das Helvetikum. Sein Ablagerungsraum lag nördlich jenes der Flyschzone. Während der jüngeren alpinen Gebirgsbewegungen wurde das Helvetikum vollständig vom Flysch überfahren und findet sich daher nicht nur im Norden der Flyschzone, sondern erscheint auch in fensterartigen Aufbrüchen inmitten und im S der Flyschzone. Die Schichtfolge des Helvetikums reicht bis in das oberste Mitteleozän und vielleicht sogar in das unterste Obereozän. Faziell weicht die Ausbildung der alttertiären Schichten des Helvetikums weitgehend von jener innerhalb der Kalk-

alpen und der Flyschzone ab. Durch den Verlauf der Grenze zwischen Deutschland und Österreich tritt Helvetikum nur in Vorarlberg und in dem östlich der Salzach gelegenen Teil Österreichs auf.

#### *a) Vorarlberg*

Das Alttertiär im Helvetikum von Vorarlberg ist auf die Säntisdecke beschränkt. Hier folgt über einer reich gegliederten kretazischen Schichtfolge auf den bis in das oberste Maastricht reichenden Wangschichten nach R. OBERHAUSER (1958) die Serie des Fraxner Grünsandes, welcher seinerseits von Globigerinen-Schiefern überlagert wird. Diese reichen bis in das Eozän (siehe auch F. BETTENSTAEDT, 1958).

Über der Säntisdecke folgt im Bereich der Hohen Kugel eine Schuppenzone und zwischen dieser und dem Vorarlberger Flysch eine Quetschzone, die als Wildflysch bezeichnet wird. Auch in dieser Serie konnten alttertiäre Schichten nachgewiesen werden.

#### *b) Nördlich Salzburg*

Nördlich der Stadt Salzburg ist das Helvetikum am N-Fuß des Haunsberges und in der Umgebung von Mattsee, soweit es nicht von Moränen bedeckt ist, sehr gut aufgeschlossen. Infolge seiner reichen Schichtgliederung und seines Fossilreichtums ist es schon lange bekannt. In neuester Zeit wurde es von F. TRAUB (1938 und 1953) und im Zuge der großräumigen erdölgeologischen Untersuchungen der Rohoel-Gewinnungs A. G. durch F. ABERER und E. BRAUMÜLLER (1958) neu aufgenommen. Im vergangenen Jahr ist eine monographische Studie über die Gliederung des Paleozäns des Helvetikums nördlich von Salzburg nach planktonischen Foraminiferen von K. GOHRBANDT (1963) erschienen. Nach diesen Arbeiten ist das Alttertiär folgendermaßen zu gliedern:

Der unterste Teil der Oichinger Schichten ist auf Grund der neuen mikropaläontologischen Untersuchungen in das Maastricht zu stellen.

Im paleozänen Anteil der Oichinger Schichten, dunkelgrauen, feinsandigen Tonmergeln mit Sandsteinlagen, hat K. GOHRBANDT vier Biozonen (A—D) unterschieden, welche das Dan, das Mont und das Thanet vertreten. Darüber folgen als höchste Schichtglieder des Thanets der Cranien-Sandstein und die Gryphaeenbank. Der Untere Lithothamnienkalk mit seinen faziellen Äquivalenten gehört dem Ilerd an.

Das Eozän ist gleichfalls reich gegliedert und zum Teil sehr fossilreich. Vom Liegenden zum Hangenden folgen die Roterzschichten, Nummulitenkalksandsteine mit limonitischen Eisenerzkonglomerationen; die gelben Quarzsande und Sandsteine der Mittelschichten und die Nummuliten-

tenkalksandsteine der Schwarzerzschichten, welche im Nordhelvetikum nach H. HAGN (1960) durch Discocyclinenkalke und Assilinenmergel der Adelholzener Schichten vertreten sind. Den Abschluß der Schichtenfolge des Helvetikums nördlich Salzburg bildet der Stockletten, ein hellgrünlichgrauer Tonmergel mit einer überaus reichen Globigerinenfauna. Nach dem mikropaläontologischen Befund sind keine Anzeichen für eine größere Schichtlücke zwischen der Oberkreide und dem Paleozän vorhanden.

Die Schichtenfolge reicht bis in das obere Mitteleozän, das Lutet. Obereozän konnte bisher nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Die Schichtenfolge des Helvetikums ist steil gefaltet und mehrfach geschuppt.

Zwischen dieser, dem Südhelvetikum angehörenden Schichtserie und dem Flysch liegt in einer eigenen Schuppe die Buntmergelserie, in welcher von K. GOHRBANDT Untereozän nachgewiesen werden konnte.

#### c) *Buntmergelserie in Ober- und Niederösterreich*

Das oberösterreichische Helvetikum geht nach S und E in die Buntmergelserie über, welche in den niederösterreichischen Vorkommen allein den Ablagerungsraum des Helvetikums repräsentiert. Derselbe ist daher im S bzw. im SE an das Helvetikum anzuschließen.

Die Buntmergelserie (S. PREY, 1952) besteht vorwiegend aus roten, grauen und grüngrauen, rein marinen Mergeln; denselben gehören ferner Brekzien, Sandsteine, Nummulitenkalke und vereinzelt auch Lithothamnienkalke an. Nach dem mikropaläontologischen Befund reicht sie vom Cenoman bis in das Obereozän.

Östlich des Attersees tritt z. T. in schmalen Streifen im N der Flyschzone, im Innern derselben sowie auch an ihrem S-Rand Helvetikum in normaler Ausbildung, wie in der etwas abweichenden Entwicklung der Buntmergelserie wiederholt auf. Um die Bearbeitung dieser Aufbrüche hat sich S. PREY besonders verdient gemacht.

Von den vielen Aufbrüchen des Helvetikums bzw. der Buntmergelserie seien erwähnt der Gschlieffgraben, unmittelbar nördlich des Traunsteins, ferner das Vorkommen NW Grünau (S. PREY, 1953) und jenes des Pernecker Kogels westlich Kirchdorf a. d. Krems (S. PREY, 1950).

In der Umrahmung des Molassefensters von Rogatsboden (S. PREY, 1957) liegt die Buntmergelserie als eigene tektonische Einheit auf der Klippenzone bzw. auf dem Tertiär der inneralpinen Molasse und wird ihrerseits von den Gesteinen der Flyschzone überschoben, bzw. ist mit denselben verfaltet und verschuppt. Die Schichtenfolge reicht vom obersten Alb bis in das Obereozän. Ohne scharfe Grenze werden die bunten

Kreidemergel von bunten Mergeln des Dans mit der für dieses charakteristischen Mikrofauna überlagert. Im Dan, vor allem aber im Paleozän sind klastische Gesteine von geringer Mächtigkeit und Längserstreckung eingeschaltet, wie Konglomerate, Brekzien, Sandsteine z. T. mit *Disco-cyclinen*, *Nummuliten* und *Lithothamnien*. Das tertiäre Alter der klastischen Sedimente ist auch durch die Foraminiferenfauna der eingeschalteten, bzw. unterlagernden Mergelschiefer erwiesen. Vereinzelt finden sich auch *Lithothamnienkalke*.

#### 4. Das Alttertiär im Unterinntal

Im südlichen Teil der Kalkalpen stehen im Inntal zwischen Rattenberg und Reith im Winkel alttertiäre Sedimente an, welche z. T. eine ähnliche Ausbildung aufweisen wie in der Molassezone. Die Schichtenfolge ist faziell reich gegliedert und viele hundert Meter mächtig. Sie läßt sich unterteilen: In eine basale Schichtgruppe (Grundkonglomerat mit Kalkbrekzien), Bitumenmergel und Häringer Kohle, die marine Zementmergelserie mit einer *Lithothamnienkalkbank* im unteren Drittel, einschließlich der sandig-glimmerigen Mergel der Unterangerberger Schichten (W. HEISSEL) und die limnofluviatilen Konglomerate und Sandsteine der Angerberger Schichten s. str. (Oberangerberger Schichten nach W. HEISSEL). Die gesamte Schichtenfolge reicht nach W. HEISSEL vom Priabon bis in das Aquitan, nach H. HAGN (1962, S. 429) ist bisher das Aquitan noch nicht nachgewiesen. (W. HEISSEL, 1951 und 1957; H. HAGN, 1960 und 1962).

Die obereozänen Ablagerungen sind nach G. WOLETZ, ähnlich wie in der Molassezone Oberösterreichs, durch eine Zirkonvormacht und die jüngeren durch eine Granatvormacht ausgezeichnet.

Die alttertiären Schichten des Inntales liegen transgressiv auf dem Mesozoikum der Lechtaldecke und in Resten auch auf jenem der Kaisergebirgsdecke. Das Alttertiär ist stark gestört und z. T. sogar von der Kaisergebirgsdecke überschoben. Ungeklärt ist die tektonische Stellung der alttertiären Schichten des Inntales bzw. die Frage, mit welchen marinen Alttertiärvorkommen dieselben in Verbindung standen. Ohne der Annahme von größeren tektonischen Bewegungen wird sich kaum eine plausible Erklärung finden lassen.

#### 5. Die Molassezone

Im N der Flyschzone bzw. des Helvetikums liegt die Molassezone, welche, abgesehen von der quartären Bedeckung, zur Gänze von tertiären Ablagerungen aufgebaut wird. Die Molassezone Österreichs ist ein Stück jener großen geologischen Einheit, welche Europa vom Genfer See bis Rumänien durchzieht. Sie entspricht dem jüngsten Rest der alpinen Geo-

synklinale und weist einen dieser Lage entsprechenden geologischen Bau auf. Bei der Wanderung der Alpen gegen N ist der südlichste Teil der Böhmisches Masse unter der gewaltigen Last des alpinen Gebirgskörpers an zahlreichen Brüchen mit gegen S steigender Intensität allmählich in die Tiefe gesunken und wurde einschließlich des paläo-mesozoischen Deckgebirges und den älteren Schichtgliedern des Molassebeckens vom Helvetikum und der Flyschzone etliche Kilometer überfahren (R. JANOSCHEK, 1959).

Die Molassezone ist ein asymmetrisches Becken. Der Untergrund der tertiären Molassesedimente taucht gegen S in immer größere Tiefen hinab. Die tertiären Sedimente sind daher im N, wo sich die durch den Vorschub der Alpen bedingten Absenkungsbewegungen am wenigsten auswirkten, nur wenige Zehner von Metern mächtig, während sie im S, in der Nähe der Alpenrandstörung, ihre größte Mächtigkeit von mehreren tausend Metern erreichen.

In Österreich stehen Sedimente der Molassezone im nördlichen Teil von Vorarlberg und dem großen Teilstück zwischen der deutschen Grenze entlang Salzach—Inn und der tschechoslowakischen Grenze im Gebiet von Laa an der Thaya an. In diesem großen Raum ist jedoch die Molasse nicht einheitlich gebaut, sondern weist in den einzelnen Teilgebieten beträchtliche Unterschiede im Alter, der Ausbildung und der Tektonik auf, welche natürlich erst beim Vergleich größerer Abschnitte klar hervortreten. Es ist daher erforderlich, die einzelnen Teilgebiete gesondert zu besprechen.

#### a) Vorarlberg

Die Molassezone Vorarlbergs besteht aus zwei Einheiten: Der subalpinen Molasse und der Vorlandmolasse.

An der Basis der subalpinen Molasse liegen die marinen Tonmergelschichten des unteren Rupel, welche von den vorwiegend aus Sandsteinen bestehenden brackischen Bausteinschichten des oberen Rupels oder unteren Chatts überlagert werden. Beide zusammen bilden die Untere Meeresmolasse. An der Basis der darüber folgenden Unteren Süßwassermolasse liegen die limno-fluviatilen Weissachsichten des unteren Chatts, bunte Mergel und Sandsteine sowie mächtige Nagelfluhbänke. Darüber folgen die Steigbachschichten des oberen Chatts und die Kojenschichten des Aquitans. Ältere und jüngere Schichten als die obgenannten fehlen in der subalpinen Molasse Vorarlbergs. Der gesamte Schichtkomplex ist in mehrere Falten gelegt, welche an steil einfallenden Überschiebungsflächen aneinandergereibt und überschoben wurden.

Das älteste Schichtglied der Vorlandmolasse Vorarlbergs ist die granitische Molasse (Aquitans), die aus limnischen Sandsteinen und Mergeln

aufgebaut wird. Darüber folgen die marinen Luzerner Schichten (Burdigal) und die St. Galler Schichten (Helvet), die durch einen geringmächtigen, kohleführenden, limnischen Horizont getrennt sind. Die limnisch-fluviatilen Silvana-Schichten (Torton/Sarmat) bilden die jüngsten Ablagerungen. Die Vorlandmolasse Vorarlbergs ist im S, an der Grenze gegen die subalpine Molasse steil aufgerichtet, sonst fällt sie im allgemeinen flach gegen N ein (siehe F. MUHEIM, 1934 und B. PLÖCHINGER, 1958).

### b) Oberösterreich und Salzburg

Der Aufbau der Molassezone in Oberösterreich und Salzburg weicht von jener in Vorarlberg nicht unwesentlich ab. Sie weist hier das komplette stratigraphische Profil auf. Die Schichtenfolge beginnt bereits im Obereozän und reicht bis in das Unterpliozän. Vom Obereozän bis zum Mittelmiozän sind fast alle Schichten, abgesehen von gewissen brackischen Einschlägen, marin entwickelt. Die Gliederung ist ähnlich wie jene in Ostbayern, von wo sie größtenteils übernommen wurde. Die weiter im W früher vielfach verwendete Unterteilung in Meeres- und Süßwassermolasse ist daher in Österreich nicht anwendbar. Schließlich fehlt im S eine durchgehende subalpine Molassezone, wenn auch die oligozänen Schichten im Bereich der Alpenrandüberschiebung tektonisch stärker beeinflusst sind und vom Helvetikum und der Flyschzone mehrere Kilometer überfahren wurden. Diese neuen Erkenntnisse wurden hauptsächlich erzielt durch die großräumigen erdölgeologischen Untersuchungen der Rohoel-Gewinnungs A. G., durch geologische Kartierung, durch seismische Reflexionsmessungen und durch die zahlreichen Tiefbohrungen (F. ABERER, 1958 und 1962; E. BRAUMÜLLER, 1959 und 1961; R. JANOSCHEK, 1961).

Auf Grund ihrer Fazies können die Molasseablagerungen Oberösterreichs in drei Sedimentationszyklen gegliedert werden, welche folgende Zeiträume umfassen:

1. Obereozän bis unterstes Rupel (heller Mergelkalk)
2. Unteres Rupel (Bändermergel) bis Helvet
3. Torton bis Unterpliozän.

#### 1. Sedimentationszyklus:

Das Obereozän, als das älteste Schichtglied der Beckenfüllung liegt diskordant über dem Kristallin der Böhmisches Masse bzw. über ihrem lückenhaften paläo-mesozoischen Deckgebirge. Das Obereozän ist reich gegliedert und weist im südlichen und mittleren Teil der Molassezone folgende Schichtenfolge auf:

An der Basis liegt die Limnische Serie, bunte, rot und grün gefleckte Tone mit einzelnen Sandstein- und Kohlenlagen. Die limnische Serie ist auf den mittleren und südlichen Teil der Molassezone Oberösterreichs beschränkt und wurde bisher noch von keiner einzigen Bohrung in Bayern angefahren. Darüber folgen die Cerithienschichten, Tonmergel und Sandsteine mit einer reichen Molluskenfauna und vor allem mit dem Wurm *Rotularia spirulaea* (LAMARCK), einem Leitfossil für das Priabon. Das oberste Schichtglied bilden Nulliporenkalke, welche gegen N durch marine Sandsteine vertreten werden. Auf Grund der Untersuchung der Nummulitenfauna durch A. PAPP (1958) werden die Nulliporenkalke in Österreich zur Gänze in das Obereozän eingestuft; in Bayern hingegen wird der höhere Teil derselben wegen des Zurücktretens der Nummulitenführung und vor allem des Fehlens von Rotularien und Discoeyclinen in das Lattorf gestellt. Es wäre von großem Vorteil, die Frage der Grenzziehung zwischen dem Eozän und Oligozän in nächster Zukunft zu klären. Die maximale Mächtigkeit des Obereozäns beträgt 90 m, in dem weiter im N liegenden Ölfeld Ried z. B. etwa nur 15 m.

Die Ablagerungen des Obereozäns bestehen aus Sedimenten eines seichten epikontinentalen Meeres und sind durch eine Zirkonvornmacht ausgezeichnet, während die Hauptmasse der Molasseablagerungen durch eine Granatvornmacht gekennzeichnet ist (G. WOLETZ, 1957).

Die Fischschiefer des Lattorfs, der helle Mergelkalk und der Bändermergel des Rupels bilden den Abschluß des ersten Sedimentationszyklus. Die exakte Einstufung dieser meist fossilleeren Schichtglieder ist gleichfalls noch nicht endgültig geklärt.

## 2. Sedimentationszyklus:

Dieser umfaßt die Hauptmasse der oligo-miozänen Schichtenfolge. Diese wird aus Schliermergeln von einer Mächtigkeit bis zu 3000 m aufgebaut, in welche im S Sande und Sandsteine sowie Schotter und Konglomerate eingeschaltet sind. Die Gerölle derselben bestehen aus Quarz, Kristallin, dunklen Dolomiten und vereinzelt auch aus Radiolariten, enthalten aber kein Material aus den Kalkalpen und der Flyschzone.

Die Gliederung der Schliermergel mit den eingeschalteten Sanden und Schottern in die einzelnen Stufen des Oligozäns und Miozäns erfolgt vorwiegend mit Hilfe der Foraminiferen. Die makropaläontologische Bearbeitung verdanken wir R. SIEBER (1958). Ungeklärt ist die Grenzziehung zwischen dem Oligozän und dem Miozän. Nach den Säugetierfunden wird das Aquitan in das Oligozän gestellt (E. THENIUS, 1959). Mikropaläontologische Untersuchungen zeigen jedoch, daß eine Reihe typischer alttertiärer Formen mit dem Ende des Chatts erlöschen und viele für das



Miozän charakteristische Formen bereits im Aquitan auftreten. Aus diesem Grunde wird in den erdölgeologischen Arbeiten das Aquitan in das Miozän gestellt. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß das Burdigal in einzelnen Teilgebieten der Molasse auf verschiedenen alten Schichten des Aquitans transgrediert; z. T. fehlen auch die untersten Schichten des Burdigals. Es dürfte daher in diesen Gebieten in der Zeit zwischen dem obersten Aquitan und dem untersten Burdigal eine Abtragsperiode geherrscht haben.

Im nördlichen Teil der Molassezone liegt an der Basis der Schliermergel vielfach ein mehrere Meter mächtiger Sand, der früher allgemein als Linzer Sand bezeichnet und in das Chatt gestellt wurde. Die genauen mikropaläontologischen Untersuchungen der Bohrungen in diesem Raum durch K. GOHRBANDT haben jedoch ergeben, daß die über den basalen Sanden liegenden Schliermergel und damit auch die Sande je nach ihrer Lage zur Beckenachse, ein verschiedenes Alter, vom Obereozän bis zum Chatt haben (E. BRAUMÜLLER, 1961).

Das jüngste Schichtglied des Helvets bilden die Oncophoraschichten, welche eine Mächtigkeit von 15—25 m erreichen. Eine exakte Einstufung war bisher nicht möglich; wahrscheinlich sind sie älter als das Karpatien der tschechoslowakischen Autoren bzw. die Laaer Serie.

### 3. Sedimentationszyklus:

Die Schichten des 3. Sedimentationszyklus werden aus limnisch-fluviatilen Ablagerungen aufgebaut, welche diskordant auf den älteren Sedimenten liegen und der Oberen Süßwassermolasse entsprechen.

An der Basis liegen vielfach kohleführende Tone und darüber Schotter und Konglomerate, in welchen zum ersten Mal kalkalpine Gerölle auftreten. Auf Grund von Landschnecken und vor allem von Säugetierresten werden diese Sedimente im Bereich des Kohlenreviers Trimmelkam in das Torton, im Kobernausser Wald in das Sarmat und im Hausruck in das Unterpliozän gestellt.

Die tertiäre Beckenfüllung der Molassezone weist, entsprechend dem allmählichen Abklingen der alpinen Bewegungen im Miozän, eine gegen das Hangende abklingende Tektonik auf. Der gesamte Schichtstoß der Molasseablagerungen läßt sich in zwei tektonische Stockwerke gliedern: Das Obereozän und das Oligozän sind durch Brüche stark gestört und tauchen gegen S unter die Alpenrandüberschiebung unter, während das Burdigal und das Helvet schüsselförmig auf den älteren Schichten liegen.

*d) Niederösterreich südlich der Donau*

Durch das Vorgreifen der Böhmisches Masse gegen S wird die Molassezone im E immer schmaler und bei Wieselburg ist sie weniger als 10 km breit. Die Tertiärvorkommen in der Wachau und die zahlreichen sonstigen Vorkommen auf dem Kristallin der Böhmisches Masse zeigen, daß ehemals noch ein breiter Streifen desselben von tertiären Schichten bedeckt gewesen sein muß. Mit der Verschmälerung der Molassezone gegen E ist eine Reduktion des Schichtprofils verbunden. In der ungefalteten Molasse sind auf Grund der bisher niedergebrachten Tiefbohrungen die ältesten Schichten chattische Sande (Melker Sande) und Schliermergel. Das Profil reicht nur bis in das Burdigal; das Helvet hebt östlich der Enns aus und setzt erst wieder bei St. Pölten ein. Tonmergel des Rupe-liens sind vor allem in den verfrachteten Schlierfenstern von Rogatsboden und Texing in der Flyschzone aufgeschlossen und in Rogatsboden sind Nulliporenkalke des untersten Oligozäns (Lattorf) nachgewiesen worden (S. PREY, 1957). Damit ist ein weiter südlich gelegener, tieferer und älterer Molassetrog erwiesen, welcher jedoch von der Flyschzone und der Buntmergelserie sowie den Kalkalpen zum Teil überschoben wurde.

Die Bohrung Texing 1 der Österreichischen Mineralölverwaltung A. G., ca. drei Kilometer südlich des N-Randes der Flyschzone und am S-Rand des Molassefensters von Texing angesetzt, hat unter der Buntmergelserie von 1028—1040 m nochmals mit der Flyschzone verfaltetes Chatt-Rupel angetroffen und darunter die nur in den obersten 100 m stärker beanspruchte autochthone Molasse (bis 1660 m Burdigalschlier mit Sandlagen, bis 1691 m braunen Aquitanschlier und bis 1730 m chattische Sande und Mergel) durchörtert. Bei 1770 m wurde die Bohrung im kristallinen Grundgebirge der Böhmisches Masse eingestellt.

Die Bohrung Perschenegg 1, südöstlich St. Pölten, hat sieben Kilometer südlich der Flyschüberschiebung, nach Durchbohrung der gesamten Flyschzone nur 40 m mächtige Schichten aquitanischen bis chattischen Alters über dem Kristallin der Böhmisches Masse angefahren (F. BRIX, K. GÖTZINGER u. a., 1963).

Westlich Tulln wurde unter Aquitan und Chatt durch Bohrungen der Österreichischen Mineralölverwaltung A. G. das fossilere Moosbierbauer Konglomerat erbohrt, dessen Alterseinstufung noch ungeklärt ist.

Im südlichsten Teil des Außer-alpinen Wiener Beckens, im Tullner Becken, werden die untermiozänen Schichten im Zuge der allmählichen Verjüngung der Molassezone gegen E bereits von brackischen helvetischen *Oncophora*-Schichten und durch eine Diskordanz getrennt, von tortonischen Schichten (z. T. in der Fazies des Hollenburger Konglomerates) überlagert. Insbesondere sei auf die isolierten Erosionsrelikte mariner

tortonischer Schichten bei Spitz und Weißenkirchen hingewiesen (R. GRILL, 1958).

Im Tullner Becken erreicht die Molasse nach den bisher niedergebrachten Tiefbohrungen eine Gesamtmächtigkeit von etwa 1200 m.

#### e) *Niederösterreich nördlich der Donau*

In dem nördlich der Donau gelegenen Teil der Molassezone tritt eine weitere Verjüngung der Schichtfolge ein. Lediglich in den Tiefbohrungen Absdorf wurden noch geringmächtige Schichten aquitanischen Alters erbohrt, weiter im NE bis zur tschechoslowakischen Grenze bildet das älteste Schichtglied der Burdigalschlier mit Glaukonitsandsteinen an der Basis. Die fossilreichen Ablagerungen in der Eggenburg—Horner-Bucht entsprechen der Randfazies des tieferen Burdigalschliers. Darüber folgt das Helvet, welches nach den neuesten Arbeiten der österreichischen (J. KAPOUNEK, A. PAPP und K. TURNOVSKY, 1960) und der tschechoslowakischen Geologen (T. BUDAY, 1960; I. CICHA und J. TEJKAL, 1959, I. CICHA, 1961) zu unterteilen ist in die Oncophora-Schichten und die Laaer Serie (Karpatischen der tschechoslowakischen Geologen). Allerdings muß darauf hingewiesen werden, daß bisher noch keine Einhelligkeit über die Abgrenzung von Burdigal und Helvet sowie über den Begriff Oncophora-Schichten erzielt werden konnte. Die nur geringmächtigen, im Hangenden des Helvets liegenden Oncophora-Schichten in Oberösterreich können nicht direkt mit jenen der Molassezone Niederösterreichs parallelisiert werden.

Die „Gründer Schichten“ der älteren Literatur gehören teils dem Oberhelvet, teils dem Untertorton an, wie die von R. WEINHANDL (1957) gemachten Aufnahmen ergeben haben. Der locus typicus mit der allgemein bekannten reichen Molluskenfauna ist Untertorton. Dieses liegt vielfach über verschieden alten Schichten und führt die für das unterste Torton typische Lagenidenfauna (R. GRILL, 1958).

Nach einer Erosionsphase im höheren Torton konnte ein flächenmäßig begrenztes Übergreifen vom Untersarmat erwiesen werden. A. PAPP (1962) hat das untersarmatische Alter der brachyhalinen Schichten von Langenlois, Ziersdorf und Hollabrunn nachgewiesen, welche zum Teil schon lange bekannt waren, aber früher in das Helvet gestellt wurden.

Der mittlere Teil des Außeralpinen Wiener Beckens, nördlich der Donau, wird zum Teil vom Hollabrunner Schotterfächer eingenommen, welcher gegen E in die unterpannonischen Schichten des Mistelbacher Beckens übergeht. Dieser entspricht einem Schuttkegel eines unterpliozänen Vorläufers der Donau. Die posthelvetische Schichtenfolge der Molassezone nördlich der Donau ist im Ganzen gegenüber jener im Inneralpinen Wiener Becken sehr lückenhaft entwickelt.

Westlich bzw. nordwestlich der Mailberger Abbruchzone liegt das Jungtertiär vielfach direkt auf dem Kristallin der Böhmisches Masse oder auf nur geringmächtigen paläo-mesozoischen Schichten und ist nur wenige hundert Meter mächtig, während es im E und SE dieses Bruchsystems von einer mächtigen paläo-mesozoischen Schichtenfolge unterlagert wird und eine Mächtigkeit von etwa 2000 m erreicht (E. VEIT, 1953; R. GRILL, 1962; F. BRIX, K. GÖTZINGER u. a., 1963).

In einer Hohlform des moldanubischen Grundgebirges liegen die kohleführenden Schichten von Langau bei Geras in Niederösterreich. An der Basis befinden sich grobe Schotter, welche von Sanden überlagert werden. In diese ist eine Lumaschelle mit Cyrenen und Cerithien eingeschaltet. Darüber folgen die Braunkohlenflöze, die in einem vor der Einstellung stehenden Tagbau gewonnen werden. Über den Kohlen liegen wieder Sande. Auf Grund der Wirbeltier- und Molluskensfunde sowie von palynologischen Untersuchungen haben die kohleführenden Schichten von Langau ein burdigalisches Alter. Sie stellen eine brackisch bis limnisch-fluviatile Ablagerung dar und entsprechen sehr wahrscheinlich Ästuarbildungen des burdigalischen Meeres (W. KLAUS, 1952 und H. ZAPPE, 1953).

#### f) Waschbergzone

Nördlich der Donau schiebt sich zwischen der autochthonen Molasse und der Flyschzone die Waschbergzone als neues Element ein, deren tektonische Stellung bis in die jüngste Zeit sehr umstritten war. Früher wurde sie als subbeskidischer Flysch bezeichnet und später als Äquivalent des Helvetikums angesehen. M. GLAESSNER (1931, 1937) hat sich eingehend mit dem geologischen Aufbau dieser Zone beschäftigt und sich vor allem um die stratigraphische Gliederung derselben Verdienste erworben. In den letzten Jahren hat R. GRILL (1962) den österreichischen Teil dieser tektonischen Einheit im Detail kartiert, die Gesteine mikropaläontologisch genau untersucht und für dieselbe wegen ihrer stratigraphischen und tektonischen Sonderstellung in Anlehnung an frühere Autoren den Namen Waschbergzone gewählt.

Die Waschbergzone umfaßt eine Schichtenfolge, die vom Oberjura bis ins Miozän reicht. Mesozoikum und Alttertiär sind aber nur sehr lückenhaft und meist wenig mächtig entwickelt. Lediglich die miozänen Auspitzer Mergel weisen eine größere Mächtigkeit auf.

Als Danien wurden die Bruderndorfer Schichten von O. KÜHN (1928, 1930, 1960 a, b) erkannt; das sind Feinsande, deren Foraminiferenfauna von M. E. SCHMID (1963) neu bearbeitet wurde; ferner Glaukonitsandsteine, Mergelsandsteine und Nulliporenkalke. Oberpaläozänes Alter ha-

ben die basalen tegeligen Sande der Reingruber Serie, welche aber gegenwärtig nicht aufgeschlossen sind. Das nächstjüngere Schichtglied bilden die Nummulitenkalke des Waschberges, daher auch Waschbergkalke genannt, welche in das Cuisien zu stellen sind. In das Lutet sind die Nummuliten führenden Haidhofsichten einzureihen, und die Sande und Sandsteine der Reingruberhöhe, deren Kleinforminiferenfauna jüngst von K. GOHRBANDT (1962) bearbeitet wurde, vertreten das höhere Led. Die Makrofauna wurde von R. SIEBER (1953) bearbeitet.

Die grauen Tonmergel der Michelstettener Schichten lassen nach A. PAPP (1960) auf Grund ihrer Mikrofauna nur eine Einordnung in das Chatt/Aquitän zu.

Das nächstjüngere Schichtglied sind die schieferigen Tone und Tonmergel der sogenannten Auspitzer Mergel, welche das am weitesten verbreitete und mächtigste Schichtglied der Waschbergzone bilden; die Tiefbohrung Korneuburg 2 verblieb in denselben bis 737 m. Als lokale Einschaltung treten Blocksichten aus Kristallin und Flyschgesteinen auf; früher wurden einzelne Blöcke, die einen Durchmesser von über zehn Meter erreichen können, als Scherlinge gedeutet. Die spärliche Mikrofauna läßt auf ein burdigalisches Alter der Auspitzer Mergel schließen.

Von einer Aufschiebungslinie getrennt liegt am Außenrand der Waschbergzone die Serie der eisenschüssigen Tone und Sande, welche an der Oberfläche bunte Verwitterungsformen aufweisen. Sie fallen ziemlich steil mit 45—55° gegen SE ein. Infolge des Mangels an paläontologischen Unterlagen wird dieser Schichtstoß auf vergleichender Basis in das untere Helvet gestellt. Aufbrüche älterer Gesteine wurden in dieser Zone bisher nicht beobachtet (R. GRILL, 1962).

Die Waschbergzone ist auf die autochthone Molassezone aufgeschoben, wie die in der letzten Zeit niedergebrachten Tiefbohrungen der Österreichischen Mineralölverwaltung A. G. eindeutig erwiesen haben (F. BRUX, K. GÖTZINGER u. a., 1963). Die Waschbergzone wird ihrerseits ziemlich flach von der Flyschzone überschoben, wie die zahlreichen Deckschollen von Flyschgesteinen auf Auspitzer Mergeln zwischen Stockerau und E. Ernstbrunn zeigen. Weiter im NE ist die Überschiebung durch die tertiären Sedimente des Inneralpinen Wiener Beckens verhüllt. Das Alter der Überschiebung ist relativ jung und ziemlich genau fixiert, da das Burdigal in den Schuppenbau einbezogen ist. Stärker gestörtes Helvet findet sich am Außenrand der Waschbergzone und das Torton transgrediert flach über beide Einheiten.

Weder die kretazischen Ablagerungen, noch das Alttertiär der Waschbergzone erlauben einen direkten Vergleich mit dem Helvetikum bzw. der Buntmergelserie. Die Auspitzer Mergel sind gegen S bis zur Strom-

ebene zu verfolgen. In der südlichen bzw. südwestlichen Fortsetzung liegen unmittelbar dem Flysch vorgelagert Burdigalschlier, Blocksande mit Flyschgeröllen und Blockmergel mit Kristallingeröllen. Die Waschbergzone liegt somit in der Fortsetzung der subalpinen Molasse und der etwas stärker gestörten Vorfaltungszone der autochthonen Molasse. Nördlich der Donau gewinnen diese beiden Zonen an Eigenständigkeit und werden zu dem selbständigen karpatischen Element der Waschbergzone, welche in der Tschechoslowakei in der Steinitzer Einheit ihre Fortsetzung findet (R. GRILL, 1962). Die neuesten Ergebnisse von detaillierten Untersuchungen in dieser Steinitzer Einheit sind in der Arbeit I. ČIČHA, F. CHMELIK, F. PÍCHA, Z. STRANÍK (1964) zu finden.

Morphologisch treten die Grenzen zwischen der autochthonen Molasse des Außeralpiner Wiener Beckens, der Waschbergzone und des Inneralpiner Wiener Beckens kaum in Erscheinung, da die beherrschenden Elemente dieser drei Einheiten, die helvetischen Schliermergel, die Auspitzer Mergel und die tortonischen Tonmergel durch ähnliche Landschaftsformen ausgezeichnet sind. Außerdem greifen die tortonischen Ablagerungen und vor allem die pannonischen Schotter und Sande des Hollabrunner Schuttfächers über alle drei Einheiten hinweg. Der Verlauf der Waschbergzone ist morphologisch nur durch die markant in der Landschaft hervortretenden Aufbrüche der härteren mesozoischen Gesteine, insbesondere der Jurakalke und der harten eozänen Waschbergkalke der „Äußeren Klippenzone“ gekennzeichnet.

## 6. Das Inneralpine Wiener Becken

Das Inneralpine Wiener Becken ist ein Einbruchsbecken. Es liegt im Grenzbereich der Alpen und der Karpaten, in welchem die W—E streichenden Alpen gegen NE umschwenken und in die Karpaten übergehen. Die jungtertiären Ablagerungen des Inneralpiner Wiener Beckens liegen zur Gänze auf alpin-karpatischem Boden und unter denselben streichen in spitzem Winkel die tektonischen Einheiten der Alpen hindurch und setzen sich in den Karpaten fort.

Das Inneralpine Wiener Becken hat eine spindelförmige Gestalt und ist von Brüchen begrenzt. Es ist durch zahlreiche große synsedimentäre, vielfach parallel verlaufende Brüche mit gegen das Hangende abnehmender Sprunghöhe in mehrere Schollen zerteilt, wie z. B. durch den Schrattenberg- und den Steinbergbruch, letzterer mit einer Sprunghöhe von 2000 m für das obere Torton, im Wiener Becken nördlich der Donau, und durch den Leopoldsdorfer Verwurf sowie durch die Randbrüche der Mitterndorfer Senke im Wiener Becken südlich der Donau. Der Verlauf dieser Brüche ist allerdings durch das Übergreifen von zum Teil geringmächtigen

gen tertiären Sedimenten aus dem Becken auf tiefer liegende Teile der Umrahmung oder durch den erwähnten Übergang der unterpliozänen Schotter des Hollabrunner Schuttkegels in die gleichaltrigen Schichten der Mistelbacher Bucht und vor allem durch die pleistozänen Ablagerungen (Terrassenschotter, Löß usw.) oberflächlich vielfach nicht zu erkennen.

Im stratigraphischen und tektonischen Aufbau des Beckens sind zwei Zyklen zu unterscheiden, ein burdigalisch-helvetischer und ein tortonisch bis jungpliozäner.

#### a) *Burdigalisch-helvetischer Zyklus*

Im tschechoslowakischen Anteil des Inneralpinen Wiener Beckens ist Burdigal schon seit einigen Jahrzehnten paläontologisch nachgewiesen. Als Ergebnis der intensiven Erschließung des Beckens in jüngster Zeit werden von den tschechoslowakischen Geologen (T. BUDAY und I. CÍCHA, 1956) heute ein unteres und oberes Burdigal unterschieden, wobei erstgenanntes nur lokale Verbreitung hat, letztgenanntes aber Teile des mächtigen Schliermergels mit Flyschschutt an der Basis (Luschitzer Serie) umfaßt. Im Bereiche der Mistelbacher Scholle im österreichischen Anteil des Wiener Beckens wurde der Schliermergel-Komplex von R. GRILL (1948) in den Cyclamina-Bathysiphon-Schlier im Liegenden, den Cibicides-Elphidium-Schlier und den fossilarmen Schlier mit Fischresten im Hangenden gegliedert und zur Gänze in das Helvet gestellt. Nach dem letzten Forschungsstande dürften die beiden höheren Zonen dem Helvet, der Cyclamina-Bathysiphon-Schlier dem oberen Burdigal angehören. Im Burdigal hat demnach eine Meeresverbindung bestanden zwischen dem Außeralpinen Wiener Becken über den Raum der heutigen Waschbergzone, des nördlichen Inneralpinen Wiener Beckens und dem Becken von Tyrnau östlich der Kleinen Karpaten, quer zum Verlauf der Randbrüche und Senkungszonen des jüngeren Zyklus des Inneralpinen Wiener Beckens, worauf erstmals D. ANDRUSOV (1938) hingewiesen hat.

Diskordant über den Schliermergeln liegen auf der Mistelbacher Scholle vielfach nur wenig mächtige marine Mergel und Sande mit *Uvigerina bononiensis*, die den ins Oberhelvet gestellten Laaer Schichten des Außeralpinen Wiener Beckens entsprechen. Vermutlich dem höheren Teil der Laaer Schichten gehört die Füllung des Korneuburger Beckens an, das von der Molassezone und dem Inneralpinen Wiener Becken vollkommen getrennt ist. Es liegt zwischen dem Schließbergzug im Westen und dem Bisambergzug im Osten. Im W wird es von einem markant in der Landschaft hervortretenden Bruch begrenzt, während es im SW im Donaubruch endet. Fast die gesamte Beckenfüllung wurde von der Tiefbohrung Korneuburg 1 durchörtert, welche in einer Tiefe von 450 m den

Flysch des Untergrundes angefahren hat. Jüngere Sedimente fehlen im Korneuburger Becken, was darauf schließen läßt, daß die Senkungsbe-  
wegungen in demselben mit Ende des Helvets aufgehört haben.

Der Spannberger Rücken, eine durch die erdölgeologischen Untersu-  
chungen nachgewiesene W—E-streichende begrabene Schwellenzone spiel-  
te während des älteren Zyklus als Grenze zweier Faziesräume eine we-  
sentliche Rolle. Südlich dieses Rückens wurde nur ganz lokal marines  
Burdigal erbohrt. Das Helvet ist hier zur Gänze verarmt marin bis lim-  
nisch entwickelt. An der Basis liegen Oncophora-Schichten mit *Rzehakia*  
und darüber limnische Schichten als Vertretung der Laaer Serie (J. KA-  
POUNEK, L. KÖLBL u. a., 1963).

#### b) Tortonisch-jungpliozäner Zyklus

Im unteren Torton begannen die großen Absenkungsbewegungen des  
eigentlichen Inneralpinen Wiener Beckens, welche mit verschiedener In-  
tensität bis in das Pleistozän angedauert haben. Von diesen Senkungs-  
bewegungen wurden auch neue, bisher trocken liegende Teile der Alpen  
und Karpaten ergriffen. Die tortonisch bis pliozänen Sedimente liegen  
daher zum Teil direkt auf den Gesteinen dieser beiden Faltengebirge,  
zum Teil diskordant auf den Ablagerungen des älteren Zyklus (R. JANO-  
SCHEK, 1951).

Die marinen tortonischen Sedimente sind faziell reich geglie-  
dert. An den Rändern des Beckens wurden Brekzien, Schotter und Kon-  
glomerate abgelagert; zum Teil reichen aber einzelne Schotterfächer weit  
in das Becken hinein, wie die Tiefbohrungen bei Oberlaa und Aderklaa  
ergeben haben. Zu den küstennahen Bildungen zählen auch die Nullipo-  
renkalke, welche wegen ihrer weiten Verbreitung am Fuße des Leitha-  
gebirges auch Leithakalke genannt werden. Am Steinberg bei Zisters-  
dorf, weit im Beckeninneren gelegen, stehen gleichfalls Nulliporenkalke  
an, welche sich im Bereich einer Untiefe des tortonischen Meeres gebil-  
det haben. Einen großen Anteil am Aufbau des Tortons haben Sande und  
Sandsteine, welche an einzelnen Stellen eine überaus reiche Mollusken-  
fauna führen. Für die Tonmergel wurde vielfach ganz allgemein der Aus-  
druck Badener Tegel gebraucht. Die Tegel im klassischen Gebiet in der  
Umgebung von Baden sind aber eine charakteristische Ausbildung des  
unteren Tortons, welche auf die Rand- und Schwellengebiete des Bek-  
kens beschränkt ist. Von einem solchen im Wiener Becken nördlich der  
Donau gelegenen Vorkommen wurden in letzter Zeit die Mikro- und  
Nannofossilien beschrieben (A. BACHMANN, A. PAPP und H. STRADNER,  
1963). Im Beckeninneren, wo das Torton von mächtigen jüngeren Sedi-



menten überlagert ist, wird die tonig-mergelige Fazies des Torton aus dunkelgrauen, mäßig geschichteten, festen Tonmergeln mit vielen Sand- und Sandsteinzwischenlagen aufgebaut. Auch faunistisch weisen diese Tonmergel beträchtliche Unterschiede gegenüber dem Badener Tegel auf (R. GRILL, 1955).

Die Mächtigkeit der tortonischen Ablagerungen schwankt sehr stark. In den Randgebieten und im Bereich der höher gelegenen Schollen beträgt diese 100—600 m, während dieselbe in den Muldengebieten der Tiefscholle, entsprechend der größten Absenkung, einen maximalen Wert von 1500 m erreicht.

Die tortonischen Sedimente sind vielfach sehr fossilreich. Die reichen Faunen und Floren lieferten wertvolle Hinweise für die fazielle und zonale Gliederung des Torton. Diese wurden in großen Tafelwerken und zahlreichen Spezialarbeiten beschrieben, welche für die Gliederung des europäischen Tertiärs und für die Korrelierung der einzelnen Becken untereinander von großer Bedeutung waren. Eine systematische Übersicht der jungtertiären Bivalven und Gastropoden und eine Liste der einschlägigen Literatur ist R. SIEBER (1955, 1958) zu verdanken.

Die Gliederung und Einstufung der einzelnen Schichtpakete des Torton in den verschiedenen durch Brüche getrennten Schollen und insbesondere die Korrelierung der zahlreichen Tiefbohrungen erfolgte vorwiegend mit Hilfe der Foraminiferenfaunen. Die hochmarinen Mikrofaunen der Lagenidenzone kennzeichnen das untere Torton. Durch schrittweise Verarmung entwickelten sich daraus die Faunen der höheren Zonen, welche nach besonders charakteristischen, häufigen Leitformen benannt sind: Die Sandschaler- oder Spiroplectamina carinata-Zone, die Bolivina dilatata-Zone. Das oberste Torton bilden schließlich marin-brackische Schichten mit *Rotalia beccarii* und Elphidien (R. GRILL, 1941, 1948).

Mit dem Ende des Torton wurde das Inneralpine Wiener Becken wie alle anderen auf alpin-karpatischem Boden liegenden Einbruchsbecken vom Meer abgeschnitten, was mit einer weiteren Reduktion des Salzgehaltes in denselben verbunden war. Die brachyhaline Schichtenfolge der von E. SUSS als Sarmat bezeichneten Stufe ist faziell ähnlich reich gegliedert wie das Torton und wird aufgebaut aus Brekzien, Schottern, Sanden und Tonmergeln, jedoch treten anstelle der Leithakalke mit gewachsenen Nulliporenrasen und -knollen die sogenannten detritären Leithakalke auf, hellgelbe bis weiße Kalksandsteine mit zerbrochenen Nulliporenästchen, umgelagert aus den tortonischen Nulliporenkalken. Die Mächtigkeit der sarmatischen Ablagerungen erreicht in den verschiedenen Beckenteilen ähnliche Werte wie jene des Torton.

Durch die Abnahme des Salzgehaltes sind alle stenohalynen Formen ausgestorben. Die sarmatische Molluskenfauna, welche von A. PAPP (1954) monographisch bearbeitet wurde, ist daher durch Artenarmut, aber Individuenreichtum ausgezeichnet. Die sarmatische Schichtenfolge kann mit Hilfe der Mollusken vom Liegenden in das Hangende in Rissoenschichten, Ervilienschichten und Mactraschichten und mit Hilfe der Foraminiferen in die *Elphidium reginum*-Zone, *Elphidium hauerinum*-Zone und *Nonion granosum*-Zone gegliedert werden.

Während des PANNONS schritt die Aussüßung im Wiener Becken und in den angrenzenden, vom pannonischen See eingenommen Gebieten weiter vorwärts. Für das tiefere und mittlere Pannon sind kaspibrakische und für das höhere limnisch-fluviatile Faunen charakteristisch. Im oberen Pannon kommt es vielfach zur Bildung von meist nur geringmächtigen Kohleflözen und im höchsten Pannon zur Entstehung von Süßwasserkalken (Eichkogel bei Mödling). Im obersten Pannon verlandet das Inneralpine Wiener Becken und es beginnt die Zeit der Ausräumung.

Die pannonischen Sedimente, nach der häufigsten Muschelgattung auch Congerienschichten genannt, sind faziell mannigfaltig gegliedert und erreichen eine ähnliche Mächtigkeit wie jene der älteren Stufen. Sie enthalten eine reiche Fauna, deren monographische Bearbeitung eine Gliederung derselben in acht Zonen (A—H) ermöglichte (A. PAPP, 1953). Bei Fehlen von charakteristischen Mollusken ist eine Einstufung der einzelnen pannonischen Schichten auch mit Hilfe der Ostrakoden möglich (K. KOLLMANN, 1960 a).

Ablagerungen des jüngeren Pliozäns sind im Inneralpinen Wiener Becken selten. In das Daz zu stellen ist das Rohrbacher Konglomerat im SW-Teil des Beckens (H. KÜPPER, A. PAPP und E. THENIUS, 1952). Ein ähnliches Alter dürften auch die roten und grünen Lehme haben, welche im E des Steinbergbruches eine beachtliche Mächtigkeit von 60 m erreichen und auf das Andauern der Absenkungsbewegungen entlang dieses Bruches bis in das jüngste Pliozän hinweisen (R. JANOSCHEK, 1951).

Bei der altersmäßigen Gliederung der Schichtfolge der Molassezone und des Inneralpinen Wiener Beckens wurde vielfach auf neueste Ergebnisse der paläontologischen Forschung hingewiesen, welche für die Einstufung der einzelnen Schichtglieder in das Burdigal, Helvet, Torton, Sarmat oder Pannon sprechen. Man muß sich jedoch bewußt sein, daß die tatsächliche Parallelisierung der in die obgenannte Stufen gestellten Schichtglieder der Molassezone bzw. des Inneralpinen Wiener Beckens mit Schichten der in Frankreich, in der Schweiz, in Italien etc. gelegenen Typuslokalitäten vielfach auf Schwierigkeiten stößt. A. PAPP (1960, 1963) hat daher, um Mißverständnisse zu vermeiden, vorgeschlagen, bis zur end-

gültigen Klärung der Altersfrage Lokalnamen für die einzelnen Schichtserien in den verschiedenen Becken zu verwenden, und zwar Eggenburger Serie für das tiefere Burdigal, Luschtizer Serie für das höhere Burdigal und das untere Helvet, Laaer Serie für das obere Helvet, Badener Serie für das Torton, während das Sarmat und Pannon des Inneralpinen Wiener Beckens und anderer Senkungsgebiete am Alpenostrand sehr wahrscheinlich dem Messiniano im Mittelmeergebiet entsprechen.

## 7. Das Jungtertiär an der Ost- und Südabdachung der Zentralalpen

Die verschiedenen tektonischen Einheiten der Alpen werden im E von jungtertiären Ablagerungen verhüllt, welche in einzelnen von Brüchen und Flexuren begrenzten Becken bzw. Teilbuchten der Kleinen Ungarischen Tiefebene abgelagert wurden. Auch in diesem Raum sind mehrere Zyklen zu unterscheiden. Die helvetischen Schichten, vielfach von präortonischen Brüchen begrenzt, werden, soweit sie von den jüngeren Absenkungsbewegungen erfaßt wurden, diskordant von den jüngeren miozänen Schichten überlagert. Der östlich des Ruster Höhenzuges bzw. der Südburgenländischen Schwelle liegende Raum war während des mittleren und oberen Miozäns zum größten Teil Festland und wurde erst im untersten Pliozän vom pannonischen See überflutet.

### a) Becken von Eisenstadt und Gebiet östlich des Neusiedler Sees

Das Becken von Eisenstadt wird im NW und W vom Leithagebirge bzw. vom Rosaliengebirge, im S vom Brennberger Hügelland und im E vom Ruster Höhenzug begrenzt. Seine Schichtenfolge ist ähnlich aufgebaut wie jene des Inneralpinen Wiener Beckens, mit welchem es über die Wiener Neustadt-Ödenburger Pforte in Verbindung stand. Besonders hervorgehoben sollen lediglich die großen Steinbrüche in den tortonischen Nulliporenkalksandsteinen von Müllendorf und St. Margareten werden, welche die Bausteine von zahlreichen Monumentalbauten in Wien lieferten; ferner die reichlich *Terebratula* führenden Sande nördlich von Eisenstadt, die reich Mollusken führenden Sande und Schotter von Forchtenau und Mattersburg (R. SIEBER, 1956) und der sogenannte Schlier von Walbersdorf.

Im W der Hainburger Berge zeigt das Torton und Sarmat eine ähnliche Ausbildung wie in gleich gelagerten Randgebieten des Inneralpinen Wiener Beckens. Gegen E nimmt jedoch die Mächtigkeit der obgenannten Stufen stark ab und im E der Hainburger Berge und des Spitzer Berges stehen nur mehr pannonische Schichten an, wie die detaillierte Aufnah-

me des Gebietes durch G. WESSELY (1961) ergeben hat. Eine ähnliche Erscheinung ist auch im Gebiet des Ruster Höhenzuges zu beobachten. Über den Aufbau des Gebietes östlich des Neusiedler Sees gibt am besten die Bohrung Podersdorf 2 der Eurogasco Auskunft, welche 1432 m Pannon, 127 m Sarmat und nur 43,5 m Torton durchfahren hat. Unter etwa 20 m mächtigen roten und grünen Tonen mit Kristallingrus und Kaolinschmitzen ist sie in das kristalline Grundgebirge eingedrungen. Das Jungtertiär weist somit eine für das pannonische Becken typische Entwicklung auf.

#### b) *Brennberger Hügelland und Landseer Bucht*

Das Brennberger Hügelland, zwischen dem Rosaliengebirge und der Kristallinsel von Ödenburg, wird aus limnisch-fluviatilen Schichten helvetischen Alters aufgebaut, welche eine Mächtigkeit von mehreren hundert Metern aufweisen. An der Basis liegen die kohleführenden Süßwasserschichten von Brennbürg und die unteren Auwaldschotter. Darüber folgen die oberen Auwaldschotter, für welche der reiche Gehalt an gut gerundeten Geröllen aus der Grauwackenzone und den nördlichen Kalkalpen sowie aus eozänen Nummulitenkalksandsteinen und Nulliporenkalken charakteristisch ist. Darüber liegen die Hochriegelschichten mit nicht abbauwürdigen Lignitflözen und im Hangenden die Brennberger Blockschotter, welche aus Blöcken bis Kubikmetergröße des in unmittelbarer Nähe anstehenden alpinen Kristallins in einem sandig-lehmigen Bindemittel bestehen.

Die helvetischen Schichten werden in der Landseer Bucht diskordant von tortonischen Sedimenten mit den zum Teil fossilreichen Ritzinger Sanden sowie von Ablagerungen sarmatischen und pannonischen Alters überlagert. Am Pauliberg und bei Oberpullendorf werden jungpliozäne basaltische Gesteine abgebaut (M. VENDEL, 1930; R. JANOSCHEK, 1932; H. KÜPPER, 1957).

#### c) *Steirisches Becken*

Das drittgrößte Tertiärbecken in Österreich ist das Steirische Becken. Es wird im NE von der Rechnitzer Schieferinsel, im N von den Graniteisen des Masen- und Kulmberges, im NW von den Ausläufern des Grazer Paläozoikums, im W von dem mächtigen kristallinen Gebirgsstock der Koralpe und im S vom Possruckgebirge begrenzt. Die östliche bzw. südöstliche Grenze bildet die morphologisch wenig in Erscheinung tretende Südburgenländische Schwelle, eine zum größten Teil von tertiären Ablagerungen bedeckte, durch Gravimetermessungen bestätigte Hochzone, welche oberflächlich durch das Auftreten einzelner paläozoischer Inselberge gekennzeichnet ist. Durch die Sausalschwelle wird das

Steirische Becken in zwei Teile geteilt, in das kleinere und seichtere Weststeirische und das ungleich größere und tiefere Oststeirische Becken. Die Kenntnisse über die Gliederung der Tertiärablagerungen und den tektonischen Aufbau des Steirischen Beckens wurden durch die großräumigen erdölgeologischen Untersuchungen des Tiefbohrunternehmens R. K. van Sickle und vor allem der Rohoel-Gewinnungs A. G. wesentlich erweitert. Zusammenfassende Darstellungen finden sich in R. JANOSCHEK (1957), K. KOLLMANN (1960 b), G. KOPETZKY (1957) und A. WINKLER-HERMADEN (1913, 1951, 1957).

In diesem Raum sind gleichfalls zwei Zyklen zu unterscheiden, ein helvetischer und ein tortonisch bis pannionischer.

Das Unterhelvet, Helvet s. str., wird ausschließlich aus limnisch-fluviatilen Schichten, Schottern, Sanden und Tonen mit Kohlenflözen aufgebaut. Im Weststeirischen Becken wurden diese Sedimente als Radelwildbachschotter, Untere Eibiswalder Schichten u. a. beschrieben und in das Burdigal gestellt (A. WINKLER-HERMADEN, 1913, 1951, 1957). Nach den neuesten stratigraphischen vergleichenden Untersuchungen von K. KOLLMANN dürften alle diese Ablagerungen jedoch in das Unterhelvet zu stellen sein. Im Oststeirischen Becken dürfte die basale Rotlehmserie (Tonsteine mit Sandstein-, Brekzien- und Glanzkohlenlagen) sowie die Mergelsteine mit Glanzkohlenlagen und die gleichfalls limnisch-fluviatile Konglomeratserie der Tiefbohrung Übersbach 1 (1980—2636 m) der Rohoel-Gewinnungs A. G. ein ähnliches Alter haben.

Im Oberhelvet erfolgte eine starke individuelle Absenkung der Teilbecken und die damit verbundene Herausmodellierung des heutigen differenzierten Grundgebirgsreliefs. Im Weststeirischen Becken hält zunächst die Bildung limnisch-fluviatiler Sedimente weiterhin an. Die Mittleren Eibiswalder Schichten sowie die Äquivalente der Oberen, die Schichten von Köflach, führen z. T. sehr mächtige Kohlenflöze, welche den größten Teil der steirischen Kohlenproduktion liefern. Diese beiden Schichtkomplexe sind auf Grund des Einsetzens der im Oststeirischen Becken altersmäßig gut fixierbare Tuffe nach K. KOLLMANN (1960 b) zum größten Teil dem oberhelvetischen Steirischen Schlier gleichzusetzen. Die Einstufung in das Helvet wird durch die neueste kritische Untersuchung der berühmten Eibiswalder Wirbeltierfauna durch M. MORTL (1961) gestützt. Erst im höchsten Teil des Oberhelvets kommt es im S, in der Gamlitzer Bucht zur Ablagerung von marinen Sedimenten.

In die einzelnen Teilbuchten des Oststeirischen Beckens dagegen dringt das Meer bereits mit dem Beginn des Oberhelvets von S, vom Murbekken ein und überflutet einen Großteil derselben. In dem westlich des Gleichenberger Vulkanmassivs liegenden Gnaser Teilbecken werden

hochmarine Sedimente, der sogenannte Steirische Schlier, abgelagert. Im Bereich der weiter im E und NE gelegenen Teilbecken von Fürstenfeld und Fehring werden harte Tone, Tonsteine und Tonmergel mit verarmten Faunen abgesetzt. Gegen N gehen diese Sedimente in lagunäre und schließlich fluviatile Ablagerungen der Bucht von Pinkafeld und Friedberg über. Das terrigene Material des Oststeirischen Beckens stammt, im Gegensatz zu früheren Auffassungen, zum größten Teil aus dem Bereich der Ungarischen Mittelgebirge und des landfesten Teiles des Westpannonischen Massivs.

Die Bruchbewegungen während des Oberhelvets werden von einem sauren, andesitisch-dazitischen Vulkanismus begleitet. Es entstehen große Schildvulkane, wie das zur Gänze von Tertiär begrabene Landorfer Massiv (M. TOPERCZER, 1947) und das Gleichenberger Massiv, welches nach den reflexionsseismischen Messungen der Rohoel-Gewinnungs A. G. unter der Tertiärbedeckung eine bedeutend größere Fläche einnimmt als die obertags anstehenden vulkanischen Gesteine der Gleichenberger Kogel. Kleinere Gangfüllungen ähnlicher Gesteine sind im ganzen Gebiet weit verbreitet; Lagen von sauren Aschen und Bentonittuffen ermöglichen weiträumige Korrelierungen zwischen den verschiedenen Faziesräumen.

Das Torton. An der Grenze zwischen dem Oberhelvet und dem Torton klingen die Bewegungen an den helvetischen Brüchen allmählich ab und an ihre Stelle tritt eine vorwiegend bruchlose Absenkung. Nach einer kurzen Abtragung wird ein großer Teil des Steirischen Beckens einschließlich der trocken gelegenen Grundgebirgsschwellen und Teilen des bisherigen Beckenrandes vom tortonischen Meer überflutet. Auch gegen N, in die Pinkafeld-Friedberger Teilbucht dringt das tortonische Meer ein. Der andesitisch-dazitische Vulkanismus hört im tieferen Torton auf. Alle diese Ereignisse finden in der großen regionalen Diskordanz zwischen den helvetischen und tortonischen Schichten, der Jungsteirischen Phase, ihren Niederschlag.

Die tortonischen Ablagerungen sind faziell reich gegliedert. Im Bereich der seichten Schwellen und an den Rändern der Inselberge der Sausalschwelle finden sich fossilreiche Nulliporenkalke und Kalksandsteine, welche sich beckenwärts mit fossilreichen Sanden und Tonmergeln verzahnen. Die Gliederung nach Mikrofaunen ist die gleiche wie im Inneralpinen Wiener Becken.

Im Sarmat werden weitere Teile des bisherigen Festlandes überflutet; dagegen wird der S-Teil des Beckens weiter gehoben, was eine Verschiebung der Beckenachse nach N zur Folge hat. Die sarmatischen Sedimente lassen eine ähnliche lithologische Entwicklung und Gliederung wie im Wiener Becken erkennen. In mehreren Niveaus treten Schotter-

lagen auf, insbesondere an der Basis des Obersarmats (der carinthische Schotter A. WINKLER-HERMADENS). Das Material derselben dürfte allerdings nicht vom Süden, von einem Vorläufer der Drau, sondern von einem Landmassiv im Bereich der Burgenländischen Schwelle bzw. von einem östlich davon gelegenen Land stammen.

Das P a n n o n. Das tiefere Unterpannon ist im Oststeirischen Becken ähnlich entwickelt wie im Inneralpinen Wiener Becken. Im höheren Unterpannon finden jedoch schon Verlandungen statt, welche in ausgedehnten, gegen den N-Rand des Beckens mächtiger werdenden Schotterdecken ihren Ausdruck finden. Mittel- und Oberpannonische Ablagerungen finden sich nur im östlichsten Teil des Steirischen Beckens. Die pannonischen Sedimente besitzen daher insgesamt nur eine maximale Mächtigkeit von etwa 300 m, während dieselbe im Inneralpinen Wiener Becken einen Wert von über 1000 m erreicht.

Jungpliozänes Alter haben lediglich höher gelegene Terrassenschotter und Lehme im Bereich der Oststeirischen Vulkanberge.

Während im Steirischen Becken die Absenkungsbewegungen im unteren Pannon weitgehend zum Stillstand kamen, begann der Raum östlich der Südburgenländischen Schwelle, an welchem Österreich nur einen geringen Anteil hat, stark zu sinken. Die pannonischen Ablagerungen, insbesondere das Oberpannon, besitzen hier daher, im Gegensatz zum Oststeirischen Becken, eine große Mächtigkeit, während die älteren Stufen nur lückenhaft entwickelt sind oder vollkommen fehlen. So haben Schurfbohrungen auf Kohle zwischen der Rechnitzer Schieferinsel und dem Eisenberg über dem Kristallin nur pannonische Schichten der Stufen D—F, das ist oberes Unterpannon, Mittelpannon und Oberpannon durchfahren (A. PAPP und A. RUTNER, 1952). Auch die Bohrungen der Österreichischen Mineralölverwaltung A. G. im Raume von Güssing östlich der Schwelle haben über dem Paläozoikum nur pannonische Schichten angetroffen.

Ein Hauptmerkmal der Geologie der Oststeiermark ist das Vorkommen von basaltischen Gesteinen, welche in Form von Spalten- und Deckenergüssen sowie von tuffgefüllten Schloten auftreten. Diese haben postpannonisches, sehr wahrscheinlich dazisches Alter.

#### d) Lavanttaler Becken

Zwischen dem S-Teil der Saualpe und der Koralpe liegt das kleine, von Brüchen begrenzte Lavanttaler Becken, dessen Schichtenfolge vom Oberhelvet bis in das Unterpannon reicht.

Im oberen Helvet wurde das W—E-streichende Granitztaler Becken von

den Granitztaler Schichten, Blockschotter und sandige mergelige Lagen mit Kohlen, welche eine Mächtigkeit von 800 m erreichen, zugeschüttet.

Im unteren Torton begann die Absenkung des eigentlichen NW—SE-streichenden Lavanttaler Beckens. Untertortonisches Alter haben die oberen, mehr sandigen Granitztaler Schichten und die Blockschotter der St. Stefaner Mulde, Süßwasserschichten, welche eine Mächtigkeit von 400 m erreichen. Die weitere Absenkung des Lavanttaler Beckens ermöglichte im Mitteltorton das Eindringen des Meeres. In diesem Zeitraum wurden im Dachberggebiet dünnblättrige Fischschiefer und darüber die fossilreichen Mühlendorfer Schichten mit einer für die Spiroplectamina-Zone charakteristischen Foraminiferenfauna mit einer Gesamtmächtigkeit von maximal 100 m abgelagert. Sehr bezeichnend ist eine Einlagerung eines Dazituffes. Südöstlich von Ettendorf transgredieren Schichten mit ähnlichen marinen Faunen auf dem Korralpenkristallin. Im oberen Torton war jedoch die Verbindung mit dem Meer unterbrochen und es kommt wieder zur Ablagerung von Brack- bis Süßwasserschichten, Mergeln, Tonen und Sandsteinen mit den Dachbergschottern im Hangenden, insgesamt 400—700 m mächtig.

Im Sarmat ist das Lavanttaler Becken weiter abgesunken. Im Untersarmat werden vorwiegend Mergel mit Rissoen und Elphidienfaunen abgelagert, in welche die in Abbau stehenden Flöze eingeschaltet sind; die Mächtigkeit beträgt 100—200 m. Über dem Hangendflöz erscheint ein Phosphorithorizont mit reichen Säugetierresten. Das mittlere Sarmat fehlt, das obere Sarmat wird aus Tonen, Sanden und Mergeln des Kuchler Horizontes aufgebaut.

Das Unterpannon ist durch Tone, Sande und Schotter in einer Mächtigkeit bis zu 400 m vertreten.

Die isolierte Stellung der jungtertiären Schichten des Lavanttaler Beckens im SE der Zentralalpen läßt auf große tektonische Störungen in diesem Raum schließen. So wird von BECK-MANNAGETTA (1952), dem die Neuaufnahme dieses Gebietes zu verdanken ist, für die Lavanttaler Störung, von welcher das Becken gegen die Korralpe begrenzt wird, eine Sprunghöhe von 4000—5000 m nach der Lage der Unterkante des Untersarmats zwischen dem Lavanttaler und dem Grazer Becken angenommen.

#### e) Klagenfurter Becken

An der S-Abdachung der Zentralalpen und in einer Vortiefe der Karawanken liegt das Tertiär des Klagenfurter Beckens. An der Basis liegen nach F. KAHLER (1953) die Grundflözschichten und darüber die Rosenbacher Kohlschichten, Tone mit Kohlenflözen und Geröllschichten. Gegen



das Hangende folgt dann das Bärenentaler Konglomerat. Diese limnisch-fluviatilen Sedimente haben nach den palynologischen Untersuchungen von W. KLAUS (1958) ähnliche Mikrofloren geliefert wie das Sarmat des Lavanttaler Beckens. Auch die Landschnecken weisen nach A. PAPP (1957) auf sarmatisches Alter hin. Die Ablagerungen sind stark gestört; z. T. fallen sie unter die Hauptüberschiebung der Nordkette der Karawanken und werden von dieser überschoben; z. T. liegen sie innerhalb der Nordkette, von steilen Brüchen und Überschiebungen begrenzt.

Zwischen dem Faaker See und südlich Völkermarkt liegt auf den soeben beschriebenen Tertiärablagerungen sarmatischen Alters bzw. nördlich derselben das Sattnitzkonglomerat. An seiner Basis finden sich Tone mit nicht abbauwürdigen Flözen, welche einen Mastodontenzahn geliefert haben, der von M. MOTTL (1955) als *Mastodon longirostris* KAUP — *M. avernensis* CROIZ et JOB. bestimmt wurde. Dieser Fund sowie die pollenanalytischen Untersuchungen von W. KLAUS (1956) und die Bestimmung der Landschnecken von A. PAPP (1957) sprechen für eine Einstufung in das jüngere Pannon. Das Sattnitzkonglomerat ist zwar noch gestört, tritt aber nach F. KAHLER (1953) nicht mehr in den Bau der Karawanken ein.

## 8. Die jungtertiären Süßwasserablagerungen in den Alpen

In der Talsenke des oberen Ennstales, vom östlichen Pongau bis zum Ennsknie bei Hieflau gibt es mehrere, z. T. kohleführende Tertiärvorkommen, und zwar bei Wagrein im Pongau, in der Lobenau bei Radstadt, am Stoderzinken und am S-Fuß des Grimings, bei Stainach und Wörschach sowie bei Hieflau. Diese werden vorwiegend aus Schottern mit faust- bis nußgroßen Geröllen aus der Grauwackenzone aufgebaut, bei den innerhalb der Kalkalpen gelegenen Vorkommen untergeordnet aus mesozoischem Material; vereinzelt finden sich auch Eozänkalkgerölle. Im Hangenden der Schotter, oder eingeschaltet in dieselben sind Sande und z. T. auch Tone mit Kohlenflözen. Alle diese Tertiärreste sind tektonisch stark in Mitleidenschaft gezogen und die Gerölle vielfach zerbrochen. Sie sind am Saume der Kalkalpen oder in der Grauwackenzone eingeklemmt. Das Tertiär vom Stoderzinken ist mehrfach gefaltet und zwischen Trias eingeschuppt. Nach A. WINKLER-HERMADEN (1951, 1957) haben diese Ablagerungen burdigalisch-helvetisches Alter. Siehe auch A. TOLLMANN und E. KRISTAN-TOLLMANN (1962).

Die Augensteinsschotter sind auf den Plateaus der nördlichen Kalkalpen vom Unterinntal in Tirol bis an ihren E-Rand südlich Wien weit verbreitet. Die Gerölle weisen auf eine Herkunft aus der Grau-

wackenzone und dem zentralalpinen Kristallin hin. Durch starke Auslese und Entfernung alles Lösbaren herrschen Quarze vor. Ihre Geröllzusammensetzung stimmt mit jener des Ennstaler Tertiärs gut überein und östlich Hieflau konnte der schrittweise Übergang des dortigen Tertiärs in ein Augensteinfeld erkannt werden. Die Augensteinvorkommen stehen in keiner Beziehung zu den alten Abtragsflächen der Kalkalpen, sondern stammen aus Schotterfeldern, die einst hoch über der heutigen Landoberfläche vorhanden waren und durch Klüfte und Karsthohlformen der Kalkunterlage herabgewaschen wurden. Gegenwärtig werden sie noch in Kluftbreccien und Höhlengangfüllungen angetroffen. Durch Auswaschung aus solchen treten sie als flächenhafte Gehängeüberstreung und besonders in Dolinen auf. Ihre weite Verbreitung weist darauf hin, daß im älteren Miozän die Entwässerung aus den Zentralalpen gegen N erfolgte und in den Kalkalpen Schotterdecken aus Material der Grauwackenzone und der Zentralalpen vorhanden waren (A. WINKLER-HERMADEN, 1957; A. TOLLMANN und E. KRISTAN-TOLLMANN, 1962).

Die norische Senke, im N-Teil der Zentralalpen gelegen, verläuft analog dem allgemeinen alpinen Streichen von Tamsweg über Knittelfeld, Leoben, Mürzzuschlag bis Gloggnitz, bis zum S-Ende des Inneralpiner Wiener Beckens. Durch das gehäufte Vorkommen von mittelmiozänen Ablagerungen tritt sie morphologisch als breite Muldenzone in Erscheinung. Die einzelnen Tertiärvorkommen der norischen Senke sind meist von Brüchen begrenzt und tektonisch eingeklemmt. An der Basis liegen vielfach Glanzkohlenflöze mit tonig-sandigen Begleitschichten, welche diskordant von einer jüngeren Blockschotterserie überlagert werden. Nach den Säugetierfunden haben diese Sedimente ein helvetisches Alter, einzelne Faunen weisen aber auch auf ein untertertonisches Alter hin. Die Schichtenfolge erreicht eine Mächtigkeit bis zu 1500 m, wie z. B. im Revier von Fohnsdorf (A. WINKLER-HERMADEN, 1951; H. ZAFFE, 1956).

Im Bereich des NE-Sporns der Zentralalpen liegen gleichfalls einzelne Lappen von mittelmiozänen Süßwasserschichten, welche eine ähnliche Schichtenfolge und ähnliche Lagerungsverhältnisse aufweisen wie jene der norischen Senke. Diesen gehören an die kohleführenden Schichten von Pitten sowie jene von Krumbach bei Aspang und N Friedberg. Auf die helvetischen Ablagerungen des Brennberger Hügellandes wurde bereits in einem früheren Abschnitt eingegangen.

Die Süßwasserschichten in den Zentralalpen sowie auch jene des Steirischen Beckens sind Reste von einst wesentlich weiter ausgedehnten Sedimentdecken, welche seither durch Denudation stark reduziert wurden und nur mehr in kleineren unzusammenhängenden, an Brüchen tief ein-

gesenkten Vorkommen erhalten sind. Viele Fragen über den geologischen Bau derselben, ihr genaues Alter und über die Zusammenhänge der einzelnen Vorkommen untereinander sowie über ihre Einzugsgebiete sind noch ungeklärt. Eine detaillierte geologische Neuaufnahme der jungtertiären Süßwasserablagerungen in den Ostalpen, eine vergleichende pollenanalytische Studie sowie exakte Gerölluntersuchungen und Schweremineraleanalysen könnten wertvolle neue Erkenntnisse bringen.

### III. Ausblick

Die Beschreibung der Tertiärvorkommen Österreichs hat gezeigt, daß tertiäre Ablagerungen am Aufbau der meisten größeren tektonischen Einheiten direkt beteiligt sind oder im Bereich derselben in Form von kleineren, durch Brüche begrenzten isolierten Resten einer einst weit verbreiteten Bedeckung erhalten sind. Dies wurde von den alpinen Geologen oft bedauert, da mitunter wichtige tektonische Kontakte oder stratigraphische Übergänge durch junge Ablagerungen verhüllt sind. Die in den letzten Jahrzehnten erfolgte Neuaufnahme vieler Tertiärgebiete, die Untersuchung ihrer Faunen und Floren nach den modernsten Methoden, vergleichende Schweremineraleanalysen und schließlich die regionalen geophysikalischen Untersuchungen sowie die zahlreichen Tiefbohrungen in den größeren Tertiärbecken haben jedoch ergeben, daß die Auswertung der zahlreichen von verschiedenen Spezialisten erzielten Ergebnisse wertvolle Daten über die jüngste Geschichte der Alpen geliefert haben. Auf einige neuere Erkenntnisse der Tertiärforschung in Österreich, welche dem Verfasser dieses besonders bedeutungsvoll erscheinen, sowie auf einzelne offene Fragen, soll nun im Folgenden als Abschluß kurz hingewiesen werden.

1. Durch detaillierte mikropaläontologische Untersuchungen im Bereich der Gosauvorkommen wurde festgestellt, daß die oberkretazischen Ablagerungen konkordant von mehrere hundert Meter mächtigen alttertiären Sedimenten überlagert werden, welche vielfach eine marine hochpelagische Foraminiferenfauna führen. Ein großer Teil der Kalkalpen muß daher während des Paleozäns und vielfach auch während des Eozäns vom Meer überflutet gewesen sein; der Laramischen Phase kann daher in den Kalkalpen keine besondere Bedeutung zugesprochen werden. Trotzdem scheinen aber an der Wende Kreide/Tertiär größere Veränderungen stattgefunden zu haben, da in mehreren Gosaugebieten in diesem Zeitraum die massenhafte Einstreuung von phyllitischem Material beginnt. Schließlich wäre auch die Frage zu klären, bzw. ein Übereinkommen über die Bezeichnung einzelner Schichtglieder zu treffen, ob

z. B. der Begriff Nierentaler Mergel, der ausschließlich für oberkretazische Ablagerungen aufgestellt wurde, als „formation“ auch für die vollkommen gleich ausgebildeten alttertiären Mergel gelten kann.

2. Das Paleozän und das Eozän sind in den verschiedenen tektonischen Einheiten, in den Kalkalpen, im Helvetikum, in der Flyschzone und in der Molassezone in verschiedener Fazies ausgebildet. Heute liegen diese Faziesräume jedoch eng beisammen und sind z. T. sogar übereinander geschoben. Es müssen daher im höheren Eozän und vor allem im Oligozän sowie auch nach dem Burdigal größere Bewegungen stattgefunden haben, wofür insbesondere die in den letzten Jahren niedergebrachten Tiefbohrungen im SW-Teil der Molassezone und in der Flyschzone (Perwang, Texing, Perschenegg und Ameis) wertvolle Anhaltspunkte geliefert haben.

3. Es ist in den letzten Jahren gelungen, die tertiäre Schichtenfolge in den einzelnen Becken vor allem mit Hilfe der neuesten mikropaläontologischen Untersuchungen genauer zu gliedern. Auch in der Korrelierung mit den unmittelbar benachbarten Becken wurden beachtliche Fortschritte erzielt. Die exakte altersmäßige Einstufung der einzelnen Schichtglieder und ihre genaue Parallelisierung mit den in den verschiedensten Ländern gelegenen Typuslokalitäten stößt jedoch noch immer auf große Schwierigkeiten.

4. Die Neubearbeitung einzelner jungtertiärer Tertiärbecken in den Alpen, wie z. B. des Lavanttaler Beckens hat wertvolle Hinweise über die damalige Ausbreitung des Tertiärs und über die während der Sedimentation und nach Abschluß derselben erfolgten jüngeren tektonischen Bewegungen ergeben (siehe Seite 349/50). Von einer vergleichenden Studie der weit verbreiteten Tertiärvorkommen sind weitere Resultate zu erwarten.

5. A. WINKLER-HERMADEN hat in vielen Arbeiten und vor allem in seinem letzten großen Werk: „Geologisches Kräftespiel und Landformung“ dargelegt, daß man aus der Mächtigkeit der jungtertiären Sedimente in den einzelnen größeren Ablagerungsräumen wertvolle Daten über den Abtrag und aus der faziellen Ausbildung Hinweise über die jüngsten Bewegungs- und Ruhephasen und letzten Endes über die Landformung in den Alpen gewinnen kann.

Die Tertiärablagerungen Österreichs sind nicht nur als eine Bedeckung zu betrachten, die tiefere Gebirgszusammenhänge verhüllt. Ihr genaues Studium, unter Anwendung der modernen Methoden ermöglicht wertvolle Schlüsse auf das jüngere geologische und geomorphologische Geschehen in den benachbarten alpinen und außeralpinen Räumen, die aus den vortertiären Schichtkomplexen nicht abgeleitet werden können.

## IV. Ausgewählte Literatur

- Aberer, F., 1958: Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und Salzburg. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **50** (1957), 23—94. Wien.
- 1962: Bau der Molassezone östlich der Salzach. — Z. dtsh. Geol. Ges., **113**, 266—279. Hannover.
- & Braumüller, E., 1958: Über Helvetikum und Flysch im Raume nördlich Salzburg. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **49** (1956), 1—39. Wien.
- Andrusov, D., 1938: Karpaten — Miozän und Wiener Becken. — „Petroleum“, **34**, 1—9. Wien 1938.
- Bachmann, A., Papp, A. & Stradner, H., 1963: Mikropaläontologische Studien im „Badener Tegel“ von Frättingsdorf, N.-Ö. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **56**, 117—210. Wien.
- Beck-Managetta, P., 1952: Zur Geologie und Paläontologie des Tertiärs des unteren Lavantales. — Jb. Geol. B. A., **95**, 1—102. Wien.
- Bentz, F. P., 1959: The Terms Flysch and Molasse and their Application. — Bull. Geol. Soc. Turkey, **7**, 46—56. Ankara.
- Bettenstaedt, F., 1958: Zur stratigraphischen und tektonischen Gliederung von Helvetikum und Flysch in den Bayerischen und Vorarlberger Alpen auf Grund mikropaläontologischer Untersuchung. — Z. dtsh. Geol. Ges., **109**, 566—592. Hannover.
- & Wicher, C. A., siehe unter Wicher, C. A.
- Braumüller, E.: 1947: Über den derzeitigen Stand der geologischen Aufschließung des Flysches im Untergrund des Ölfeldes Zistersdorf. Unveröffentlichter Bericht der Rohoel-Gew. A. A. — Wien.
- 1959: Der Südrand der Molassezone im Raum von Bad Hall. — Erdölz. **75**, 122—130. Wien—Hamburg.
- 1961: Die paläogeographische Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg. — Erdölz. **77**, 509—520. Wien—Hamburg.
- & Aberer, F., 1958: siehe unter Aberer, F.
- Brix, F., Göttinger, K., Knöll, A., Logican, St. D., 1963: New Results of Exploration in the Molasse-Zone of Lower Austria. — 6. Wld. Petr. Congr. Frankfurt/Main. Section I — Paper 3, Preprint.
- Buday, T., 1960: Die Entwicklung des Neogens der tschechoslowakischen Karpaten. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **52**, 27—47. Wien.
- & Cicha, J., 1956: Neue Ansichten über die Stratigraphie des unteren und mittleren Miozäns des Inneralpinen Wiener Beckens und des Waagtales. — Geol. Práce, **43**, 3—56. Bratislava.
- Chmelík, F., 1964: siehe unter Cicha, J.
- Cicha, J., 1956: siehe unter Buday, T.
- 1961: Zur Oligozän-Miozän-Grenze und zur Stratigraphie des Miozäns der Westkarpaten und seiner nomenklatorischen Vereinheitlichung. — Geol. Práce, **60**, 113—135. Bratislava.
- Cicha, J. & Tejkal, J., 1959: Zum Problem des sogenannten Oberhelvets in den karpatischen Becken. — Věstník ÚÚG., **34**, 141—144. Prag.
- Cicha, J., Chmelík, F., Pícha, F., Stráník, Z., 1964: Übersicht über den heutigen Stand der Forschungen in der Molassezone Südmährens. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **56**, 1964.
- Friedl, K., 1920: Stratigraphie und Tektonik der Flyschzone des östlichen Wienerwaldes. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **13**, 1—80. Wien.
- Ganss, O. & Knipscher, H. C. G., 1954: Das Alter der Nierentaler und Zwieselalmschichten des Beckens von Gosau. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **99**, 361—378. Stuttgart.
- Glaessner, M., 1931: Geologische Studien in der äußeren Klippenzone. — Jb. Geol. B. A., **81**, 1—23. Wien.

- 1937: Die alpine Randzone nördlich der Donau und ihre erdölgeologische Bedeutung. — „Petroleum“, 33, 1—8. Wien.
- G o h r b a n d t, K., 1962: Die Kleinforaminiferenfauna des obereozänen Anteils der Reingruber Serie bei Bruderndorf (Bezirk Korneuburg, Niederösterreich). — Mitt. Geol. Ges. Wien, 54, 55—145. Wien.
- 1963: Zur Gliederung des Paläogen im Helvetikum nördlich Salzburg nach planktonischen Foraminiferen. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 56, 1—116. Wien.
- G ö t z i n g e r, G., 1944: Analogien im Eozänflysch der mährischen Karpaten und der Ostalpen. — Ber. Reichsamt Bodenforsch. (Verh. Geol. B. A.), 139—160. Wien.
- G ö t z i n g e r, K., 1963: siehe unter B r i x, F. E.
- G r i l l, R., 1941: Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und den benachbarten Molasse-Anteilen. — Öl u. Kohle, 37, 595—602. Berlin.
- 1948: Mikropaläontologie und Stratigraphie in den tertiären Becken und in der Flyschzone von Österreich. — Int. Geol. Congr. „Rep. 18. Sess. Great Britain“, P. XV, 3—12. London.
- 1955: Über die Verbreitung des Badener Tegels im Wiener Becken. — Verh. Geol. B. A., 113—120. Wien.
- 1958: Über den geologischen Aufbau des Außeralpiner Wiener Beckens. — Verh. Geol. B. A., 44—54. Wien.
- 1962: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung von Korneuburg und Stockerau. — Geol. B. A., 1—52. Wien.
- H a g n, H., 1952: Zur Kenntnis der obersten Kreide am Nordfuß des Untersberges (Salzburger Alpen). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 5, 203—223, Stuttgart.
- 1960: Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. — Geol. Bavarica, 44, 1—208. München.
- H ö l z l, O., H r u b e s c h, K., 1962: Zur Gliederung des Oligozäns im östlichen Oberbayern und in Nordtirol. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 8, 423 bis 447, Stuttgart.
- H e i s s e l, W., 1951: Beiträge zur Tertiär-Stratigraphie und Quartärgeologie des Unterinntales. — Jb. Geol. B. A., 94, 207—221. Wien.
- 1957: Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 48 (R. v. Klebelsberg-Festschr.), 49—70. Wien.
- H i l l e b r a n d t, A. v., 1962 a: Das Tertiär im Becken von Reichenhall und Salzburg (Nördliche Kalkalpen). — Z. dtsh. Geol. Ges., 113, 339—358. Hannover.
- 1962 b: Das Alttertiär im Mont-Perdu-Gebiet (Spanische Zentralpyrenäen). — Eclogae Geol. Helv. 55, Basel.
- v a n H i n t e, J. E., 1962: Zur Stratigraphie und Mikropaläontologie der Oberkreide und des Eozäns des Krappfeldes (Kärnten). — Proefschrift, Schotanus u. Jens, Utrecht 1962.
- J a n o s c h e k, R., 1932: Die Geschichte des Nordrandes der Landseer Bucht im Jungtertiär. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 24, 38—133. Wien.
- 1951: Das Inneralpine Wiener Becken. — in F. X. Schaffer: Geologie von Österreich. — 525—693. Wien (Deuticke).
- 1957: Das Grazer Becken. — Erdöl in Österreich, 86—92. Wien (Natur u. Technik).
- 1959: Oil Exploration in the Molasse Basin of Western Austria. — 5. Wld. Petr. Congr. Proc. Sec. I, 849—864. New York.
- 1961: Über den Stand der Aufschlußarbeiten in der Molassezone Oberösterreichs. — Erdölz., 77, 161—175, Wien—Hamburg.
- K a h l e r, F., 1953: Der Bau der Karawanken und des Klagenfurter Beckens. — Carinthia II, Mitt. Naturwiss. Ver. Kärnten. 16. Sdh., 1—78. Klagenfurt.
- K a p o u n e k, J., P a p p, A., T u r n o v s k y, K., 1960: Grundzüge der Gliederung von Oligozän und älterem Miozän in Niederösterreich nördlich der Donau. — Verh. Geol. B. A., 217—226. Wien.
- K ö l b l, L., W e i n b e r g e r, F., 1963: Results of new exploration in the basement of the Vienna Basin. — 6. Wld. Petr. Congr. Frankfurt/Main. Section I — Paper 2, Preprint.

- Klaus, W., 1952: Bemerkungen zur Palynologie der Hausruck-Kohlen. — Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **89**, 69—77. Wien.
- 1956: Mikrosporenhorizonte in Süd- und Ostkärnten. — Verh. Geol. B. A., 250—255. Wien.
- Knipscheer, H. C. G. & Ganss, O., 1954: siehe unter Ganss, O.
- Kölbl, L., 1963: siehe unter Kapounek, J.
- Kollmann, H., 1963: Zur stratigraphischen Gliederung der Gosauschichten von Gams. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **13**, 189—212. Wien.
- Kollmann, K., 1960 a: Cytherideinae und Schulerideinae n. subfam. (Ostracoda) aus dem Neogen des östl. Österreichs. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **51**, 89—195. Wien.
- 1960 b: Das Neogen der Steiermark. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **52**, 159—167. Wien.
- Kopetzky, G., 1957: Das Miozän zwischen Kainach und Lafnitz in Südweststeiermark. — Mitt. Mus. Bergbau, Geol. u. Technik, L. Mus. „Joanneum“, **18**, 1—112. Graz.
- Kristan-Tollmann, E., 1962: siehe unter Tollmann, A.
- Kühn, O., 1928: Ein Danienvorkommen in Niederösterreich. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **19**, 37—40. Wien.
- 1930: Das Danien der äußeren Klippenzone bei Wien. — Geol. Paläont. Abh., N. F., **17**, 495—576. Jena.
- 1957: Eine inneralpine Eozänfauna aus Niederösterreich. — Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **94**, 71—76. Wien.
- 1960 a: Die Bruderndorfer Schichten nördlich Wien. — Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **97**, 49—52. Wien.
- 1960 b: Neue Untersuchungen über die Dänische Stufe in Österreich. — Int. Geol. Congr., 21. Sess., Norden 1960, 162—169. Kopenhagen.
- Küpper, H., 1957: Erläuterungen zur geologischen Karte Mattersburg-Deutschkreutz. — Geol. B. A., 1—67. Wien.
- 1962: Wiener Sandstein und Flysch. — Verh. Geol. B. A., 246—249. Wien.
- Papp, A., Thenius, E., 1952: Über die stratigraphische Stellung des Rohrbacher Konglomerates. Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **161**, 441—453. Wien.
- Küpper, I., 1961: Alttertiäre Foraminiferenfaunen in Flyschgesteinen aus dem Untergrund des nördlichen Inneralpinen Wiener Beckens (Österreich). — Jb. Geol. B. A., **104**, 239—271. Wien.
- Küpper, K., 1956: Stratigraphische Verbreitung der Foraminiferen in einem Profil aus dem Becken von Gosau. — Jb. Geol. B. A., **99**, 273—320. Wien.
- Mottl, M., 1955: Neuer Beitrag zur Säugetierfauna von Penken bei Keutschach in Kärnten. — Carinthia II, Mitt. Naturwiss. Ver. Kärnten, **65**, 59—91. Klagenfurt.
- 1961: Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark. — Mitt. Mus. Bergbau, Geologie u. Technik, L.-Mus. „Joanneum“, **22**, 3—21. Graz.
- Muheim, P. F., 1934: Die subalpine Molassezone im östlichen Vorarlberg. — Eclogae Geol. Helvetiae, **27**, 181—298. Basel.
- Oberhauser, R., 1958: Neue Beiträge zur Geologie und Mikropaläontologie von Helvetikum und Flysch im Gebiet der Hohen Kugel (Vorarlberg). — Verh. Geol. B. A., 121—140. Wien.
- 1959: Bericht über Aufnahmen 1958 auf den Blättern Feldkirch (141) und Schruns (142) sowie Übersichtsbegehungen auf Blatt Reutte (115). — Verh. Geol. B. A., 44—45. Wien.
- 1963: Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht. — Jb. Geol. B. A., 106, 1—86. Wien.
- & Plöchinger, B., 1957: siehe Plöchinger, B. 1957.

- Papp, A., 1952: siehe unter Küpper, H.
- Papp, A., 1953: Die Molluskenfauna des Pannon im Wiener Becken. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **44**, 85—222. Wien.
- 1954: Die Molluskenfauna im Sarmat des Wiener Beckens. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **45**, 1—112. Wien.
- 1957: Landschnecken aus dem limnischen Tertiär Kärntens. — Carinthia II, Mitt. Naturwiss. Ver. Kärnten., **67**, 85—95. Klagenfurt.
- 1958: Vorkommen und Verbreitung des Obereozäns in Österreich. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **50**, 251—270. Wien.
- 1959: Nummuliten aus dem Untereozän vom Kühlgraben am Fuße des Untersberges (Salzburg). — Verh. Geol. B. A., 163—179. Wien.
- 1959: Tertiär I. Teil. — Grundzüge regionaler Stratigraphie 1—411. Stuttgart (Enke).
- 1960: Die Fauna der Michelstettener Schichten in der Waschberg-Zone (Niederösterreich). — Mitt. Geol. Ges. Wien, **53**, 209—248. Wien.
- 1960: siehe unter Kapounek, J.
- 1961: siehe unter Stradner, H.
- 1962: Über das Vorkommen sarmatischer Schichten bei Langenlois am Kamp (N.-Ö.). — Verh. Geol. B. A., 361—363. Wien.
- 1963: Die biostratigraphische Gliederung des Neogens im Wiener Becken. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **56**, 225—317. Wien.
- 1963: siehe unter Bachmann, A.
- & Ruttner, A., 1952: Bohrungen im Pannon südwestlich von Rechnitz (südliches Burgenland). — Verh. Geol. B. A., 191—200. Wien.
- Pícha, F., 1954: siehe unter Cicha, J.
- Plöchinger, B., 1958: mit Beiträgen v. R. Oberhauser und G. Woletz: Das Molasseprofil längs der Bregenzer Ach und des Wirtatobels. — Jb. Geol. B. A., **101**, 293—322. Wien.
- 1961: Die Gosäumulde von Grünbach und der Neuen Welt (Niederösterreich). — Jb. Geol. B. A., **104**, 359—441. Wien.
- 1964: Die Kreide-Paläozänablagerungen in der Gießhübler Mulde, zwischen Perchtoldsdorf und Sittendorf (N.-Ö.). Mit Beiträgen von R. Oberhauser und G. Woletz. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **56**, 469—502. Wien.
- Plöchinger, B. & Oberhauser, R., 1957: Die Nierentaler Schichten am Untersberg bei Salzburg. — Jb. Geol. B. A., **100**, 67—79. Wien.
- Prey, S., 1950: Geologie der Flyschzone im Gebiete des Pernecker Kogels westlich Kirchdorf a. d. Krems (Oberösterreich). — Jb. Geol. B. A., **94**, 93—165. Wien.
- 1952: Aufnahmen in der Flyschzone auf den Blättern Gmunden—Schafberg (4851) und Kirchdorf/Krems (4852) (Gschlifgraben) sowie auf den Blättern Ybbs (4754) und Gaming—Mariazell (4854) (Rogatsboden) (Bericht 1951). — Verh. Geol. B. A., 41—44. Wien.
- 1953: Flysch, Klippenzone und Kalkalpenrand im Almtal bei Scharnstein und Grünau (O.-Ö.). — Jb. Geol. B. A., **96**, 301—343. Wien.
- 1957: Ergebnisse der bisherigen Forschungen über das Molassefenster von Rogatsboden (N.-Ö.). — Jb. Geol. B. A., **100**, 299—358. Wien.
- Ruttner, A., 1952: siehe unter Papp, A.
- Schlager, M., 1957: Bericht über geologische Arbeiten 1956. — Verh. Geol. B. A., 64—74. Wien.
- Schmid, M. E., 1963: Die Foraminiferenfauna des Bruderndorfer Feinsandes (Danien) von Haidhof bei Ernstbrunn, N.-Ö. — Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **171**, 315—361. Wien.
- Seilacher, A., 1954: Die geologische Bedeutung fossiler Lebensspuren. — Z. dtsh. Geol. Ges., **105**, 214—227. Hannover.
- Sieber, R., 1953: Eozäne und oligozäne Makrofaunen Österreichs. — Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **162**, 359—376. Wien.
- 1955: Systematische Übersicht der jungtertiären Bivalven des Wiener Beckens. — Ann. Naturhist. Mus. Wien, **60**, 169—201. Wien.
- 1956: Die Tortonfauna von Mattersburg und Forchtenau (Burgenland). — Verh. Geol. B. A., 236—249. Wien.



- 1957: Systematische Übersicht der jungtertiären Gastropoden des Wiener Beckens. — Ann. Naturhist. Mus. Wien, **62**, 123—192. Wien.
- 1958: Zur makropaläontologischen Zonengliederung im österreichischen Tertiär. — Erdölz., **74**, 108—110. Wien—Hamburg.
- 1959: Systematische Übersicht über die jungtertiären Amphineura, Scaphopoda und Cephalopoda des Wiener Beckens. — Ann. Naturhist. Mus. Wien, **63**, 274—278. Wien.
- Stradner, H., 1961: Vorkommen von Nannofossilien im Mesozoikum und Alttertiär. — Erdölz., **77**, 77—88. Wien—Hamburg.
- & Papp, A., 1961: Tertiäre Discoasteriden aus Österreich und deren stratigraphische Bedeutung. — Jb. Geol. B. A. Sonderb. 7, 1—160. Wien.
- 1963: siehe unter Bachmann, A.
- Stránik, Z., 1964: siehe unter Cicha J.
- Tejkal, J. & Cicha, J., 1959: siehe unter Cicha, J.
- Thenius, E., 1952: siehe unter Küpper, H.
- 1959: Tertiär II. Teil (Wirbeltierfaunen). — Grundzüge Regionaler Stratigraphie, 1—328. Stuttgart (Enke).
- Tollmann, A. und Kristan-Tollmann, E., 1962: Das Alter des hochgelegenen „Ennstal-Tertiärs“. — Mitt. Öst. Geogr. Ges., **104**, 337—347. Wien.
- Toperczer, M., 1947: Erdmagnetische Bodenuntersuchungen in Südoststeiermark. — Berg- u. Hüttenm. Mh., **92**, 157—165. Wien.
- Traub, F., 1938: Geologische und paläontologische Bearbeitung der Kreide und des Tertiärs im östlichen Rupertiwinkel, nördlich Salzburg. — Palaeontographica, **88**, Abt. A, 1—107, Stuttgart.
- 1953: Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich Salzburg. — Geol. Bavarica, **15**, 1—38. München.
- Trzescniowski, B., 1947: Geologie und Ölführung des begrabenen Flysches nördlich von Zistersdorf und allgemeine Erkenntnisse zur Geologie und Ölführung des Flyschuntergrundes des Wiener Beckens. Unveröffentlichter Bericht der Rohoel-Gew. A. G. — Wien.
- Turnovsky, K., 1960: siehe unter Kapounek, J.
- Veit, E., 1953: Molasse und alpin-karpatischer Überschiebungsrund in Niederösterreich und Südmähren. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **97**, 149—188. Stuttgart.
- Vendl, M., 1930: Die Geologie der Umgebung von Sopron. II. Teil: Die Sedimentgesteine des Neogens und des Quartärs. — Erdészeti Kisérletek, **32**, Sopron.
- Weinhandl, R., 1957: Stratigraphische Ergebnisse im mittleren Miozän des Außeralpiner Wiener Beckens. — Verh. Geol. B. A., **120**—130. Wien.
- Wessely, G., 1961: Geologie der Hainburger Berge. — Jb. Geol. B. A., **104**, 273—349. Wien.
- Wicher, C. A. & Bettenstaedt, F., 1956: Die Gosauschichten im Becken von Gams (Österreich) und die Foraminiferengliederung der höheren Oberkreide in der Tethys. — Paläont. Z., **30**, 87—136. Stuttgart.
- Wieseneder, H., 1962 a: Zur Deutung sedimentärer Strukturen in klastischen Sedimenten. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **54**, 249—260. Wien.
- 1962 b: Zur Petrologie der Flyschgesteine des Wienerwaldes. — Verh. Geol. B. A., 273—281. Wien.
- Wille, U., 1964: Zur Stratigraphie und Tektonik der Schichten der Oberkreide und des Alttertiärs im Bereich von Gosau und Abtenau (Salzburg). Unveröffentlichte Dissertation der Universität, phil. Fakultät. — Wien.
- Winkler-Hermaden, A. v., 1913: Untersuchungen zur Geologie und Paläontologie des steirischen Tertiärs. — Jb. k. k. Geol. Reichsanst., **63**, 503—620. Wien.
- 1951: Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär. — In F. X. Schaffer: Geologie von Österreich, 414—524. Wien (Deuticke).
- 1957: Geologisches Kräftespiel und Landformung. — 1—822. Wien (Springer-Verlag).

- W o l e t z, G., 1951: Schwermineralanalysen von klastischen Gesteinen aus dem Bereich des Wienerwaldes. — Jb. Geol. B. A., **94**, 167—194. Wien.
- 1957: Bericht aus dem Laboratorium für Sedimentpetrographie über Beobachtungen am Nordsaum der Alpen. — Verh. Geol. B. A., 111—112. Wien.
- 1963: Charakteristische Abfolgen der Schwermineralgehalte in Kreide- und Alttertiär-Schichten der nördlichen Ostalpen. — Jb. Geol. B. A., **106**, 89—119. Wien.
- Z a p f e, H., 1953: Zur Altersfrage der Braunkohle von Langau bei Geras in Niederösterreich. — Berg- u. Hüttenm. Mh., **98**, 12—16. Wien.
- 1956: Die geologische Altersstellung österreichischer Kohlenlagerstätten nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis. — Berg- u. Hüttenm. Mh., **101**, 71—81. Wien.

