

Zur Stratigraphie des Miozäns im Wiener Becken

VON ERWIN VEIT, Wien

(Mit 4 Tabellen)

Im Wiener Becken muß jeder stratigraphische Gliederungsversuch des Miozäns die unterschiedliche Faziesentwicklung in den Sedimentationsräumen weitgehend berücksichtigen. Die Faziesbedingtheit der Fauna ist im allgemeinen sehr groß und erschwert die Aufstellung von Horizonten. Streng genommen lassen sich nur Faunen derselben Fazies zueinander in Beziehung bringen (KAUTSKY 1928). Doch geben uns die Lagerungsverhältnisse, die gleichlaufende Entwicklung der Schichtfolge in den einzelnen Profilen, und gewisse Züge in der Entwicklung der Makro- und Mikrofauna, Anhaltspunkte für Gliederungsversuche. Ganz allgemein lassen sich folgende Faziestypen unterscheiden:

1. Beckenfazies, in den großen Tiefgebieten des Beckens.
2. Schwellenfazies, in Hochzonen und Platten im Innern der Beckenteile.
3. Randfazies, in der Umrandung des Beckens.

In den vergangenen Jahren ist durch geophysikalische Arbeiten, durch Bohrtätigkeit und geologische Kartierung ein ganz neues Bild vom Bau des Wiener Beckens gewonnen worden (JANOSCHEK 1942). Eine geologisch-tektonische Übersichtskarte des gesamten Wiener Beckens ist in Vorbereitung. Um vorläufig die wesentlichsten Ablagerungsräume des Wiener Beckens, die infolge ihrer verschiedenen Entwicklungsgeschichte zugleich die größeren Faziesbezirke sind, kurz zu charakterisieren, möge eine Zusammenstellung über die mutmaßlichen Mächtigkeiten der neogenen Beckenfüllung und über das Auftreten der einzelnen Stufen gegeben werden.

Im mittleren Teil des Wiener Beckens begrenzen die beiden großen Zerrungsbrüche, Steinbergbruch und Schrattenbergbruch, staffelförmig drei größere Ablagerungsräume:

- Die Tiefscholle: östlich des Steinbergbruches mit den tiefsten Teilen des Beckens.
- Mistelbacher Scholle: zwischen den beiden Bruchsystemen und höher gelegen.
- Klippenraum: zwischen Schrattenbergbruch und Klippenzone als höchste Scholle.

Jede der drei Großschollen hat ihre gesonderte Entwicklung, welche kurz durch die Beckenfüllung charakterisiert werden soll:

Tiefscholle: Helvet bis Oberpannon; mindestens 3500 m.

Mistelbacher Scholle: Helvet (Schlier, Grunder Schichten ?) bis Mittelpannon; etwa 1800—2000 m.

Klippenraum: Helvet (Grunder Schichten und Schlier) bis Torton (abgesehen von lokalen Schottern pannonen Alters); mindestens etwa 500—700 m.

Im nördlichen Beckenteil (Mähren, Slowakei) sind zu unterscheiden:

Die westliche Hochscholle: (zwischen Flyschrand und Fortsetzung des Schratzenbergbruches): Torton bis Unter- (teils Mittelpannon); mindestens 1000 m.

Tiefscholle: Helvet bis Oberpannon; etwa 2500—3000 m.

Schwelle Göding—Egbell: Helvet — Unterpannon (bzw. Sarmat); etwa 900—1300 m.

Im südlichen Becken (südlich der Donau):

Schwelle von Oberlaa—Achau: Torton — Mittelpannon; 400 m und mehr.

Beckeninneres: Torton. (Helvet ?) — Oberpannon. 2500—3000 m.

Die Zahlenwerte sind teilweise belegt durch Bohrergergebnisse, teils sind es Schätzungen der Maximalmächtigkeiten auf Grund geologischer Erkenntnisse und der geophysikalischen Ergebnisse und sind eher zu niedrig als zu hoch anzuschlagen.

Stratigraphische Grundlagen: Die ältere Miozänstratigraphie

Schon in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts war das Wiener Becken ein klassisches Gebiet der Tertiärstratigraphie. Die grundlegenden Erkenntnisse sind schon damals erarbeitet worden. Später wurden diese ausgebaut und im vergangenen Jahrzehnt mit einer Neubearbeitung der Faunen begonnen. So sind im allgemeinen gute palaeontologische Grundlagen vorhanden. Das stratigraphische Wissen von den miozänen Sedimenten mußte sich aber früher auf die Randbildungen beschränken. Die eigentlichen Beckensedimente waren noch nicht bekannt. Der regen Bohrtätigkeit der letzten Jahre haben wir nun wichtige stratigraphische Aufschlüsse zu verdanken. Das gesammelte Material konnte aber bis jetzt nur zum Teil ausgewertet werden. Es sollen daher in diesem Aufsatz die ersten Ergebnisse nur skizzenhaft angedeutet werden. Leider ist der Erhaltungszustand der Großfossilien in den Bohrproben im allgemeinen derart, daß diese für eine genaue palaeontologische Bearbeitung wenig geeignet sind. Daher ist unser neues Wissen hauptsächlich stratigraphischer und weniger palaeontologischer Art. Es ist eine wertvolle Ergänzung des Materials, daß wir in den Schlammproben für die Mikrountersuchung der Bohrproben, in der groben Fraktion öfters Kleinformen der Mollusken, bei Bivalven z. B., meistens die stärker gebauten Wirbelteile mit dem Schloß erhalten haben.

Bevor nun auf die Tiefbohrergergebnisse eingegangen wird, sollen die wichtigsten Ergebnisse der älteren Miozänstratigraphie, soweit sie für unsere Aufgaben von Bedeutung sind, zusammengefaßt werden.

Dabei muß auch noch das **Burdigal** Erwähnung finden, obwohl es im Wiener Becken selbst nicht vorhanden ist. Zum Verständnis der Helvetfauna ist dies aber notwendig. Aus den Arbeiten von KAUTSKY (1928, 1932, 1936) über Pectiniden, Taxodonten und Veneriden, und von SIEBER (1937) über Cerithien, sind folgende Arten als wichtigste Leitformen für das Burdigal entnommen:

<i>Pecten hornensis</i> DEP. & ROM.	<i>Pitaria incrassata</i> SOW.
<i>Pecten gigas</i> SCHLOTH.	<i>Pitaria schafferi</i> KAUTS.
<i>Pecten holgeri</i> GEIN.	<i>Venus haueri</i> HÖRN.
<i>Pecten pseudo-Bucdanti</i> DEP. & ROM.	<i>Paphia subcarinata</i> SCHFF.
<i>Chlamys gloriamaris</i> DUB.	<i>Arca fichteli</i> DESH.
<i>Pitaria gauderdorfensis</i> SCHFF.	<i>Arca daneyi</i> COSSM. & PEYR.
<i>Pitaria raulini</i> HÖRN.	<i>Pirenella plicata</i> BRUG.
<i>Pitaria lilacinoides</i> SCHFF.	<i>Tympanotonus margaritaceus</i> BROCC.

Näheres über die Burdigalfauna und über die Faziesverhältnisse ist den Arbeiten von SCHÄFFER (1910, 1927) zu entnehmen.

Im **Helvet** sind im Wiener Becken zwei Faziestypen: „Der Schlier“ und die „Gründer Schichten“ bekannt.

Die Bezeichnung „**Schlier**“ ist eigentlich ein Faziesbegriff. Wenn jedoch im Wiener Becken vom „Schlier“ gesprochen wird, so ist damit nur Helvetschlier gemeint. An der Basis der Neogensedimente im Wiener Becken ist eine Schichtfolge vorhanden, die schon rein petrographisch dem Helvetschlier des Alpenvorlandes gleichgesetzt werden kann. Die Schlierfauna des Wiener Beckens ist sehr arm an Großfossilien. Die bekannteste Schlierfauna ist die von R. HÖRNES (1875) von Ottnang aus dem Alpenvorland beschriebene. Kennzeichnend für diese Fauna ist der kleine Wuchs und das Vorherrschen der Bivalven gegenüber den Gastropoden in der Individuenzahl. Die Fauna von Ottnang soll hier in zwei Gruppen aufgeteilt werden. Zunächst sind die Arten zu nennen, die, soweit bekannt ist, im Torton nicht mehr vorkommen. Es sind dies (mit Häufigkeitsbezeichnungen):

h <i>Ancillaria austriaca</i> R. HÖRN.	h <i>Astarte neumayeri</i> R. HÖRN.
h <i>Marginella sturi</i> R. HÖRN.	+ <i>Lucina wolffi</i> R. HÖRN.
h <i>Cassis neumayeri</i> R. HÖRN.	s <i>Lucina ottnangensis</i> R. HÖRN.
+ <i>Cassidaria striatula</i> R. HÖRN.	h <i>Leda pellucidaeformis</i> R. HÖRN.
+ <i>Dentalium intermedium</i> R. HÖRN.	h <i>Nucula ehrlichi</i> R. HÖRN.

Eine weitere, sehr wichtige Gruppe sind Formen, die auch in tortonischen schiefrigen Tonmergeln, in der unten zu nennenden Walbersdorfer Fazies vorkommen und somit hauptsächlich die Schlier- und schlierähnliche Fazies kennzeichnen.

hh <i>Anatina fuchsii</i> R. HÖRN.	h <i>Ammussium corneum</i> SOW.
hh <i>Tellina ottnangensis</i> R. HÖRN.	var. <i>denudata</i> REUSS. [<i>Pecten denudatus</i>]
+ <i>Cryptodon subangulatus</i> R. HÖRN.	h <i>Solenomya doderleini</i> MAYER.
s <i>Leda subfragilis</i> R. HÖRN.	h <i>Lucina dujardini</i> DESH.
s <i>Leda clavata</i> R. HÖRN.	

- | | | | |
|----|---------------------------------|----|--|
| s | <i>Corbula gibba</i> OLIV. | s | <i>Conus antediluvianus</i> BRONG. |
| s | <i>Nucula mayeri</i> M. HÖRN. | h | <i>Aturia aturi</i> BAST. |
| s | <i>Arca diluvii</i> LAMK. | hh | <i>Brissopsis otnangensis</i> R. HÖRN. |
| hh | <i>Natica helicina</i> BROCC. | s | <i>Schizaster laubei</i> R. HÖRN. |
| + | <i>Natica millepunkta</i> LAMK. | | |

Es fällt auf, daß die in der Walbersdorfer Fazies vorkommenden Turritellen und Murex-Arten im Otnanger Schlier in den Listen von R. HÖRNES fehlen. Doch dürfte diese Erscheinung auch wieder faziell bedingt sein. Die Otnanger Fauna ist von HÖRNES in das Helvet gestellt worden, ebenso von fast allen späteren Autoren. Der Schlier ist ein rein marines Sediment und wurde von FUCHS (1883) als „Fazies der Pteropodenmergel“ und Ablagerung größerer Tiefe und von H. SCHMIDT (1935) als „Sediment stiller Böden“ bezeichnet.

Die Grunder Schichten sind bis jetzt nur aus dem Klippenraum mit Sicherheit bekannt und setzen mit ihren Sanden und sandigen Tonmergeln die Sandfazies des Burdigals fort. Die Fauna hat sich aber wesentlich gewandelt. Aus der marinen Vergesellschaftung treten einige Formen hervor, die teilweise in auffallend großer Individuenzahl auftreten. Es sind dies hauptsächlich Cerithien und Neritiden. Diese bringen einen brackischen Einschlag in die sonst beherrschende marine Seichtwasserfauna. Nicht selten sind Süßwasserformen wie *Melanopsis*-Arten und Landformen wie *Helix*-Arten, die aber eingeschwemmt sein können. Die Faunen der Grunder Schichten sind in verschiedenen Vorkommen auch ziemlich faziell differenziert. Im großen und ganzen sind jedoch die Grunder Schichten als marine Seichtwasserbildung (überwiegend litoral) mit brackischem Einschlag zu bezeichnen.

Unter den rein marinen Formen sind in den Faunen häufig *Pyrgula*-Arten, *Turritella*, *Murex*, *Nassa*, *Natica*, Ostreenbänke. Zu den häufigsten und bezeichnendsten Formen der Grunder Schichten gehören die größeren Cerithien wie: *Terebralia lignitarum* EICHW. und *Terebralia bidentata* DEFR. Zu den leitenden Formen gehören unter den Cerithien (SIEBER 1937 a):

- Pirenella moravica* M. HÖRNES.
- Cerithium zeuschneri* var. *ancestralis* SIEBER.
- Cerithium dolium* var. *imperfecta* SIEBER.
- *Potamides papaveraceus* BAST.
- *Terebralia lignitarum* EICHW.

Kennzeichnend für das Helvet ist nach SIEBER das Vorkommen der Burdigalformen: *Potamides papaveraceus* BAST. und *Terebralia lignitarum* EICHW. und das Fehlen der Tortonformen *Cerithium bronni* PARTSCH. und *Cerithium michelotti* M. HÖRN. Nach KAUTSKY (1932, 1936) sind unter den *Veneriden* rein helvetische Formen:

- | | |
|--|----------------------------------|
| <i>Pitaria islandicoides</i> BROCC. var. | <i>Venus plicata</i> GMEL. |
| <i>grundensis</i> KAUTS. | <i>Venus amidei</i> MENEGH. |
| <i>Pitaria gigas</i> LAMK. | <i>Venus circularis</i> DESH. |
| <i>Pitaria gigas</i> LAMK. var. <i>abbreviata</i> KAUTS. | * <i>Venus haidingeri</i> HÖRN. |
| | <i>Gomphomarcia abeli</i> KAUTS. |

1) * = Vorkommen im Burdigal und Helvet.

Paphia benoisti COSSM. & PEYR.
Paphia subcarinata SCHFF.

Paphia subc. var. grundensis KAUTS.
 * *Venerupis basteroti* MAY.

Unter den Pectiniden sind zu nennen:

Pecten pasinii MENEGH.
 * *Ghlamys seniensis* LAMK.

* *Hinnites leufroyi* SERR.

Weiterhin sind von stratigraphischem Wert:

Pyrula rusticula BAST.
 * *Pyrula cingulata* BRONN.
 * *Pyrula cornuta* AG.
Columbella tiara BON.
Columbella curta BÉLL.
Cancellaria exgeslini SACCO.
 * *Eutriofozus burgidaleus* DEFR.
 * *Turitella terebralis* LAM.
 * *Turitella cathedralis* BRONG.
Murex delbosianus GRAT.
Murex aquitanicus GRAT.
Nassa poelsense AÜING.
Perna soldanii DESH.
 * *Mytilus haidingeri* HÖRN.
Arca unbonata LAM.
 * *Arca grundensis* MAY.

Arca fichteli DESH. var. *pseudo-cardiiformis* KAUTS.
Barbatia barbata L.
Barbatia juveniformis KAUTS.
Barbatia bohémica REUSS.
Donax intermedius HÖRN.
Maetra basteroti MAYER.
Maetra subtruncata DA COSTA.
Nucula jeffreysi BELL.
Nucula sulcata BON.
Leda concava BRONN.
Yoldia longa BELL.
Pectunculus obliquatus RAYN. & PONZI.
Pectunculus deshayesi MAY. var. *grundensis* KAUTS.

Die Fauna des Helvets hat nach KAUTSKY und SIEBER den Charakter einer Zwischenstellung zwischen Burdigal und Torton mit Anknüpfungspunkten nach beiden Stufen. Einesteils sind noch typische Burdigalformen vorhanden, andererseits auch schon tortone Faunenelemente. Arten, die nur aus dem Helvet bekannt sind, gibt es im Wiener Raum wenig. KAUTSKY (1928) führt dies auf folgendes zurück: Im Burdigal und Torton läßt sich das miozäne Mittelmeer in eine westliche und eine östliche Faunenprovinz gliedern, von denen die östliche im wesentlichen die Formen des Wiener Raumes abgegeben hat. Im Helvet war eine größere Transgressionsperiode, in welcher diese faunistischen Grenzen verschwommen sind.

Eine weitere Fazies des Helvets, die aber nur im Alpenvorland bekannt ist, sind die **Oncophora-Schichten**. Es sind sandige Schichten mit einer limnischen Fauna.

Die stratigraphische Zuordnung der drei helvetischen Faziesgruppen: Schlier-, Grunder- und Oncophora-Schichten zueinander ist noch nicht geklärt. In der Literatur wird geschrieben, daß im Alpenvorland Schlier und Grunder Schichten sich seitlich verzahnen sollen und die Oncophora-Schichten gelten meist als Hangendschichten des Helvets. Es ist jedoch möglich, daß alle drei Typen teils gleichzeitige Ablagerungen in verschiedenen Räumen sein können. Darüber wird vielleicht die weitere Bohrtätigkeit Aufschluß bringen.

Vom **Torton** haben ebenfalls KAUTSKY (1928, 1932, 1936) und SIEBER (1936, 1937 a, 1937 c) Leitfossilien herausgearbeitet. Es sind dies:

<i>Pitaria gigas</i> LAMK. var. <i>vindobonensis</i> KAUTS.	<i>Cerithium bronni</i> PARTSCH.
<i>Venus ambigua</i> ROV.	<i>Cerithium michelotti</i> M. HÖRN.
<i>Venus cincta</i> EICHW.	<i>Columbella semicaudata</i> BON.
<i>Venus scalaris</i> BRONN.	<i>Columbella scripta</i> L.
<i>Venerupis decussata</i> L.	<i>Cancellaria calcarata</i> BROCC.
<i>Gafrarium (Circe) eximia</i> HÖRN.	<i>Arca fichteli</i> DESH. var. <i>helvetica</i> MAY.
<i>Paphia waldmanni</i> KAUTS.	<i>Arca hungarica</i> HÖRN.
<i>Pecten besseri</i> ANDRZ.	<i>Dosinia lupinus</i> L. var. <i>lincta</i> PULT.
<i>Chlamys elegans</i> ANDRZ.	

Es sind aber noch nicht alle wichtigen Molluskenfamilien bearbeitet und für die schwierige Grenzziehung Helvet-Torton ausgewertet.

In der Literatur werden im Torton verschiedene Faziestypen unterschieden, wie Badener Tegel, Sandablagerungen, Leithakalke und grobe Strandbildungen. Die charakteristischen Formen dieser Typen sind von SCHAFFER (1927) zusammengestellt worden. Die Fazies des Badener Tegels (feinsandige, geschichtete, dunkelgraue Tonmergel) ist als die der „Pleurotomentone“ von FUCHS (1883) und später von STRAUSS (1928) ausführlich gekennzeichnet worden. Hervorzuheben ist die reiche Gastropodenfauna, besonders Pleurotomen, *Fusus*, *Murex*, *Buccinum* und *Turritella* und unter den Bivalven: *Nucula*, *Leda*, *Neaera* und kleine glatte Arten von *Ammussium*, sowie Einzelkorallen.

Im Torton ist auch eine sogenannte „schlierähnliche Fazies“ bekannt. Es sind das die schiefrigen Tonmergel von Neudorf a. d. March und von Walbersdorf (Odenburger Pforte) (H. E. HOCHSTETTER 1934). Nach SCHAFFER (1908) kommen in Neudorf 49 Badener Formen und 50 Schlierfaziesformen vor und in Walbersdorf ist das Verhältnis 13:20. Diese Fauna ist ohne Zweifel in das Torton zu stellen. Leitende helvetische Arten fehlen. Schon die Fazies allein und die Lagerungsverhältnisse beweisen, daß es kein Helvet-Schlier ist. Die Mikrofauna (GRILL 1941) spricht ebenfalls für die Einstufung in das Torton. Bei der Betrachtung der Fauna ist der starke Anteil der oben beim Helvet-Schlier zusammengestellten Faziesfossilien zu betonen. Im Torton gab es Lebensräume mit ähnlichen Verhältnissen, wie sie zur Zeit der Sedimentation des Helvet-Schliers herrschten und so konnte diese faziesbedingte Faunenvergesellschaftung nochmals im Torton zur Entfaltung kommen. Der Unterschied zum Helvet-Schlier ist aber der, daß einerseits eine Reihe von Arten aus diesem fehlen und andererseits eine im Helvet-Schlier fehlende, im Badener Tegel enthaltene Tortonfauna ein wesentlicher Bestandteil der Gesamtf fauna ist. Da Ausdrücke wie „tortoner Schlier“, „schlierähnliche Fazies“ oder „Walbersdorfer Schlier“ ein falsches Bild von diesen Ablagerungen geben, möchte ich vorschlagen nur von „Walbersdorfer Fazies“ zu sprechen.

Neuere stratigraphische Ergebnisse

Helvet: Schlier mit Basisbildungen

Der Einbruch des Wiener Beckens begann im Helvet. Das transgredierende Helvetmeer fand ein ziemlich bewegtes Relief vor; eine Landschaft mit hohen Bergen, Bergzügen und verschieden gestalteten Tälern.

Dies zeigen uns die Bohrerergebnisse und die Geophysik, besonders im Steinberggebiet und in der Mistelbacher Scholle. Hier liegen auf dem Beckenuntergrund, der vom Flysch gebildet wird, Blockschuttmassen, der „Schlierbasisschutt“ oder auch nach der Herkunft des Schuttmaterials „miozäner Flyschschutt“ oder kurz „Flyschschutt“ genannt. Die Maximalmächtigkeit der Schuttfolge wurde in einer Bohrung mit 360 m erreicht, wobei einige Schliereinlagen inbegriffen sind. Die Schuttmächtigkeit wechselt sehr rasch auf kürzeste Entfernung. Insbesondere auf dem Scheitel von Flyschbergen ist er gering, nur wenige Meter oder gar nicht zu bemerken. Es handelt sich um marine Schuttströme, die von den Flyschbergen im Helvet in die Beckenräume hinaus verfrachtet worden sind, wo schließlich dann nur noch die feineren Sedimente, hauptsächlich toniger und mergeliger Schlamm abgesetzt worden ist, welcher dann nach der Diagenese die Schichtfolge geliefert hat, die wir als Schlier bezeichnen. Die wechselseitige Verzahnung von Schutt- und Schlierfazies und alle Übergänge zwischen beiden Typen ist nachgewiesen. Daher ist die Gliederung der Schuttmassen und der Vergleich von Bohrung zu Bohrung erschwert. Trotzdem ist es heute schon möglich gewisse durchgehende Züge im Aufbau des Schlierbasisschutts zu erkennen.

Im wesentlichen können zwei Faziesgruppen unterschieden werden: 1. Die mergelige, 2. die sandige und kalkige. Die Einteilung richtet sich also nach dem Bindemittel. In beiden Gruppen sind alle Korngrößen vertreten von Blöcken über 2 m Durchmesser bis herunter zu feinsten Geröllen und Sand.

Die Hauptmasse des mergelig zementierten Schutts setzt sich aus eckigen, oder kantengerundeten, selten gut gerundeten Flyschstücken von Linsen- bis Kopfgröße zusammen. Die Gerölle haben meistens eine glänzende Tonhaut um sich herum und das mergelige Bindemittel bricht in glänzenden, harnischartigen Flächen, auf welchen Fließbewegungen mit Strichen und Streifen zu sehen sind. Die Schuttstücke sind also in einer tonig-mergeligen Masse fortbewegt worden. Die mergelige Zementmasse besteht auch sehr oft aus wenig verändertem, weichem Flyschschiefermaterial, das den Eindruck eines stark verruschelten, also tektonisch durchbewegten, weichen Schiefers macht, der sich in einzelnen Schuppen oder Blättchen ablöst. Zwischen normalem, typischem Schlier und dem größten Blockschutt gibt es nun alle Übergangsstufen in der Fazies. Man kann dabei etwa folgende Gesteinstypen unterscheiden:

1. normaler, schiefriger Schlieronmergel mit Fallwinkeln von 0–15°.
2. schlecht geschichteter, unruhig abgelagerter Schlier mit meist steilerem Einfallen von 15–30°.
3. ungeschichteter Schlier.
4. ungeschichteter Schlier mit Gerölleinlagen.
5. Geröllmergel oder Blockmergel = ungeschichtete Tonmergel mit vielen Geröllen oder Blöcken bis zu dm-Größe.
6. grober Blockschutt mit wenig mergeligem Zement.

Die Blöcke sind fast nur eine Auslese der härteren Flyschgesteine wie Kalk-, Glaukonit- und Kieselsandsteine neben Tonmergelsteinen. Seltener sind auch weiche Tonmergel und Schiefer eingelagert.

Bei einem mehr sandigen Bindemittel ist der Schutt sehr locker und es werden beim Kernbohren meist nur die Gerölle und Blöcke gewonnen. Weiter von den schuttliefernden Flyschrücken entfernt und besonders im Hangenden der ganzen Schuttfolge finden sich Konglomerate, bzw. Breccien mit kalkig-sandigem Bindemittel. Es können auch Sande, meist lockere, mergelige Grobsande und fein-mittelkörnige Mergelsandsteine den Schutt vertreten. Die Konglomerate und Breccien und auch die Geröll- und Blockmergel sind häufig ganz weiß gefleckt durch Calcit-schalengrüs von meistens unbestimmbaren Bivalven. Zu erkennen sind des öfteren Splitter von Pectiniden, Ostreen und Bryozoenkolonien. In einem harten Kalksandsteinblock hat sich eine ganze Gruppe von Pholaden eingebohrt. Aus einer 50m mächtigen, ungeschichteten Mergelsandsteinserie im Hangenden des dortigen Schutts ist von einer Bohrung eine ziemlich individuenreiche Fauna gewonnen worden. Es sind zwar zu einem großen Teil nur Steinkerne erhalten, doch ließen sich folgende Formen erkennen:

h <i>Pitaria gigas</i> LAMK.	<i>Lutraria</i> sp.
h <i>Pitaria italica</i> DEFN.	<i>Turritella</i> sp.
h <i>Venus clathrata</i> DUJ.	<i>Trochiden</i>
h <i>Cardium</i> div. sp.	<i>Capulus</i> sp.
h <i>Cardita</i> sp.	<i>Einzelkorallen</i>
<i>Ostreen</i>	<i>Serpeln</i>
<i>Modiola</i> sp.	<i>Bryozoen</i>
<i>Solen</i> sp.	<i>Grabgänge</i>

Leider gestattet der Erhaltungszustand keine ganz sichere Einzelbestimmung, z. B. der *Pitaria gigas*-Formen, so daß die Einstufung in das Helvet damit noch nicht mit Sicherheit möglich ist. Hervorzuheben bei dieser Fauna ist das Vorherrschen der Bivalven, insbesondere der Veneriden. Aus dem mergeligen Zement des Schutts ist auch schon öfters eine Mikrofauna herausgeschlämmt worden, die mit der vom hangenden Schlier eine so große Ähnlichkeit besitzt, daß eine faunistische Trennung nicht möglich ist. Dadurch, und wegen des faziellen Übergangs und der Lagerungsverhältnisse ist dieser Flyschschutt als Basaltschutt des hangenden helvetischen Schliers zu bezeichnen. Der Schlierbasisschutt ist also ein mariner Brandungsschutt des vorrückenden Helvetmeers. Er ist außer vom Steinberggebiet (Mistelbacher Scholle) auch bei Holič (Slowakei) als Flyschschutt erbohrt worden.

Im oberen Teil der Schuttserie schalten sich immer mehr Schlierpakete ein bis nur noch reiner Schlier vorhanden ist. Der **Schlier** ist in einer Fazies entwickelt, die man in der Ostmark als typisch bezeichnet. Es sind dunkelgraue, dünnschiefrige Tonmergel mit glimmerigen Feinsandbestegen, ein ziemlich einförmiges und gleichmäßiges Gestein. Lokal sind Sandbänke, Sandsteine und auch Bänke mit dolomitischen Mergelsteinen eingeschaltet. Die Sandbänke werden bis zu mehreren Metern stark, so daß sie lokal Leithorizonte abgeben. In sandigen Lagen, sehr häufig auf den Feinsandbestegen, ist Schalengrüs von Bivalven ausgebreitet. Sehr häufig und charakteristisch sind für den Schlier Fischschuppen und andere Fischreste von *Meletta*. Sonst fehlt in der Regel jegliche Makrofauna. Doch ist es gelungen aus der Bohrung Lichtenwarth 1 eine Fauna zu gewinnen mit:

<i>Aturia aturi</i> BAST.	<i>Solenomya doderleini</i> MAY.
<i>Tellina ottnangensis</i> R. HÖRN.	<i>Pleurotoma</i> sp.
<i>Tellina</i> sp.	<i>Ostrea</i> sp.
<i>Cryptodon subangulatus</i> R. HÖRN.	<i>Lima</i> sp.
<i>Lucina</i> sp.	<i>Schizaster</i> sp.
<i>Ammussium corneum</i> Sow. var. <i>denudata</i> REUSS.	

Es ist dies eine Vergesellschaftung wie sie dem Helvetschlier von Ott nang entspricht. Die das Torton charakterisierenden Molluskenarten sind nicht da. Daher ist dieser Schlier des Wiener Beckens in das Helvet zu stellen, was sich im übrigen auch aus der Fazies, den Lagerungsverhältnissen und der Mikrofauna ergibt.

Der Schlier, ohne Basisschuttbildungen, ist im Steinberggebiet bisher mit einer höchsten Mächtigkeit von 550 m erbohrt worden. In den Tiefgebieten der Mistelbacher Scholle ist jedoch mit mindestens 800 m zu rechnen, wobei die Abgrenzung zum liegenden Schutt immer willkürlich ist wegen der Verzahnung der beiden Faziesarten. Ebenfalls auf der Mistelbacher Scholle, aber am Westrand gelegen, wurde bei Schratzenberg der Schlier mit 400 m durchbohrt mit *Aturia aturi* BAST. und *Natica helicina* BROCC. Eine zweite Bohrung hat dort, schon im Gebiet des Klippenraumes stehend, von Tage ab 325 m im Schlier gebohrt.

Mitten im Becken ist in Aderklaa im Marchfeld unter mächtigen Schottern von 2106 bis 2726 m, also 620 m mächtig, eine Schichtfolge erbohrt worden, die aus festen dunkelgrauen, schiefrigen Tonmergeln mit reichlichen Einlagen von Feinsandsteinlinsen (durchschnittlich 5 mm; bis 3 cm stark) besteht. Die Sandsteinlinsen können sich in so engen Abständen wiederholen, daß eine Wechsellagerung mit den Schiefertonen zustande kommt. Dieses Gestein hat eine Ähnlichkeit mit einem sandreichen Schlier des Alpenvorlandes, wenn auch der Grad der Verfestigung, insbesondere der sandigen Teile, ein größerer ist. Es ist keinerlei Makrofauna zu erkennen; nur Pflanzenhäcksel und Kriechspuren sind darin. Die Einordnung dieser Schichten ist schwer, da auch nur wenig und keine bezeichnenden Foraminiferen in ihnen enthalten sind. Die Schichtserie ist im liegenden von mächtigen Schottern, die in das Torton gestellt werden; sie dürfte wahrscheinlich dem Helvet angehören und eine brackisch-limnische Bildung sein.

Wie oben schon erwähnt, waren die **Grunder Schichten** bis jetzt nur aus dem Klippenraum mit Sicherheit bekannt. Nun wurde in letzter Zeit die Fauna der von H. VETTERS bearbeiteten Bohrung Unter-Olberndorf von A. PAPP bestimmt. VETTERS hatte in einem nicht veröffentlichten Bericht die ganze dort unter dem Sarmat liegende Schichtfolge bis zum Flysch zu den helvetischen Grunder Schichten gestellt. Aus der Faunenliste von A. PAPP ist zu entnehmen, daß in der Schichtfolge von 270—400 m in der Fauna mit Grunder Faziescharakter mehrere Arten enthalten sind, die älter als Torton sind. Es ist daher anzunehmen, daß diese Schichten in das Helvet zu stellen sind und die darüber liegenden Schichten mit marin-brackischer Fauna müßten dann dem Torton angehören. Sollte sich das helvetische Alter bestätigen, so wäre Unter-Olberndorf der einzige bisher bekannte Punkt auf der Mistelbacher Scholle, wo die marin-

brackische Fazies der Grunder Schichten noch im Torton mit einer ganz ähnlichen Entwicklung weiter gegangen wäre. Diese Frage soll noch weiter, auch durch Mikrountersuchung geprüft werden.

Torton

Das Torton ist bisher nur an wenigen Stellen des Wiener Beckens durchbohrt worden, daher ist unser Wissen davon noch ziemlich lückenhaft. In der Tiefscholle wurde es bei Lundenburg mit 1000 m nicht durchteuft. Die Maximalmächtigkeit dürfte 1200—1400 m erreichen. Auf der Platte von Aderklaa ist es mit 750 m ganz erfaßt worden. Die bisher erreichte Mächtigkeit am Steinberg auf der Hochscholle ist 575 m. Am Rand der Mistelbacher Scholle, in Schrattenberg und auf der Schwelle von Oberlaa wurden 153 m, bzw. 250—350 m angetroffen und auf der Schwelle von Egbell sind es maximal 630 m.

Der Schlier geht am Steinberg auf der Hochscholle mit einer Übergangsfazies langsam in das Torton über. Es ist kein Anzeichen einer Winkeldiskordanz oder einer Schichtlücke vorhanden. In anderen Teilen des Beckens, besonders auf Schwellen und an den Rändern lagert das Torton transgressiv auf dem Beckenuntergrund auf. Nur vom Myjava-Gebiet in der Slowakei wird eine Diskordanz zwischen dem gefalteten Uniner-Schlier und dem Torton berichtet (D. ANDRUSOV 1938). Weitere Aufschlüsse werden zeigen, ob in den Hauptgebieten des Wiener Beckens in der Neogenfolge Winkeldiskordanzen oder größere Schichtlücken vorhanden sind. Vorläufig sind im Hauptteil des Beckens keine sicheren Anzeichen dafür vom Helvet bis Oberpannon zu finden. Schichtlücken kleineren Ausmaßes deuten sich nur im oberen Torton bzw. an der Torton-Sarmatgrenze an, wie noch anzuführen sein wird. An den Beckenrändern sind größere Schichtlücken beobachtet.

Es ist bisher noch nicht gelungen eine deutliche Fossilgrenze zwischen dem Helvetschlier und dem Torton zu ziehen. Das liegt zweifellos an dem lückenhaften Probenmaterial. Auch mikropalaeontologisch ist das noch nicht im einzelnen herausgearbeitet. Doch sind hier bald weitere Ergebnisse zu erwarten. Im Steinberggebiet wird vorläufig die Grenze in der Praxis an einer charakteristischen Stelle des Schlumbergerdiagrammes gezogen, wo die oberen Schliertonmergel an das ziemlich sandig entwickelte untere Torton angrenzen. Es ist dies aber vorläufig nur eine lithologische Grenze.

In den tortonen Ablagerungen sind die faziellen Schwankungen besonders groß. Es war daher bisher nur eine örtliche Gliederung einzelner Profile möglich. Auch heute noch stoßen wir auf große Schwierigkeiten. Trotzdem glaube ich hier den Versuch machen zu können gewisse gemeinsame Züge in der tortonen Schichtfolge im Wiener Becken herauszuarbeiten. Vorerst ist ein **tieferes** und ein **höheres Torton** zu unterscheiden.

Tieferes Torton

Die Fazies ist ziemlich gleichmäßig. Es sind dunkelgraue, gutgeschichtete Tonmergel mit wenig Sanden. Je küstenferner das Sediment ist, umso mergeliger ist es. Die Fauna ist im allgemeinen arm und besonders

in der Beckenfazies kleinwüchsig. Häufig sind dünnchalige, meist unbestimmbare Kleinbivalven (zum Teil Erycinen). Im übrigen läßt sich vorläufig folgende Fossiliste zusammenstellen:

<i>Pleurotoma</i> sp.	<i>Ammussium</i> sp.
<i>Fusus</i> sp.	<i>Nucula</i> sp.
<i>Natica helicina</i> BROCC.	<i>Anomia</i> sp.
<i>Natica millepuncta</i> LAMK.	<i>Cardium</i> sp.
<i>Dentalium</i> sp.	<i>Ostrea</i> sp.
<i>Buccinum</i> sp.	<i>Arca</i> sp.
<i>Nassa dujardini</i> DESH.	<i>Veneriden</i>
<i>Turritella</i> sp.	<i>Einzelkorallen</i>
<i>Turritella turris</i> BAST.	<i>Spatangiden</i>
<i>Turritella subangulata</i> BROCC.	<i>Serpula</i> sp.
<i>Chemnitzia</i> sp.	<i>Fisch- und Krebsreste</i>
<i>Corbula gibba</i> OLIVI.	

Obwohl die Liste noch klein ist und öfters die Spezies nicht bestimmt werden konnte, möchte ich eine Ähnlichkeit mit der bekannten Fauna des Badener Tegels darin erblicken. Die wesentlichen Merkmale der Badener Fauna sind vorhanden und negative Kennzeichen fehlen. Die von den Bohrungen durchteuften Beckensedimente haben aber im allgemeinen eine ärmere Fauna wie der Badener Tegel, der doch ziemlich landnah abgelagert wurde und in welchem ausgesprochen günstige Lebensbedingungen lokal eine sehr reiche Makro- und Mikrofauna entstehen ließen. Ich glaube nicht, daß sich die Faunenbilder durch die unterschiedlichen Gewinnungsmethoden der Fossilien allein erklären lassen. Sobald eine reichere Fauna vorhanden ist, bemerken wir dies auch in den Kernproben. So haben z. B. in der ziemlich im Beckeninneren gelegenen Bohrung Lundenburg 1 die unteren 800 m der mit 1000 m erbohrten Tortonfolge eine sehr arme, kleinwüchsige Fauna, die fast nur aus unbestimmbaren, dünnchaligen Kleinbivalven und einigen Fischresten besteht. Das Gestein ist überaus einheitlich und besteht aus geschichteten sandarmen Tonmergeln. Diese Bohrung zeigt das Torton in ganz ausgesprochener Beckenfazies mit kleinem Wuchs und starker Verarmung bei der Makrofauna (bei einer reichen Mikrofauna). Im Gegensatz hierzu hat die in demselben Beckenteil, aber mehr am Rand in einer höheren Scholle gelegene Bohrung Kostel 2 eine entschieden reichere Fauna mit normalem Wuchs (zum Teil ausgesprochen großwüchsig) geliefert.

Auf der Mistelbacher Scholle bei Alt-Lichtenwarth hat das unterste Torton eine abweichende, wahrscheinlich küstennahe Fazies: graugrüne, teils gelbbraungefleckte, schlecht geschichtete Tonmergel mit Kalkfeinsandsteinbänken und Einlagerung von Flyschgeröllen, teils Konglomeraten. Es ist dies hier ein erstes Vorkommen von bunter Fazies im Torton, welche dann im oberen Torton und im unteren Sarmat noch viel ausgeprägter entwickelt ist, wie noch zu schildern sein wird. Großfauna ist keine darin, dagegen marine Foraminiferen.

Im tieferen Torton ist weiterhin die schon oben skizzierte Walbersdorfer Fazies vertreten, und zwar in Bohrungen auf der Platte von Aderklaa, auf der Schwelle von Oberlaa und in den Johannesberg-Bohrungen. In Aderklaa liegt über 235 m mächtigen tortonen Basisschottern, die mit

dem Rothneusiedler Konglomerat zu vergleichen sind, eine recht gleichmäßige, dunkelgraue gut geschichtete Tonmergelserie mit wenig Sandzwischenlagen. In der Fauna sind beherrschend *Ammusium corneum* (*Pecten denudatus*) und *Brissopsis otnangensis* in einer überwiegenden Bivalvenfauna. *Ammusium corneum* reicht bis 90 m unterhalb der Tortonoberkante herauf. In Oberlaa liegt dieselbe Fazies über dem Rothneusiedler Konglomerat. Die Fauna beider Vorkommen ist zusammengefaßt:

<i>Ammusium corneum</i> Sow. var.	<i>Dentalium</i> sp.
<i>denudata</i> REUSS.	<i>Turritella</i> sp.
<i>Corbula gibba</i> OLIVI.	<i>Brissopsis otnangensis</i> R. HÖRN.
<i>Solenomya doderteini</i> MAY.	<i>Fischreste</i>
<i>Nucula</i> sp.	<i>Schwammnadeln</i>
<i>Leda</i> sp.	<i>Einzelkorallen</i>
<i>Veneriden</i>	<i>Bryozoen</i>
<i>Arca</i> sp.	<i>Serpeln</i>
<i>Lucina</i> sp.	<i>Krebsreste</i>
<i>Tellina</i> sp.	<i>Kriechspuren</i>
<i>Ostrea</i> sp.	

Man erhält hier ebenfalls wie in der zuvor beschriebenen Fazies den Eindruck, daß die Schichten allgemein fossilärmer sind, als etwa das Vorkommen von Walbersdorf selbst, und ich möchte dieselbe Erklärung bringen wie sie beim Vergleich mit der Badner Fauna herangezogen wurde.

Die Profile auf der Hochscholle (= Mistelbacher Scholle), im besonderen auf dem Steinberg sind noch nicht ganz eindeutig einzustufen. Im ganzen Nordteil des Steinberggebietes (Neusiedl—Hauskirchen—Prinzendorf) und ein Stück gegen Süden besteht das Torton fast nur aus Sanden (in allen Korngrößen) mit wenig Mergelzwischenlagen. Auf der W-Seite, in Richtung gegen Maustrenk zu, ist in den auf der Steinberghochfläche stehenden Bohrungen nur noch das untere Drittel oder Viertel sandig ausgebildet, während der obere Teil aus mittelgrauen bis grüngrauen Tonmergeln mit wenig Sandzwischenlagen besteht. Beide Faziesarten beherbergen eine rein marine Fauna mit Arten, die in der obigen Faunenliste vom tieferen Torton schon enthalten sind. Eine typische Obertortonfauna mit brackischen Anzeichen fehlt. Auf Grund der Mikrofauna kommt GRILL (1941, 1942) zum Schluß, daß am Steinberg nur tieferes Torton vorhanden ist. Dasselbe Bild würde auch die Großfauna ergeben. Doch kann dies heute noch nicht mit Sicherheit gesagt werden, bevor die Tortonentwicklung noch nicht bekannt ist. Entweder ist am Steinberg das obere Torton nicht zur Ablagerung gekommen, oder später abgetragen worden, oder hat sich dort im oberen Torton nur Beckenfazies mit rein mariner Fauna entwickelt. Das letztere dürfte nach den bisherigen Erfahrungen unwahrscheinlich sein. Im Zusammenhang damit wäre dann noch die Eingliederung des Leithakalkes am Steinberg vorzunehmen. Der Leithakalk des Steinbergs bildet eine durchschnittlich 20—30 m mächtige Kappe auf dem Torton. Es ist nun noch nicht im einzelnen klar, ob der Leithakalk mit einer schwachen Diskordanz auf dem liegenden Torton liegt, ob nur eine Schichtlücke vorhanden ist, oder ob konkordante Überlagerung besteht. Es ist also noch herauszubekommen, ob dieser Leithakalk ins mittlere Torton, ins obere oder gar in das oberste Torton zu stellen ist.

Höheres Torton

Im ganzen Wiener Becken finden wir im höheren Torton Anzeichen für eine Verflachung und Heraushebung des Beckens. Fast überall können wir einen verstärkten Einfluß des Landes bemerken. Die Fauna zeigt an vielen Punkten schon deutlich brackische Einschläge. Es beginnt also schon im oberen Torton die Aussüßung des Wiener Beckens.

Das Gestein ist im Gegensatz zu den tieferen Schichten wechsellagerter. Die Tiefschollenbohrungen am Steinbergbruch haben bis jetzt nur oberes Torton durchteuft und zeigen dunkelgraue und grüngraue Tonmergel wechsellagernd mit Sandhorizonten und Sandsteinen. In den Strukturen St. Ulrich bis Mühlberg und in Münichstal (im Südteil der Mistelbacher Scholle) ist noch eine andere Fazies vertreten: Es sind das dunkelgrüne, graugrüne, teils braungefleckte und schwarzgraue, ungeschichtete, plastische Tonmergel, kalkig-sandig verhärtet mit zwischengelagerten Sandhorizonten, also etwas Ähnliches wie die noch zu erwähnende „bunte Fazies“ am nordöstlichen Beckenrand in der Slowakei. Es kommen auch Grobsande und Geröllhorizonte mit bis zu kopfgroßen Geröllen vor. Der Gesteinscharakter spricht für einen seichten Sedimentationsraum und für Landnähe. Diese etwas bunte Fazies ist hauptsächlich in den obersten Schichten an der Grenze zum Sarmat vertreten. In den oben genannten Vorkommen sind auch Leithakalkbänke und Lithothamnienmergel eingelagert. In Alt-Lichtenwarth wurde ein Leithakalk von 4 m Dicke erbohrt, welcher in einer dünnen Tonmergellinse *Cardita sp.*, *Pectunculus sp.* und *Corbula gibba* OLIVI führte. Die Leithakalke kommen zusammen mit Konglomeraten und Grobsandsteinen vor, eine Erscheinung, die von verschiedenen Leithakalkaufschlüssen des Wiener Beckens beschrieben ist. Diese Leithakalke im oberen Torton der Tiefbohrungen sind autochthon.

Aus den oben gekennzeichneten Schichten des höheren Torton kann folgende Fauna zusammengestellt werden:

<i>Clithon (Vittocliton) pictus</i> FER. (<i>Neritina picta</i>) (gekielte Form).	
<i>Bittium spina</i> PARTSCH.	<i>Ancillaria sp.</i>
<i>Pirenella picta</i> DEFR. var. div.	<i>Ostrea</i> (teils in Bänken).
<i>Pirenella picta</i> DEFR. var.	<i>Anomia sp.</i>
<i>bicostata</i> EICHW.	<i>Solen subfragilis</i> EICHW.
<i>Pirenella nodosoplicata</i> M. HÖRN.	<i>Cardium sp.</i>
<i>Terebralia bidentata</i> DEFR.	<i>Cardium cingulatum</i> GOLDF.
<i>Rissoen</i>	<i>Cardium turonicum</i> MAY.
<i>Turritella archimedes</i> BRONGN.	<i>Cardita partschi</i> MÜNST.
<i>Turritella bicarinata</i> EICHW.	<i>Corbula gibba</i> OLIVI.
<i>Turritella turris</i> BAST.	<i>Arca sp.</i>
<i>Turritella erronea</i> COSSM.	<i>Pecten sp.</i>
<i>Turritella subangulata</i> BROCC.	<i>Nucula sp.</i>
<i>Nassa dujardini</i> DESH.	<i>Veneriden</i>
<i>Nassa schönni</i> R. HÖRN.	<i>Venus vindobonensis</i> MAYER.
<i>Pleurotoma sp.</i>	<i>Leda sp.</i>
<i>Pleurotoma lamarcki</i> BELL.	<i>Lucina columbella</i> LAMK.
<i>Drillia pustulata</i> BROCC.	<i>Tellina sp.</i>
<i>Natica sp.</i>	<i>Spatangiden</i>
<i>Natica millepunctata</i> LAM.	<i>Serpeln</i>
<i>Fusus sp.</i>	<i>Krebsreste</i>

Im Vergleich mit der Fauna vom tieferen Torton ist hervorzuheben: Das Auftreten von *Clithon pictus* und der Cerithien, was auf Brackwasser-einfluß hinweist.

Die im Wiener Becken schon im Burdigal vorkommende, dann in den helvetischen Grunder Schichten häufige und bis in das Sarmat verbreitete, früher als *Neritina picta* bezeichnete Art, wurde bisher in der Literatur als Süßwasserbewohner genannt. Diese Art wird aber von WENZ (1929) zu *Vittocliton* gestellt und ist nach WENZ (1938) als *Clithon (Vittocliton) pictus* FÉR. zu benennen. Die Untergattung *Vittocliton* lebt heute nach THIELE (1931) und WENZ (1938) im Brackwasser. Schon die weite Verbreitung im Torton des Wiener Beckens spricht nicht dafür, daß *Clithon pictus* eine Süßwasserform war und überall eingeschwemmt wäre. Im Torton kommt die stark gekielte Varietät vor, ähnlich wie die bei HÖRNES (1856), T. 47, F. 14 a—c abgebildete. Weiter sind Turritellen, *Natica* und *Nassa dujardini* häufiger. Die Ostreen bilden dicke Bänke, während sie tiefer meist einzeln auftreten. Sämtliche Formen sind großwüchsiger und meist individuenreicher als im tieferen Torton.

In den Grenzsichten zum Sarmat und in einzelnen beckenrandnahen Vorkommen (z. B. Kostel in Mähren und Holič) ist folgende Fauna gefunden worden:

h <i>Clithon (Vittocliton) pictus</i> FÉR.	<i>Turritella</i> sp.
h <i>Nassa dujardini</i> DESH.	<i>Natica</i> sp.
<i>Pirenella picta</i> div. var.	<i>Solen subfragilis</i> EICHW.
Rissoen	<i>Anomia</i> sp.
Ostreenbänke	<i>Corbula gibba</i> OLIVI.

Es fällt besonders die Anhäufung von *Nassa dujardini* auf; diese wird in Kostel und Holič zum häufigsten Fossil, so daß man dort von „Nassa-Schichten“ sprechen kann. Die Artenarmut dieser Schichten weist auf stärkere brackische Einflüsse hin. Die Rissoen und andere Kleingastropoden lieben die flachen Küstengewässer und leben in der Strandzone auf Seegraswiesen und Algenrasen.

In der mehr im Beckeninnern gelegenen Bohrung Lundenburg ist im oberen Torton ebenfalls eine reichere Fauna als in den fossilarmen tieferen Schichten. Zuerst sind *Nassa dujardini* und Ostreenbänke häufig. Die Beckenfazies ist aber noch erkennbar an der Anhäufung von dünnschaligen Kleinbivalven, am kleineren Wuchs und an der etwas ärmeren Gesamtfaua gegenüber den küstennäheren Ablagerungen. Cerithien und Neritinen fehlen hier. Ein ähnliches Aussehen hat die Fauna von Eichhorn, doch sind hier noch die vielen Krabben und verschiedene Grabgänge zu erwähnen. In Aderklaa sind die obersten Schichten im Torton sehr fossilarm. Es finden sich nur Fischreste und Anreicherungen von verdrückten, adeorbis-artigen Gastropoden.

In den im Beckeninnern gelegenen Bohrungen sind die brackischen Einflüsse und die Erscheinungen der Heraushebung des Beckens nicht so deutlich, wie in Rand- und Schwellengebieten. Gewisse Merkmale sind aber auch hier vorhanden. In Lundenburg und Eichhorn wird die eintönige und fossilarme Beckenfazies durch eine reichere, insbesondere individuenreiche Fazies abgelöst, die mehr auf Seichtwasser hinweist, und in Aderklaa wird die Walbersdorfer Fazies der unteren Schichten durch eine

andere abgelöst, über welche aber noch zu wenig bekannt ist, um sie näher kennzeichnen zu können. In der Foraminiferenfauna unterscheidet sich letztere von dem Liegenden durch ihre auffallende Armut an Individuen und Arten.

Aus dem Torton sind aus den Tiefbohrungen noch weitere Fazies-typen bekannt geworden, die in der Hauptsache zu der Randfazies zu stellen sind und noch besondere Erwähnung verdienen.

Zunächst ist hier Schrättenberg 1 am W-Rand der Mistelbacher Scholle zu nennen, in welcher 153 m Torton mit dunkelgrauen Tonmergeln mit Feinsanden durchbohrt wurden. Zuoberst ist:

<i>Clithon (Vittoclithon) pictus</i> FÉR.	<i>Ancillaria</i> sp.
<i>Pirenella picta</i> DEFR. var. div.	<i>Pleurotoma</i> sp.
<i>Pirenella floriana</i> HILB.	<i>Arca</i> sp.
<i>Nassa schönni</i> R. HÖRN.	

Im unteren Teil sind Lithothamnienmergel und ein 10 m mächtiger Leithakalk mit Mergelzwischenlagen eingeschaltet und die Fauna enthält folgende Arten:

<i>Pirenella floriana</i> HILB.	<i>Drillia postulata</i> BROCC.
<i>Pirenella nodosoplicata</i> M. HÖRN.	<i>Nassa dujardini</i> DESH.
<i>Pirenella norica</i> HILB.	<i>Ancillaria</i> sp.
<i>Turritella erronea</i> COSSM.	<i>Conus</i> sp.
<i>Turritella bicarinata</i> EICHW.	<i>Arca</i> sp.
<i>Turritella turris</i> BAST.	<i>Ostrea</i>

Es ist also hier das ganze Torton in einer Entwicklung vorhanden, wie sie sonst im Becken nur im oberen Teil zu finden ist. Die Cerithien und die Turritellen sind beherrschend. Es handelt sich um eine küstennahe Flachwasserbildung. An der Grenze zum Sarmat ist wieder *Clithon pictus* leitend.

In der Bohrung Unter-Olberndorf, am Süden der Mistelbacher Scholle nahe am Flyschrand gelegen, sind im ganzen Torton *Clithon pictus* und *Cerithien* beherrschend. Die Brackwassereinflüsse machen sich hier am Rande des Beckens anscheinend in der ganzen Tortonzeit geltend.

Im oberen Torton am Ostrand des Beckens bei Gbely und auf dem Hoch von Schobberg (Slowakei) ist die bunte Fazies am stärksten ausgeprägt. Es sind graugrüne, gelb-, braun- und rotgefleckte, ungeschichtete, zähe, plastische, sandige Tonmergel und Tone ohne Makrofauna. In dunkelgrauen Tonmergelzwischenlagen findet sich eine marine Fauna mit brackischen Anzeichen, vorwiegend *Clithon pictus*, *Nassa dujardini* und *Turritellen*. Des öfteren sind auch gut gerundete Gerölle in Hühnerei- bis Faustgröße aus Quarzen und dunkelgrauen und rotbraunen Quarziten eingelagert, die von den Kleinen Karpathen stammen dürften. Früher waren die bunten Schichten am Nordostrand des Beckens nur vom Untersarmat bekannt. Heute wissen wir, daß die bunten Schichten vom Obertorton bis in das untere Sarmat hereingehen. Wo an der Sarmat-Tortongrenze nur bunte Fazies entwickelt ist, ist natürlich die Grenzziehung sehr erschwert. Hier hat jedoch die Mikrofauna im tortonen Teil sichere marine Faunen gefunden, so daß damit an einer solchen Stelle die

Eingliederung möglich war. Im allgemeinen sind jedoch im Torton die oben genannten dunklen Zwischenlagen mit mariner Mollusken-Fauna ein sicherer Anhaltspunkt.

Die in den bisherigen Ausführungen gebrachte Zweigliederung des Torton ist nur als erster Gliederungsversuch zu bewerten. Er ist möglich, weil trotz der unterschiedlichen faziellen Verhältnisse in den einzelnen Beckenteilen das gesamte Becken eine gewisse einheitliche Entwicklungsgeschichte im Torton hatte. Im Laufe der Tortonzeit hat sich das Becken gehoben, die Seichtwasserbildungen nehmen im oberen Torton an Verbreitung zu. Die Molluskenfauna paßte sich dieser Entwicklung an und zeigt, daß schon im höheren Torton das Meer brackisch zu werden begann. Mittels der Makrofossilien wird eine scharfe Gliederung des Torton in Zonen immer schwer sein, weil der Gewinn derselben beim Bohren zu lückenhaft ist. Besser hat es hier die Mikropalaeontologie, mit welcher GRILL (1941, 1942) mehrere Zonen herausgearbeitet hat. Versuchen wir beide Gliederungen zu vergleichen, so kann vorläufig gesagt werden, daß das „tiefere Torton“ etwa der „Lagenidenzone“ mit der „Spiroplectamminazone“ und das „höhere Torton“ der „Rotalienzone“ mit der „Bolivina dilatata-Zone“ entsprechen dürfte.

Das Sarmat

Das Sarmat wurde im Wiener Becken von vielen Tiefbohrungen in allen Räumen durchteuft und daher ist es ziemlich gut bekannt geworden. Die Grenze zum Torton ist in den Gebieten mit normaler Fazies ziemlich scharf: Das Torton charakterisieren die marinen Mollusken und im Sarmat setzt die bekannte, typische sarmatische Faunenvergesellschaftung bereits an der Unterkante ein. Die Grenzziehung in Gebieten mit bunter Fazies wurde oben beim Torton behandelt.

Am meisten wurde das Sarmat in der **Tiefscholle**, im Gebiet der Steinbergbruchstrukturen erbohrt. Es setzt sich hier aus einer Wechsellagerung von Sanden, bzw. Kalksandsteinen und Tonmergellagen zusammen. Die Farbtöne der Tonmergel sind im allgemeinen heller grau und mehr grüngrau, als im Torton. Bei der Horizontierung in der Bohrpraxis wurden die Sandpakete genommen, die einen charakteristischen Kurvenverlauf der Porositätswerte in den elektrischen Bohrlochmessungen zeigen. So ist es möglich in einem Streifen von Gaiselberg im Süden bis Lundenburg und Kostel im Norden, das sind etwa 30 km, eine gut erkenn- und vergleichbare Einteilung in 20 Sarmathorizonte durchzuführen. Die südlicheren Bruchstrukturen und andere Gebiete können an diese Gliederung noch nicht angehängt werden und es ist sehr fraglich, ob das bei weiteren Zwischenbohrungen der Fall sein wird, da die Mächtigkeiten und die faziellen Unterschiede zu groß werden. Eine ähnliche Horizontgliederung wurde in diesem Raum auch im oberen Torton begonnen. Hier ist es aber viel schwieriger, da im oberen Torton die Sedimentation viel ungleichmäßiger war, als im Sarmat.

Im unteren Teil des Sarmats sind im Gebiet der Bruchstrukturen Anklänge an eine „bunte Fazies“ zu bemerken, und zwar sind es hier die schon im oberen Torton geschilderten grüngrauen, graugrünen, teils gelbbraunen, selten rotbraun gefleckten, sandigen, plastischen Tonmergel.

Diese etwas bunten Schichten führen im allgemeinen keine Makro- und eine verkümmerte Mikrofauna und sind nur Einlagen in der normalen, grüngrauen und dunkelgrauen Tonmergelfolge.

Im **höheren Sarmat** sind Kalksandsteine, meist als Fossilbänke entwickelt, häufiger und mächtiger als unten. Im übrigen sind die Farbtöne der Tonmergel etwas heller grau und grüngrau als unten.

Mittels der elektrischen Bohrlochdiagramme lassen sich Faziesänderungen von Bohrung zu Bohrung sehr genau verfolgen. Im allgemeinen ist ein Vermérgeln der Sandhorizonte in Richtung zum Beckeninnern zu erkennen. Einzelne Horizonte können auch lokal auskeilen. Die Mächtigkeit des Sarmats ist in Zistersdorf maximal 900 m; in Gaiselberg 600 bis 700 m, Hohenrappersdorf 400—450 m, Wölkersdorf 300 m. Nach Norden erfolgt ebenfalls eine Abnahme auf 480 m am Mühlberg. In Lundenburg, das mehr im Becken liegt, sind es 750 m. Die größte Mächtigkeit des Sarmats im Beckeninnern ist mit 1100—1200 m zu bemessen.

Über die **Fauna im Sarmat** möge an Hand eines zusammengefaßten Profils vieler Bohrungen am St. Ulrich—Hoch gesprochen werden (Tabelle 1).

Die *Limnocardien* wurden vorläufig zu *Limnocardium obsoletum* EICHW. und *Limnocardium plicatum* EICHW. gestellt, welche im ganzen Sarmat durchgehend verbreitet sind. Bei genauer Bearbeitung des Materials lassen sich bestimmt eine Reihe Varietäten und einzelne weitere Arten unterscheiden. Außerdem wurde noch *Limnocardium suessi* BARB. gefunden.

Die *Modiola*-Arten lassen sich bis jetzt stratigraphisch nicht bewerten, da sie im ganzen Sarmat vertreten sind. Häufig ist *Modiolaria marginata* EICHW., seltener *Modiolus volhynicus* EICHW. Letztere Form dürfte mehr die Randfazies bevorzugen, denn in größerer Zahl ist sie mir nur von Schratzenberg bekannt und von A. PAPP (1939) aus Wiesen beschrieben. N. ANDRUSOV (1902) hat schon darauf hingewiesen, daß sie nur „litorale Sedimente“ charakterisiert.

Irus gregarius PARTSCH (*Tapes*) ist Durchläufer im Sarmat. Die Bestimmung von Varietäten in den Bohrproben ist noch nicht durchgeführt. Im oberen Teil des Sarmats ist die dickschalige Varietät *var. ponderosa* d'ORB. häufig und charakteristisch.

Maetra vitaliana d'ORB mit Varietäten ist im Wiener Becken im gesamten Sarmat verbreitet. Doch konnte aus den Tiefbohrungen übereinstimmend ermittelt werden, daß *Maetra vitaliana* im höheren Sarmat herrschend ist und im tieferen nur einzeln vorkommt. Oben ist sie häufig, großwüchsig und neben *Irus gregarius* die beherrschende Bivalve. Häufig ist sie im höheren Sarmat in Kalksandsteinen in Begleitung von *Limnocardien*, so daß man lokal von *Maetra*-Kalken sprechen kann. Aus einer ganzen Reihe von Bohrungen sind aus dem tieferen Sarmat keine *Mactren* bekannt. Hauptsächlich aus dem oberen Sarmat lassen sich wahrscheinlich noch verschiedene Varietäten herausarbeiten. Da die *Mactren* die Hauptentwicklung im höheren Sarmat des Wiener Beckens zeigen, möchte ich dieses als **Maetra-Schichten** bezeichnen. Nach A. PAPP sind in Wiesen die Varietäten *ponderosa* EICHW. und *deltoides* DUB., letztere im dortigen „unteren Sarmat“ vorhanden.

Ervilia podolica EICHW. kennzeichnet ganz entschieden den unteren Teil des Sarmats. In den vielen untersuchten Profilen wurde *Ervilia* nur im tieferen Sarmat und dort meistens häufig und als beherrschendes Faunenglied gefunden. Es ist infolge der lückenhaften Proben schwer festzustellen, wie weit diese *Ervilia* in den einzelnen Profilen heraufgeht. In St. Ulrich ist dies etwa bis zum 10. Horizont. Da also *Ervilia podolica* das Optimum der Entwicklung im tieferen Sarmat hat und wahrscheinlich im höheren Sarmat wenig mehr vorkommt, kann man unser tieferes Sarmat als „**Ervilien-Schichten**“ bezeichnen. Es soll hierbei erwähnt werden, daß nur aus dem höchsten Sarmat von Kostel 1 aus einem Sand, der fast nur aus Kalkooiden besteht, zusammen mit *Solen subfragilis*, *Cerithien*, *Modiolaria marginata* und *Limnocardium obsoletum* und von wenigen Bohrproben von Sanden aus Göding (freundliche Mitteilung von Dr. URBAN) ebenfalls von der Pannongrenze wenige Ervilien bekannt sind, und zwar aus Sanden. Ich halte es für möglich, daß diese Formen umgelagert sind. A. PAPP (1939) berichtet aus Wiesen von umgelagerten Ervilien in den „Grenzschichten“ Sarmat-Pannon. Weitere Untersuchungen werden die Verbreitung der Ervilien noch genauer verfolgen. Zusammen mit *Ervilia podolica* kommen selten *Synosmia*-Arten vor.

Cerithien sind in den Tiefbohrungen des Beckens im allgemeinen nicht so häufig wie in den Randablagerungen, wo die klassischen Fundstätten der „*Cerithienschichten*“ sind, wie das Sarmat in den innerkarpathischen Becken des öfteren benannt wird. Die *Cerithien* hatten ihre größte Entfaltung an den Küsten des Sarmatmeeres und sind dort hauptsächlich in der sandigen Fazies zu Hause: *Cerithiensande*. In der Beckenfazies des Sarmats sind *Cerithien* seltener und können sogar weithin ganz fehlen. Der Name „*Cerithienschichten*“ ist daher im wesentlichen für eine Fazies unserer sarmatischen Bildungen und nicht gut für das ganze Sarmat des Wiener Beckens zu verwenden. Da beim Bohren in Sanden im allgemeinen schlechte Kerne gewonnen wurden, liefert der Bohrvorgang uns eine Auslese zugunsten der Tonmergelfazies. Es ist daher aus diesem Grund die Ausbeute an *Cerithien* nicht groß. Die *Cerithien* kommen jedoch, ebenso wie die meisten miozänen sandliebenden Mollusken, auch in den Tonen vor. Bisher konnten wir die *Cerithien* feinstratigraphisch nicht verwerten. Bei der Ausarbeitung von Varietäten sind jedoch Ergebnisse in dieser Richtung zu erwarten. Eine Ausnahme macht das von HILBER (1892) aus der Steiermark beschriebene *Bittium hartbergense* HILB. Dieses ist auf das oberste Sarmat beschränkt und setzt im Bereich der Bruchstrukturen in der Tiefscholle erst über dem fünften Sarmathorizont ein und geht fast bis zur Oberkante. Es kommt hier in einer interessanten Foraminiferenbank mit *Spirolina austriaca* vor. Diese *Spirolina* bildet mit ihren Schalen dcm-starke, mürbe Kalkmergelbänke, in welchen außer dem *Bittium hartbergense* noch *Solen subfragilis* und *Limnocardium obsoletum* enthalten sind. Nach SIEBER (1937 a) kommen von den *Cerithien* nur im Sarmat folgende Formen vor: *Pirenella disjuncta* SOW., *Pirenella picta* DEF. var. *mitralis* EICHW. und *Cerithium rubiginosum* EICHW., welche demnach als Leitfossilien zu werten sind.

Tornatina lajonkaireana BAST. (*Bulla*) ist im ganzen Sarmat vorhanden. In den Bohrungen ist sie im allgemeinen oben häufiger, was mit der Beobachtung von FUCHS (1875) vom Wiener Stadtgebiet übereinstimmt,

der sie hauptsächlich von seinen „Muschellegeln“ erwähnt. Am häufigsten und oft in auffallender Größe kommt Tornatina in den rändnahen Bohrungen vor, was mit der Lebensweise der Bällariiden als Pflanzenfresser in Flußmündungen und Brackwassertümpeln (THIELE 1931) in Einklang zu bringen ist.

Die Trochiden (*Gibbula*, *Callistoma*) sind in Bohrungen sehr selten und ebenfalls an den Beckenrändern häufiger.

Interessant sind die Neritinen. Im unteren Sarmat ist eine Varietät von *Clithon (Vittoclithon) pictus* FÉR. (*Neritina*), welche im Gegensatz zu der kantigen Form vom oberen Torton eine abgerundete Endwindung hat. Im oberen Sarmat, in den Mactra-Schichten, ist eine andere Art, und zwar *Theodoxus (Calvertia) crenulatus* (*Nerita grateloupeana* bei HÖRNES) vorhanden, welche noch im Unterpannon in Mähren vorkommt. Die Neritinen im ganzen sind aber im Sarmat als selten zu bezeichnen.

Die Verteilung der Rissoen ist stratigraphisch von Bedeutung. Es handelt sich im wesentlichen um die zwei Arten *Mohrensternia inflata* ANDR. und *Mohrensternia angulata* EICHW. Diese haben eine Blüte im unteren Teil der Ervilien-Schichten, in St.-Ulrich unter dem 19. Sarmat-horizont. Höher sind diese Kleingastropoden wenig mehr bekannt.

Nach den Erfahrungen bei den Bohrungen auf dem St. Ulrich—Hoch und weiter in allen Bohrgebieten des Wiener Beckens ist also (soweit das Material genügend ist und ausgewertet werden kann) folgende Gliederung möglich:

Höheres Sarmat: Mactra-Schichten

**Tieferes Sarmat: Ervilien-Schichten
Rissoen-Horizont.**

In der Tabelle 2 ist das Profil der Cräliusbohrung Explora 8 bei Mönichstal (Mistelbacher Scholle) aufgezeichnet, welches eine weitgehende Übereinstimmung mit St. Ulrich zeigt.

Beim Vergleich mit der mikropalaeontologischen Gliederung gilt dasselbe was schon beim Torton gesagt wurde. Mit der Foraminiferenfauna ist eine schärfere Zonengliederung möglich. Nach den bisherigen Ergebnissen reichen die Ervilien-Schichten in die Nonion-Zone herein. Die Hauerinnum- und die Elphidien-Zone fallen in die Ervilien-Schichten (GRILL 1941).

Es bleibt noch gewisse **Besonderheiten in der Ausbildung des Sarmats** in den verschiedenen Beckenteilen anzuführen.

Die Bohrungen in Lundenburg und Eichhorn haben eine arme, kleinwüchsige Fauna. Man findet fast keine Cerithien; die Bivalven herrschen vor. Die Sandfazies tritt zurück; es sind überwiegend Tonmergel. Es ist dies die Auswirkung der Beckenfazies. Die Beckenfazies im Sarmat zeichnet sich wie im Torton ganz allgemein durch vorwiegend gut geschichtete, dunkel- und grüngraue, gleichmäßige Tonmergel aus, welche eine sehr verarmte Sarmatfauna führen, wobei die Bivalven mit kleinwüchsigen und dünnschaligen Formen hauptsächlich vertreten sind. Im unteren Teil sind es Ervilien und im oberen Mactren seltener Iru und Cardien. Im unteren Teil der Rissoenzone, also an der Grenze zum Sarmat, findet sich in Lundenburg und in Kostel limnisches Sarmat. Es sind schwarzgraue, humose Tonmergel mit Lignitlagen bis zu 5 cm mit

Explora	<i>Mediola marginata</i>	<i>Grus gregarius</i>	<i>Limnocardium absolectum</i>	<i>plicatum</i>	<i>Tornatina lajontkaiensis</i>	<i>Ervillea</i>	<i>Mactra</i>	<i>Rissoen</i>	<i>Anomia</i>	<i>Cardium sp.</i>	Pflanzen und <i>Lanit</i>	<i>Ostrea</i>	<i>Neritina picta (lentig)</i>	<i>Solen</i>	<i>Turritella</i>	Lithothamnienkalk	<i>Pleurotoma</i>	Makro- fossil Zonen	Mikro- fossil Zonen	
Crä 8																				
25 - 30																				
30 - 35																				
35 - 40	+																			
40 - 45																		Mactra		
45 - 50	h	h	h		+															
50 - 55	+	+	+		+														und	Nonion
55 - 60																				
60 - 65																				
65 - 70			+	+	+														Tornatina	
70 - 75			+	+	+															granosum
75 - 80	h	h	h	h	+															
80 - 85	h	h	h	h																
85 - 90																				ca 90m
90 - 95																				
95 - 100	+	+	+			+														
100 - 105																				
05 - 10																				
10 - 15																				116 m
15 - 20																				
20 - 25																			Ervillea	
25 - 30																				Elphidium
30 - 35																				
35 - 40				+		h														haverinum
40 - 45																				
45 - 50																				
50 - 55																				
55 - 60	+		+			h	+	h		+									156 m	
60 - 65	+		+			h	+	h											Ervillea und	große Elphidien
65 - 70						h		h											Rissoen	Rissoen
70 - 75																				ca 175 m
75 - 80									+											
80 - 85									+	+	+									
85 - 90										+										
90 - 95										h										Rotalia beccari
95 - 200											h	+								
200 - 205											h	+	+							
05 - 10																				
10 - 15																				
15 - 20																				Elphidien
20 - 25											+	h								
25 - 30											+	h								
30 - 35											+	h								Neritina
35 - 40																				picta
40 - 45											+	h								
Endstufe:																				
242,50																				

S a r m a t
 T o r t o n
 O b e r e s

Tabelle 2:
 Die Fauna im Sarmat und obersten Torton in der Bohrung Explora Crälius 8
 bei Münchenstal.
 (h = häufig; + = vorhanden)

Hydrobia stagnalis BAST., *Helix* sp., *Planorbis* sp., *Melanopsiden*, *Limnaeiden*, häufig *Chara-Oogonien* und *Angiospermenblättern*. Eine ähnliche Fazies ist von Hohenrappersdorf im tieferen Sarmat bekannt. Die im obersten Torton einsetzende Aussüßung hat sich also im tiefen Sarmat so weit gesteigert, daß lokal Süßwasserbildungen entstehen konnten. Im höheren Sarmat folgt dann dort die normale sarmatische Brackwasserfazies, bis mit den *Impressa*-Schichten im Unterpannon die endgültige Aussüßung des Beckens erfolgt.

In Schratzenberg zeigt das ganze untere Sarmat ebenfalls starke Süßwassereinflüsse. Die Fauna enthält fast keine Mollusken, insbesondere keine Ervilien. Eine Bank mit einigen Cerithien und *Maetra* wurde gefunden; sonst sind nur *Pflanzenreste*, *Planorbis* und einige *Neritinen* (*Clithon picta* FÉR.) und Kalkkonkretionen zu erwähnen. Im oberen Sarmat sind hauptsächlich Cerithien, *Irus gregarius*, *Limnocardium plicatum* und nur wenig Maetren vertreten. Es scheint, daß in Gebieten mit einer gewissen, stark sandigen, küstennahen Fazies die Maetren gegenüber *Irus* und Cerithien zurücktreten. Ähnliche Verhältnisse hat FRIEDL in Flachbohrungen bei Mistelbach beachtet (freundliche Mitteilung von Dr. K. FRIEDL). Das oben geschilderte Zusammenvorkommen von *Bittium hartbergense* und *Spirolina austriaca* findet sich auch in Schratzenberg.

Interessant ist das einzige bisher bekannte Sarmatvorkommen im Klippenraum, das auf dem Raistenberg (291 m) bei Feldsberg (SOMMERMEIER 1938). Hier liegt (nach einem Bericht von K. GÖTZINGER) Sarmat transgressiv auf dem Schlier, und zwar sind es 14,6 m Sande und sandige Tonmergel mit einer Decke von 2 m mächtigem *Maetra*-Kalksandstein, der teilweise fast nur aus Abdrücken und Steinkernen von *Maetra vitaliana* und untergeordnet *Limnocardium plicatum* und *Pirenellen* besteht. Auf Grund der Maetren stelle ich das Vorkommen in das obere Sarmat. Auch das Sarmat von Nexing (JANOSCHEK 1942) mit mehreren Meter mächtigen Muschelsanden, welche überwiegend aus großen *Maetren* neben *Limnocardium plicatum* und *obsoletum*, *Irus gregarius* und *Pirenellen* bestehen, stelle ich in das höhere Sarmat.

Im mährisch-slowakischen Anteil des Wiener Beckens ist nach petrographischen Gesichtspunkten ein Unter-, Mittel- und Obersarmat unterschieden worden (SOMMERMEIER 1938). In diesem „Untersarmat“ ist die bunte Fazies durchgehend und nur von Sanden unterbrochen. Es ist keine Makrofauna und eine reduzierte Foraminiferenfauna darin. Diese bunten Schichten entsprechen dem unteren Teil der Ervilien-Schichten. Wie oben erwähnt, hat hier im Ostteil des Beckens die bunte Fazies schon im oberen Torton eingesetzt. Diese Fazies ist in verschiedenen anderen Teilen des Wiener Beckens ebenfalls im tieferen Sarmat anzutreffen, allerdings nicht in der Mächtigkeit und Gleichmäßigkeit wie im oben genannten Gebiet. Die Entstehungsbedingungen der bunten Fazies sind noch nicht geklärt. Ich nehme an, daß es sich um Seichtwassersedimente handelt.

Es soll nun geprüft werden, wie sich der aus den Tiefbohrergebnissen gewonnene Gliederungsversuch des Sarmats im Wiener Becken mit anderen stratigraphischen Gliederungen in Einklang bringen läßt.

Der erste, der im Wiener Becken eine Einteilung des Sarmats versuchte, war TH. FUCHS (1875). Seine Einteilung bezieht sich auf die sarmatischen Randablagerungen im Stadtgebiet von Wien,

wo er die Ergebnisse von Brunnenbohrungen ausgewertet hat. Aus seinen Ausführungen und Profilen habe ich die in Tabelle 3 (rechts) gebrachte Gliederung zusammengestellt. Es zeigt sich, daß sich auch Ervilien- und Mactra-Schichten ausscheiden lassen. FUCHS nennt in den Profilen im höheren Sarmat häufig großwüchsige Mactren, und zwar hauptsächlich in seinen „Muscheltegeln“ und „Tapes-Schichten“. Ervilien sind nur im tieferen Sarmat genannt, wo er Ervilientegel hervorhebt. An der Basis scheidet er „Rissoentegel“ aus. Die Ergebnisse von TH. FUCHS geben also dieselbe Gliederung, wie sie aus den Tiefbohrungen gewonnen werden konnte.

Bei der Untersuchung des ebenfalls küstennahen Sarmats von W I E S E N in der Ödenburger Bucht hat A. PAPP (1939) eine Sarmatgliederung aufgestellt (**Tabelle 3**), die mit der im Wiener Becken gewonnenen gut übereinstimmt. Hervorzuheben ist, daß er im höheren Sarmat als erster in unserem Raum „Mactra-Schichten“ unterscheidet. Diese sind gekennzeichnet durch „starkschalige Bivalven, *Spirorbis*, *Callistoma podolicum* DUB., Bryozoen und Foraminiferen“, unter letzteren sind besonders Nubecularien hervorzuheben. Wichtig ist die Feststellung, daß in den Mactra-Schichten eine Reihe von Mollusken vorkommen, die in der bessarabischen Stufe in Rumänien häufig und teilweise leitend sind. „Bryozoen, Spirorbiskalke und Kalkalgen geben der Fauna noch mehr ein mittelsarmatisches Gepräge“ (A. PAPP). Da aber eine Reihe leitender Formen des Bessarabien im Pannonischen Becken fehlen, möchte PAPP vorläufig die Mactra-Schichten in letzterem nur mit dem unteren Teil des Bessarabien vergleichen.

Auch im Steirischen Becken läßt sich auf Grund der Untersuchungen von A. WINKLER (1913 und 1927) dieselbe Gliederung durchführen (s. Tabelle 3). Hervorzuheben ist, daß *Mactra* im oberen Teil häufig ist und große, dickschalige Formen besitzt. WINKLER hat auch darauf hingewiesen, daß verschiedene Varietäten von *Mactra* vorhanden sind. Infolgedessen hat schon A. PAPP (1939 a) in seiner Tabelle in der Steiermark Mactra-Schichten ausgeschieden. Im „jüngeren Sarmat“ der Steiermark ist, ähnlich wie im Wiener Becken, gegenüber dem Liegenden auch die kalkige Fazies besonders entwickelt, und zwar in Form von Bivalvenkalken (*Mactra*, *Cardium*, *Irus*), Cerithienkalken, Spirorbiskalken und Oolithkalken.

Zum stratigraphischen Vergleich des Mittel- und Obermiozäns mit der Ausbildung in Osteuropa

In den vorigen Abschnitten wurde versucht das Torton und das Sarmat im Wiener Becken und das Sarmat in den Becken am Ostrand der Alpen zu gliedern. Es soll nun weiter in die umstrittene Frage eingetreten werden, wie sich unsere Gliederung mit der in Rumänien und Südrußland vergleichen läßt.

Die rein marine Entwicklung des Torton, insbesondere die Leithakalkfazies, läßt sich bekanntlich entlang des Außenrandes der Karpathen bis in das Dazische Becken in ähnlicher Entwicklung verfolgen. Nun ist im Osten das Mittelmiozän nicht überall in rein mariner Ausbildung

Steirisches Becken (nach A. WINKLER)		Odenburger Bucht Wiesen (nach A. PAPP)		Wiener Becken		Beckenrand bei Wien (nach FUCHS)	
Mactra-Schichten	Mactra div. sp. Tapes Bivalven-Kalke Cerithien-Kalke Spirorbis-Kalke Oolith-Kalke Cerithien-Sande <i>Bittium hartbergense</i>	Mactra-Schichten mit Nubecularien und Spirorbis- Kalken <i>Bittium hartbergense</i>		Mactra-Schichten	verschiedene Facies mit Mactra- und Oolith-Kalken Mactra div. sp. h und groß <i>Irus gregarius</i> (var. <i>ponderosa</i>) <i>Bittium hartbergense</i>	Mactra-Schichten	1. Tapes-Schichten, dick- schalig 2. Muschel-Tegel u. Sande h <i>Modiola marginata</i> h <i>Tornatina lajon- kaireana</i> 3. h Cardien
	Ervilien-Schichten	Tegel und Sande mit Ervilia und Syndosmya	Ervilien-Schichten		Ervilien-Schichten Cerithien-Sande		Ervilien-Schichten
Schotter		Schotter		verschiedene Fazies Rissoen-Horizont <i>Ervilia podolica</i>	Cerithien-Sande und Schotter mit Rissoen-Tegel Syndosmya		
Tegel mit Ervilia und Syndosmya		Schotter oder mergelige Sande mit kleinen Ervilien und Cardien					

Tabelle 3:

Die Gliederung des Sarmats im Wiener Becken im Vergleich zu der in der Ödenburger Bucht und im Steirischen Becken.

vorhanden. Im Gebiet der Krim und im Kaukasusvorland ist in den „Tschokrak-Schichten“ (N. ANDRUSOV 1902) schon im tieferen Mittelmiozän eine Fauna mit stark brackischem Einschlag vorhanden. Weiter im Westen liegen über rein mediterranem Mittelmiozän am Dnjepr die „Konka-Schichten“ und in Rumänien-Vollhynien die „Buglowka-Schichten“, welche dort im oberen Mittelmiozän die marin-brackische Entwicklung einleiten. Es sind dies Teilbecken, die im Mittelmiozän von dem marin-mediterranen Ablagerungsraum eine Abschnürung erfahren haben, so daß sich eine brackische Fauna entwickeln konnte, die nach N. ANDRUSOV (1902) die Wiege darstellt, aus der die typischen Sarmatformen östlicher Herkunft entstanden sind. Das Buglow enthält nach N. ANDRUSOV (1902) und LASKAREV (1903) eine Übergangstauna zwischen dem mittelmiozänen Marin und dem Sarmat. Diese Fauna ist im innerkarpathischen Raum bis jetzt noch nicht bekannt. Die oben geschilderten Verhältnisse vom Wiener Becken zeigen aber, daß dieselbe Tendenz wie im Osten in der Buglow-Zeit sich auch hier angezeigt hat. Die Fazies im oberen Torton spricht für eine weitgehende Heraushebung des Beckens, die Fauna wird mehr eine solche des Seichtwassers und zeigt auch teilweise deutlichen brackischen Einschlag. Nach den Ausführungen von E. BUCK befindet sich in bestimmten Bohrungen im oberen Buglow eine farbige Mergelserie. Dies dürfte eine ähnliche Fazies sein, wie sie im Wiener Becken in den bunten Schichten vorhanden ist. Es ist also im oberen Mittelmiozän entlang dem Außenrand der Karpathen (nach LASKAREV (1934) ist Buglowfazies bis in das Weichselgebiet nach Westen nachgewiesen) eine ähnliche Faziesentwicklung zu finden, wie sie sich im Wiener Becken zeigt, und die Fauna verrät in allen Gebieten brackischen Einfluß. Altersmäßig möchte ich daher unserem höheren Torton im Osten das Buglow gleichstellen, welches nach LASKAREV (1934) in die „Schichten mit *Venus konkensis* SOK.“ übergeht, also diesen gleichzusetzen ist.

Seit den grundlegenden Arbeiten von SINZOW, N. ANDRUSOV und V. LASKAREV über die Stratigraphie des südrussischen Sarmats sind immer wieder Vergleiche mit den sarmatischen Bildungen der innerkarpathischen Becken versucht worden. Zuerst haben SINZOW und LASKAREV festgestellt, daß im Pannonischen und Wiener Becken nur das russische Untersarmat und höchstens das untere Mittelsarmat vertreten sein soll. Später haben eine Reihe von Autoren dieselbe Ansicht geäußert (L. SCHRETER 1912 und 1941, S. GILLET 1933, E. JEKELIUS 1935, D. ANDRUSOV 1932 und 1938, V. ŠPALEK 1937 und A. PAPP 1939). Im Gegensatz hierzu haben N. ANDRUSOV (1910, S. 11) und E. JEKELIUS (1935) eine andere Erklärungsmöglichkeit angedeutet, und zwar, daß im Pannonischen Becken aus faziellen Gründen die Fauna des russischen Vollhynien länger gelebt haben könne als in Südrußland. Ich bin nun der Ansicht, daß gerade die faziellen Unterschiede der großen obermiozänen Ablagerungsräume beim Vergleich der Schichten viel zu wenig beachtet worden sind.

Auf Grund der Sarmatgliederung im Wiener Becken ergibt sich eine neue Vergleichsmöglichkeit mit den Ablagerungen im Osten.

Die Ervilien-Schichten des Wiener Beckens möchte ich direkt vergleichen mit denen im Osten (Tabelle 4), d. h.

Pliozän →	Wiener Becken		Rumänien	Bessarabien Cherson	Säugerfauna
	Unter-Pannon	<i>Congeria partschi</i> <i>Congeria ornithopsis</i> <i>Melanopsis impressa</i>	M ä o t	M ä o t Cherson: Kalke + Sande mit <i>Macra caspia</i>	<i>Mastodon longi-</i> <i>rostris</i>
Ober-Miozän	Sarmat	Mactra-Schichten verschiedene Fazies	Mactra-Schichten (<i>Macra fabreana</i>) verschiedene Fazies	Kalke mit <i>Nubecularia</i> <i>novorossica</i>	Bessarabien St.
		Ervilien-Schichten verschiedene Fazies	Ervilien-Schichten verschiedene Fazies	Ervilien-Schichten Kalke und Sande	Volhynien St.
Mittel-Miozän ↓	Oberes Torton		Buglovka-Schichten	— Lücke — Konka-Schichten	

Tabelle 4:

Vergleich des Sarmats im Wiener Becken mit dem Sarmat in Rumänien und Bessarabien.

Mastodon angustidens

also mit der Volhynischen Stufe. Im ganzen sarmatischen Ablagerungsraum vom Wiener bis zum Euxinischen Becken ist die tonig-mergelige Fazies vorherrschend vertreten neben Sanden; Kalke sind nur lokal von Bedeutung. Die Unterschiede in den Sedimenten sind keine großen. Überall ist die bekannte brackische Molluskenfauna mit *Ervilia podolica* als leitender Form. Die Rissoen werden auch im Osten von N. ANDRUSOV (1902) aus den Ervilienschichten genannt.

In der bessarabischen Stufe erfolgt im Osten ein beträchtlicher Fazieswechsel. Die Sedimente sind nun vorwiegend Kalke und Mergel. Die Fauna ist im ganzen ärmer geworden. Die äußeren Verhältnisse in den Ablagerungsräumen des Osten haben sich ganz entschieden verändert. In Bessarabien bilden sich oolithische Kalke mit der stockbildenden Foraminifere *Nubecularia novorossica*. Die Limnocardien, Mactren, Trochiden und *Modiola* haben neue Arten und Varietäten entwickelt, während ein großer Teil der volhynischen Fauna aber in beiden Stufen vorkommt. Besonders ist die Entwicklung der Mactren zu beachten, welche vielfach beherrschend werden und teilweise in ungeheurer Individuenzahl die Schichten erfüllen. Die Ursache für die Entwicklung dieser neuartigen Gesteinsfazies und Fauna sind noch nicht bekannt. N. ANDRUSOV (1902) deutet die Möglichkeit an, daß die Mactra-Schichten im höheren Sarmat vielleicht mehr in lagunenartigen Becken mit höherem Salzgehalt abgelagert worden sind. In Verbindung mit den Mactra-Schichten fanden sich des öfteren Gipsbildungen. Es ist verständlich, daß bei dem starken Wechsel der Umweltbedingungen sich auch die Fauna ändern mußte. Nicht alle Arten konnten sich den neuen Verhältnissen anpassen, wie die Mactren; dafür haben sich neue endemische Formen entwickelt. Die bessarabische Stufe ist nach KREJCI-GRAF (1932) in Rumänien stark regressiv. Der dazische und euxinische Ablagerungsraum dürfte sich mehr in Teilbecken gegliedert haben, wodurch auch dort die Faziesunterschiede zu erklären wären.

Mit dem intrakarpathischen Becken hat im höheren Sarmat vermutlich keine direkte Verbindung mehr bestanden. In diesen westlichen Räumen haben sich die äußeren Verhältnisse nicht so radikal geändert wie im Osten. Nach wie vor bilden sich im Innern der Becken mehr tonige und sandige Sedimente und an den Rändern mehr sandige und kalkige. Daher hat sich auch die Fauna weniger verändert. Immerhin sind viele Anzeichen in der Gesteinsfazies und Fauna vorhanden, die auf eine gleichsinnige Entwicklung mit dem Osten hinweisen. Der Unterschied ist der, daß die Entwicklung im Osten viel weiter gegangen ist. Auch im Westen gewinnen die kalkigen Sedimente an Bedeutung. Ich erwähne die Mactra-Kalke, Oolith-Kalke, Spirorbis- und Nubecularien-Kalke. Die Ervilien spielen im höheren Sarmat keine Rolle mehr; die Bivalven wie *Irus* und *Mactra* haben besondere Varietäten entwickelt. Die Mactren werden beherrschend. Nubecularien sind sowohl in Ungarn (SCHRETER 1941) als auch in den jungsarmatischen Ablagerungen von Wiesen (A. PAPP 1939) und aus oolithischen Kalken an der Hainburger Donaupforte (Wolfstal, Thebener Kogel) bekannt. Diese kolonienbildenden Foraminiferen sind anscheinend selbst wieder an eine ganz bestimmte Seichtwasserfazies gebunden und daher nur an wenigen Stellen zu erwarten. Im Wiener Becken kommen sie in bivalvenführenden Küstenkalken vor. Sofern die Nube-

cularien als Leitfossilien gewertet werden, ist deren Beschränkung auf eine bestimmte Fazies zu beachten.

Diesen gemeinsamen Merkmalen gegenüber möchte ich den Unterschieden in der Fauna, die hauptsächlich darin bestehen, daß im Bessarabien eine Reihe Trochiden-, Phasianellen-, Limnocardien- und Mactren-Arten vorkommen (A. PAPP 1939), die im Pannonischen Raum nicht bekannt sind, nicht zu große Bedeutung beimessen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß bei einer genauen Analyse und bei weiteren Funden noch diese oder jene Form bekannt wird, die man bislang nur im Osten kennt. Wenn dies auch nicht der Fall sein sollte, dann sind die verschiedenen faziellen Verhältnisse meiner Ansicht nach ausreichend, um die Unterschiede der Faunenentwicklung zu erklären.

Das Ergebnis des Vergleichs wäre also eine **Gleichsetzung des höheren Sarmats im Wiener Becken (der Mactra-Schichten) mit der bessarabischen Stufe (Mactra- und Nubecularien-Schichten) im Osten**. Ich nehme also im Gegensatz zu früheren Autoren an, daß auch die bessarabische Stufe in ihrer Gesamtheit im höheren Sarmat des Wiener und angrenzender Becken enthalten ist und halte die zuerst von N. ANDRUSOV (1910) gebrachte Erklärungsmöglichkeit, daß aus faziellen Gründen die Untersarmatfauna im Wiener Becken zum Teil länger gelebt hat, für richtig. Die im Untersarmat ziemlich gleiche fazielle Ausbildung ist mit gewissen Abwandlungen nur im innerkarpathischen Raum weiter gegangen, während sich im Osten eine starke Änderung vollzogen hat. Die mehr gleichmäßigen Sedimentationsverhältnisse im Westen kommen auch in den Mächtigkeitswerten der Sedimente zum Ausdruck. Hierüber liegen mir leider nur die von KREJCI-GRAF (1932) von der Muntenia veröffentlichten Zahlen vor. In der Muntenia erreicht das Sarmat maximal 500 bis 700 m, im Wiener Becken 1200 m und nach SCHRETER (1941) im Siebenbürgischen Becken sogar 1000—1500 m. Die Verhältniszahlen Ervillien-Schichten: Mactra-Schichten sind in beiden erstgenannten Gebieten gleich. In den größeren innerkarpathischen Becken werden also die größten Mächtigkeiten erreicht.

Die Selbständigkeit des südrussischen „Obersarmats“, der chersonischen Stufe wird in den Ausführungen von L. STRAUZ (1943) bestritten. Dieser nimmt an, daß das Cherson nur eine fazielle Vertretung des Mäot ist. Auch KREJCI-GRAF (1932) hat in der Muntenia kein Cherson ausgeschieden. Der Auffassung von L. STRAUZ habe ich mich in Tabelle 4 angeschlossen. Demnach gelangt das Cherson bereits in das Pliozän. Die Miozän-Pliozängrenze ist im Wiener Becken, wie aus den Ausführungen von R. JANOSCHEK (1943) zu sehen, an der Grenze Sarmat-Pannon (d. h. an der Grenze Mactra-Impressa-Schichten) zu legen. Damit ist nun auch die Übereinstimmung mit der Gliederung mittels der Säugetierfauna hergestellt. Zugleich aber würde sich das Obermiozän in Südrußland auf das Volhynien und das Bessarabien beschränken.

Für die brackische Ausbildung des Obermiozäns vom Wiener Becken bis zum euxinischen Gebiet ist der Name „Sarmat“ eingeführt. Nachdem das Cherson an die Pliozänbasis gestellt werden kann, sind im Osten wie im Westen nur zwei Stufen zu unterscheiden, wofür ich die Bezeichnungen **Untersarmat (Ervillien-Schichten = Volhynische Stufe) und Ober-**

sarmat (Mactra-Schichten oder Nubecularien-Schichten = Bessarabische Stufe) vorschlagen würde. Die frühere Einteilung in Ober-, Mittel- und Untersarmat wäre damit zu verlassen. Die Bezeichnung „Cerithienschichten“, wie des öfteren das Sarmat in den innerkarpathischen Becken genannt wurde, ist wie oben ausgeführt, nur für eine bestimmte Fazies zutreffend und daher nur als Faziesbezeichnung zu verwenden.

Verzeichnis der zitierten Literatur

- ANDRUSOV, D.: Karpathen-Miozän und Wiener Becken. — *Petroleum* 27; Wien 1938.
- ANDRUSOV, N.: Die südrussischen Neogenablagerungen. 2. Teil. — *Verh. Russ. Miner. Ges. St. Petersburg*; Petersburg 1899.
- Die südrussischen Neogenablagerungen. 3. Teil. — *Verh. Russ. Miner. Ges. St. Petersburg*; Petersburg 1902.
- Studien über Brackwassercardiiden. *Didacna. Mém. Acad. Sci. St. Pétersbourg*, VIII sér. Cl. Phys.-mat. 25, Nr. 8; St. Pétersbourg 1910.
- BUCK, E.: Über den Stand und die Aussichten der angewandten Mikropaläontologie im Tertiär Südrumäniens. — *Mitt. Zweigst. Wien Reichsamt Bodenf.* 6, S. — ...; Wien 1943.
- FRIEDL, K.: Der Steirg-Dom bei Zistersdorf und sein Ölfeld. — *Mitt. geol. Ges. in Wien* 29; Wien 1937.
- FUCHS, TH.: Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten? — *Neues Jahrb. f. Min., II. Beil.-Bd.*; 1883.
- Neue Brunnengrabungen in Wien und Umgebung. — *Jb. geol. Reichsanst.* 25; Wien 1875.
- GILLET, S.: Essai de synchronisme du miocène supérieur et du pliocène dans l'Europe Centrale et Orientale. *Bull. Soc. Géologique de France*, 5. sér. III; Paris 1933.
- GRILL, R.: Stratigraph. Untersuchg. mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken usw. „Öl und Kohle“ 37, 595; Berlin 1941.
- Über mikropalaeontologische Gliederungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Beckens. — *Mitt. Zweigst. Wien, Reichsamt Bodenf.* 6; Wien 1943.
- HILBER, V.: Sarmatisch-miozäne Conchylien Oststeiermarks. — *Mitt. naturw. Ver. Steiermark*; Graz 1892.
- HOCHSTETTER, H. E.: Die Fauna des Walbersdorfer Tegels. — *Akad. Anzeiger* 14, *Akad. d. Wissenschaft Wien*; Wien 1934.
- HÖRNES, R.: Die Fauna des Schliers von Olttang. — *Jb. geol. Reichsanst.* 25; Wien 1875.
- JANOSCHEK, R.: Die bisherigen Ergebnisse der erdölgeol. Untersuchg. im inneralpinen Wiener Becken. — *Öl und Kohle* 38, 125; 1942.
- Das inneralpine Wiener Becken, in SCHAFFER: *Geologie der Ostmark*. — F. Deuticke, Wien 1942.
- Das Pannon des Inneralpinen Wiener Beckens. — *Mitt. Zweigst. Wien Reichsamt Bodenf.* 6, S. — ...; Wien 1943.
- JEKELIUS, E.: Die Parallelisierung der pliozänen Ablagerungen Südosteuropas. — *An. inst. Geol. al. României* 17; Bukarest 1935.
- KAUTSKY, F.: Die boreale und mediterrane Provinz des europäischen Miozäns und ihre Beziehungen zu den gleichaltrigen Ablagerungen Amerikas. — *Mitt. geol. Ges. Wien* 18; Wien 1925.
- Die biostratigraphische Bedeutung der Pectiniden des niederösterreichischen Miozäns. — *Annal. Naturhist. Mus.* 42; Wien 1928.
- Die Bivalven des niederösterreichischen Miozäns (Taxodonta u. Veneridae). — *Verh. geol. Bundesanst. Wien*; Wien 1932.
- Die Veneriden und Petricoliden des niederösterreichischen Miozäns. *Bohrtechn. Ztg.*; Wien 1936.
- KREJCI-GRAF, K. & WENZ, W.: Stratigraphie und Palaeontologie des Obermiozäns der Muntenia (Rumänien). — *Z. deutsch. geol. Ges.* 83, 1931; Berlin 1932.
- LASKAREV, V.: Die Fauna der Buglowka-Schichten in Volhynien. — *Mém. Com. géol., nouvelle série*, 5; Petersburg 1903.
- Sur les couches bougluviennes le long du bord extérieur des Carpathes. — *Annal. géol. Péninsule Balkanique*, 12; Belgrad 1934.

- PAPP, A.: Untersuchungen an der sarmatischen Fauna von Wiesen. — Jb. Zweigtst. Wien Reichsst. Bodenf. **89** (315); Wien 1939 a.
- Über Nubecularien aus dem Sarmat von Wiesen und die stratigraphische Stellung der Fundschichten. — Anz. Akad. Wiss. 12; Wien 1939 b.
- SCHIAFFER, F. X.: Sind Ablagerungen größerer Wassertiefe in der Gliederung der tertiären Schichtreihe zu verwenden? — Mitt. geol. Ges. Wien; Wien 1908.
- Die Miozänbildungen von Eggenburg. — Abh. Geol. Reichsanst. 22; Wien 1910.
- Geologische Geschichte und Bau der Umgebung von Wien. — Verl. F. Deuticke; Wien 1927.
- SCHMIDT, H.: Die bionomische Einteilung der fossilen Meeresböden. — Fortschr. Geol. u. Pal. **12**, H. 38; Berlin 1935.
- SCHRETER, Z.: Die sarmatischen Bildungen und Faunen der innerkarpathischen Becken. — Math. Naturw. Anz. Ungar. Akad. Wiss. **60**; Budapest 1941.
- SIEBER, R.: Die Cancellariidae des niederösterreichischen Miozäns. — Arch. Molluskenk. **69**; Frankfurt a. M. 1936.
- Die miozänen Potamidae, Cerithiidae ... Niederösterreichs. — Festschrift f. Prof. E. STRAND, **2**; Riga 1937 a.
- Die Fasciolaridae des niederösterreichischen Miozäns. — Arch. Molluskenk. **69**; Frankfurt a. M. 1937 b.
- Neue Beiträge zur Stratigraphie und Faunengeschichte des österreichischen Jungtertiärs. — Petroleum **33**; Wien 1937 c.
- SOMMERMEIER, L.: Die stratigraphischen und tektonischen Grundlagen der Erdöllagerstätten im Neogen von Südmähren und der Slowakei. — Petroleum **34**, H. 5; Wien 1938.
- STRAUSZ, L.: Geologische Fazieskunde. — Jb. Ung. geol. Anstalt **28**; Budapest 1928.
- Versuch einer Parallelisierung des Pannons. — Mitt. Zweigtst. Wien Reichsamt Bodenf. **6**, S. —, ...; Wien 1943.
- SPALEK, V.: Die stratigraphische Stellung der Cerithien- und Congerenschichten des Wiener Beckens. — Šhorník klubu přírod; Brünn 1937.
- THIELE, J.: Handbuch der systematischen Weichtierkunde; Jena 1931.
- WENZ, W.: Fossilium Catalogus, P. 43, Gastropoda extramarina tertiaria X, 1929; Berlin 1929.
- Gastropoda. Teil 2, Prosobranchia; in Handbuch der Palaeozoologie von O. H. SCHINDEWOLF; Berlin 1938.
- WINKLER, A.: Untersuchungen zur Geologie und Palaeontologie des steirischen Tertiärs. — Jb. geol. Reichsanst. **63**; Wien 1913.
- Über die sarmatischen und pontischen Ablagerungen im Südostteil des steirischen Beckens. — Jb. geol. Bundesanst. **77**; Wien 1927.